



MARATONA ENEM 2019

Ciências da Natureza
e Matemática

SUMÁRIO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MECÂNICA.....	5
ELETRODINÂMICA	16
ELETROMAGNETISMO	25
ELETRÓSTÁTICA	26
FÍSICA MODERNA	27
ONDULATÓRIA	28
ÓPTICA.....	35
TERMOLOGIA.....	39
FÍSICO QUÍMICA	47
QUÍMICA GERAL	64
QUÍMICA ORGÂNICA.....	83
QUÍMICA AMBIENTAL	95
CITOLOGIA.....	100
ECOLOGIA.....	104
EVOLUÇÃO	121
FISIOLOGIA ANIMAL E HUMANA.....	125
GENÉTICA – ENEM	134
HISTOLOGIA E EMBRIOLOGIA	142
PARASITOLOGIA E PROGRAMAS DE SAÚDE.....	143
REINO ANIMAL E VEGETAL – ENEM.....	150

MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS

ARITMÉTICA	159
GEOMETRIA ESPACIAL.....	169
TRIGONOMETRIA	190
ANÁLISE COMBINATÓRIA E PROBABILIDADE.....	192
CONJUNTOS	204
FUNÇÕES.....	208
GEOMETRIA ANALÍTICA	219
GEOMETRIA PLANA	223
PROGRESSÕES.....	238
ESTATÍSTICA.....	242
RAZÃO E PROPORÇÃO 1.....	260
RAZÃO E PROPORÇÃO 2	278

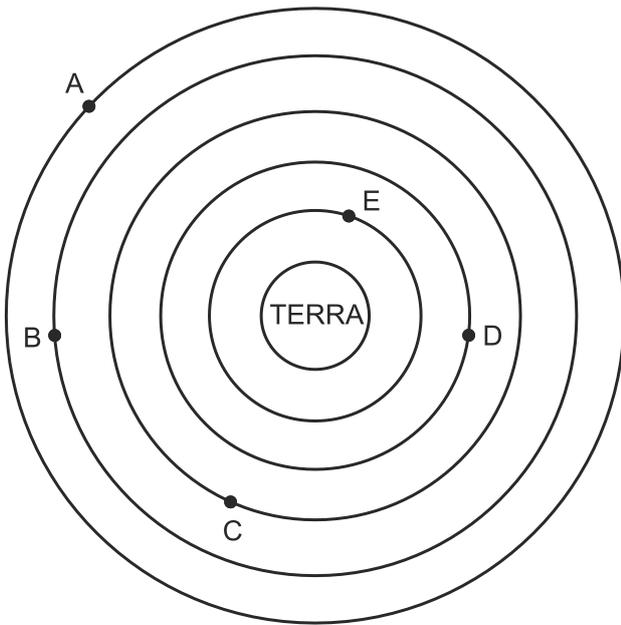


MARATONA ENEM 2019
Ciências da Natureza

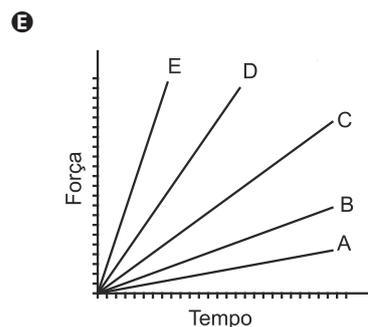
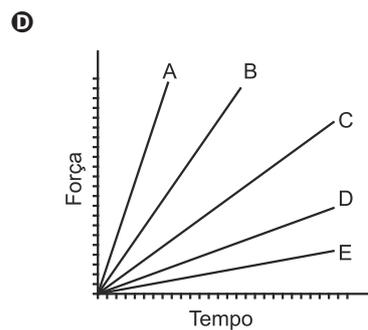
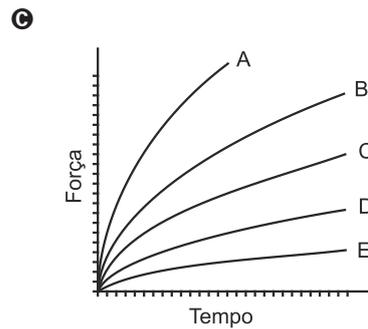
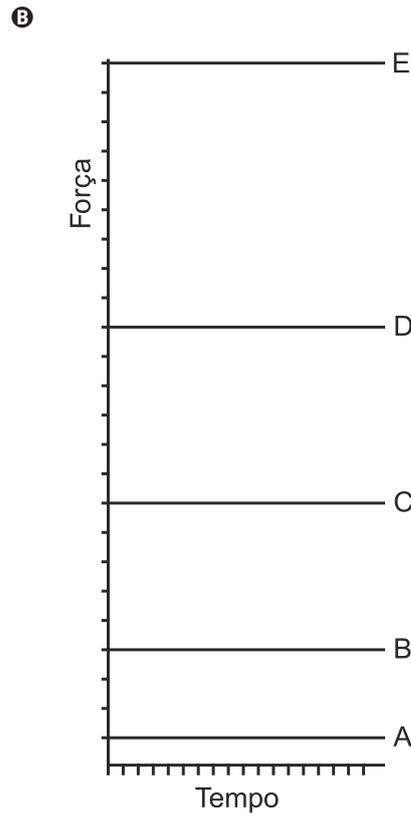
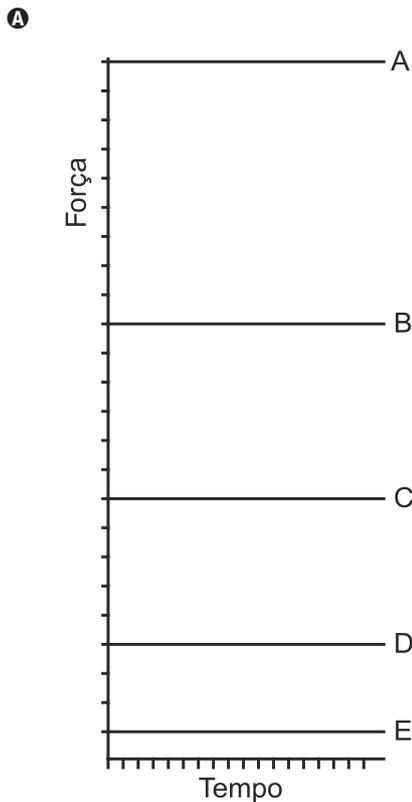
MECÂNICA

01| ENEM 2013 – A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão: $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ onde m_1 e m_2 correspondem às massas dos corpos, d à distância entre eles, G à constante universal da gravitação e F à força que um corpo exerce sobre o outro.

O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.

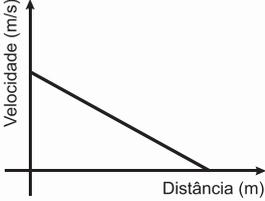
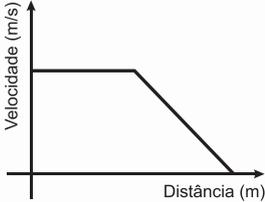
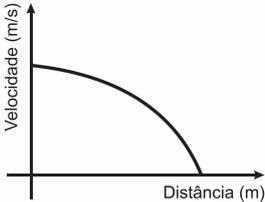
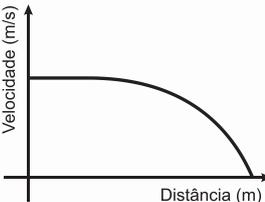
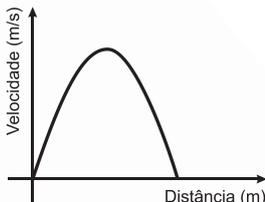


Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo?



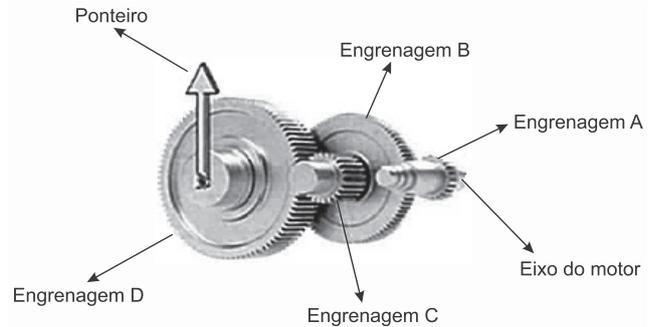
02| ENEM 2016 – Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante.

Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel em relação à distância percorrida até parar totalmente?

- A** 
- B** 
- C** 
- D** 
- E** 

03| ENEM 2016 – A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimentando as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 rpm, e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108

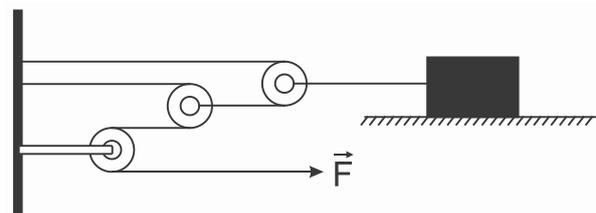


A frequência de giro do ponteiro, em rpm, é

- A** 1.
- B** 2.
- C** 4.
- D** 81.
- E** 162.

04| ENEM 2016 – Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3.000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força \vec{F} , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N.

Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br. Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- A** 3.
- B** 6.
- C** 7.
- D** 8.
- E** 10.

05| ENEM 2016 – Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada a beira de um rio, cuja temperatura média da água é de 25 °C, e usará a sua água somente para refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo, 3 °C em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a 4 KJ/(kg °C).

Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em kg/s, para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de

- A 42.
- B 84.
- C 167.
- D 250.
- E 500.

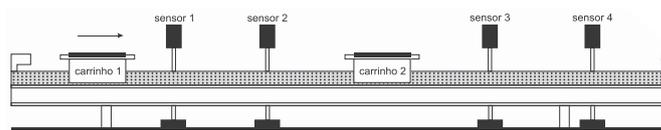
06| ENEM 2016 – A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m³/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s²) e a densidade da água (1.000 kg/m³). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual e a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- A 0
- B 1,18
- C 116,96
- D 816,96
- E 13.183,04

07| ENEM 2016 – O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



CARRINHO 1		CARRINHO 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- A 50,0 g.
- B 250,0 g.
- C 300,0 g.
- D 450,0 g.
- E 600,0 g.

08| ENEM 2015 – Um garoto foi à loja comprar um estilingue e encontrou dois modelos: um com borracha mais “dura” e outro com borracha mais “mole”. O garoto concluiu que o mais adequado seria o que proporcionasse maior alcance horizontal, D, para as mesmas condições de arremesso, quando submetidos à mesma força aplicada. Sabe-se que a constante elástica K_d (do estilingue mais “duro”) é o dobro da constante elástica K_m (do estilingue mais “mole”).

A razão entre os alcances $\frac{D_d}{D_m}$ referentes aos estilingues com borrachas “dura” e “mole”, respectivamente, é igual a

- A $\frac{1}{4}$.
- B $\frac{1}{2}$.
- C 1.
- D 2.
- E 4.

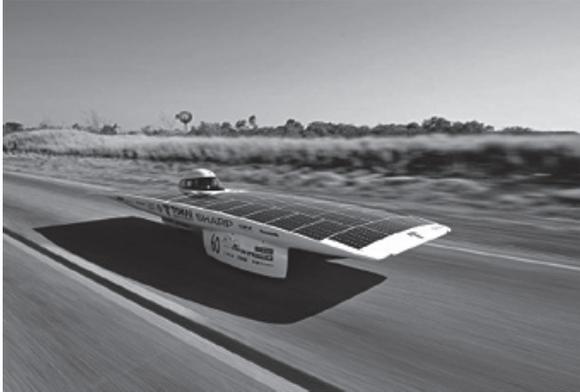
09| ENEM 2015 – Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais rápidos já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012 (adaptado)

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de

- A $5,4 \times 10^2$ J.
- B $6,5 \times 10^3$ J.
- C $8,6 \times 10^3$ J.
- D $1,3 \times 10^4$ J.
- E $3,2 \times 10^4$ J.

10| ENEM 2015 Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



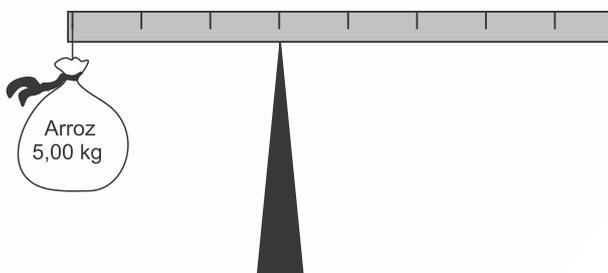
Disponível em: www.physics.hku.hk. Acesso em: 3 jun. 2015.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de 1.000 W/m^2 , que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de $9,0 \text{ m}^2$ e rendimento de 30%.

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

- A 1,0 s.
- B 4,0 s.
- C 10 s.
- D 33 s.
- E 300 s.

11| ENEM 2015 Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- A 3,00 kg
- B 3,75 kg
- C 5,00 kg
- D 6,00 kg
- E 15,00 kg

12| ENEM 2014 Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelho, considerando o módulo da velocidade constante.

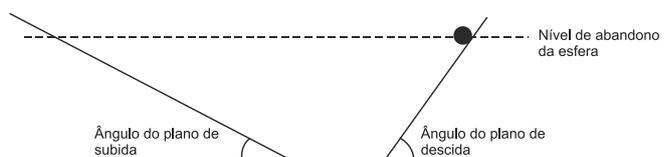


SOUSA, M. *Cebolinha*, n. 240, jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelho, no terceiro quadrinho, é

- A nulo.
- B paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- C paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- D perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- E perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

13| ENEM 2014 Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.

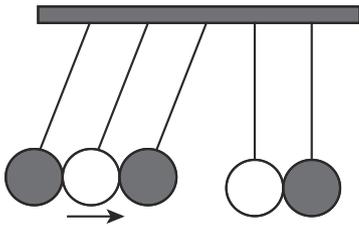


Galileu e o plano inclinado. Disponível em: www.fisica.ufpb.br. Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

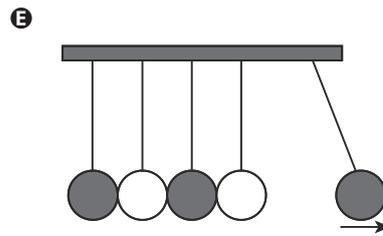
- A** manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- B** manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- C** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- D** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- E** aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

14| ENEM 2014 O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:

- A**
- B**
- C**
- D**



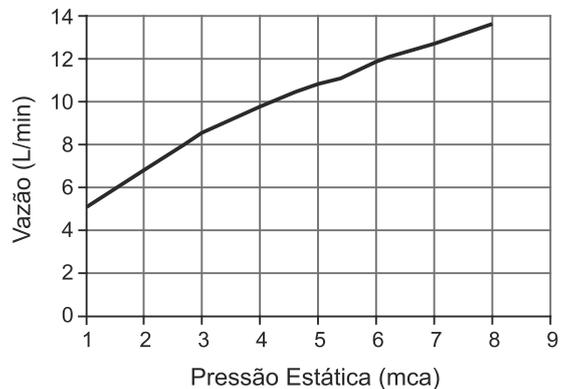
15| ENEM 2014 Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- A** comprimento da haste seja mantido constante.
- B** massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- C** material da haste possua alta condutividade térmica.
- D** amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- E** energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

16| ENEM 2014 Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).

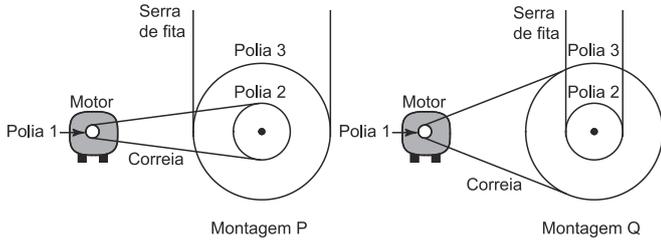


Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a

- A** 69.120.
- B** 17.280.
- C** 11.520.
- D** 8.640.
- E** 2.880.

17| ENEM 2013 Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.

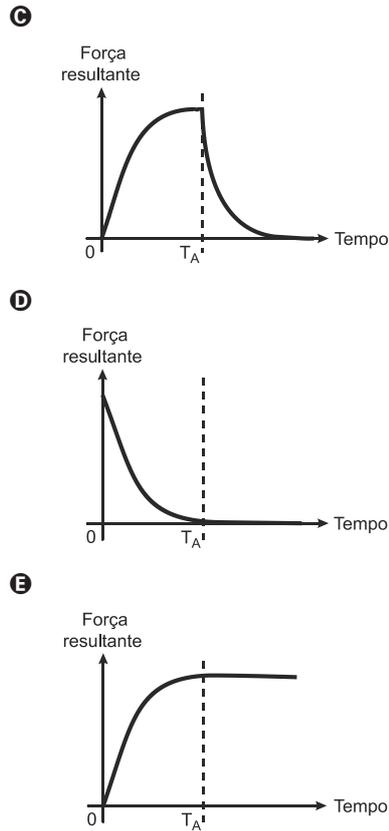
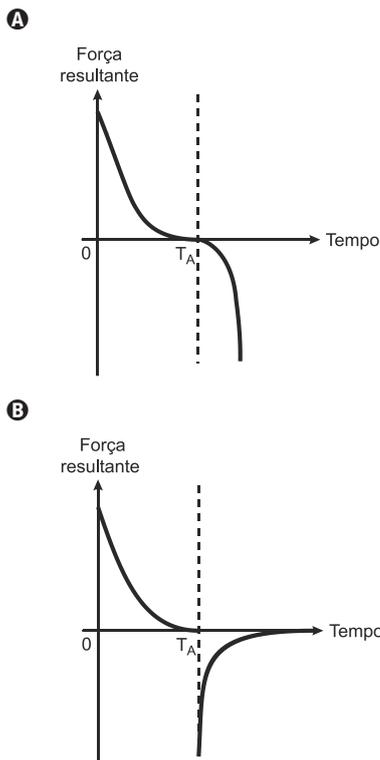


Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- A** Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B** Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C** P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D** P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E** Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

18| ENEM 2013 Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_A), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?

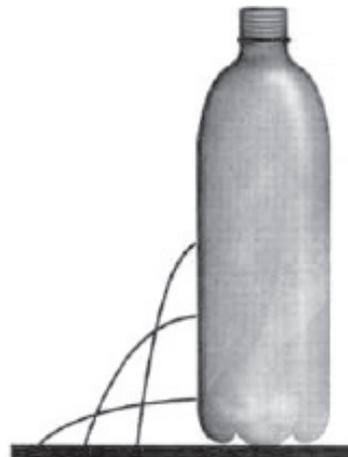


19| ENEM 2013 Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- A** Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- B** Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- C** Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- D** Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- E** Vertical e sentido para cima.

20| ENEM 2013 Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura.



Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- A Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
- E Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

21| ENEM 2013 Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65kg em uma cadeira de rodas de 15kg sobre a plataforma de 20kg .

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A 20N
- B 100N
- C 200N
- D 1000N
- E 5000N

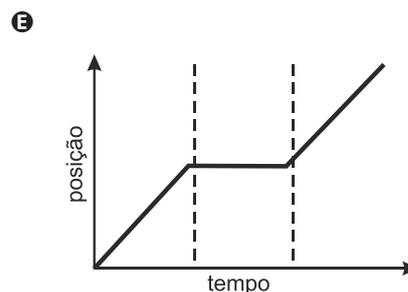
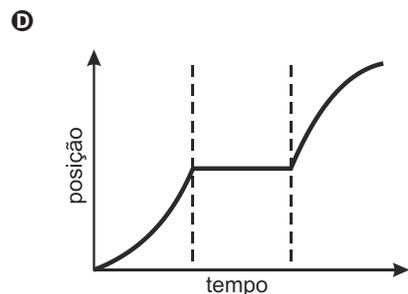
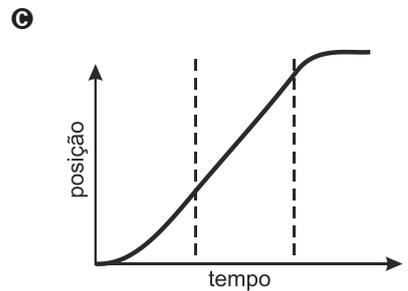
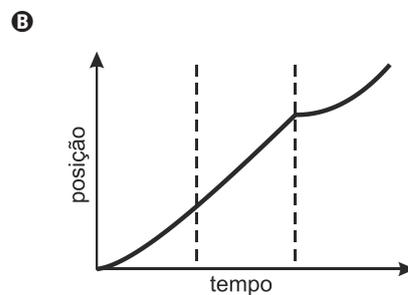
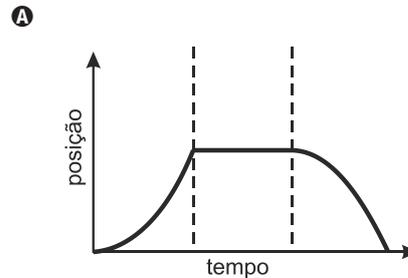
22| ENEM 2012 Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km . No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km , a velocidade máxima permitida é 120 km/h .

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

- A 0,7
- B 1,4
- C 1,5
- D 2,0
- E 3,0

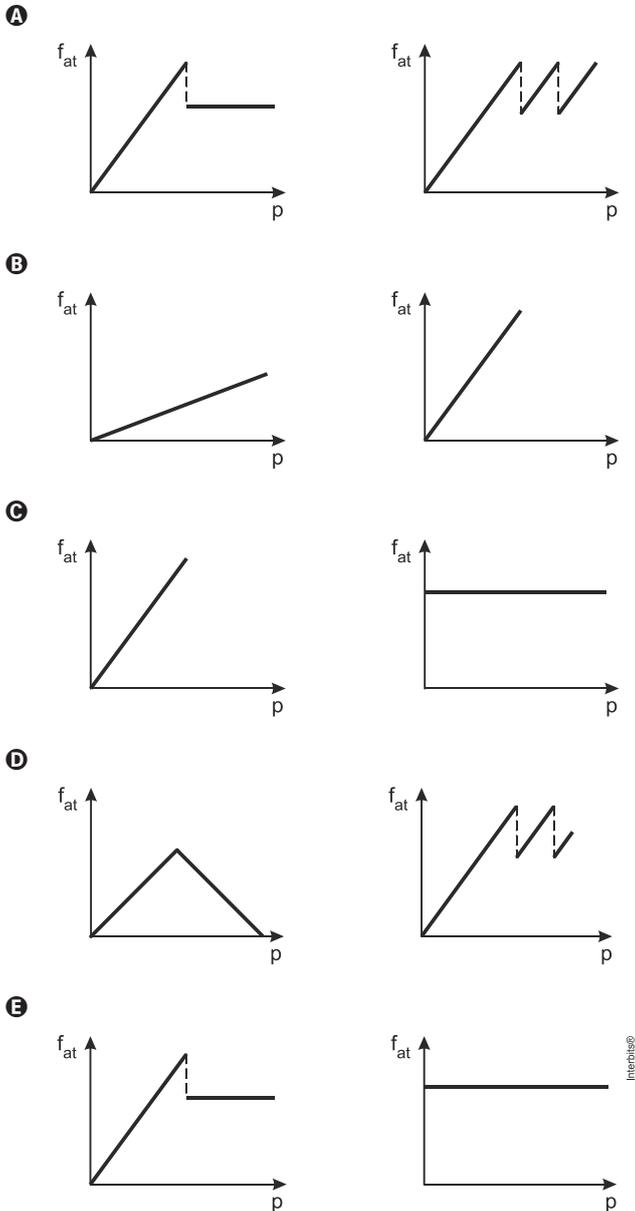
23| ENEM 2012 Para melhorar a mobilidade urbana na rede metrôviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso em aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.

Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?



24| ENEM 2012 Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.

As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



25| ENEM 2012 Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

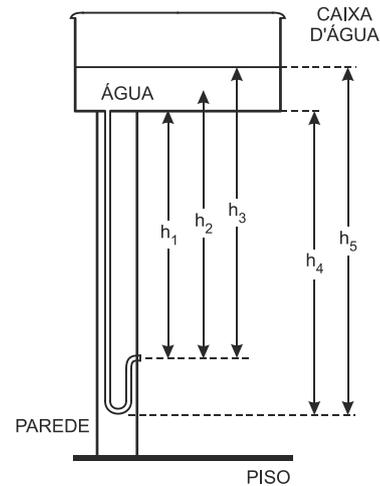
- A** um dínamo.
- B** um freio de automóvel.
- C** um motor a combustão.
- D** uma usina hidroelétrica.
- E** uma atiradeira (estilingue).

26| ENEM 2012 Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A** largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- B** estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C** largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D** estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- E** altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

27| ENEM 2012 O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- A** h_1 .
- B** h_2 .
- C** h_3 .
- D** h_4 .
- E** h_5 .

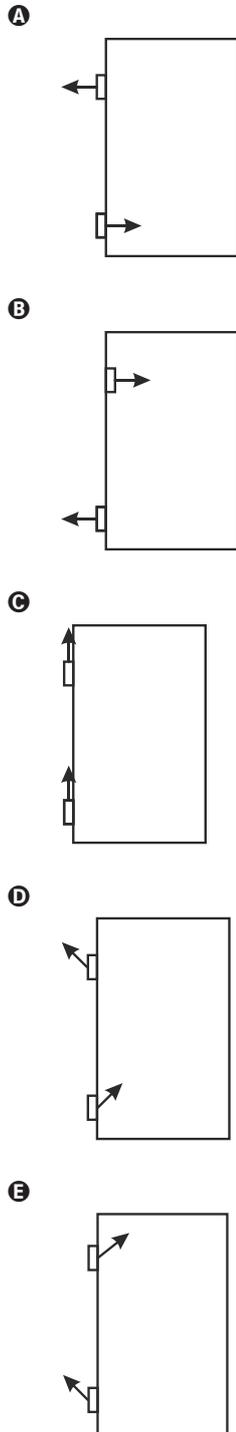
28| ENEM 2012 Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com $\frac{1}{3}$ de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde, $\rho_{\text{água}} = \frac{g}{\text{cm}^3}$. No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).

Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a

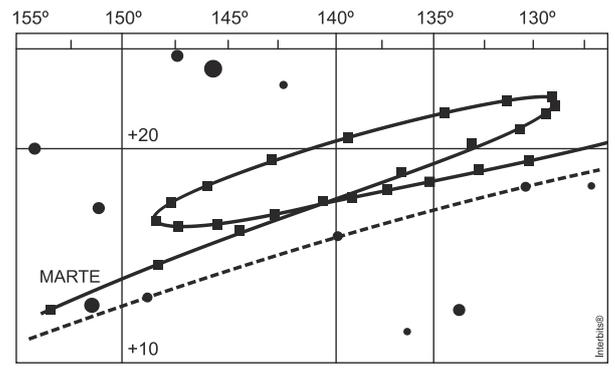
- A** 0,073 kg.
- B** 0,167 kg.
- C** 0,250 kg.
- D** 0,375 kg.
- E** 0,750 kg.

29| ENEM 2012 O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em



30| ENEM 2012 A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Projecto Física. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

- A** A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
- B** A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
- C** A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
- D** A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
- E** A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

31| ENEM 2011 Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

- I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.
- II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.
- III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

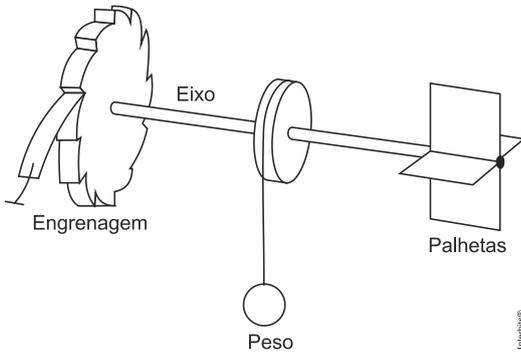
DISTÂNCIA PERCORRIDA PELA RÉGUA DURANTE A QUEDA (METRO)	TEMPO DE REAÇÃO (SEGUNDO)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

- A** energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- B** resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- C** aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- D** força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- E** velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

32| ENEM 2011 Partículas suspensas em um fluido apresentam contínua movimentação aleatória, chamado movimento browniano, causado pelos choques das partículas que compõe o fluido. A ideia de um inventor era construir uma série de palhetas, montadas sobre um eixo, que seriam postas em movimento pela agitação das partículas ao seu redor. Como o movimento ocorreria igualmente em ambos os sentidos de rotação, o cientista concebeu um segundo elemento, um dente de engrenagem assimétrico. Assim, em escala muito pequena, este tipo de motor poderia executar trabalho, por exemplo, puxando um pequeno peso para cima. O esquema, que já foi testado, é mostrado a seguir.



Inovação Tecnológica. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

A explicação para a necessidade do uso da engrenagem com trava é:

- A** O travamento do motor, para que ele não se solte aleatoriamente.
- B** A seleção da velocidade, controlada pela pressão nos dentes da engrenagem.
- C** O controle do sentido da velocidade tangencial, permitindo, inclusive, uma fácil leitura do seu valor.
- D** A determinação do movimento, devido ao caráter aleatório, cuja tendência é o equilíbrio.
- E** A escolha do ângulo a ser girado, sendo possível, inclusive, medi-lo pelo número de dentes da engrenagem.

33| ENEM 2011 Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:

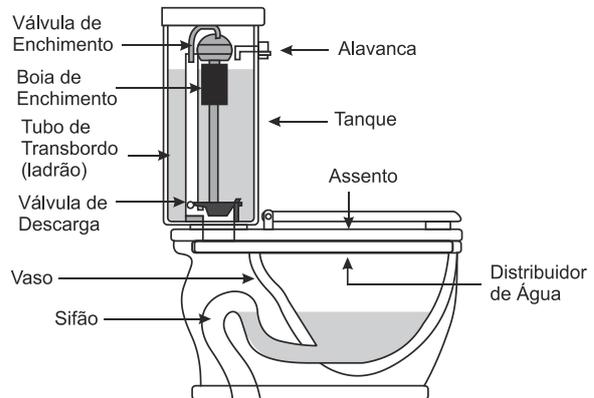


Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- A** a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- B** a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.

- C** a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- D** a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- E** a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

34| ENEM 2011 Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.

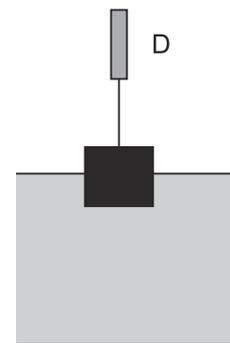


Faça você mesmo. Disponível em: <http://www.facavocemesmo.net>. Acesso em: 22 jul. 2010.

A característica de funcionamento que garante essa economia é devida

- A** à altura do sifão de água.
- B** ao volume do tanque de água.
- C** à altura do nível de água no vaso.
- D** ao diâmetro do distribuidor de água.
- E** à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

35| ENEM 2011 Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , a densidade da água do lago, em g/cm^3 , é

- A 0,6.
- B 1,2.
- C 1,5.
- D 2,4.
- E 4,8.

36| ENEM 2010 Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em 10°C de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de marcas distintas.

Nesse teste, cada forno operou à potência máxima.

O forno mais eficiente foi aquele que

- A forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
- B cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
- C forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
- D cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
- E forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.

37| ENEM 2010 Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

- A Termelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- B Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- C Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
- D Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- E Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

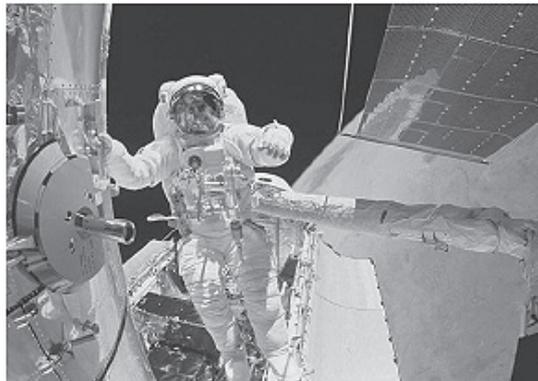
38| ENEM 2010 Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- A escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- B escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- C água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- D água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- E água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

39| ENEM 2009 O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas se aproximaram do *Hubble*. Dois astronautas saíram da *Atlantis* e se dirigiram ao telescópio.

Ao abrir a porta de acesso, um deles exclamou: “Esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno.”



Considerando o texto e as leis de Kepler, pode-se afirmar que a frase dita pelo astronauta

- A se justifica porque o tamanho do telescópio determina a sua massa, enquanto seu pequeno peso decorre da falta de ação da aceleração da gravidade.
- B se justifica ao verificar que a inércia do telescópio é grande comparada à dele próprio, e que o peso do telescópio é pequeno porque a atração gravitacional criada por sua massa era pequena.
- C não se justifica, porque a avaliação da massa e do peso de objetos em órbita tem por base as leis de Kepler, que não se aplicam a satélites artificiais.
- D não se justifica, porque a força-peso é a força exercida pela gravidade terrestre, neste caso, sobre o telescópio e é a responsável por manter o próprio telescópio em órbita.
- E não se justifica, pois a ação da força-peso implica a ação de uma força de reação contrária, que não existe naquele ambiente. A massa do telescópio poderia ser avaliada simplesmente pelo seu volume.

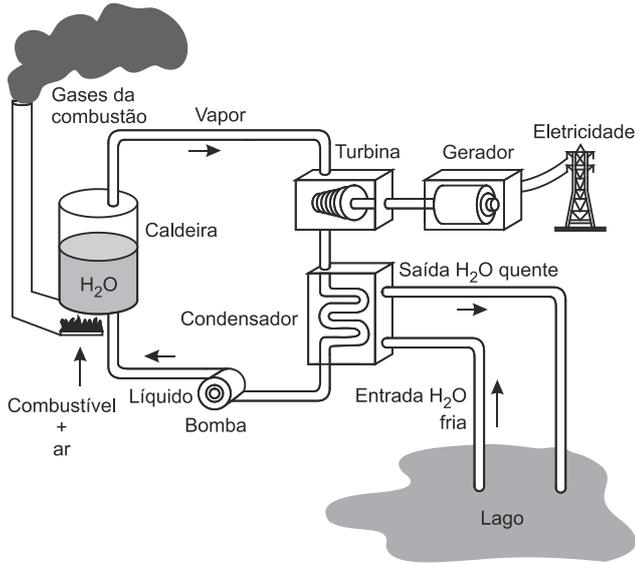
40| ENEM 2009 O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trem-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de $0,1\text{ g}$, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

- A 80 m.
- B 430 m.
- C 800 m.
- D 1.600 m.
- E 6.400 m.

41| ENEM 2009 O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.

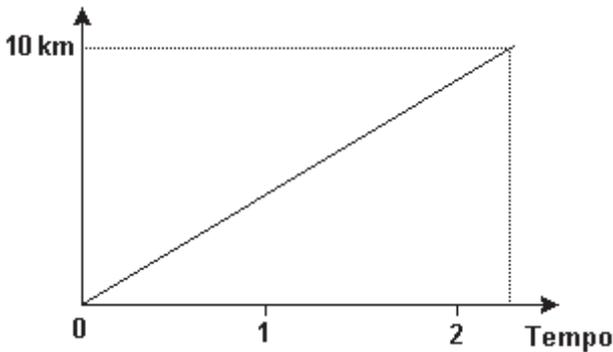


HINRICH, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

- A Reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- B Reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- C Reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- D Melhorar a capacidade dos dutos com vapor conduzirem calor para o ambiente.
- E Usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

42| ENEM 2008 O gráfico a seguir modela a distância percorrida, em km, por uma pessoa em certo período de tempo. A escala de tempo a ser adotada para o eixo das abscissas depende da maneira como essa pessoa se desloca.

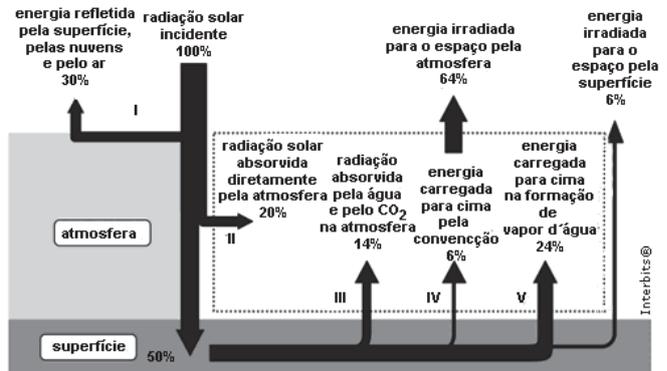


Qual é a opção que apresenta a melhor associação entre meio ou forma de locomoção e unidade de tempo, quando são percorridos 10 km?

- A carroça – semana
- B carro – dia
- C caminhada – hora
- D bicicleta – minuto
- E avião – segundo

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O diagrama a seguir representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.



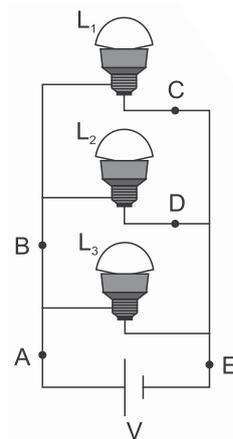
Raymond A. Serway e John W. Jewett. Princípios de Física, v. 2 fig. 18. 12 (com adaptações)

43| ENEM 2008 – A chuva é um fenômeno natural responsável pela manutenção dos níveis adequados de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Esse fenômeno, assim como todo o ciclo hidrológico, depende muito da energia solar. Dos processos numerados no diagrama, aquele que se relaciona mais diretamente com o nível dos reservatórios de usinas hidrelétricas é o de número

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

ELETRODINÂMICA

01| ENEM 2016 Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de I_A , I_B , I_C , I_D e I_E , respectivamente.



O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- A $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
- B $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
- C $I_A = I_B$, apenas.
- D $I_A = I_B = I_E$, apenas.
- E $I_C = I_B$, apenas.

02| ENEM 2016 Uma lâmpada LED (diodo emissor de luz), que funciona com 12 V e corrente contínua de 0,45 A, produz a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60 W de potência.

Qual é o valor da redução da potência consumida ao se substituir a lâmpada incandescente pela de LED?

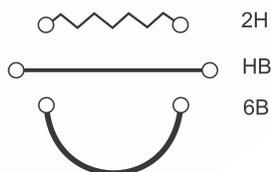
- A 54,6 W
- B 27,0 W
- C 26,6 W
- D 5,4 W
- E 5,0 W

03| ENEM 2016 Um electricista deve instalar um chuveiro que tem as especificações 220 V – 4.400 W a 6.800 W. Para a instalação de chuveiros, recomenda-se uma rede própria, com fios de diâmetro adequado e um disjuntor dimensionado à potência e à corrente elétrica previstas, com uma margem de tolerância próxima de 10%. Os disjuntores são dispositivos de segurança utilizados para proteger as instalações elétricas de curtos-circuitos e sobrecargas elétricas e devem desarmar sempre que houver passagem de corrente elétrica superior à permitida no dispositivo.

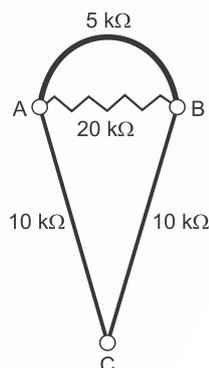
Para fazer uma instalação segura desse chuveiro, o valor da corrente máxima do disjuntor deve ser

- A 20 A.
- B 25 A.
- C 30 A.
- D 35 A.
- E 40 A.

04| ENEM 2016 Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas (R), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras R_{AB} e R_{BC} , respectivamente. Ao estabelecer a razão $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$ qual resultado o estudante obteve?

- A 1
- B $\frac{4}{7}$
- C $\frac{10}{27}$
- D $\frac{14}{81}$
- E $\frac{4}{81}$

05| ENEM 2015 Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

Símbolos adotados:



Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?

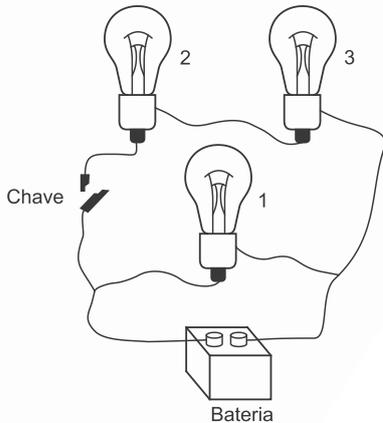
- A
- B
- C
- D
- E

06| ENEM 2015 A rede elétrica de uma residência tem tensão de 110 V e o morador compra, por engano, uma lâmpada incandescente com potência nominal de 100 W e tensão nominal de 220 V.

Se essa lâmpada for ligada na rede de 110 V, o que acontecerá?

- A** A lâmpada brilhará normalmente, mas como a tensão é a metade da prevista, a corrente elétrica será o dobro da normal, pois a potência elétrica é o produto de tensão pela corrente.
- B** A lâmpada não acenderá, pois ela é feita para trabalhar apenas com tensão de 220 V, e não funciona com tensão abaixo desta.
- C** A lâmpada irá acender dissipando uma potência de 50 W, pois como a tensão é metade da esperada, a potência também será reduzida à metade.
- D** A lâmpada irá brilhar fracamente, pois com a metade da tensão nominal, a corrente elétrica também será menor e a potência dissipada será menos da metade da nominal.
- E** A lâmpada queimará, pois como a tensão é menor do que a esperada, a corrente será maior, ultrapassando a corrente para a qual o filamento foi projetado.

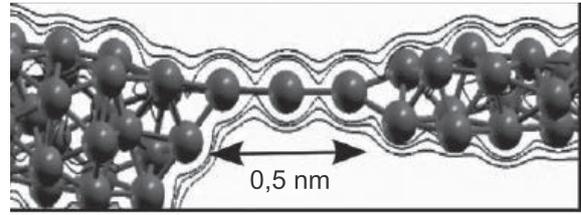
07| ENEM 2015 Um eletricitista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas conforme a figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado que contém uma chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência X.



Assumindo que as lâmpadas obedeçam à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de X, é:

- A** $\frac{2}{3}X$.
- B** X.
- C** $\frac{3}{2}X$.
- D** 2X.
- E** 3X.

08| ENEM 2014 Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento 0,5nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$). A seção reta de um átomo de cobre é $0,05\text{nm}^2$ e a resistividade do cobre é 17Ω . Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.

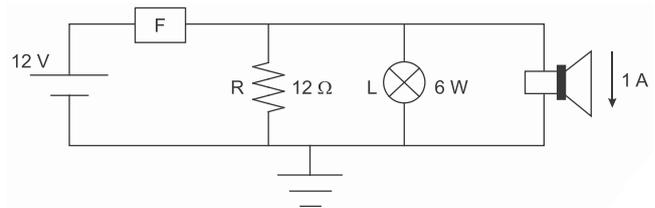


AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- A** $170\text{n}\Omega$.
- B** $0,17\text{n}\Omega$.
- C** $1,7\text{n}\Omega$.
- D** $17\text{n}\Omega$.
- E** 170Ω .

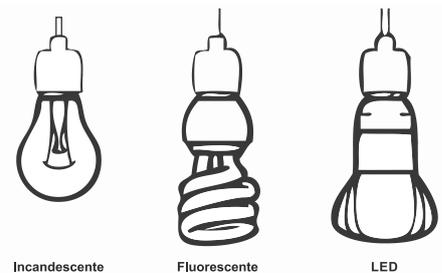
09| ENEM 2014 Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível F protege um resistor R de 12Ω , uma lâmpada L de 6 W e um alto-falante que conduz 1 A.



Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível F permite passar?

- A** 1,0
- B** 1,5
- C** 2,0
- D** 2,5
- E** 3,0

10| ENEM 2014 A figura apresenta a comparação dos gastos de três tipos de lâmpadas residenciais de mesmo brilho, durante cinco anos. Considera-se a utilização média de vinte pontos de luz, utilizando em média dez lâmpadas acesas durante 6 horas ao custo de R\$ 0,30, para cada 1 kWh consumido.



	Incandescente	Fluorescente compacta	LED
Investimento na compra	R\$ 60,00	R\$ 360,00	R\$ 2 800,00
Potência média de cada lâmpada	60 W	16 W	8 W
Consumo de energia	6 480 kWh	1 728 kWh	864 kWh
Lâmpadas trocadas	110	20	Zero
Gasto com energia	R\$ 1 944,00	R\$ 518,40	R\$ 259,20
Gasto com lâmpadas trocadas	R\$ 330,00	R\$ 360,00	Zero

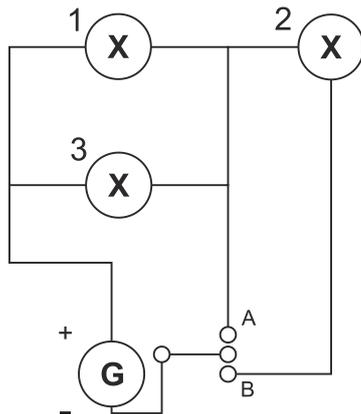
Ano-base = 360 dias

Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br>, Acesso em: 2 jul, 2012 (adaptado).

Com base nas informações, a lâmpada energeticamente mais eficiente, a mais viável economicamente e a de maior vida útil são, respectivamente

- A fluorescente compacta, LED, LED.
- B LED, fluorescente compacta, LED.
- C fluorescente compacta, incandescente, LED.
- D LED, incandescente, fluorescente compacta.
- E fluorescente compacta, fluorescente compacta, LED.

11| ENEM 2014 Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- A B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B B, pois a potência total será maior nesse caso.
- C A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- D B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- E A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

12| ENEM 2014 Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos.

Os riscos citados são decorrentes da

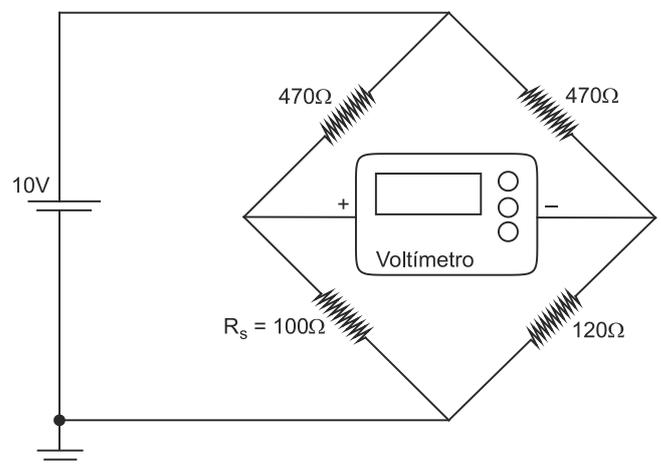
- A resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.
- B corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.
- C resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.
- D tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.
- E intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

13| ENEM 2013 O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110V pode ser adaptado para funcionar em 220V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A dobro do comprimento do fio.
- B metade do comprimento do fio.
- C metade da área da seção reta do fio.
- D quádruplo da área da seção reta do fio.
- E quarta parte da área da seção reta do fio.

14| ENEM 2013 Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito (R_s) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



Para um valor de temperatura em que $R_s = 100\Omega$, a leitura apresentada pelo voltímetro será de

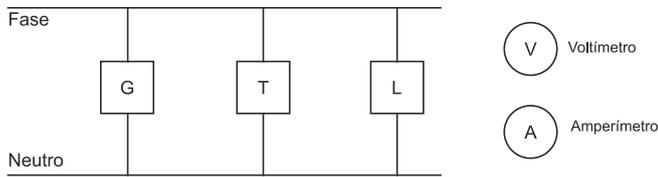
- A +6,2V.
- B +1,7V.
- C +0,3V.
- D -0,3V.
- E -6,2V.

15| ENEM 2013 Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que

- A o fluido elétrico se desloca no circuito.
- B as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- C a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- D o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- E as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

16| ENEM 2013 Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

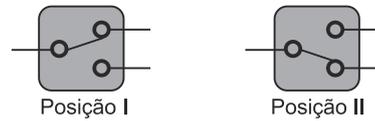
- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

17| ENEM 2013 Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a *diesel* e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V.

Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

- A** série e usar fios de maior espessura.
- B** série e usar fios de máximo comprimento.
- C** paralelo e usar fios de menor espessura.
- D** paralelo e usar fios de maior espessura.
- E** paralelo e usar fios de máximo comprimento.

18| ENEM 2012 Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave conecta ao terminal inferior.



O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

19| ENEM 2012 No manual de uma máquina de lavar, o usuário vê o símbolo:

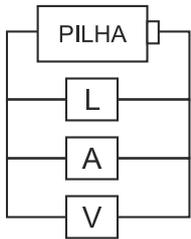
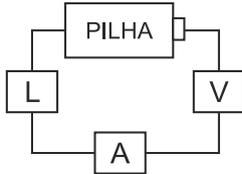
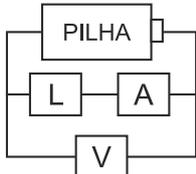
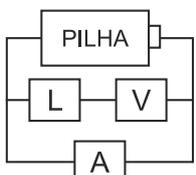
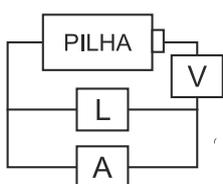


Este símbolo orienta o consumidor sobre a necessidade de a máquina ser ligada a

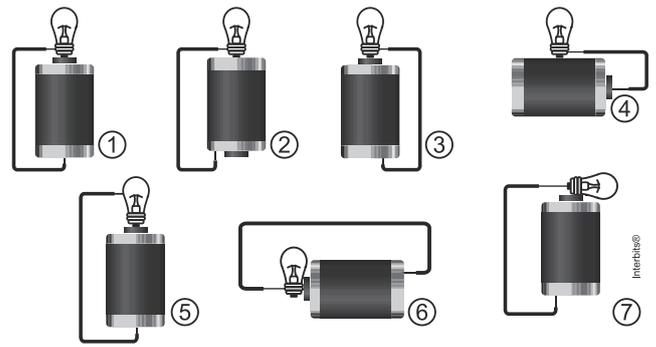
- A um fio terra para evitar sobrecarga elétrica.
- B um fio neutro para evitar sobrecarga elétrica.
- C um fio terra para aproveitar as cargas elétricas do solo.
- D uma rede de coleta de água da chuva.
- E uma rede de coleta de esgoto doméstico.

20| ENEM 2012 Um eletricitista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica.

O circuito elétrico montado pelo eletricitista para medir essa resistência é

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

21| ENEM 2011 Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo.* São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A (1), (3), (6)
- B (3), (4), (5)
- C (1), (3), (5)
- D (1), (3), (7)
- E (1), (2), (5)

22| ENEM 2011 Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo		A	B	
Tensão (V~)		127	220	
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas		0	0
			2440	2540
			4400	4400
			5500	6000
Disjuntor ou fusível (Ampere)		50	30	
Seção dos condutores (mm ²)		10	4	

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4 400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- A 0,3.
- B 0,6.
- C 0,8.
- D 1,7.
- E 3,0.

23| ENEM 2010 A resistência elétrica de um fio é determinada pela suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade (σ) caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se L , o comprimento do fio e A , a área de seção reta. A tabela relaciona o material à sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

TABELA DE CONDUTIVIDADE	
Material	Condutividade (S·m/mm ²)
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de

- A** tungstênio.
- B** alumínio.
- C** ferro.
- D** cobre.
- E** prata.

24| ENEM 2010 Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- A** azul.
- B** preto.
- C** laranja.
- D** amarelo.
- E** vermelho.

25| ENEM 2010 Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.

Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulação da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2.100 W, na posição primavera, 2.400 W e na posição inverno, 3.200 W.

REF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulação de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- A** 40 A.
- B** 30 A.
- C** 25 A.
- D** 23 A.
- E** 20 A.

26| ENEM 2010 Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

Especificações Técnicas

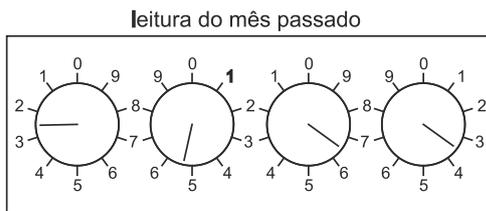
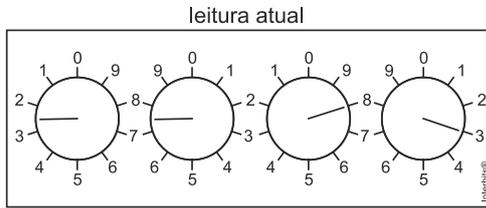
Modelo	Torneira				
	127		220		
Tensão Nominal (volts)	127		220		
Potência Nominal (Watts)	(Frio)	Desligado			
	(Morno)	2 800	3 200	2 800	3200
	(Quente)	4 500	5 500	4 500	5500
Corrente Nominal (Ampères)	35,4	43,3	20,4	25,0	
Fiação Mínima (Até 30m)	6 mm ²	10 mm ²	4 mm ²	4 mm ²	
Fiação Mínima (Acima 30 m)	10 mm ²	16 mm ²	6 mm ²	6 mm ²	
Disjuntor (Ampère)	40	50	25	30	

Disponível em: <http://www.cardeal.com.br/manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/Manual...Torneira...Suprema...roo.pdf>

Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V, e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência. Qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?

- A** 1.830 W
- B** 2.800 W
- C** 3.200 W
- D** 4.030 W
- E** 5.500 W

27| ENEM 2010 A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20.



FILHO, A.G.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica*. São Paulo: Scipione, 1997.



O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de

- A R\$ 41,80.
- B R\$ 42,00.
- C R\$ 43,00.
- D R\$ 43,80.
- E R\$ 44,00.

28| ENEM 2009 O manual de instruções de um aparelho de ar-condicionado apresenta a seguinte tabela, com dados técnicos para diversos modelos:

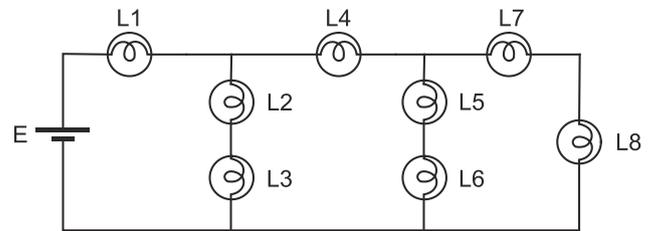
Capacidade de refrigeração kW/(BTU/h)	Potência (W)	Corrente elétrica – ciclo frio (A)	Eficiência energética COP (W/W)	Vazão de ar (m ³ /h)	Frequência (Hz)
3,52/ (12.000)	1.193	5,8	2,95	550	60
5,42/ (18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
5,42/ (18.000)	1.790	8,7	2,95	800	60
6,45/ (22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60
6,45/ (22.000)	2.188	10,2	2,95	960	60

Considere-se que um auditório possua capacidade para 40 pessoas, cada uma produzindo uma quantidade média de calor, e que praticamente todo o calor que flui para fora do auditório o faz por meio dos aparelhos de ar-condicionado.

Nessa situação, entre as informações listadas, aquelas essenciais para se determinar quantos e/ou quais aparelhos de ar-condicionado são precisos para manter, com lotação máxima, a temperatura interna do auditório agradável e constante, bem como determinar a espessura da fiação do circuito elétrico para a ligação desses aparelhos, são

- A vazão de ar e potência.
- B vazão de ar e corrente elétrica – ciclo frio.
- C eficiência energética e potência.
- D capacidade de refrigeração e frequência.
- E capacidade de refrigeração e corrente elétrica – ciclo frio.

29| ENEM 2009 Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- A L1, L2 e L3.
- B L2, L3 e L4.
- C L2, L5 e L7.
- D L4, L5 e L6.
- E L4, L7 e L8.

30| ENEM 2009 A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos*, entre outras.

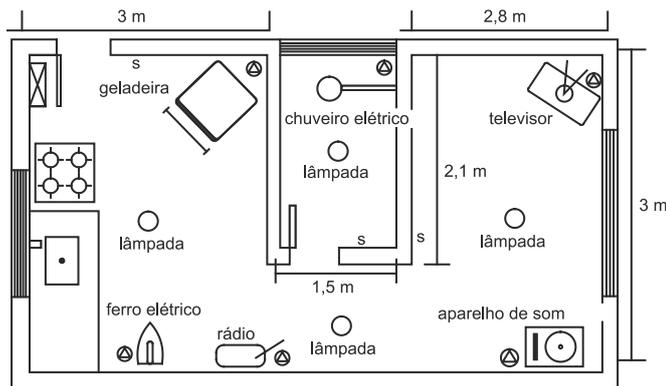
Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

Aparelhos	Potência (W)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

*Eletrodutos são condutos por onde passa a fiação de uma instalação elétrica, com a finalidade de protegê-la.

A escolha das lâmpadas é essencial para obtenção de uma boa iluminação. A potência da lâmpada deverá estar de acordo com o tamanho do cômodo a ser iluminado. O quadro a seguir mostra a relação entre as áreas dos cômodos (em m²) e as potências das lâmpadas (em W), e foi utilizado como referência para o primeiro pavimento de uma residência.

Área do Cômodo (m ²)	Potência da Lâmpada (W)		
	Sala/copa/cozinha	Quarto, varanda e corredor	banheiro
Até 6,0	60	60	60
6,0 a 7,5	100	100	60
7,5 a 10,5	100	100	100



Obs.: Para efeitos dos cálculos das áreas, as paredes são desconsideradas.

Considerando a planta baixa fornecida, com todos os aparelhos em funcionamento, a potência total, em watts, será de

- A 4.070.
- B 4.270.
- C 4.320.
- D 4.390.
- E 4.470.

31| ENEM 2009 É possível, com 1 litro de gasolina, usando todo o calor produzido por sua combustão direta, aquecer 200 litros de água de 20 °C a 55 °C. Pode-se efetuar esse mesmo aquecimento por um gerador de eletricidade, que consome 1 litro de gasolina por hora e fornece 110 V a um resistor de 11 Ω, imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água.

Considerando que o calor específico da água é igual a 4,19 J g⁻¹ °C⁻¹, aproximadamente qual a quantidade de gasolina consumida para o aquecimento de água obtido pelo gerador, quando comparado ao obtido a partir da combustão?

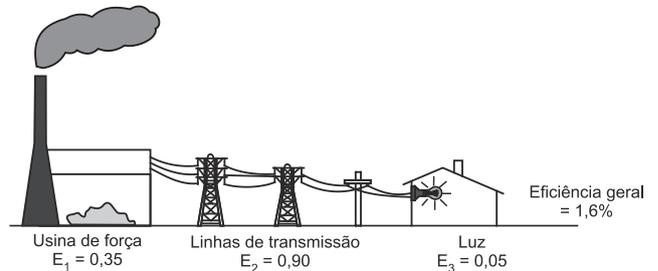
- A A quantidade de gasolina consumida é igual para os dois casos.
- B A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes maior que a consumida na combustão.
- C A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é duas vezes menor que a consumida na combustão.
- D A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes maior que a consumida na combustão.
- E A quantidade de gasolina consumida pelo gerador é sete vezes menor que a consumida na combustão.

32| ENEM 2009 Os motores elétricos são dispositivos com diversas aplicações, dentre elas, destacam-se aquelas que proporcionam conforto e praticidade para as pessoas. É inegável a preferência pelo uso de elevadores quando o objetivo é o transporte de pessoas pelos andares de prédios elevados. Nesse caso, um dimensionamento preciso da potência dos motores utilizados nos elevadores é muito importante e deve levar em consideração fatores como economia de energia e segurança.

Considere que um elevador de 800 kg, quando lotado com oito pessoas ou 600 kg, precisa ser projetado. Para tanto, alguns parâmetros deverão ser dimensionados. O motor será ligado à rede elétrica que fornece 220 volts de tensão. O elevador deve subir 10 andares, em torno de 30 metros, a uma velocidade constante de 4 metros por segundo. Para fazer uma estimativa simples de potência necessária e da corrente que deve ser fornecida ao motor do elevador para ele operar com lotação máxima, considere que a tensão seja contínua, que a aceleração da gravidade vale 10 m/s² e que o atrito pode ser desprezado. Nesse caso, para um elevador lotado, a potência média de saída do motor do elevador e a corrente elétrica máxima que passa no motor serão respectivamente de

- A 24 kW e 109 A.
- B 32 kW e 145 A.
- C 56 kW e 255 A.
- D 180 kW e 818 A.
- E 240 kW e 1090 A.

33| ENEM 2009 A eficiência de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo. A figura mostra um processo com diversas etapas. Nesse caso, a eficiência geral será igual ao produto das eficiências das etapas individuais. A entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis (como resíduos de calor).



$$\text{Eficiência geral da conversão de energia química em energia luminosa} = E_1 \times E_2 \times E_3 = 0,35 \times 0,90 \times 0,05 = 0,016$$

HINRICHS, R. A. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

- A Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
- B Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- C Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.
- D Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o material condutor.
- E Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

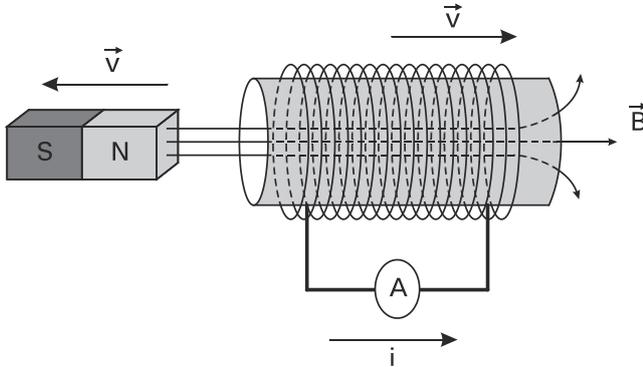
ELETROMAGNETISMO

01| ENEM 2016 A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.

A elevação de temperatura descrita ocorre porque

- A** o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.
- B** o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.
- C** as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.
- D** o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.
- E** as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.

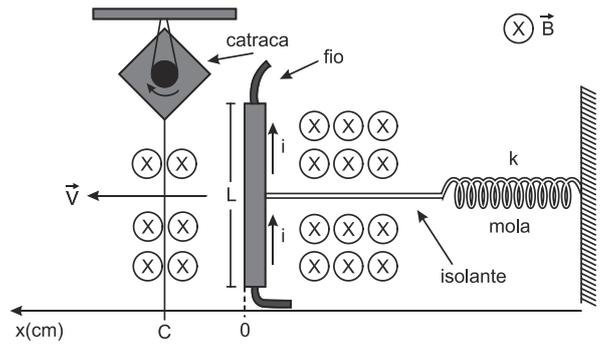
02| ENEM 2014 O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v , induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- A** esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- B** direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- C** esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- D** direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- E** esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

03| ENEM 2013 Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica $i = 6A$ percorra uma barra condutora de comprimento $L = 5\text{ cm}$, cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica $k = 5 \times 10^{-2} \text{ N/cm}$. O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição do equilíbrio a uma velocidade média de 5 m/s e atingirá a catraca em 6 milissegundos, abrindo a porta.



A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de

- A** $5 \times 10^{-1} \text{ T}$
- B** $5 \times 10^{-2} \text{ T}$
- C** $5 \times 10^1 \text{ T}$
- D** $2 \times 10^{-2} \text{ T}$
- E** $2 \times 10^0 \text{ T}$

04| ENEM 2011 O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon

- A** isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- B** varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- C** apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- D** induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- E** oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

05| ENEM 2010 Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



Disponível em: <http://www.if.usp.br>. Acesso em: 1 maio 2010.

O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- A corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
- B bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- C bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- D corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
- E corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

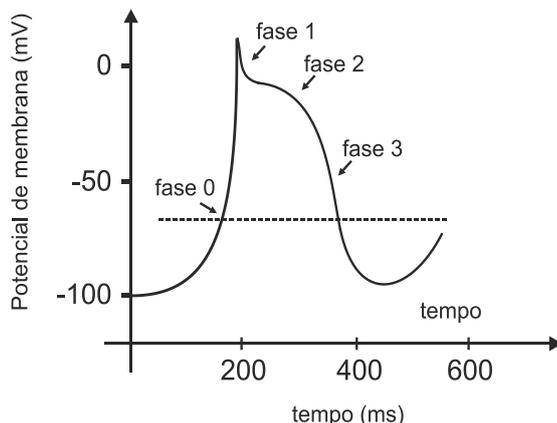
06| ENEM 2010 Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que

- A haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- B o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- C se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- D a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- E o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

ELETRÓSTATICA

01| ENEM 2009 As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100 mV, e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+} , a polaridade celular pode atingir valores de até $+10$ mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- A Fases 0 e 2.
- B Fases 0 e 3.
- C Fases 1 e 2.
- D Fases 2 e 0.
- E Fases 3 e 1.

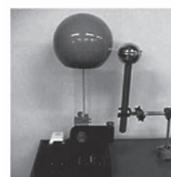
02| ENEM 2016 Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de $3\mu\text{F}$ e $7\mu\text{F}$ ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em μF , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

- A 0,10
- B 0,50
- C 2,1
- D 10
- E 21

03| ENEM 2014 Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Figura 1



Gerador de Van de Graaff

Figura 2



Descarga elétrica no gerador

Figura 3



Lâmpada fluorescente

Disponível em: <http://naveastro.com>. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)

- A carga elétrica.
- B campo elétrico.
- C corrente elétrica.
- D capacitância elétrica.
- E condutividade elétrica.

04| ENEM 2010 Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas.

Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado.

Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de

- A** madeira e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- B** metal e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.
- C** metal e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.
- D** metal e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.
- E** madeira e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

05| ENEM 2010 Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.

- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- A** receptores — televisor.
- B** resistores — chuveiro elétrico.
- C** geradores — telefone celular.
- D** fusíveis — caixa de força residencial.
- E** capacitores — flash de máquina fotográfica.

FÍSICA MODERNA

01| ENEM 2013 Quando a luz branca incide em uma superfície metálica, são removidos elétrons desse material. Esse efeito é utilizado no acendimento automático das luzes nos postes de iluminação, na abertura automática das portas, no fotômetro fotográfico e em sistemas de alarme.

Esse efeito pode ser usado para fazer a transformação de energia

- A** nuclear para cinética.
- B** elétrica para radiante.
- C** térmica para química.
- D** radiante para cinética.
- E** potencial para cinética.

02| ENEM 2013 Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente. Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz

- A** é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
- B** é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
- C** não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
- D** não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.
- E** é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.

03| ENEM 2009 “Quatro, três, dois, um... Vá!” O relógio marcava 9h32min (4h32min em Brasília) na sala de comando da Organização Europeia de Pesquisa Nuclear (CERN), na fronteira da Suíça com a

França, quando o narrador anunciou o surgimento de um *flash* branco nos dois telões. Era sinal de que o experimento científico mais caro e mais complexo da humanidade tinha dado seus primeiros passos rumo à simulação do *Big Bang*, a grande explosão que originou o universo. A plateia, formada por jornalistas e cientistas, comemorou com aplausos assim que o primeiro feixe de prótons foi injetado no interior do Grande Colisor de Hadrões (LHC – *Large Hadrons Collider*), um túnel de 27 km de circunferência construído a 100 m de profundidade. Duas horas depois, o segundo feixe foi lançado, em sentido contrário. Os feixes vão atingir velocidade próxima à da luz e, então, colidirão um com o outro. Essa colisão poderá ajudar a decifrar mistérios do universo.

CRAVEIRO, R. “Máquina do Big Bang” é ligada. *Correio Braziliense*, Brasília, 11 set. 2008, p. 34. (com adaptações).

Segundo o texto, o experimento no LHC fornecerá dados que possibilitarão decifrar os mistérios do universo. Para analisar esses dados provenientes das colisões no LHC, os pesquisadores utilizarão os princípios de transformação da energia. Sabendo desses princípios, pode-se afirmar que

- A** as colisões podem ser elásticas ou inelásticas e, em ambos os casos, a energia cinética total se dissipa na colisão.
- B** a energia dos aceleradores é proveniente da energia liberada nas reações químicas no feixe injetado no interior do Grande Colisor.
- C** o feixe de partículas adquire energia cinética proveniente das transformações de energia ocorridas na interação do feixe com os aceleradores.
- D** os aceleradores produzem campos magnéticos que não interagem com o feixe, já que a energia preponderante das partículas no feixe é a energia potencial.
- E** a velocidade das partículas do feixe é irrelevante nos processos de transferência de energia nas colisões, sendo a massa das partículas o fator preponderante.

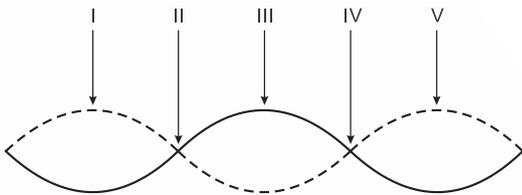
ONDULATÓRIA

01| ENEM 2016 As notas musicais podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Esse conjunto pode formar uma escala musical. Dentre as diversas escalas existentes, a mais difundida é a escala diatônica, que utiliza as notas denominadas *dó, ré, mi, fá, sol, lá e si*. Essas notas estão organizadas em ordem crescente de alturas, sendo a nota *dó* a mais baixa e a nota *si* a mais alta.

Considerando uma mesma oitava, a nota *si* é a que tem menor

- A** amplitude.
- B** frequência.
- C** velocidade.
- D** intensidade.
- E** comprimento de onda.

02| ENEM 2016 Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.

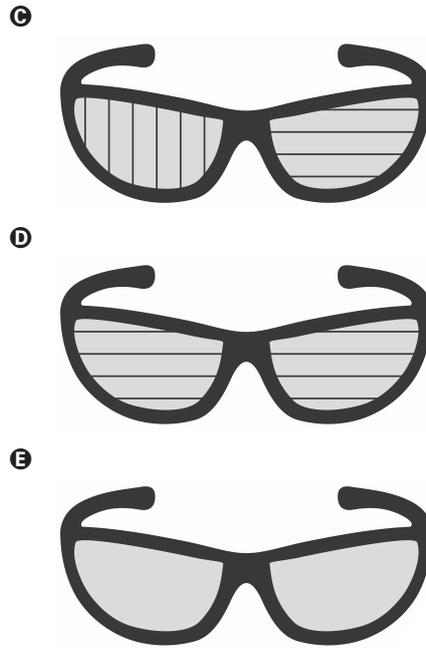
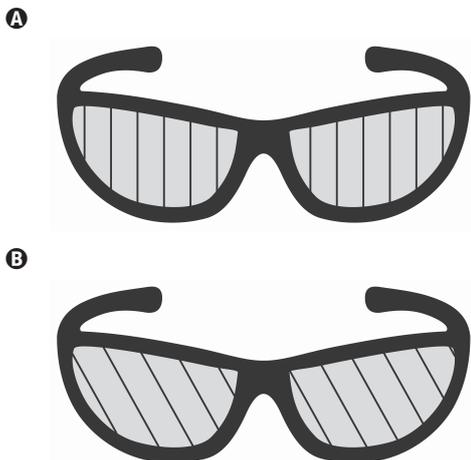


De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- A** I e III
- B** I e V
- C** II e III
- D** II e IV
- E** II e V

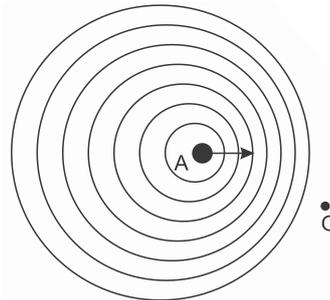
03| ENEM 2016 Nas rodovias, é comum motoristas terem a visão ofuscada ao receberem a luz refletida na água empoçada no asfalto. Sabe-se que essa luz adquire polarização horizontal. Para solucionar esse problema, há a possibilidade de o motorista utilizar óculos de lentes constituídas por filtros polarizadores. As linhas nas lentes dos óculos representam o eixo de polarização dessas lentes.

Quais são as lentes que solucionam o problema descrito?

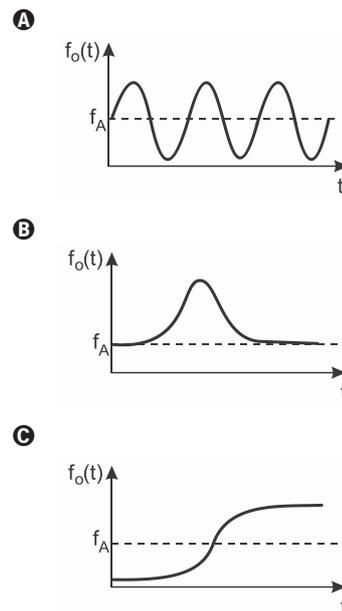


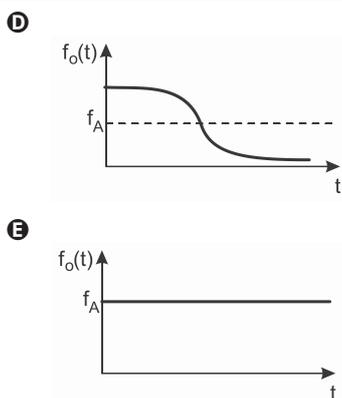
04| ENEM 2016 Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador O, em repouso. A sirene emite um som de frequência constante f_A . O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância.

O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo $f_o(t)$, antes e depois da passagem da ambulância por ele.



Qual esboço gráfico representa a frequência $f_o(t)$ detectada pelo observador?

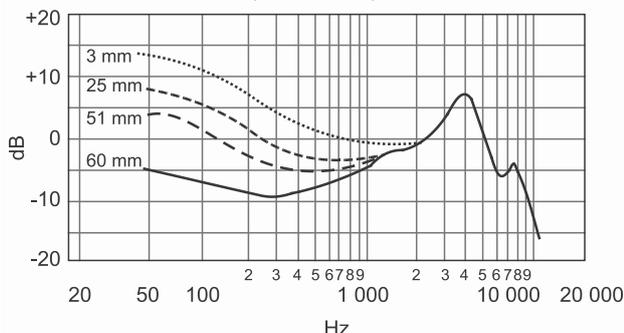




05| ENEM 2016 A Figura 1 apresenta o gráfico da intensidade, em decibels (dB), da onda sonora emitida por um alto-falante, que está em repouso, e medida por um microfone em função da frequência da onda para diferentes distâncias: 3 mm, 25 mm, 51 mm e 60 mm. A Figura 2 apresenta um diagrama com a indicação das diversas faixas do espectro de frequência sonora para o modelo de alto-falante utilizado neste experimento.

Figura 1

Resposta de frequência



Disponível em: www.balera.com.br. Acesso em: 8 fev. 2015.

Figura 2

Faixas do espectro de frequência sonora

Subgrave	Grave	Média baixa	Média	Média alta	Aguda
20 Hz	63 Hz	250 Hz	640 Hz	2,5 kHz	5 kHz
					20 kHz

Disponível em: www.somsc.com.br. Acesso em: 2 abr. 2015.

Relacionando as informações presentes nas figuras 1 e 2, como a intensidade sonora percebida é afetada pelo aumento da distância do microfone ao alto-falante?

- A** Aumenta na faixa das frequências médias.
- B** Diminui na faixa das frequências agudas.
- C** Diminui na faixa das frequências graves.
- D** Aumenta na faixa das frequências médias altas.
- E** Aumenta na faixa das frequências médias baixas.

06| ENEM 2016 O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso.

A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

- A** Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- B** Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- C** Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- D** Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- E** Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

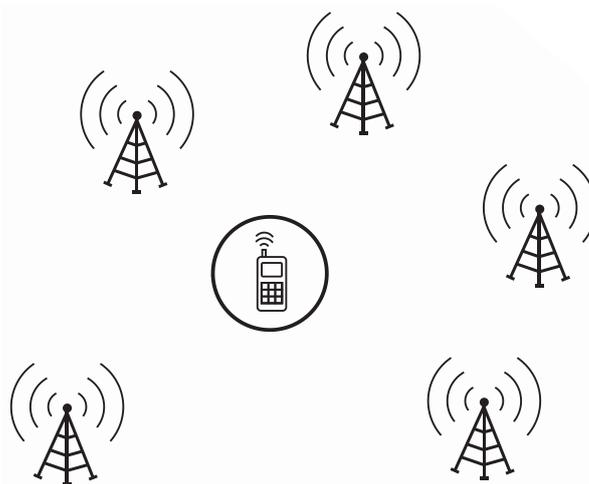
07| ENEM 2015 Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de 600 °C são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

Disponível em: www.if.usp.br. Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a

- A** amplitude.
- B** coerência.
- C** frequência.
- D** intensidade.
- E** velocidade.

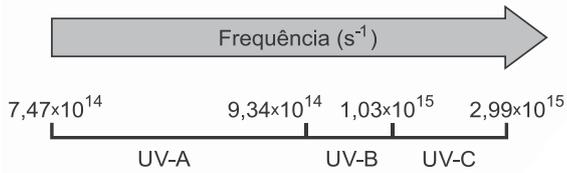
08| ENEM 2015 Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação. Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres, conforme o esquema.



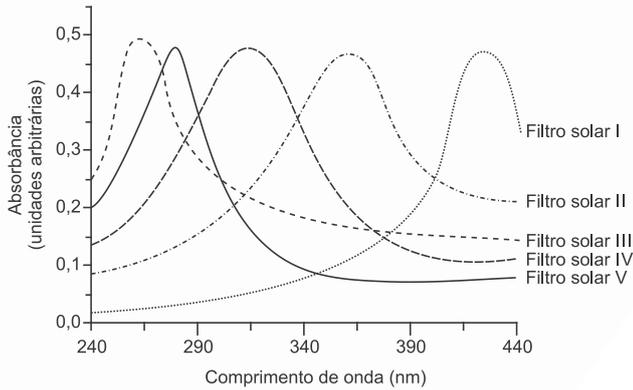
Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sob o mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- A** Uma.
- B** Duas.
- C** Três.
- D** Quatro.
- E** Cinco.

09| ENEM 2015 A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



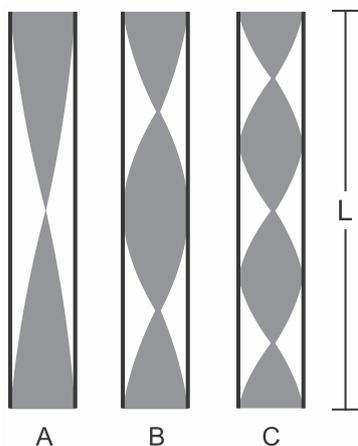
Considere:

velocidade da luz = $3,0 \times 10^8$ m/s e $1\text{nm} = 1,0 \times 10^{-9}$ m.

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o

- A V.
- B IV.
- C III.
- D II.
- E I.

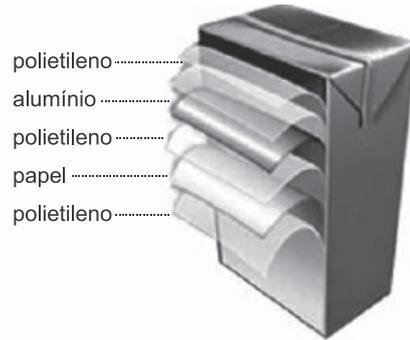
10| ENEM 2015 Em uma flauta, as notas musicais possuem frequências e comprimentos de onda (λ) muito bem definidos. As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento L, que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados: em A o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda λ_A), em B seu segundo harmônico (comprimento de onda λ_B) e em C o seu terceiro harmônico (comprimento de onda λ_C), onde $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$.



Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

- A $\frac{L}{4}$
- B $\frac{L}{5}$
- C $\frac{L}{2}$
- D $\frac{L}{8}$
- E $\frac{6L}{8}$

11| ENEM 2015 A figura representa uma embalagem cartonada e sua constituição em multicamadas. De acordo com as orientações do fabricante, essas embalagens não devem ser utilizadas em fornos micro-ondas.



NASCIMENTO, R. M. M. et al. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? Química Nova na Escola, n. 25, maio 2007 (adaptado).

A restrição citada deve-se ao fato de a

- A embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.
- B Camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.
- C fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.
- D absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.
- E geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.

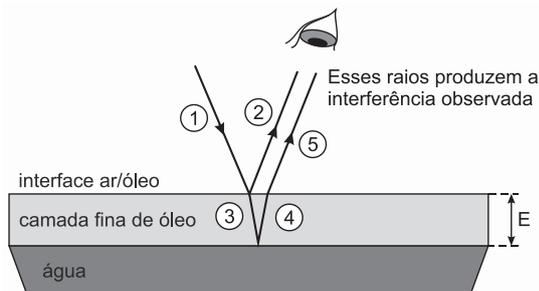
12| ENEM 2015 Durante uma aula experimental de física, os estudantes construíram um sistema ressonante com pêndulos simples. As características de cada pêndulo são apresentadas no quadro. Inicialmente, os estudantes colocaram apenas o pêndulo A para oscilar.

PÊNDULO	MASSA	COMPRIMENTO DO BARBANTE
A	M	L
1	M	L
2	$\frac{M}{2}$	2L
3	2M	$\frac{L}{2}$
4	$\frac{M}{2}$	$\frac{L}{2}$
5	2M	L

Quais pêndulos, além desse, passaram também a oscilar?

- A 1, 2, 3, 4 e 5.
- B 1, 2 e 3.
- C 1 e 4.
- D 1 e 5.
- E 3 e 4.

13| ENEM 2015 Certos tipos de superfícies na natureza podem refletir luz de forma a gerar um efeito de arco-íris. Essa característica é conhecida como iridescência e ocorre por causa do fenômeno da interferência de película fina. A figura ilustra o esquema de uma fina camada iridescente de óleo sobre uma poça d'água. Parte do feixe de luz branca incidente (1) reflete na interface ar/óleo e sofre inversão de fase (2), o que equivale a uma mudança de meio comprimento de onda. A parte refratada do feixe (3) incide na interface óleo/água e sofre reflexão sem inversão de fase (4). O observador indicado enxergará aquela região do filme com coloração equivalente à do comprimento de onda que sofre interferência completamente construtiva entre os raios (2) e (5), mas essa condição só é possível para uma espessura mínima da película. Considere que o caminho percorrido em (3) e (4) corresponde ao dobro da espessura E da película de óleo.



Disponível em: <http://2011.igem.org>. Acesso em: 18 nov. 2014 (adaptado).

Expressa em termos do comprimento de onda (λ), a espessura mínima é igual a

- A $\frac{\lambda}{4}$.
- B $\frac{\lambda}{2}$.
- C $\frac{3\lambda}{4}$.
- D λ .
- E 2λ .

14| ENEM 2015 Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro.

Essa diferenciação se deve principalmente ao(a)

- A intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
- B potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
- C diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
- D timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
- E altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

15| ENEM 2014 Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. *Sensores*. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- A da luz visível.
- B do ultravioleta.
- C do infravermelho.
- D das micro-ondas.
- E das ondas longas de rádio.

16| ENEM 2014 Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. *O cérebro do meu professor de acordeão*. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

- A frequência.
- B intensidade.
- C forma da onda.
- D amplitude da onda.
- E velocidade de propagação.

17| ENEM 2014 O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo.

Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

- A 17m
- B 34m
- C 68m
- D 1700m
- E 3400m

18| ENEM 2014 Ao assistir a uma apresentação musical, um músico que estava na plateia percebeu que conseguia ouvir quase perfeitamente o som da banda, perdendo um pouco de nitidez nas notas mais agudas. Ele verificou que havia muitas pessoas bem mais altas à sua frente, bloqueando a visão direta do palco e o acesso aos alto-falantes. Sabe-se que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que a região de frequências das notas emitidas é de, aproximadamente, 20Hz a 4000Hz.

Qual fenômeno ondulatório é o principal responsável para que o músico percebesse essa diferenciação do som?

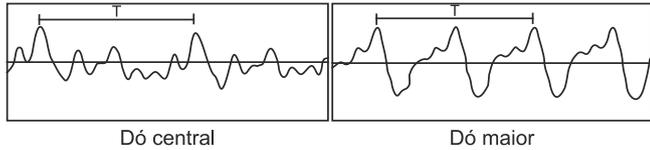
- A Difração.
- B Reflexão.
- C Refração.
- D Atenuação.
- E Interferência.

19| ENEM 2014 Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- A difração.
- B refração.
- C polarização.
- D interferência.
- E ressonância.

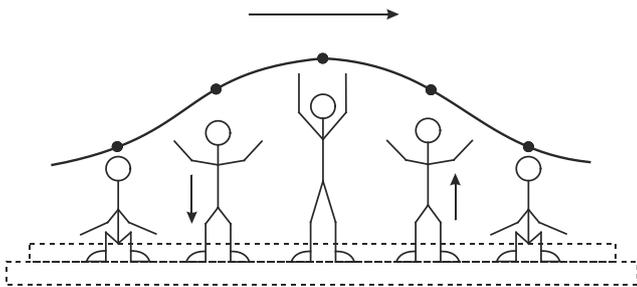
20| **ENEM 2013** Em um piano, o Dó central e a próxima nota Dó (Dó maior) apresentam sons parecidos, mas não idênticos. É possível utilizar programas computacionais para expressar o formato dessas ondas sonoras em cada uma das situações como apresentado nas figuras, em que estão indicados intervalos de tempo idênticos (T).



A razão entre as frequências do Dó central e do Dó maior é de:

- A $\frac{1}{2}$
- B 2
- C 1
- D $\frac{1}{4}$
- E 4

21| **ENEM 2013** Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é de 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

- A 0,3.
- B 0,5.
- C 1,0.
- D 1,9.
- E 3,7.

22| **ENEM 2013** Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz.

Se a mesma corda do violão é comprimida na metade do seu comprimento, a frequência do novo harmônico

- A se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
- B dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- C quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- D quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
- E não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

23| **ENEM 2013** As moléculas de água são dipolos elétricos que podem se alinhar com o campo elétrico, da mesma forma que uma bússola se alinha com um campo magnético. Quando o campo elétrico oscila, as moléculas de água fazem o mesmo. No forno de micro-ondas, a frequência de oscilação do campo elétrico é igual à frequência natural de rotação das moléculas de água. Assim, a comida é cozida quando o movimento giratório das moléculas de água transfere a energia térmica às moléculas circundantes.

HEWITT, P. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

A propriedade das ondas que permite, nesse caso, um aumento da energia de rotação das moléculas de água é a

- A reflexão.
- B refração.
- C ressonância.
- D superposição.
- E difração.

24| **ENEM 2013** Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A terem fases opostas.
- B serem ambas audíveis.
- C terem intensidades inversas.
- D serem de mesma amplitude.
- E terem frequências próximas.

25| **ENEM 2013** Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

- A A altura da onda sonora.
- B A amplitude da onda sonora.
- C A frequência da onda sonora.
- D A velocidade da onda sonora.
- E O timbre da onda sonora.

26| **ENEM 2012** Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma, ele ajusta as cordas do violão até que ambos os instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão.

Essa diferenciação é possível, porque

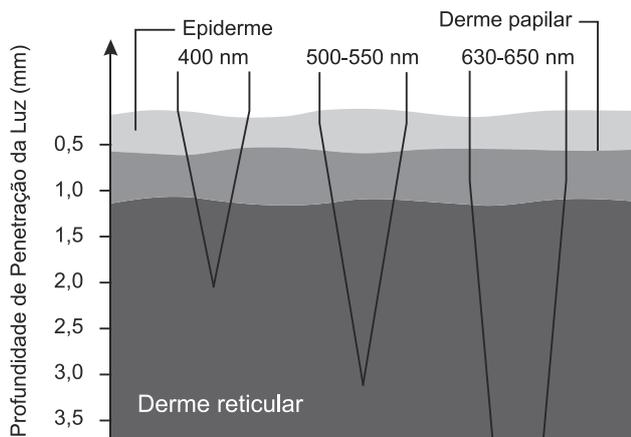
- A a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
- B a potência do som emitido pelo piano é maior.
- C a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
- D o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
- E a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

27| **ENEM 2012** Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- A) baixa intensidade.
- B) baixa frequência.
- C) um espectro contínuo.
- D) amplitude inadequada.
- E) curto comprimento de onda.

28| ENEM 2012 A terapia fotodinâmica é um tratamento que utiliza luz para cura de câncer através da excitação de moléculas medicamentosas, que promovem a desestruturação das células tumorais. Para a eficácia do tratamento, é necessária a iluminação na região do tecido a ser tratado. Em geral, as moléculas medicamentosas absorvem as frequências mais altas. Por isso, as intervenções cutâneas são limitadas pela penetração da luz visível, conforme a figura:



LANE, N. Profundidade de penetração de feixes de luz de diferentes comprimentos de onda da luz incidente. *Scientific American Brasil*, fev. 2003 (adaptado).

A profundidade de até 2 mm em que o tratamento cutâneo é eficiente se justifica porque a luz de

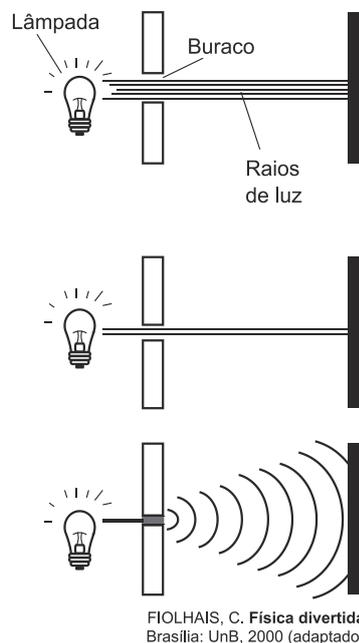
- A) curto comprimento de onda é mais refletida pela pele.
- B) maior energia é mais absorvida pelo tecido orgânico.
- C) menor energia é absorvida nas regiões mais profundas.
- D) todos os comprimentos de onda terão alta intensidade.
- E) cada comprimento de onda percebe um índice de refração diferente.

29| ENEM 2012 Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo.

Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

- A) maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.
- B) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- C) menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- D) menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- E) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

30| ENEM 2011 Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



FIOLHAIS, C. *Física divertida*. Brasília: UnB, 2000 (adaptado).

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- A) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- B) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- C) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- D) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- E) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

31| ENEM 2010 Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são

- A) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- B) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- C) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- D) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- E) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

32| ENEM 2010 As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo.

Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera.

Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- A** reflexão.
- B** refração.
- C** difração.
- D** polarização.
- E** interferência.

33| ENEM 2010 O efeito *Tyndall* é um efeito óptico de turbidez provocado pelas partículas de uma dispersão coloidal. Foi observado pela primeira vez por Michael Faraday em 1857 e, posteriormente, investigado pelo físico inglês John Tyndall. Este efeito é o que torna possível, por exemplo, observar as partículas de poeira suspensas no ar por meio de uma réstia de luz, observar gotículas de água que formam a neblina por meio do farol do carro ou, ainda, observar o feixe luminoso de uma lanterna por meio de um recipiente contendo gelatina.

REIS, M. *Completamente Química: Físico-Química*. São Paulo: FTD, 2001(adaptado).

Ao passar por um meio contendo partículas dispersas, um feixe de luz sofre o efeito *Tyndall* devido

- A** à absorção do feixe de luz por este meio.
- B** à interferência do feixe de luz neste meio.
- C** à transmissão do feixe de luz neste meio.
- D** à polarização do feixe de luz por este meio.
- E** ao espalhamento do feixe de luz neste meio.

34| ENEM 2010 Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à

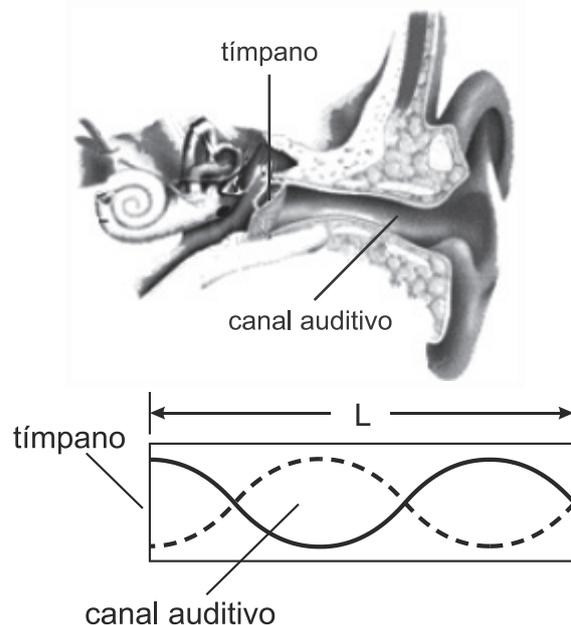
- A** atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- B** maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- C** diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- D** menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- E** semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

35| ENEM 2009 A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30 MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo.

A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

- A** a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
- B** a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
- C** a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
- D** a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
- E** o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

36| ENEM 2009 Um dos modelos usados na caracterização dos sons ouvidos pelo ser humano baseia-se na hipótese de que ele funciona como um tubo ressonante. Neste caso, os sons externos produzem uma variação de pressão do ar no interior do canal auditivo, fazendo a membrana (tímpano) vibrar. Esse modelo pressupõe que o sistema funciona de forma equivalente à propagação de ondas sonoras em tubos com uma das extremidades fechadas pelo tímpano. As frequências que apresentam ressonância com o canal auditivo têm sua intensidade reforçada, enquanto outras podem ter sua intensidade atenuada.



Considere que, no caso de ressonância, ocorra um nó sobre o tímpano e ocorra um ventre da onda na saída do canal auditivo, de comprimento L igual a 3,4 cm. Assumindo que a velocidade do som no ar (v) é igual a 340 m/s, a frequência do primeiro harmônico (frequência fundamental, $n = 1$) que se formaria no canal, ou seja, a frequência mais baixa que seria reforçada por uma ressonância no canal auditivo, usando este modelo é

- A** 0,025 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades abertas.
- B** 2,5 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com uma extremidade fechada.
- C** 10 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades fechadas.
- D** 2.500 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L , aplicável ao ouvido humano.
- E** 10.000 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L , aplicável ao ouvido e a tubo aberto e fechado.

37| ENEM 2009 O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e *smartphones*. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

- A** a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- B** a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- C** a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- D** qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
- E** qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

38| ENEM 2009 Os radares comuns transmitem micro-ondas que refletem na água, gelo e outras partículas na atmosfera. Podem, assim, indicar apenas o tamanho e a distância das partículas, tais como gotas de chuva. O radar Doppler, além disso, é capaz de registrar a velocidade e a direção na qual as partículas se movimentam, fornecendo um quadro do fluxo de ventos em diferentes elevações.

Nos Estados Unidos, a Nexrad, uma rede de 158 radares Doppler, montada na década de 1990 pela Diretoria Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), permite que o Serviço Meteorológico Nacional (NWS) emita alertas sobre situações do tempo potencialmente perigosas com um grau de certeza muito maior.

O pulso da onda do radar ao atingir uma gota de chuva, devolve uma pequena parte de sua energia numa onda de retorno, que chega ao disco do radar antes que ele emita a onda seguinte. Os radares da Nexrad transmitem entre 860 a 1300 pulsos por segundo, na frequência de 3000 MHz.

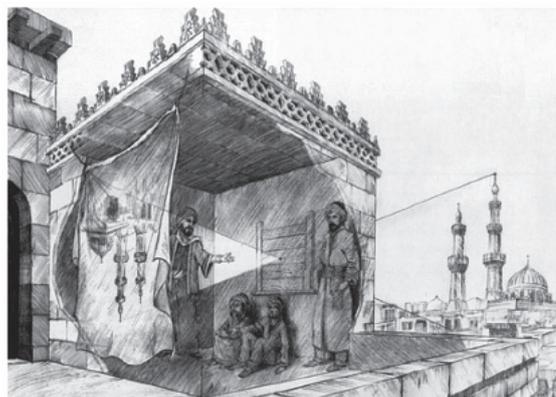
FISCHETTI, M., Radar Meteorológico: Sinta o Vento. *Scientific American Brasil*. nº- 08, São Paulo, jan. 2003.

No radar Doppler, a diferença entre as frequências emitidas e recebidas pelo radar é dada por $\Delta f = (2u_r/c)f_0$ onde u_r é a velocidade relativa entre a fonte e o receptor, $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s é a velocidade da onda eletromagnética, e f_0 é a frequência emitida pela fonte. Qual é a velocidade, em km/h, de uma chuva, para a qual se registra no radar Doppler uma diferença de frequência de 300 Hz?

- A** 1,5 km/h.
- B** 5,4 km/h.
- C** 15 km/h.
- D** 54 km/h.
- E** 108 km/h.

ÓPTICA

01| ENEM 2015 Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham: 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.



Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- A** íris
- B** retina
- C** pupila
- D** córnea
- E** cristalino

02| ENEM 2015 A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse caso, o ângulo da incidência θ_p , também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.

Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração θ_r de 30° .

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

- A** $\sqrt{3}$
- B** $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- C** 2
- D** $\frac{1}{2}$
- E** $\frac{\sqrt{3}}{2}$

03| ENEM 2015 Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno óptico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os *icebergs* da visão da tripulação que estava a bordo do

Titanic. Dessa forma, a certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

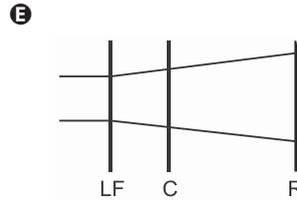
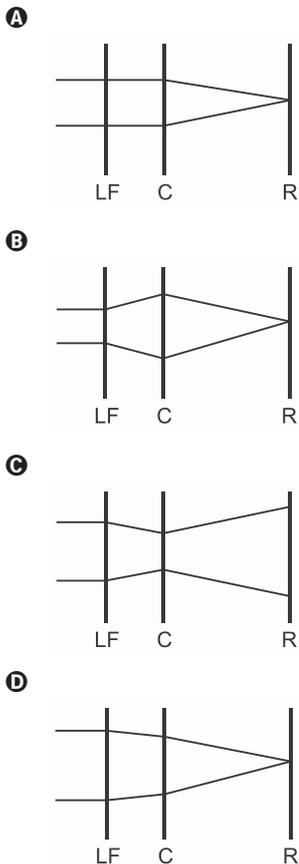
Disponível em: <http://apod.nasa.gov>. Acesso em: 6 set. 2012 (adaptado).

O fenômeno óptico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a

- A** ressonância.
- B** refração.
- C** difração.
- D** reflexão.
- E** difusão.

04| ENEM 2015 O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam *laser* para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fálicas (LF), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C), sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).

O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fálicas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por



05| ENEM 2014 As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

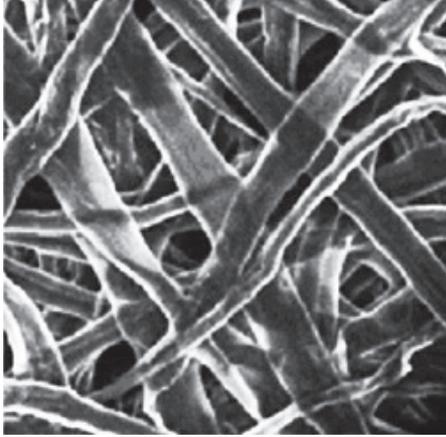
06| ENEM 2014 É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- A** Ciano.
- B** Verde.
- C** Amarelo.
- D** Magenta.
- E** Vermelho.

07| ENEM 2014 Folhas de papel, como as utilizadas para a impressão de documentos, são opacas e permeáveis aos líquidos. Esse material é constituído de microfibras entrelaçadas de celulose, que são transparentes à luz. Quando sobre elas se derrama glicerina, elas se tornam translúcidas. Uma imagem da superfície de uma folha de papel, ampliada por um microscópio eletrônico de varredura, pode ser vista na figura. No quadro é apresentada a razão (n) entre a velocidade da luz no vácuo e no respectivo material (celulose, glicerina ou ar).



Material	n
celulose	1,46
glicerina	1,47
ar	1,00

Nessa situação, o papel se tornou translúcido porque a luz é

- A** mais refletida.
- B** mais absorvida.
- C** mais espalhada.
- D** menos refratada.
- E** menos transmitida.

08| ENEM 2014 Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

- A** Mudou de sentido.
- B** Sofreu reflexão total.
- C** Atingiu o valor do ângulo limite.
- D** Direcionou-se para a superfície de separação.
- E** Aproximou-se da normal à superfície de separação.

09| ENEM 2014 As miragens existem e podem induzir à percepção de que há água onde não existe. Elas são a manifestação de um fenômeno óptico que ocorre na atmosfera.

Disponível em: www.invivo.fiocruz.br. Acesso em: 29 fev. 2012.

Esse fenômeno óptico é consequência da

- A** refração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- B** reflexão da luz ao incidir no solo quente.
- C** reflexão difusa da luz na superfície rugosa.
- D** dispersão da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- E** difração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.

10| ENEM 2013 A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo. A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for

- A** superior e ocorrer difração.
- B** superior e ocorrer reflexão interna total.
- C** inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
- D** inferior e ocorrer interferência destrutiva.
- E** inferior e ocorrer interferência construtiva.

11| ENEM 2012 A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3000 lm.

Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é

- A** maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.
- B** maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.
- C** menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.
- D** menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.
- E** igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.

12| ENEM 2012 Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível. Esse fenômeno ocorre porque a

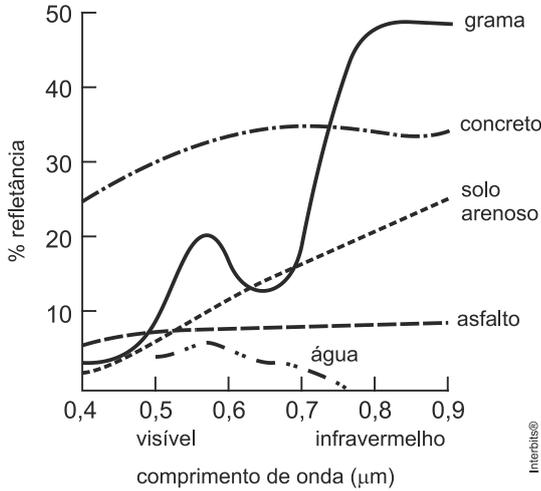
- A** intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
- B** parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
- C** luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
- D** velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
- E** trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

13| ENEM 2012 Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

- A** refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- B** emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- C** espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- D** emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- E** refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

14| ENEM 2011 O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- A 0,4 a 0,5.
- B 0,5 a 0,6.
- C 0,6 a 0,7.
- D 0,7 a 0,8.
- E 0,8 a 0,9.

15| ENEM 2011 Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.

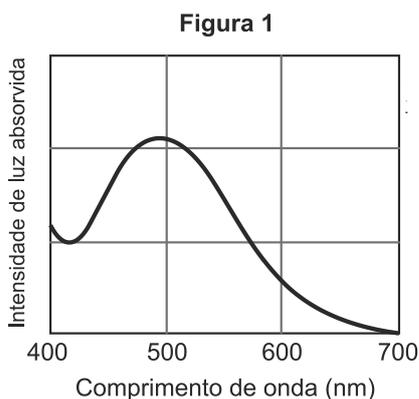
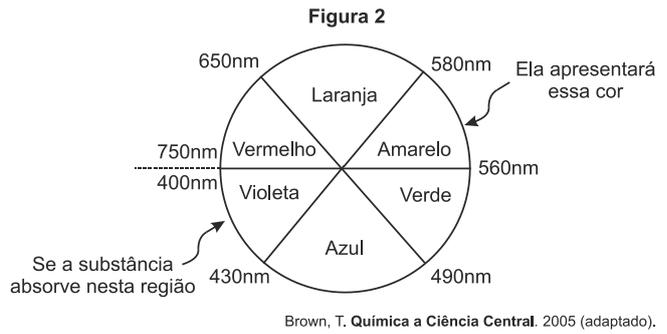


Figura 1



Brown, T. Química a Ciência Central. 2005 (adaptado).

Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- A Azul.
- B Verde.
- C Violeta.
- D Laranja.
- E Vermelho.

16| ENEM 2011 Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que “vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic.

Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

O Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a

- A propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
- B absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
- C refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
- D atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
- E reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.

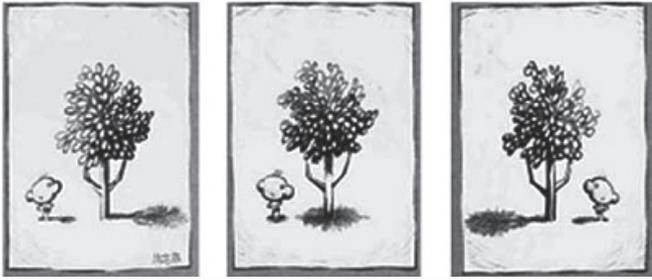
17| ENEM 2010 Júpiter, conhecido como o gigante gasoso, perdeu uma das suas listras mais proeminentes, deixando o seu hemisfério sul estranhamente vazio. Observe a região em que a faixa sumiu, destacada pela seta.

A aparência de Júpiter é tipicamente marcada por duas faixas escuras em sua atmosfera – uma no hemisfério norte e outra no hemisfério sul. Como o gás está constantemente em movimento, o desaparecimento da faixa no planeta relaciona-se ao movimento das diversas camadas de nuvens em sua atmosfera. A luz do Sol, refletida nessas nuvens, gera a imagem que é captada pelos telescópios, no espaço ou na Terra.

O desaparecimento da faixa sul pode ter sido determinado por uma alteração

- A na temperatura da superfície do planeta.
- B no formato da camada gasosa do planeta.
- C no campo gravitacional gerado pelo planeta.
- D na composição química das nuvens do planeta.
- E na densidade das nuvens que compõem o planeta.

18| ENEM 2010



Ciência Hoje. v. 5, nº 27, dez. 1986. Encarte.

Os quadrinhos mostram, por meio da projeção da sombra da árvore e do menino, a sequência de períodos do dia: matutino, meio-dia e vespertino, que é determinada

- A pela posição vertical da árvore e do menino.
- B pela posição do menino em relação à árvore.
- C pelo movimento aparente do Sol em torno da Terra.
- D pelo fuso horário específico de cada ponto da superfície da Terra.
- E pela estação do ano, sendo que no inverno os dias são mais curtos que no verão.

19| ENEM 2010 Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real.

Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor.

Disponível em: <http://noticias.vrum.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2010 (adaptado).

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece estar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de

- A a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- B a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- C o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
- D o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- E o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

20| ENEM 2010 Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Disponível em: <http://inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?

- A
- B
- C
- D
- E

TERMOLOGIA

01| ENEM 2016 Num dia em que a temperatura ambiente é de 37 °C, uma pessoa, com essa mesma temperatura corporal, repousa à sombra. Para regular sua temperatura corporal e mantê-la constante, a pessoa libera calor através da evaporação do suor. Considere que a potência necessária para manter seu metabolismo é 120 W e que, nessas condições, 20% dessa energia é dissipada pelo suor, cujo calor de vaporização é igual ao da água (540 cal/g). Utilize 1 cal igual a 4 J.

Após duas horas nessa situação, que quantidade de água essa pessoa deve ingerir para repor a perda pela transpiração?

- A 0,08 g
- B 0,44 g
- C 1,30 g
- D 1,80 g
- E 80,0 g

02| ENEM 2016 Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada a beira de um rio, cuja temperatura média da água é de 25 °C, e usará a sua água somente para refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo, 3 °C em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a 4 kJ/(kg °C).

Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em kg/s, para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de

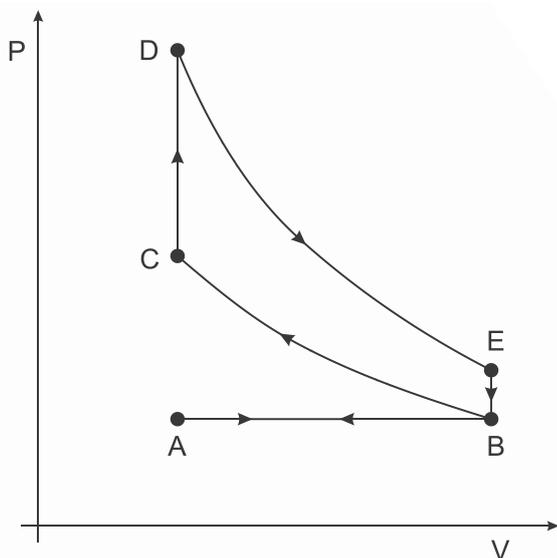
- A** 42.
- B** 84.
- C** 167.
- D** 250.
- E** 500.

03| ENEM 2016 Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

- A** realizam trabalho mecânico.
- B** produzem aumento da entropia.
- C** utilizam transformações adiabáticas.
- D** contrariam a lei da conservação de energia.
- E** funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

04| ENEM 2016 O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A** A
- B** B
- C** C
- D** D
- E** E

05| ENEM 2016 Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- A** roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- B** roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- C** roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- D** calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- E** calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

06| ENEM 2016 Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- A** diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- B** aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- C** torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- D** facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- E** diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

07| ENEM 2016 Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- A mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- B mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- C mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- D mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- E com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

08| ENEM 2015 O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até $-198\text{ }^{\circ}\text{C}$. Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulição e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

MACHADO, R. Disponível em www.correiobraziliense.com.br Acesso em: 9 set. 2013 (adaptado).

No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

- A expansão do nitrogênio durante a ebulição.
- B absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulição.
- C realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
- D retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
- E liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.

09| ENEM 2015 Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o (a)

- A volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- B motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- C força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
- D pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
- E temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

10| ENEM 2015 As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

- A Alto calor específico.
- B Alto calor latente de fusão.
- C Baixa condutividade térmica.
- D Baixa temperatura de ebulição.
- E Alto coeficiente de dilatação térmica.

11| ENEM 2015 Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa.

O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Variação de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e outra a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se $16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

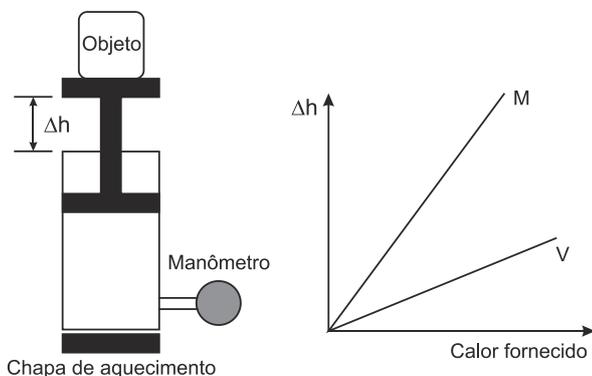
- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

12| ENEM 2015 Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- A subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- B subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descenderá, voltando ao seu valor inicial.
- C subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- D não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- E subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descenderá apenas 10% do valor inicial.

13| ENEM 2014 Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores Δh , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

- A** maior pressão de vapor.
- B** menor massa molecular.
- C** maior compressibilidade.
- D** menor energia de ativação.
- E** menor capacidade calorífica.

14| ENEM 2014 Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito.

A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de

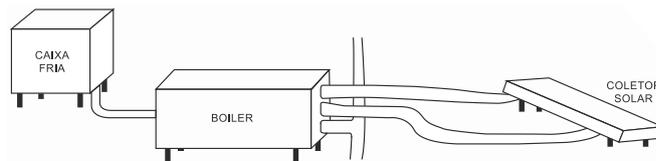
- A** dureza.
- B** elasticidade.
- C** dilatação térmica.
- D** compressibilidade.
- E** condutividade elétrica.

15| ENEM 2014 A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A** Fissão do material radioativo.
- B** Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- C** Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D** Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- E** Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

16| ENEM 2014 Um engenheiro decidiu instalar um aquecedor solar em sua casa, conforme mostra o esquema.



De acordo com as instruções de montagem, para se ter um aproveitamento máximo da incidência solar, as placas do coletor solar devem ser instaladas com um ângulo de inclinação determinado.

O parâmetro que define o valor do ângulo de inclinação dessas placas coletoras é a

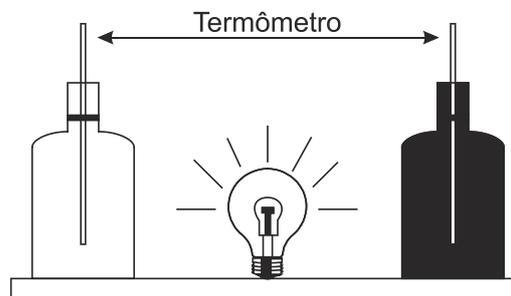
- A** altitude.
- B** latitude.
- C** longitude.
- D** nebulosidade.
- E** umidade relativa do ar.

17| ENEM 2013 Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70°C. No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30°C. Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25°C.

Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- A** 0,111.
- B** 0,125.
- C** 0,357.
- D** 0,428.
- E** 0,833.

18| ENEM 2013 Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- A** igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- B** maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C** menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- D** maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- E** maior no aquecimento e maior no resfriamento.

19| ENEM 2013



Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- A) Convecção e condução.
- B) Convecção e irradiação.
- C) Condução e convecção.
- D) Irradiação e convecção.
- E) Irradiação e condução.

20| ENEM 2013 É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- A) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- B) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- C) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- D) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- E) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

21| ENEM 2012 Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B) um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- C) o funcionamento cíclico de todo os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.

- D) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

22| ENEM 2012



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Latão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear $\times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

GRAF. Física 2; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- A) aço e níquel
- B) alumínio e chumbo.
- C) platina e chumbo.
- D) ouro e latão.
- E) cobre e bronze.

23| ENEM 2012 Em um centro de pesquisa de alimentos, um técnico efetuou a determinação do valor calórico de determinados alimentos da seguinte forma: colocou uma massa conhecida de água em um recipiente termicamente isolado. Em seguida, dentro desse recipiente, foi queimada uma determinada massa do alimento. Como o calor liberado por essa queima é fornecido para a água, o técnico calculou a quantidade de calor que cada grama do alimento libera.

Para a realização desse teste, qual aparelho de medida é essencial?

- A) Cronômetro.
- B) Dinamômetro.
- C) Termômetro.
- D) Radiômetro.
- E) Potenciômetro.

24| ENEM 2012 Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles. A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

- A) possui a propriedade de gerar calor.
- B) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- C) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- D) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- E) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

25| ENEM 2012 Um aquecedor solar consiste essencialmente em uma serpentina de metal, a ser exposta ao sol, por meio da qual flui água a ser aquecida. A parte inferior da serpentina é soldada a uma chapa metálica, que é o coletor solar. A forma da serpentina tem a finalidade de aumentar a área de contato com o coletor e com a própria radiação solar sem aumentar muito o tamanho do aquecedor. O metal, sendo bom condutor, transmite e energia da radiação solar absorvida para as paredes internas e, daí, por condução, para a água. A superfície deve ser recoberta com um material, denominado material seletivo quente, para que absorva o máximo de radiação solar e emita o mínimo de radiação infravermelha. Os quadros relacionam propriedades de alguns metais/ligas metálicas utilizados na confecção de aquecedores solares:

Material metálico	Condutividade térmica (W/m K)
Zinco	116,0
Aço	52,9
cobre	411,0

Material seletivo quente	Razão entre a absorbância de radiação solar e a emitância de radiação infravermelha
A. Óxido e sulfeto de níquel e zinco aplicados sobre zinco	8,45
B. Óxido e sulfeto de níquel e zinco sobre ferro galvanizado	7,42
C. Óxido de cobre em alumínio anodizado	7,72

ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília: UNB, 1994. Adaptado.

Os aquecedores solares mais eficientes e, portanto, mais atrativos do ponto de vista econômico, devem ser construídos utilizando como material metálico e material seletivo quente, respectivamente,

- A** aço e material seletivo quente A.
- B** aço e material seletivo quente B.
- C** cobre e material seletivo quente C.
- D** zinco e material seletivo quente B.
- E** cobre e material seletivo quente A.

26| ENEM 2012 Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulação da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se. Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois

- A** aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
- B** aumenta-se o calor específico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.
- C** diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.
- D** diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.
- E** diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

27| ENEM 2011 Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. *Física Térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

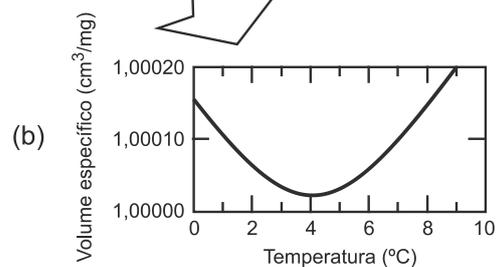
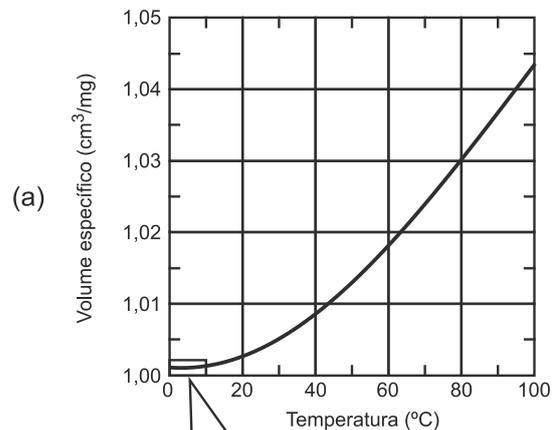
- A** liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- B** realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- C** conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- D** transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- E** utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

28| ENEM 2009 Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

- A** R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- B** R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- C** R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- D** R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- E** R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

29| ENEM 2009 De maneira geral, se a temperatura de um líquido comum aumenta, ele sofre dilatação. O mesmo não ocorre com a água, se ela estiver a uma temperatura próxima a de seu ponto de congelamento. O gráfico mostra como o volume específico (inverso da densidade) da água varia em função da temperatura, com uma aproximação na região entre 0°C e 10°C, ou seja, nas proximidades do ponto de congelamento da água.



HALLIDAY & RESNICK. *Fundamentos de Física: Gravitação, ondas e termodinâmica*, v. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

A partir do gráfico, é correto concluir que o volume ocupado por certa massa de água

- A) diminui em menos de 3% ao se resfriar de 100°C a 0°C.
- B) aumenta em mais de 0,4% ao se resfriar de 4°C a 0°C.
- C) diminui em menos de 0,04% ao se aquecer de 0°C a 4°C.
- D) aumenta em mais de 4% ao se aquecer de 4°C a 9°C.
- E) aumenta em menos de 3% ao se aquecer de 0°C a 100°C.

30| ENEM 2009 O Sol representa uma fonte limpa e inesgotável de energia para o nosso planeta. Essa energia pode ser captada por aquecedores solares, armazenada e convertida posteriormente em trabalho útil. Considere determinada região cuja insolação — potência solar incidente na superfície da Terra — seja de 800 watts/m².

Uma usina termossolar utiliza concentradores solares parabólicos que chegam a dezenas de quilômetros de extensão. Nesses coletores solares parabólicos, a luz refletida pela superfície parabólica espelhada é focalizada em um receptor em forma de cano e aquece o óleo contido em seu interior a 400 °C. O calor desse óleo é transferido para a água, vaporizando-a em uma caldeira. O vapor em alta pressão movimentava uma turbina acoplada a um gerador de energia elétrica.



Considerando que a distância entre a borda inferior e a borda superior da superfície refletora tenha 6 m de largura e que focaliza no receptor os 800 watts/m² de radiação provenientes do Sol, e que o calor específico da água é 1 cal. g⁻¹. °C⁻¹ = 4.200 J. kg⁻¹. °C⁻¹, então o comprimento linear do refletor parabólico necessário para elevar a temperatura de 1 m³ (equivalente a 1 t) de água de 20 °C para 100 °C, em uma hora, estará entre

- A) 15 m e 21 m.
- B) 22 m e 30 m.
- C) 105 m e 125 m.
- D) 680 m e 710 m.
- E) 6.700 m e 7.150 m.

31| ENEM 2009 A água apresenta propriedades físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama.

A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de

- A) servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
- B) funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
- C) agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
- D) transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
- E) funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.

32| ENEM 2009 A Constelação Vulpécua (Raposa) encontra-se a 63 anos-luz da Terra, fora do sistema solar. Ali, o planeta gigante HD 189733b, 15% maior que Júpiter, concentra vapor de água na atmosfera. A temperatura do vapor atinge 900 graus Celsius. “A água sempre está lá, de alguma forma, mas às vezes é possível que seja escondida por outros tipos de nuvens”, afirmaram os astrônomos do Spitzer Science Center (SSC), com sede em Pasadena, Califórnia, responsável pela descoberta. A água foi detectada pelo espectrógrafo infravermelho, um aparelho do telescópio espacial Spitzer.

Correio Braziliense, 11 dez. 2008 (adaptado).

De acordo com o texto, o planeta concentra vapor de água em sua atmosfera a 900 graus Celsius. Sobre a vaporização infere-se que

- A) se há vapor de água no planeta, é certo que existe água no estado líquido também.
- B) a temperatura de ebulição da água independe da pressão, em um local elevado ou ao nível do mar, ela ferve sempre a 100 graus Celsius.
- C) o calor de vaporização da água é o calor necessário para fazer 1 kg de água líquida se transformar em 1 kg de vapor de água a 100 graus Celsius.
- D) um líquido pode ser superaquecido acima de sua temperatura de ebulição normal, mas de forma nenhuma nesse líquido haverá formação de bolhas.
- E) a água em uma panela pode atingir a temperatura de ebulição em alguns minutos, e é necessário muito menos tempo para fazer a água vaporizar completamente.

33| ENEM 2009 Em grandes metrópoles, devido a mudanças na superfície terrestre — asfalto e concreto em excesso, por exemplo — formam-se ilhas de calor. A resposta da atmosfera a esse fenômeno é a precipitação convectiva.

Isso explica a violência das chuvas em São Paulo, onde as ilhas de calor chegam a ter 2 a 3 graus centígrados de diferença em relação ao seu entorno.

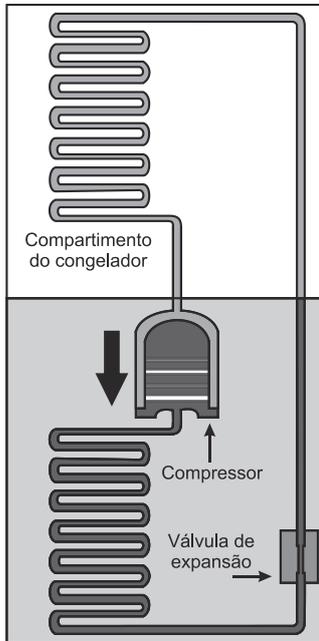
Revista Terra da Gente. Ano 5, nº 60, Abril 2009 (adaptado).

As características físicas, tanto do material como da estrutura projetada de uma edificação, são a base para compreensão de resposta daquela tecnologia construtiva em termos de conforto ambiental. Nas mesmas condições ambientais (temperatura, umidade e pressão), uma quadra terá melhor conforto térmico se

- A) pavimentada com material de baixo calor específico, pois quanto menor o calor específico de determinado material, menor será a variação térmica sofrida pelo mesmo ao receber determinada quantidade de calor.
- B) pavimentada com material de baixa capacidade térmica, pois quanto menor a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- C) pavimentada com material de alta capacidade térmica, pois quanto maior a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- D) possuir um sistema de vaporização, pois ambientes mais úmidos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).
- E) possuir um sistema de sucção do vapor d'água, pois ambientes mais secos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

34| ENEM 2009 A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.

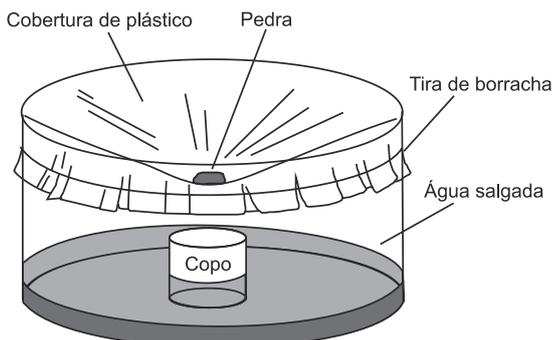
Disponível em: <http://home.howstuffworks.com>. Acesso em: 19 out. 2008 (adaptado).



Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

- A** a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- B** o calor flui de forma não espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- C** a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- D** a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- E** a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

35| Enem 2009 Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada

- A** fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.
- B** fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.
- C** é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.
- D** é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.
- E** é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

36| ENEM 2008 A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 °C. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radioativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370 °C sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

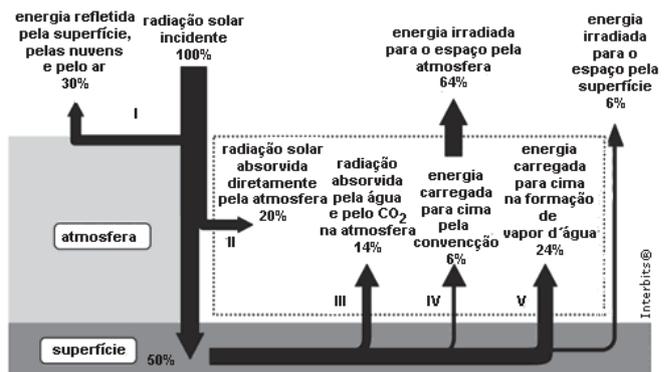
Roger A. Hinrichs e Merlin Kleinbach. *Energia e meio ambiente*. Ed. ABDR (com adaptações)

Depreende-se das informações do texto que as usinas geotérmicas

- A** utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.
- B** funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.
- C** podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.
- D** assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.
- E** transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O diagrama a seguir representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.



Raymond A. Serway e John W. Jewett. *Princípios de Física*, v. 2 fig. 18. 12 (com adaptações)

37| ENEM 2008 Com base no diagrama acima, conclui-se que

- A a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.
- B a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.
- C a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.
- D mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.
- E a quantidade de radiação emitida para o espaço pela atmosfera é menor que a irradiada para o espaço pela superfície.

FÍSICO QUÍMICA

01| ENEM 2010 Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

- A Temperatura, superfície de contato e concentração.
- B Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- C Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- D Superfície de contato, temperatura e concentração.
- E Temperatura, concentração e catalisadores.

02| ENEM 2015 Hipóxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O₂) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO₂) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- A elevação da pressão arterial.
- B aumento da temperatura corporal.
- C redução da temperatura do ambiente.
- D queda da pressão parcial de oxigênio.
- E diminuição da quantidade de hemácias.

03| ENEM 2010 A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz.*

Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

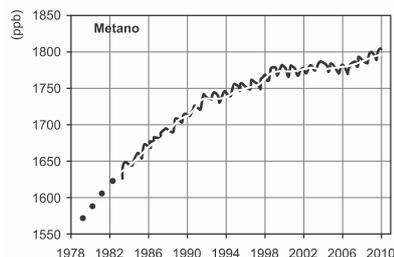
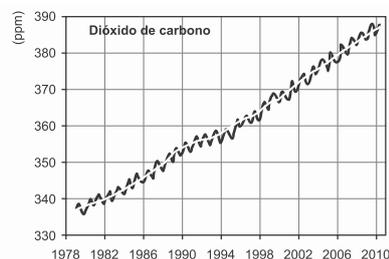
- A aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- B aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- C diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- E diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

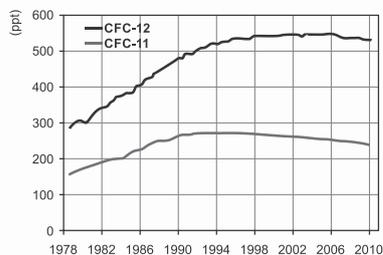
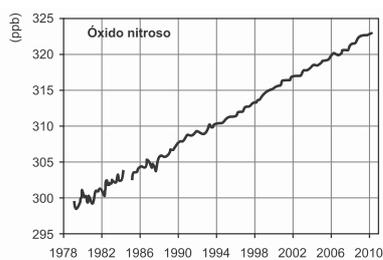
04| ENEM 2016 O principal componente do sal de cozinha é o cloreto de sódio, mas o produto pode ter aluminossilicato de sódio em pequenas concentrações. Esse sal, que é insolúvel em água, age como antiemectante, evitando que o sal de cozinha tenha um aspecto empedrado.

O procedimento de laboratório adequado para verificar a presença do antiemectante em uma amostra de sal de cozinha é o(a)

- A realização do teste de chama.
- B medida do pH de uma solução aquosa.
- C medida da turbidez de uma solução aquosa.
- D ensaio da presença de substâncias orgânicas.
- E verificação da presença de cátions monovalentes.

05| ENEM 2016 Os gráficos representam a concentração na atmosfera, em partes por milhão (ppm), bilhão (ppb) ou trilhão (ppt), dos cinco gases responsáveis por 97% do efeito estufa durante o período de 1978 a 2010.





Disponível em: www.esrl.noaa.gov. Acesso em: 6 ago. 2012 (adaptado).

Qual gás teve o maior aumento percentual de concentração na atmosfera nas últimas duas décadas?

- A CO_2
- B CH_4
- C N_2O
- D CFC-12
- E CFC-11

06| ENEM 2016 Para cada litro de etanol produzido em uma indústria de cana-de-açúcar são gerados cerca de 18 L de vinhaça que é utilizada na irrigação das plantações de cana-de-açúcar, já que contém teores médios de nutrientes N, P e K iguais a 357 mg/L, 60 mg/L, e 2.034 mg/L, respectivamente.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. n. 1, 2007 (adaptado).

Na produção de 27.000 L de etanol, a quantidade total de fósforo, em kg, disponível na vinhaça será mais próxima de

- A 1.
- B 29.
- C 60.
- D 170.
- E 1.000.

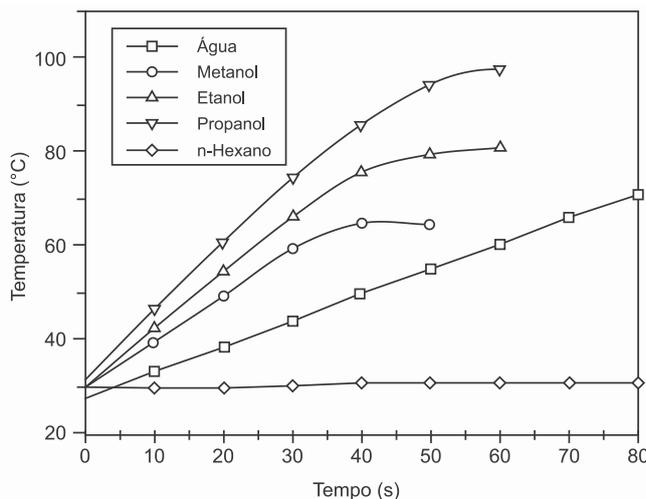
07| ENEM 2016 O soro fisiológico é uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) comumente utilizada para higienização ocular, nasal, de ferimentos e de lentes de contato. Sua concentração é 0,90% em massa e densidade igual a 1,00 g/mL.

Qual massa de NaCl , em grama, deverá ser adicionada à água para preparar 500 mL desse soro?

- A 0,45
- B 0,90
- C 4,50
- D 9,00
- E 45,00

08| ENEM 2016 O aquecimento de um material por irradiação com micro-ondas ocorre por causa da interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Um importante atributo do aquecimento por micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido. Assim, esse aquecimento é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da frequência de relaxação do material.

O gráfico mostra a taxa de aquecimento de cinco solventes sob irradiação de micro-ondas.

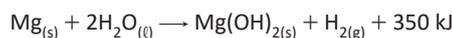


BARBOZA, A. C. R. N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas. Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*. n. 6. 2001 (adaptado).

No gráfico, qual solvente apresenta taxa média de aquecimento mais próxima de zero, no intervalo de 0 s a 40 s?

- A H_2O
- B CH_3OH
- C $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- D $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

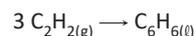
09| ENEM 2016 Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:



O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

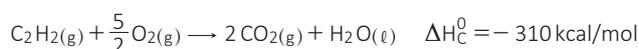
- A redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
- B oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
- C redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
- D oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
- E redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

10| ENEM 2016 O benzeno, um importante solvente para a indústria química, é obtido industrialmente pela destilação do petróleo. Contudo, também pode ser sintetizado pela trimerização do acetileno catalisada por ferro metálico sob altas temperaturas, conforme a equação química:

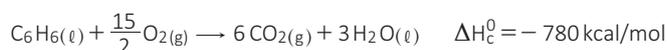


A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:

I.



II.



A variação de entalpia do processo de trimerização, em kcal, para a formação de um mol de benzeno é mais próxima de

- A -1.090.
- B -150.
- C -50.
- D +157.
- E +470.

11| ENEM 2016 Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	ΔH_c° a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H ₂)	-286
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	-1.368
Metano (CH ₄)	-890
Metanol (CH ₃ OH)	-726
Octano (C ₈ H ₁₈)	-5.471

As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente.

ATKINS, P. *Princípios de química*. Porto Alegre: Bookman, 2007 (adaptado).

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- A Hidrogênio.
- B Etanol.
- C Metano.
- D Metanol.
- E Octano.

12| ENEM 2016 Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada.

Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \cdot 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$CPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \cdot 10^{-2}$
Hidrogenossulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \cdot 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

- A fenol.
- B piridina.
- C metilamina.
- D hidrogenofosfato de potássio.
- E hidrogenossulfato de potássio.

13| ENEM 2016

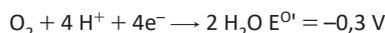
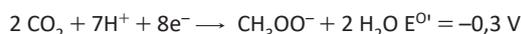
TEXTO I

Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO. S. Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula e combustível etanol/O₂. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

TEXTO II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E⁰) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. *Woodhead Publishing Series in Energy*. n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V?

- A 3
- B 4
- C 6
- D 9
- E 15

14| ENEM 2016 A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita (Al₂O₃ · 3 H₂O), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de 1.000 °C. Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

A etapa de obtenção do alumínio ocorre no

- A ânodo, com formação de gás carbônico.
- B cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
- C cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
- D ânodo, com depósito de alumínio nas barras de grafita.
- E cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

15| ENEM 2016 A água consumida na maioria das cidades brasileiras é obtida pelo tratamento da água de mananciais. A parte inicial do tratamento consiste no peneiramento e sedimentação de partículas maiores. Na etapa seguinte, dissolvem-se na água carbonato de sódio e, em seguida, sulfato de alumínio. O resultado é a precipitação de hidróxido de alumínio, que é pouco solúvel em água, o qual leva consigo as partículas poluentes menores. Posteriormente, a água passa por um processo de desinfecção e, finalmente, é disponibilizada para o consumo.

No processo descrito, a precipitação de hidróxido de alumínio é viabilizada porque

- A a dissolução do alumínio resfria a solução.
- B o excesso de sódio impossibilita sua solubilização.
- C oxidação provocada pelo sulfato produz hidroxilas.
- D as partículas contaminantes menores atraem essa substância.
- E o equilíbrio químico do carbonato em água torna o meio alcalino.

16| ENEM 2016 A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do ^{235}U é 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g.

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de ^{235}U é da ordem de

- A 103 g.
- B 104 g.
- C 105 g.
- D 106 g.
- E 109 g.

17| ENEM 2016 Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono – 14.

FAPESP. DNA do mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido a

- A proporção conhecida entre carbono – 14 e carbono – 12 na atmosfera ao longo dos anos.
- B decomposição de todo o carbono – 12 presente no organismo após a morte.
- C fixação maior do carbono – 4 nos tecidos de organismos após a morte.
- D emissão de carbono – 12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- E transformação do carbono – 12 em carbono – 14 ao longo dos anos.

18| ENEM 2016 A energia nuclear é uma alternativa aos combustíveis fósseis que, se não gerenciada de forma correta, pode causar impactos ambientais graves. O princípio da geração dessa energia pode se basear na reação de fissão controlada do urânio por bombardeio de nêutrons, como ilustrado:



Um grande risco decorre da geração do chamado lixo atômico, que exige condições muito rígidas de tratamento e armazenamento para evitar vazamentos para o meio ambiente.

Esse lixo é prejudicial, pois

- A favorece a proliferação de microrganismos termófilos.
- B produz nêutrons livres que ionizam o ar, tornando-o condutor.
- C libera gases que alteram a composição da atmosfera terrestre.
- D acentua o efeito estufa decorrente do calor produzido na fissão.
- E emite radiação capaz de provocar danos à saúde dos seres vivos.

19| ENEM 2016 Combustíveis automotivos têm sido adulterados pela adição de substâncias ou materiais de baixo valor comercial. Esse tipo de contravenção pode danificar os motores, aumentar o consumo de combustível e prejudicar o meio ambiente. Vários testes laboratoriais podem ser utilizados para identificar se um combustível está ou não adulterado. A legislação brasileira estabelece que o diesel, obtido do petróleo, contenha certa quantidade de biodiesel. O quadro apresenta valores de quatro propriedades do diesel, do biodiesel e do óleo vegetal, um material comumente utilizado como adulterante.

Propriedade	Diesel	Biodiesel	Óleo vegetal
Densidade (g/cm ³)	0,884	0,880	0,922
Poder calorífico (MJ/L)	38,3	33,3	36,9
Viscosidade (mm ² /s)	3,9	4,7	37,0
Teor de enxofre (%)	1,3	< 0,001	< 0,001

Com base nas informações apresentadas no quadro, quais são as duas propriedades que podem ser empregadas tecnicamente para verificar se uma amostra de diesel comercial está ou não adulterada com óleo vegetal?

- A Densidade e viscosidade.
- B Teor de enxofre e densidade.
- C Viscosidade e teor de enxofre.
- D Viscosidade e poder calorífico.
- E Poder calorífico e teor de enxofre.

20| ENEM 2016 O descarte do óleo de cozinha na rede de esgotos gera diversos problemas ambientais. Pode-se destacar a contaminação dos cursos d'água, que tem como uma das consequências a formação de uma película de óleo na superfície, causando danos à fauna aquática, por dificultar as trocas gasosas, além de diminuir a penetração dos raios solares no curso hídrico.

Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

Qual das propriedades dos óleos vegetais está relacionada aos problemas ambientais citados?

- A Alta miscibilidade em água.
- B Alta reatividade com a água.
- C Baixa densidade em relação à água.
- D Baixa viscosidade em relação à água.
- E Alto ponto de ebulição em relação à água.

21| ENEM 2016 As águas dos oceanos apresentam uma alta concentração de íons e pH entre 8,0 e 8,3. Dentre esses íons estão em equilíbrio as espécies carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), representado pela equação química:

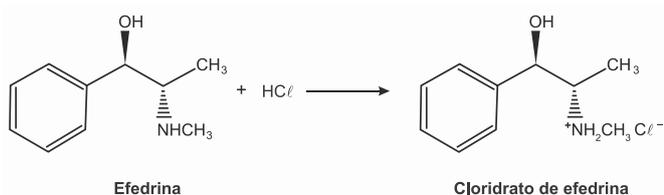


As águas dos rios, ao contrário, apresentam concentrações muito baixas de íons e substâncias básicas, com um pH em torno de 6. A alteração significativa do pH das águas dos rios e oceanos pode mudar suas composições químicas, por precipitação de espécies dissolvidas ou redissolução de espécies presentes nos sólidos suspensos ou nos sedimentos.

A composição dos oceanos é menos afetada pelo lançamento de efluentes ácidos, pois os oceanos

- A contêm grande quantidade de cloreto de sódio.
- B contêm um volume de água pura menor que o dos rios.
- C possuem pH ácido, não sendo afetados pela adição de outros ácidos.
- D têm a formação dos íons carbonato favorecida pela adição de ácido.
- E apresentam um equilíbrio entre os íons carbonato e bicarbonato, que atuam como sistema-tampão.

22| ENEM 2015 Sais de amônio são sólidos iônicos com alto ponto de fusão, muito mais solúveis em água que as aminas originais e ligeiramente solúveis em solventes orgânicos apolares, sendo compostos convenientes para serem usados em xaropes e medicamentos injetáveis. Um exemplo é a efedrina, que funde a 79 °C, tem um odor desagradável e oxida na presença do ar atmosférico formando produtos indesejáveis. O cloridrato de efedrina funde a 217 °C, não se oxida e é inodoro, sendo o ideal para compor os medicamentos.



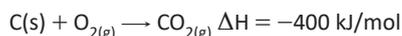
SOUTO, C. R. O.; DUARTE, H. C. *Química da vida: aminas*. Natal: EDUFRRN, 2006.

De acordo com o texto, que propriedade química das aminas possibilita a formação de sais de amônio estáveis, facilitando a manipulação de princípios ativos?

- A Acidez.
- B Basicidade.
- C Solubilidade.
- D Volatilidade.
- E Aromaticidade.

23| ENEM 2015 O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia ($2,35 \times 10^{10}$ kJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente, 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44 g/mol).

A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO_2 , em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- A 2,10
- B 7,70
- C 9,00
- D 33,0
- E 300

24| ENEM 2015 Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

MATEUS, A. L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte. UFMG, 2001 (adaptado)

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

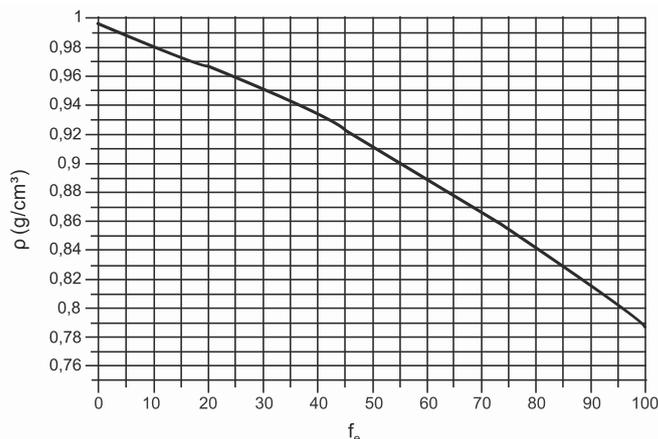
- A formação de óxidos de caráter ácido.
- B evaporação do indicador fenolftaleína.
- C vaporização de parte da água do frasco.

- D vaporização dos gases de caráter alcalino.
- E aumento do pH da solução no interior do frasco.

25| ENEM 2015 O álcool utilizado como combustível automotivo (etanol hidratado) deve apresentar uma taxa máxima de água em sua composição para não prejudicar o funcionamento do motor. Uma maneira simples e rápida de estimar a quantidade de etanol em misturas com água é medir a diversidade da mistura. O gráfico mostra a variação da densidade da mistura (água e etanol) com a fração percentual da massa de etanol (f_e), dada pela expressão

$$f_e = 100 \times \frac{m_e}{(m_e + m_a)}$$

em que m_e e m_a são as massas de etanol e de água na mistura, respectivamente, a uma temperatura de 20 °C.



Disponível em: www.handymath.com. Acesso em: 8 ago. 2012.

Suponha que, em uma inspeção de rotina realizada em determinado posto, tenha-se verificado que 50,0 cm³ de álcool combustível tenham massa igual a 45,0 g. Qual é a fração percentual de etanol nessa mistura?

- A 7%
- B 10%
- C 55%
- D 90%
- E 93%

26| ENEM 2015 A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração de íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5.000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L.

As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- A 26
- B 41
- C 45
- D 51
- E 82

27| ENEM 2015 O vinagre vem sendo usado desde a Antiguidade como conservante de alimentos, bem como agente de limpeza e condimento. Um dos principais componentes do vinagre é o ácido acético (massa molar 60 g/mol), cuja faixa de concentração deve se situar entre 4% a 6% (m/v). Em um teste de controle de qualidade foram analisadas cinco marcas de diferentes vinagres, e as concentrações de ácido acético, em mol/L, se encontram no quadro.

Amostra	Concentração de ácido acético (mol/L)
1	0,007
2	0,070
3	0,150
4	0,400
5	0,700

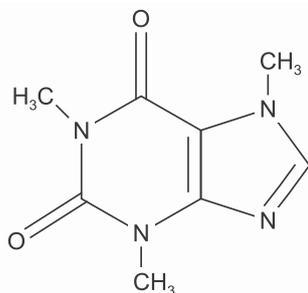
RIZZON, L. A. *Sistema de produção de vinagre*.

Disponível em: www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 14 ago. 2012 (adaptado).

A amostra de vinagre que se encontra dentro do limite de concentração tolerado é a

- A** 1.
B 2.
C 3.
D 4.
E 5.

28| ENEM 2015 A cafeína é um alcaloide, identificado como 1,3,7-trimetilxantina (massa molar igual a 194 g/mol), cuja estrutura química contém uma unidade de purina, conforme representado. Esse alcaloide é encontrado em grande quantidade nas sementes de café e nas folhas de chá-verde. Uma xícara de café contém, em média, 80 mg de cafeína.

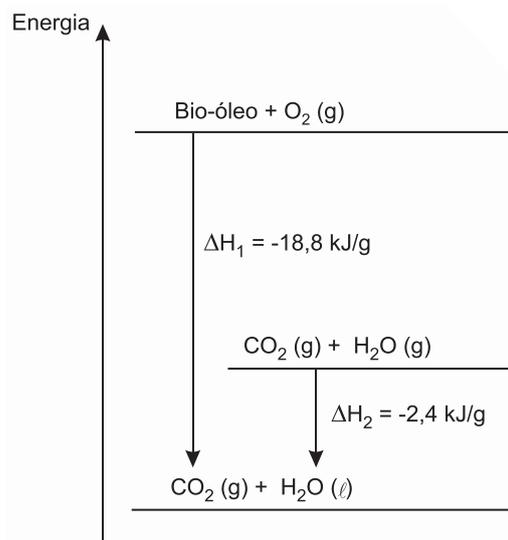


MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.
 Cafeína: revisão sobre métodos de análise. *Química Nova*, n. 1, 2007 (adaptado).

Considerando que a xícara descrita contém um volume de 200 mL de café, a concentração, em mol/L, de cafeína nessa xícara é mais próxima de:

- A** 0,0004.
B 0,002.
C 0,4.
D 2.
E 4.

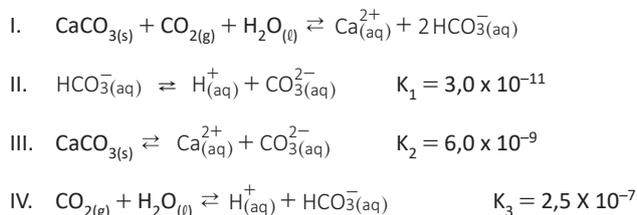
29| ENEM 2015 O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo ΔH_1 a variação de entalpia devido à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em gás carbônico e água líquida, e ΔH_2 , a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO_2 (gasoso) e H_2O (gasoso) é:

- A** -106.
B -94.
C -82.
D -21,2.
E -16,4.

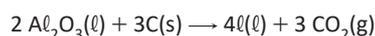
30| ENEM 2015 Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza a água. As equações envolvidas no processo são apresentadas:



Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25 °C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio da reação I?

- A** $4,5 \times 10^{-26}$
B $5,0 \times 10^{-5}$
C $0,8 \times 10^{-9}$
D $0,2 \times 10^5$
E $2,2 \times 10^{26}$

31| ENEM 2015 O alumínio é um metal bastante versátil, pois, a partir dele, podem-se confeccionar materiais amplamente utilizados pela sociedade. A obtenção do alumínio ocorre a partir da bauxita, que é purificada e dissolvida em criolita fundida (Na_3AlF_6) e eletrolisada a cerca de 1.000 °C. Há liberação do gás dióxido de carbono (CO_2), formado a partir da reação de um dos produtos da eletrólise com o material presente nos eletrodos. O ânodo é formado por barras de grafita submergidas na mistura fundida. O cátodo é uma caixa de ferro coberta de grafita. A reação global do processo é:



Na etapa de obtenção do alumínio líquido, as reações que ocorrem no cátodo e ânodo são:

- A** cátodo: $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$,
ânodo $\begin{cases} 2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^- \\ C + O_2 \rightarrow CO_2 \end{cases}$
- B** ânodo $\begin{cases} 2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^- \\ C + O_2 \rightarrow CO_2 \end{cases}$
cátodo: $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
- C** cátodo $\begin{cases} Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al \\ 2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^- \end{cases}$
ânodo: $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- D** cátodo $\begin{cases} Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al \\ C + O_2 \rightarrow CO_2 \end{cases}$
ânodo: $2O^{2-} + O_2 + 4e^-$
- E** ânodo: $2O^{2-} + O_2 + 4e^-$
cátodo $\begin{cases} Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al \\ C + O_2 \rightarrow CO_2 \end{cases}$

32| ENEM 2015 A calda bordalesa é uma alternativa empregada no combate a doenças que afetam folhas de plantas. Sua produção consiste na mistura de uma solução aquosa de sulfato de cobre(II), $CuSO_4$, com óxido de cálcio, CaO , e sua aplicação só deve ser realizada se estiver levemente básica. A avaliação rudimentar da basicidade dessa solução é realizada pela adição de três gotas sobre uma faca de ferro limpa. Após três minutos, caso surja uma mancha avermelhada no local da aplicação, afirma-se que a calda bordalesa ainda não está com a basicidade necessária. O quadro apresenta os valores de potenciais padrão de redução (E^0) para algumas semirreações de redução.

Semirreação de redução	E^0 (V)
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2,87
$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0,04
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0,52
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0,77

MOTTA, I. S. *Calda bordalesa: utilidades e preparo*. Dourados: Embrapa, 2008 (adaptado).

A equação química que representa a reação de formação da mancha avermelhada é:

- A** $Ca_{(aq)}^{2+} + 2Cu_{(aq)}^+ \rightarrow Ca_{(s)} + 2Cu_{(aq)}^{2+}$.
- B** $Ca_{(aq)}^{2+} + 2Fe_{(aq)}^{2+} \rightarrow Ca_{(s)} + 2Fe_{(aq)}^{3+}$.
- C** $Cu_{(aq)}^{2+} + Fe_{(aq)}^{2+} \rightarrow Cu_{(s)} + 2Fe_{(aq)}^{3+}$.
- D** $3Ca_{(aq)}^{2+} + 2Fe_{(s)} \rightarrow 3Ca_{(s)} + 2Fe_{(aq)}^{3+}$.
- E** $3Cu_{(aq)}^{2+} + 2Fe_{(s)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + 2Fe_{(aq)}^{3+}$.

33| ENEM 2015 Cinco indústrias de ramos diferentes foram instaladas ao longo do curso de um rio. O descarte dos efluentes dessas indústrias acarreta impacto na qualidade de suas águas. O pH foi determinado em diferentes pontos desse rio, a 25 °C, e os resultados são apresentados no quadro.

Pontos de coleta	Valor do pH
Antes da primeira indústria	5,5
Entre a primeira e a segunda indústria	5,5
Entre a segunda e a terceira indústria	7,5
Entre a terceira e a quarta indústria	7,0
Entre a quarta e a quinta indústria	7,0
Após a quinta indústria	6,5

A indústria que descarta um efluente com características básicas é a

- A** primeira.
B segunda.
C terceira.
D quarta.
E quinta.

34| ENEM 2015

A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia.

ANDRADE C. D. *Poesia completa e prosa*. Rio de Janeiro. Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- A** fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- B** fissão de ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{235}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- C** fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- D** fusão do ^{235}U com ^{235}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- E** fusão do ^{235}U com ^{235}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

35| ENEM 2015 A obtenção de sistemas coloidais estáveis depende das interações entre as partículas dispersas e o meio onde se encontram. Em um sistema coloidal aquoso, cujas partículas são hidrofílicas, a adição de um solvente orgânico miscível em água, como etanol, desestabiliza o coloide, podendo ocorrer a agregação das partículas preliminarmente dispersas.

A desestabilização provocada pelo etanol ocorre porque

- A** a polaridade da água no sistema coloidal é reduzida.
- B** as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- C** as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- D** o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- E** a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

36| ENEM 2014 Diesel é uma mistura de hidrocarbonetos que também apresenta enxofre em sua composição. Esse enxofre é um componente indesejável, pois o trióxido de enxofre gerado é um dos grandes causadores da chuva ácida. Nos anos 1980, não havia regulamentação e era utilizado óleo diesel com 13 000 ppm de enxofre. Em 2009, o diesel passou a ter 1 800 ppm de enxofre (S1800) e, em seguida, foi inserido no mercado o diesel S500 (500 ppm). Em 2012, foi difundido o diesel S50, com 50 ppm de enxofre em sua composição. Atualmente, é produzido um diesel com teores de enxofre ainda menores.

Os Impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro. Disponível em: www.cnt.org.br. Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A substituição do diesel usado nos anos 1980 por aquele difundido em 2012 permitiu uma redução percentual de emissão de SO_3 de

- A 86,2%.
- B 96,2%.
- C 97,2%.
- D 99,6%.
- E 99,9%.

37| ENEM 2014 A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30 mg/kg para solo agrícola e 0,14 mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500g de solo e 100mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

O ambiente que necessita de biorremediação é o(a)

- A solo I.
- B solo II.
- C água I.
- D água II.
- E água III.

38| ENEM 2014 O álcool comercial (solução de etanol) é vendido na concentração de 96%, em volume. Entretanto, para que possa ser utilizado como desinfetante, deve-se usar uma solução alcoólica na concentração de 70%, em volume. Suponha que um hospital recebeu como doação um lote de 1000 litros de álcool comercial a 96%, em volume, e pretende trocá-lo por um lote de álcool desinfetante.

Para que a quantidade total de etanol seja a mesma nos dois lotes, o volume de álcool a 70% fornecido na troca deve ser mais próximo de

- A 1042L.
- B 1371L.
- C 1428L.
- D 1632L.
- E 1700L.

39| ENEM 2014 Em um caso de anemia, a quantidade de sulfato de ferro(II) (FeSO_4 , massa molar igual a 152 g/mol) recomendada como suplemento de ferro foi de 300 mg/dia. Acima desse valor, a mucosa intestinal atua como barreira, impedindo a absorção de ferro. Foram analisados cinco frascos de suplemento, contendo solução aquosa de FeSO_4 , cujos resultados encontram-se no quadro.

Frasco	Concentração de sulfato de ferro(II) (mol/L)
1	0,02
2	0,20
3	0,30
4	1,97
5	5,01

Se for ingerida uma colher (10 mL) por dia do medicamento para anemia, a amostra que conterá a concentração de sulfato de ferro(II) mais próxima da recomendada é a do frasco de número

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

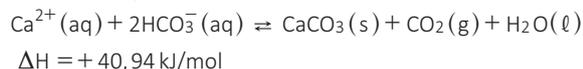
40| ENEM 2014 A escolha de uma determinada substância para ser utilizada como combustível passa pela análise da poluição que ela causa ao ambiente e pela quantidade de energia liberada em sua combustão completa. O quadro apresenta a entalpia de combustão de algumas substâncias. As massas molares dos elementos H, C e O são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol.

Substância	Fórmula	Entalpia de combustão (kJ/mol)
Acetileno	C_2H_2	-1298
Etano	C_2H_6	-1558
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	-1366
Hidrogênio	H_2	-242
Metanol	CH_3OH	-558

Levando-se em conta somente o aspecto energético, a substância mais eficiente para a obtenção de energia, na combustão de 1 kg de combustível, é o

- A etano.
- B etanol.
- C metanol.
- D acetileno.
- E hidrogênio.

41| ENEM 2014 A formação de estalactites depende da reversibilidade de uma reação química. O carbonato de cálcio (CaCO_3) é encontrado em depósitos subterrâneos na forma de pedra calcária. Quando um volume de água rica em CO_2 dissolvido infiltra-se no calcário, o minério dissolve-se formando íons Ca^{2+} e HCO_3^- . Numa segunda etapa, a solução aquosa desses íons chega a uma caverna e ocorre a reação inversa, promovendo a liberação de CO_2 e a deposição de CaCO_3 , de acordo com a equação apresentada.



Considerando o equilíbrio que ocorre na segunda etapa, a formação de carbonato será favorecida pelo(a)

- A diminuição da concentração de íons OH^- no meio.
- B aumento da pressão do ar no interior da caverna.
- C diminuição da concentração de HCO_3^- no meio.
- D aumento da temperatura no interior da caverna.
- E aumento da concentração de CO_2 dissolvido.

42| ENEM 2014 A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	$E^0(\text{V})$
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+ 0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	+0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

BENDASSOLLI, J. A. et al. "Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos". *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

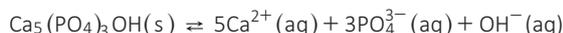
Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

- A Cu(s).
- B Pt(s).
- C A,3+ (aq).
- D Sn(s).
- E Zn2+ (aq).

43| ENEM 2014 A tabela lista os valores de pH de algumas bebidas consumidas pela população.

Bebida	pH
Refrigerante	5,0
Café	3,0
Vinho	4,5
Suco de limão	2,5
Chá	6,0

O esmalte dos dentes é constituído de hidroxiapatita (Ca₅(PO₄)₃OH), um mineral que sofre desmineralização em meio ácido, de acordo com a equação química:



Das bebidas listadas na tabela, aquela com menor potencial de desmineralização dos dentes é o

- A chá.
- B café.
- C vinho.
- D refrigerante.
- E suco de limão.

44| ENEM 2014 Fertilizantes químicos mistos, denominados NPK, são utilizados para aumentar a produtividade agrícola, por fornecerem os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, necessários para o desenvolvimento das plantas. A quantidade de cada nutriente varia de acordo com a finalidade do adubo. Um determinado adubo NPK possui, em sua composição, as seguintes substâncias: nitrato de amônio (NH₄NO₃), ureia (CO(NH₂)₂), nitrato de potássio (KNO₃), fosfato de sódio (Na₃PO₄) e cloreto de potássio (KCl).

A adição do adubo descrito provocou diminuição no pH de um solo. Considerando o caráter ácido/básico das substâncias constituintes desse adubo, a diminuição do pH do solo deve ser atribuída à presença, no adubo, de uma quantidade significativa de

- A ureia.
- B fosfato de sódio.
- C nitrato de amônio.
- D nitrato de potássio.
- E cloreto de potássio.

45| ENEM 2014 Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo industrial tem concentração de íons hidroxila igual a 1,0 x 10⁻¹⁰ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH₃COOH, Na₂SO₄, CH₃OH, K₂CO₃ e NH₄Cl.

Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- A CH₃COOH
- B Na₂SO₄
- C CH₃OH
- D K₂CO₃
- E NH₄Cl

46| ENEM 2014 Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00 g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79 g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48 g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90 g/mL.

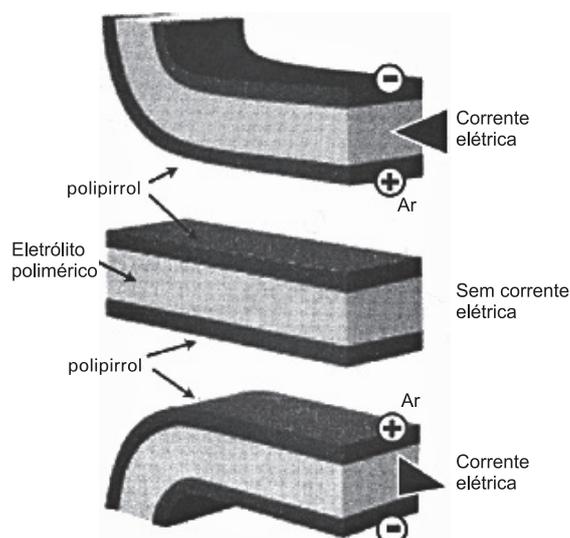
No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- A flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- B flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- C afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- D afundou em A, flutuou em B e afundou em C.
- E flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

47| ENEM 2013 Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas. Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- A consumidas durante o processo.
- B compostos orgânicos e biodegradáveis.
- C inespecíficas para os substratos.
- D estáveis em variações de temperatura.
- E substratos nas reações químicas.

48| ENEM 2013 Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



DE PAOLI, M. A. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- A** absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- B** permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- C** mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- D** permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- E** promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

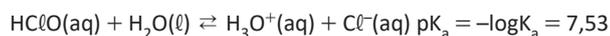
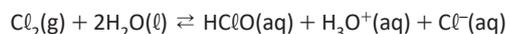
49| ENEM 2013 Após o desmonte da bateria automotiva, é obtida uma pasta residual de 6 kg, em que 19%, em massa, é dióxido de chumbo(IV), 60%, sulfato de chumbo(II) e 21%, chumbo metálico. O processo pirometalúrgico é o mais comum na obtenção do chumbo metálico, porém, devido à alta concentração de sulfato de chumbo(II), ocorre grande produção de dióxido de enxofre (SO_2), causador de problemas ambientais. Para eliminar a produção de dióxido de enxofre, utiliza-se o processo hidrometalúrgico, constituído de três etapas, no qual o sulfato de chumbo(II) reage com carbonato de sódio a 1,0 mol/L a 45 °C, obtendo-se um sal insolúvel (etapa 1), que, tratado com ácido nítrico, produz um sal de chumbo solúvel (etapa 2) e, por eletrólise, obtém-se o chumbo metálico com alto grau de pureza (etapa 3).

ARAÚJO, R. V. V. et al. *Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso*. Disponível em: www.iqsc.usp.br. Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).

Considerando a obtenção de chumbo metálico a partir de sulfato de chumbo(II) na pasta residual, pelo processo hidrometalúrgico, as etapas 1, 2 e 3 objetivam, respectivamente,

- A** a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^{2+} em Pb^0 .
- B** a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb^{4+} em Pb^0 .
- C** a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^0 em Pb^{2+} .
- D** a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb^{2+} em Pb^0 .
- E** a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^{4+} em Pb^0 .

50| ENEM 2013 Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:



A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza.

Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de

- A** 0.
- B** 5.
- C** 7.
- D** 9.
- E** 14.

51| ENEM 2013 A varfarina é um fármaco que diminui a agregação plaquetária, e por isso é utilizada como anticoagulante, desde que esteja presente no plasma, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a 4,0 mg/L podem desencadear hemorragias. As moléculas desse fármaco ficam retidas no espaço intravascular e dissolvidas exclusivamente no plasma, que representa aproximadamente 60% do sangue em volume. Em um medicamento, a varfarina é administrada por via intravenosa na forma de solução aquosa, com concentração de 3,0 mg/mL. Um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de 5,0 L, será submetido a um tratamento com solução injetável desse medicamento.

Qual é o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado a esse indivíduo, pela via intravenosa, de maneira que não ocorram hemorragias causadas pelo anticoagulante?

- A** 1,0 mL
- B** 1,7 mL
- C** 2,7 mL
- D** 4,0 mL
- E** 6,7 mL

52| ENEM 2013 A hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), além de ser utilizada para obtenção do aço, também é utilizada como um catalisador de processos químicos, como na síntese da amônia, importante matéria-prima da indústria agroquímica.

MEDEIROS, M. A. F. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, ago. 2010 (adaptado).

O uso da hematita viabiliza economicamente a produção da amônia, porque

- A** diminui a rapidez da reação.
- B** diminui a energia de ativação da reação.
- C** aumenta a variação da entalpia da reação.
- D** aumenta a quantidade de produtos formados.
- E** aumenta o tempo do processamento da reação.

53| ENEM 2013 Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e, no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água...

SACKS, O. *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

- A** obtenção de ouro a partir de pepitas.
- B** obtenção de calcário a partir de rochas.
- C** obtenção de alumínio a partir da bauxita.
- D** obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- E** obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

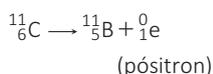
54| ENEM 2013 O Instituto Luiz Coimbra (UFRJ) lançou o primeiro ônibus urbano movido a hidrogênio do Hemisfério Sul, com tecnologia inteiramente nacional. Sua tração provém de três fontes de energia, sendo uma delas a pilha de combustível, na qual o hidrogênio, gerado por um processo eletroquímico, reage com o oxigênio do ar, formando água.

FRAGA, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

A transformação de energia que ocorre na pilha de combustível responsável pelo movimento do ônibus decorre da energia cinética oriunda do(a)

- A calor absorvido na produção de água.
- B expansão gasosa causada pela produção de água.
- C calor liberado pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- D contração gasosa causada pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- E eletricidade gerada pela reação de oxirredução do hidrogênio com o oxigênio.

55| ENEM 2013 Glicose marcada com núclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse núclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do núclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

- A 0,200.
- B 0,969.
- C 9,80.
- D 31,3.
- E 200.

56| ENEM 2012 Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)
Suco de limão	10^{-2}
Leite	10^{-6}
Vinagre	10^{-3}
Álcool	10^{-8}
Sabão	10^{-12}
Carbonato de sódio/barrilha	10^{-12}

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- A Álcool ou sabão.
- B Suco de limão ou álcool.
- C Suco de limão ou vinagre.
- D Suco de limão, leite ou sabão.
- E Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

57| ENEM 2012 A grafita é uma variedade alotrópica do carbono. Trata-se de um sólido preto, macio e escorregadio, que apresenta brilho característico e boa condutibilidade elétrica.

Considerando essas propriedades, a grafita tem potência de aplicabilidade em:

- A Lubrificantes, condutores de eletricidade e cátodos de baterias alcalinas.
- B Ferramentas para riscar ou cortar materiais, lubrificantes e condutores de eletricidade.
- C Ferramentas para amolar ou polir materiais, brocas odontológicas e condutores de eletricidade.
- D Lubrificantes, brocas odontológicas, condutores de eletricidade, captadores de radicais livres e cátodo de baterias alcalinas.
- E Ferramentas para riscar ou cortar materiais, nanoestruturas capazes de transportar drogas com efeito radioterápico.

58| ENEM 2012 Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a

- A absorção de íons Na^+ sobre a superfície da célula.
- B difusão rápida de íons Na^+ para o interior da célula.
- C diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- D transferência de íons Na^+ da célula para a solução.
- E transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

59| ENEM 2012 O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma “lenda urbana”, pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fica mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Disponível em: www.sucatas.com. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- A Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
- B Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
- C Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- D Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- E Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.

60| ENEM 2012 A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

“Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação”.

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- A** o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- B** a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- C** a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.
- D** o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- E** o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

61| ENEM 2012 Observe atentamente a charge:

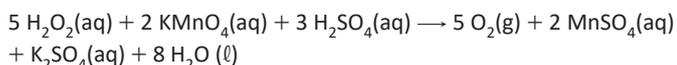


Disponível em: <http://ocorporesponde.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas termonucleares é

- A** a escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.
- B** a produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.
- C** o destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.
- D** a formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.
- E** o rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.

62| ENEM 2011 O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. *Introdução aos Cálculos da Química*. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- A** $2,0 \cdot 10^0$ mol
- B** $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol
- C** $8,0 \cdot 10^{-1}$ mol
- D** $8,0 \cdot 10^{-4}$ mol
- E** $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol

63| ENEM 2011 A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de caiação, gera um problema: elimina microrganismos benéficos para a árvore.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 1 abr. 2010 (adaptado).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de

- A** difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
- B** osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de microrganismos.
- C** oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
- D** aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
- E** vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

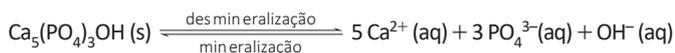
64| ENEM 2011 Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔH_c°), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c° .

Substância	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
benzeno	$\text{C}_6\text{H}_6(\ell)$	- 3 268
etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\ell)$	- 1 368
glicose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	- 2 808
metano	$\text{CH}_4(\text{g})$	- 890
octano	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)$	- 5 471

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- A** Benzeno.
- B** Metano.
- C** Glicose.
- D** Octano.
- E** Etanol.

65| ENEM 2011 Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz decrescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A equação química seguinte representa esse processo:



GROISMAN, S. *Impacto do refrigerante nos dentes é avaliado sem tirá-lo da dieta*. Disponível em: <http://www.isaude.net>. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de

- A** OH^- , que reage com os íons Ca^{2+} , deslocando o equilíbrio para a direita.
- B** H^+ , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a direita.
- C** OH^- , que reage com os íons Ca^{2+} , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- D** H^+ , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a esquerda.
- E** Ca^{2+} , que reage com as hidroxilas OH^- , deslocando o equilíbrio para a esquerda.

66| ENEM 2011 Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características se comporta como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso 183°C. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a 232°C e o chumbo puro a 320°C) o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente. Um lote contendo 5 amostras de solda estanho-chumbo foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro a seguir.

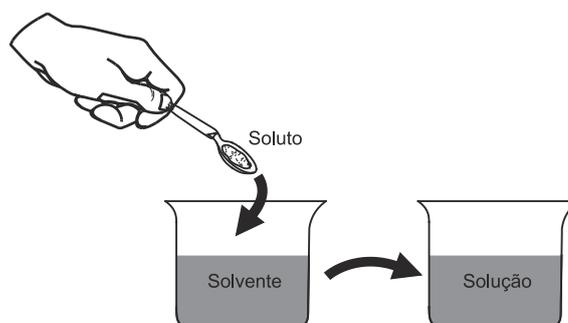
Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

- A** I e II.
- B** I e III.

- C** II e IV.
- D** III e V.
- E** IV e V.

67| ENEM 2010 Ao colocar um pouco de açúcar na água e mexer até a obtenção de uma só fase, prepara-se uma solução. O mesmo acontece ao se adicionar um pouquinho de sal à água e misturar bem. Uma substância capaz de dissolver o soluto é denominada solvente; por exemplo, a água é um solvente para o açúcar, para o sal e para várias outras substâncias. A figura a seguir ilustra essa citação.



Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 mL do líquido. Qual é a concentração final, em mol/L, de sacarose nesse cafezinho?

- A** 0,02
- B** 0,2
- C** 2
- D** 200
- E** 2000

68| ENEM 2010 Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é ator dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido a sua baixa solubilidade em água (9,0 mg/L a 20 °C) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de O_2 em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16.

Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH_2O e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- A** 0,4mg de O_2 /litro
- B** 1,7mg de O_2 /litro
- C** 2,7mg de O_2 /litro
- D** 9,4mg de O_2 /litro
- E** 10,7mg de O_2 /litro

69| ENEM 2010 Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de 100 °C. Tendo por base essa informação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:

- Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
- Quando a água começou a ferver, encostou cuidadosamente a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tapando-a em seguida.
- Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento

- A** permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
- B** provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
- C** produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
- D** proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
- E** possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

70| ENEM 2010 O abastecimento de nossas necessidades energéticas futuras dependerá certamente do desenvolvimento de tecnologias para aproveitar a energia solar com maior eficiência. A energia solar é a maior fonte de energia mundial. Num dia ensolarado, por exemplo, aproximadamente 1 kJ de energia solar atinge cada metro quadrado da superfície terrestre por segundo. No entanto, o aproveitamento dessa energia é difícil porque ela é diluída (distribuída por uma área muito extensa) e oscila com o horário e as condições climáticas. O uso efetivo da energia solar depende de formas de estocar a energia coletada para uso posterior.

BROWN, T. *Química, a ciência central*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Atualmente, uma das formas de se utilizar a energia solar tem sido armazená-la por meio de processos químicos endotérmicos que mais tarde podem ser revertidos para liberar calor. Considerando a reação:



e analisando-a como potencial mecanismo para o aproveitamento posterior da energia solar, conclui-se que se trata de uma estratégia

- A** insatisfatória, pois a reação apresentada não permite que a energia presente no meio externo seja absorvida pelo sistema para ser utilizada posteriormente.
- B** insatisfatória, uma vez que há formação de gases poluentes e com potencial poder explosivo, tornando-a uma reação perigosa e de difícil controle.
- C** insatisfatória, uma vez que há formação de gás CO que não possui conteúdo energético passível de ser aproveitado posteriormente e é considerado um gás poluente.
- D** satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com absorção de calor e promove a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.
- E** satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com liberação de calor havendo ainda a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.

71| ENEM 2010 No que tange à tecnologia de combustíveis alternativos, muitos especialistas em energia acreditam que os alcoóis vão crescer em importância em um futuro próximo.

Realmente, alcoóis como metanol e etanol têm encontrado alguns nichos para uso doméstico como combustíveis há muitas décadas e, recentemente, vêm obtendo uma aceitação cada vez maior como aditivos, ou mesmo como substitutos para gasolina em veículos.

Algumas das propriedades físicas desses combustíveis são mostradas no quadro seguinte.

Álcool	Densidade a 25°C (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	0,79	- 726,0
Etanol (CH ₃ CH ₂ OH)	0,79	- 1367,0

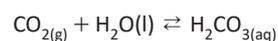
Dados: Massas molares em g/mol:

H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Considere que, em pequenos volumes, o custo de produção de ambos os alcoóis seja o mesmo. Dessa forma, do ponto de vista econômico, é mais vantajoso utilizar

- A** metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- B** etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
- C** metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 17,9 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- D** etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.
- E** etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 33,7 MJ de energia por litro de combustível queimado.

72| ENEM 2010 Às vezes, ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente pela extremidade do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente entre alguns dos ingredientes do produto, de acordo com a equação:

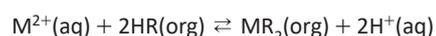


A alteração do equilíbrio anterior, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a

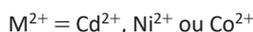
- A** liberação de CO₂ para o ambiente.
- B** elevação da temperatura do recipiente.
- C** elevação da pressão interna no recipiente.
- D** elevação da concentração de CO₂ no líquido.
- E** formação de uma quantidade significativa de H₂O.

73| ENEM 2010 As baterias de Ni-Cd muito utilizadas no nosso cotidiano não devem ser descartadas em lixos comuns uma vez que uma considerável quantidade de cádmio é volatilizada e emitida para o meio ambiente quando as baterias gastas são incineradas como componente do lixo. Com o objetivo de evitar a emissão de cádmio para a atmosfera durante a combustão é indicado que seja feita a reciclagem dos materiais dessas baterias.

Uma maneira de separar o cádmio dos demais compostos presentes na bateria é realizar o processo de lixiviação ácida. Nela, tanto os metais (Cd, Ni e eventualmente Co) como os hidróxidos de íons metálicos Cd(OH)₂(s), Ni(OH)₂(s), Co(OH)₂(s) presentes na bateria, reagem com uma mistura ácida e são solubilizados. Em função da baixa seletividade (todos os íons metálicos são solubilizados), após a digestão ácida, é realizada uma etapa de extração dos metais com solventes orgânicos de acordo com a reação:



Onde:



$HR = C_{16}H_{34} - PO_2H$: identificado no gráfico por X

$HR = C_{12}H_{12} - PO_2H$: identificado no gráfico por Y

O gráfico mostra resultado da extração utilizando os solventes orgânicos X e Y em diferentes pH.

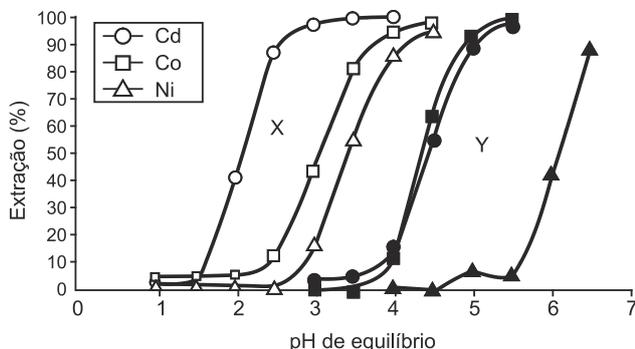


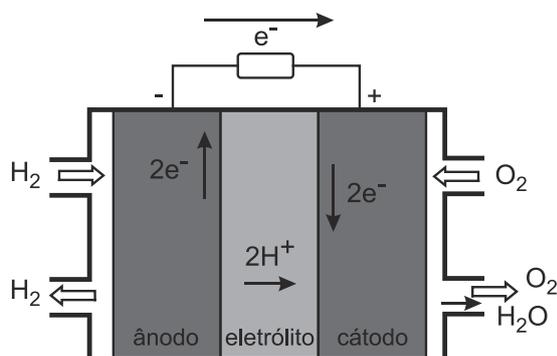
Figura 1: Extração de níquel, cádmio e cobalto em função do pH da solução utilizando solventes orgânicos X e Y.

Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 28 abr. 2010.

A reação descrita no texto mostra o processo de extração dos metais por meio da reação com moléculas orgânicas, X e Y. Considerando-se as estruturas de X e Y e o processo de separação descrito, pode-se afirmar que

- A as moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon H^+ pelo cátion do metal.
- B as moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon H^+ pelo cátion do metal.
- C as moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte apolar da molécula troca o íon PO_2^{2-} pelo cátion do metal.
- D as moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon PO_2^{2-} pelo cátion do metal.
- E as moléculas X e Y fazem ligações com os íons metálicos resultando em compostos com caráter apolar o que justifica a eficácia da extração.

74| ENEM 2010 O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. *Química Nova Na Escola*, N.º15, maio 2002.

Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

- A transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- B converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
- C transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
- D converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
- E converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

75| ENEM 2010 A eletrólise é muito empregada na indústria com o objetivo de reaproveitar parte dos metais sucateados. O cobre, por exemplo, é um dos metais com maior rendimento no processo de eletrólise, com uma recuperação de aproximadamente 99,9%. Por ser um metal de alto valor comercial e de múltiplas aplicações, sua recuperação torna-se viável economicamente.

Suponha que, em um processo de recuperação de cobre puro, tenha-se eletrolisado uma solução de sulfato de cobre (II) ($CuSO_4$) durante 3 h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente

Dados: Constante de Faraday $F = 96\,500\text{ C/mol}$; Massa molar em g/mol: $Cu = 63,5$.

- A 0,02g.
- B 0,04g.
- C 2,40g.
- D 35,5g.
- E 71,0g.

76| ENEM 2010 O rótulo de uma garrafa de água mineral natural contém as seguintes informações:

Características físico-químicas	Valor	Composição química	mg/L
pH a 25 °C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25 °C	151 ($\mu\text{S/cm}$)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180 °C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20

As informações químicas presentes no rótulo de vários produtos permitem classificar de acordo com seu gosto, seu cheiro, sua aparência, sua função, entre outras. As informações da tabela permitem concluir que essa água é

- A gasosa.
- B insípida.
- C levemente azeda.
- D um pouco alcalina.
- E radioativa na fonte.

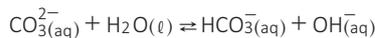
77| ENEM 2010 Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta região, altamente adaptadas a uma alta concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificulta a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para este ambiente; no entanto, elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de “estrada ecológica”. Possivelmente, a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste empreendimento, de um tipo de asfalto (cimentoso) que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia MG-010.

Scientific American Brasil. Ano 7, n.º 79, 2008 (adaptado).

Essa afirmação baseia-se no uso de cimento-solo, mistura rica em cálcio que

- A** inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- B** inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- C** aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- D** aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- E** neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

78| ENEM 2010 O pH do solo pode variar em uma faixa significativa devido a várias causas. Por exemplo, o solo de áreas com chuvas escassas, mas com concentrações elevadas do sal solúvel carbonato de sódio (Na_2CO_3), torna-se básico devido à reação de hidrólise do íon carbonato, segundo o equilíbrio:



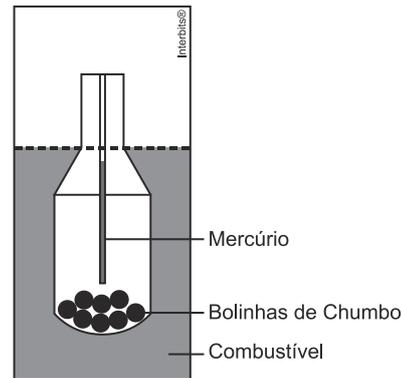
Esses tipos de solo são alcalinos demais para fins agrícolas e devem ser remediados pela utilização de aditivos químicos.

BAIRD, C. Química ambiental. São Paulo: Artmed, 1995 (adaptado).

Suponha que, para remediar uma amostra desse tipo de solo, um técnico tenha utilizado como aditivo a cal virgem (CaO). Nesse caso, a remediação

- A** foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da elevação de pH do meio.
- B** foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da redução de pH do meio.
- C** não foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da redução de pH do meio.
- D** não foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da elevação de pH do meio.
- E** não foi realizada, pois o caráter neutro da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da manutenção de pH do meio.

79| ENEM 2010 Com a frequente adulteração de combustíveis, além de fiscalização, há necessidade de prover meios para que o consumidor verifique a qualidade do combustível. Para isso, nas bombas de combustível existe um densímetro, semelhante ao ilustrado na figura. Um tubo de vidro fechado fica imerso no combustível, devido ao peso das bolinhas de chumbo colocadas no seu interior. Uma coluna vertical central marca a altura de referência, que deve ficar abaixo ou no nível do combustível para indicar que sua densidade está adequada. Como o volume do líquido varia com a temperatura mais que o do vidro, a coluna vertical é preenchida com mercúrio para compensar variações de temperatura.



De acordo com o texto, a coluna vertical de mercúrio, quando aquecida,

- A** indica a variação da densidade do combustível com a temperatura.
- B** mostra a diferença de altura da coluna a ser corrigida.
- C** mede a temperatura ambiente no momento do abastecimento.
- D** regula a temperatura do densímetro de acordo com a do ambiente.
- E** corrige a altura de referência de acordo com a densidade do líquido.

80| ENEM 2010 Devido ao seu alto teor de sais, a água do mar é imprópria para o consumo humano e para a maioria dos usos da água doce. No entanto, para a indústria, a água do mar é de grande interesse, uma vez que os sais presentes podem servir de matérias-primas importantes para diversos processos. Nesse contexto, devido a sua simplicidade e ao seu baixo potencial de impacto ambiental, o método da precipitação fracionada tem sido utilizado para a obtenção dos sais presentes na água do mar.

Tabela 1: Solubilidade em água de alguns compostos presentes na água do mar a 25 °C

SOLUTO:	FÓRMULA	SOLUBILIDADE g/kg de H ₂ O
Brometo de sódio	NaBr	1,20 x 10 ³
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	1,30 x 10 ⁻²
Cloreto de sódio	NaCl	3,60 x 10 ²
Cloreto de magnésio	MgCl ₂	5,41 x 10 ²
Sulfato de magnésio	MgSO ₄	3,60 x 10 ²
Sulfato de cálcio	CaSO ₄	6,80 x 10 ⁻¹

PILOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; GEPEC. Grupo de pesquisa em Educação Química. Química e Sobrevivência: Hidrosfera Fonte de Materiais. São Paulo: EDUSP, 2005 (adaptado).

Suponha que uma indústria objetiva separar determinados sais de uma amostra de água do mar a 25 °C, por meio da precipitação fracionada. Se essa amostra contiver somente os sais destacados na tabela, a seguinte ordem de precipitação será verificada:

- A** Carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de sódio e sulfato de magnésio, cloreto de magnésio e, por último, brometo de sódio.
- B** Brometo de sódio, cloreto de magnésio, cloreto de sódio e sulfato de magnésio, sulfato de cálcio e, por último, carbonato de cálcio.
- C** Cloreto de magnésio, sulfato de magnésio e cloreto de sódio, sulfato de cálcio, carbonato de cálcio e, por último, brometo de sódio.
- D** Brometo de sódio, carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de sódio e sulfato de magnésio e, por último, cloreto de magnésio.
- E** Cloreto de sódio, sulfato de magnésio, carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, cloreto de magnésio e, por último, brometo de sódio.

81| ENEM 2009 Os exageros do final de semana podem levar o indivíduo a um quadro de azia. A azia pode ser descrita como uma sensação de queimação no esôfago, provocada pelo desbalanceamento do pH estomacal (excesso de ácido clorídrico). Um dos antiácidos comumente empregados no combate à azia é o leite de magnésia.

O leite de magnésia possui 64,8 g de hidróxido de magnésio (Mg(OH)₂) por litro da solução. Qual a quantidade de ácido neutralizado ao se ingerir 9 mL de leite de magnésia?

Dados: Massas molares (em g mol⁻¹): Mg = 24,3; Cl = 35,4; O = 16; H = 1.

- A 20 mol.
- B 0,58 mol.
- C 0,2 mol.
- D 0,02 mol.
- E 0,01 mol.

82| ENEM 2009 Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a 25 °C (ΔH₂₅⁰) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	ΔH ₂₅ ⁰ (kJ/mol)
metano	CH ₄	16	- 890
butano	C ₄ H ₁₀	58	- 2.878
octano	C ₈ H ₁₈	114	- 5.471

À medida que aumenta a consciência sobre os impactos ambientais relacionados ao uso da energia, cresce a importância de se criar políticas de incentivo ao uso de combustíveis mais eficientes. Nesse sentido, considerando-se que o metano, o butano e o octano sejam representativos do gás natural, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da gasolina, respectivamente, então, a partir dos dados fornecidos, é possível concluir que, do ponto de vista da quantidade de calor obtido por mol de CO₂ gerado, a ordem crescente desses três combustíveis é

- A gasolina, GLP e gás natural.
- B gás natural, gasolina e GLP.
- C gasolina, gás natural e GLP.
- D gás natural, GLP e gasolina.
- E GLP, gás natural e gasolina.

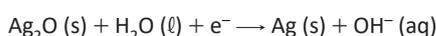
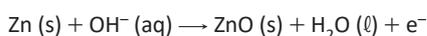
83| ENEM 2009 Vários combustíveis alternativos estão sendo procurados para reduzir a demanda por combustíveis fósseis, cuja queima prejudica o meio ambiente devido à produção de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol⁻¹). Três dos mais promissores combustíveis alternativos são o hidrogênio, o etanol e o metano. A queima de 1 mol de cada um desses combustíveis libera uma determinada quantidade de calor, que estão apresentadas na tabela a seguir.

Combustível	Massa molar (g mol ⁻¹)	Calor liberado na queima (kJ mol ⁻¹)
H ₂	2	270
CH ₄	16	900
C ₂ H ₅ OH	46	1350

Considere que foram queimadas massas, independentemente, desses três combustíveis, de forma tal que em cada queima foram liberados 5400 kJ. O combustível mais econômico, ou seja, o que teve a menor massa consumida, e o combustível mais poluente, que é aquele que produziu a maior massa de dióxido de carbono (massa molar igual a 44 g mol⁻¹), foram, respectivamente,

- A o etanol, que teve apenas 46 g de massa consumida, e o metano, que produziu 900 g de CO₂.
- B o hidrogênio, que teve apenas 40 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 352 g de CO₂.
- C o hidrogênio, que teve apenas 20 g de massa consumida, e o metano, que produziu 264 g de CO₂.
- D o etanol, que teve apenas 96 g de massa consumida, e o metano, que produziu 176 g de CO₂.
- E o hidrogênio, que teve apenas 2 g de massa consumida, e o etanol, que produziu 1350 g de CO₂.

84| ENEM 2009 Pilhas e baterias são dispositivos tão comuns em nossa sociedade que, sem percebermos, carregamos vários deles junto ao nosso corpo; elas estão presentes em aparelhos de MP3, relógios, rádios, celulares etc. As semirreações descritas a seguir ilustram o que ocorre em uma pilha de óxido de prata.



Pode-se afirmar que esta pilha

- A é uma pilha ácida.
- B apresenta o óxido de prata como o ânodo.
- C apresenta o zinco como o agente oxidante.
- D tem como reação da célula a seguinte reação:
Zn(s) + Ag₂O(s) → ZnO(s) + 2Ag(s).
- E apresenta fluxo de elétrons na pilha do eletrodo de Ag₂O para o Zn.

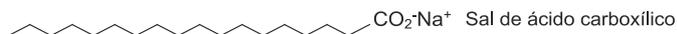
85| ENEM 2009 Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma solução de CuSO₄. À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons Cu²⁺ da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.



Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

- A Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.
- B Au, Pt e Ag.
- C Zn, Ni e Pb.
- D Au e Zn.
- E Ag e Pb.

86| ENEM 2009 Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- A** mais eficiente em pH básico.
- B** mais eficiente em pH ácido.
- C** mais eficiente em pH neutro.
- D** eficiente em qualquer faixa de pH.
- E** mais eficiente em pH ácido ou neutro.

87| ENEM 2009 Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura a seguir.



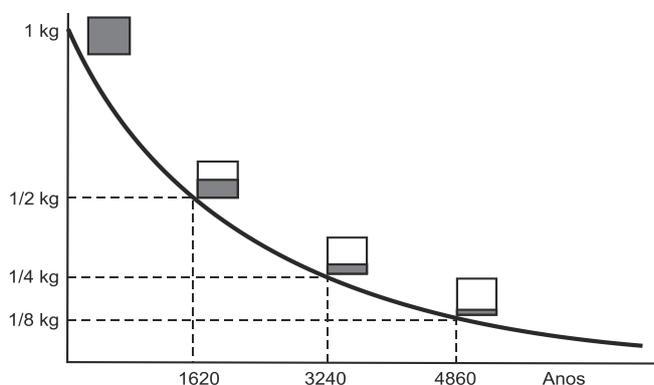
Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem incluí-se a

- A** absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- B** maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.

- C** maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- D** maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- E** maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

88| ENEM 2009 O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos.

Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo característico, chamado meia-vida, que é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio-226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinos terrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

- A** quanto maior é a meia-vida de uma substância mais rápido ela se desintegra.
- B** apenas $\frac{1}{8}$ de uma amostra de rádio-226 terá decaído ao final de 4.860 anos.
- C** metade da quantidade original de rádio-226, ao final de 3.240 anos, ainda estará por decair.
- D** restará menos de 1% de rádio-226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.
- E** a amostra de rádio-226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1.620 anos devido à desintegração radioativa.

QUÍMICA GERAL

01| ENEM 2016 O ambiente marinho pode ser contaminado com rejeitos radioativos provenientes de testes com armas nucleares. Os materiais radioativos podem se acumular nos organismos. Por exemplo, o estrôncio – 90 é quimicamente semelhante ao cálcio e pode substituir esse elemento nos processos biológicos.

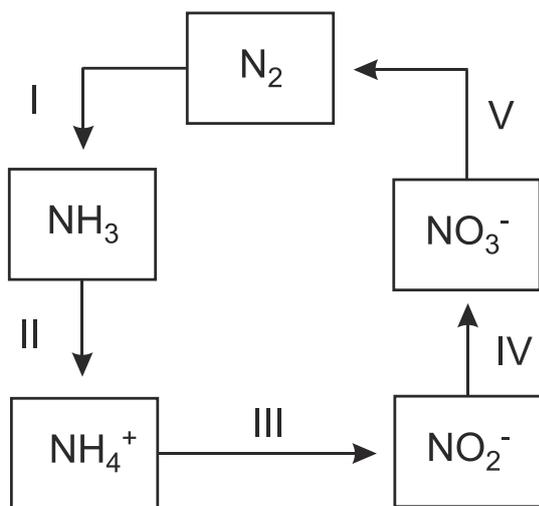
FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. *Química Nova na Escola*, n. 1, 1998 (adaptado).

Um pesquisador analisou as seguintes amostras coletadas em uma região marinha próxima a um local que manipula o estrôncio radioativo: coluna vertebral de tartarugas, concha de moluscos, endoesqueleto de ouriços-do-mar, sedimento de recife de corais e tentáculos de polvo.

Em qual das amostras analisadas a radioatividade foi menor?

- A Concha de moluscos.
- B Tentáculos de polvo.
- C Sedimento de recife de corais.
- D Coluna vertebral de tartarugas.
- E Endoesqueleto de ouriços-do-mar.

02| ENEM 2014 A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

03| ENEM 2012 Para preparar uma massa básica de pão, deve-se misturar apenas farinha, água, sal e fermento. Parte do trabalho deixa-se para o fungo presente no fermento: ele utiliza amido e açúcares da farinha em reações químicas que resultam na produção de alguns outros compostos importantes no processo de crescimento da massa. Antes de assar, é importante que a massa seja deixada num recipiente por algumas horas para que o processo de fermentação ocorra.

Esse período de espera é importante para que a massa cresça, pois é quando ocorre a

- A reprodução do fungo na massa.
- B formação de dióxido de carbono.
- C liberação de energia pelos fungos.
- D transformação da água líquida em vapor d'água.
- E evaporação do álcool formado na decomposição dos açúcares.

04| ENEM 2009 O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>. Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

A transformação mencionada no texto é a

- A fusão.
- B liquefação.
- C evaporação.
- D solidificação.
- E condensação.

05| ENEM 2015 A definição de queimadura é bem ampla, porém, basicamente, é a lesão causada pela ação direta ou indireta produzida pela transferência de calor para o corpo. A sua manifestação varia desde bolhas (flictenas) até formas mais graves, capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à gravidade da lesão e sua respectiva extensão. Muitas vezes, os primeiros socorros prestados à vítima, ao invés de ajudar, acabam agravando ainda mais a situação do paciente.

Disponível em: www.bombeiros-bm.rs.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Ao se deparar com um indivíduo que sofreu queimadura com formação de flictena, o procedimento de primeiros socorros que deve ser realizado antes de encaminhar o paciente ao hospital é

- A colocar gelo sobre a flictena para amenizar o ardor.
- B utilizar manteiga para evitar o rompimento da flictena.
- C passar creme dental para diminuir a ardência da flictena.
- D perfurar a flictena para que a água acumulada seja liberada.
- E cobrir a flictena com gazes molhadas para evitar a desidratação.

06| ENEM 2016 Benjamin Franklin (1706-1790), por volta de 1757, percebeu que dois barcos que compunham a frota com a qual viajava para Londres permaneciam estáveis, enquanto os outros eram jogados pelo vento. Ao questionar o porquê daquele fenômeno, foi informado pelo capitão que provavelmente os cozinheiros haviam arremessado óleo pelos lados dos barcos. Inquirindo mais a respeito, soube que habitantes das ilhas do Pacífico jogavam óleo na água para impedir que o vento a agitasse e atralhasse a pesca.

Em 1774, Franklin resolveu testar o fenômeno jogando uma colher de chá (4 mL) de óleo de oliva em um lago onde pequenas ondas eram formadas. Mais curioso que o efeito de acalmar as ondas foi o fato de que o óleo havia se espalhado completamente pelo lago, numa área de aproximadamente 2.000 m², formando um filme fino.

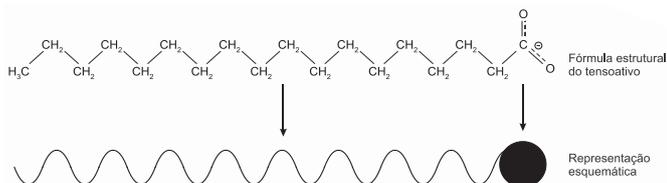
Embora não tenha sido a intenção original de Franklin, esse experimento permite uma estimativa da ordem de grandeza do tamanho das moléculas. Para isso, basta supor que o óleo se espalha até formar uma camada com uma única molécula de espessura.

RAMOS, C. H. I. História. *CBME Informação*, n. 9, jan. 2006 (adaptado).

Nas condições do experimento realizado por Franklin, as moléculas do óleo apresentam um tamanho da ordem de

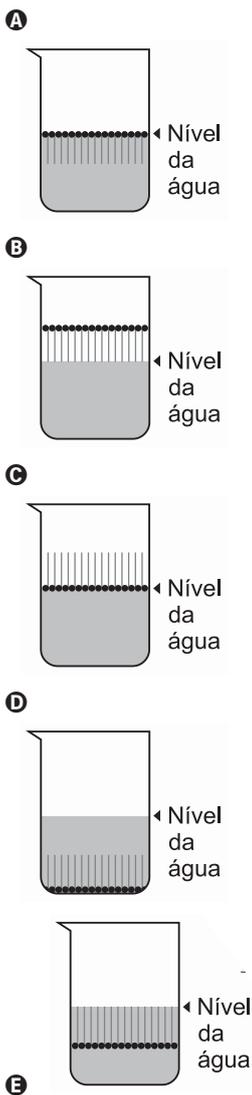
- A 10⁻³ m.
- B 10⁻⁵ m.
- C 10⁻⁷ m.
- D 10⁻⁹ m.
- E 10⁻¹¹ m.

07| ENEM 2016 Os tensoativos são compostos capazes de interagir com substâncias polares e apolares. A parte iônica dos tensoativos interage com substâncias polares, e a parte lipofílica interage com as apolares. A estrutura orgânica de um tensoativo pode ser representada por:



Ao adicionar um tensoativo sobre a água, suas moléculas formam um arranjo ordenado.

Esse arranjo é representado esquematicamente por:



08| ENEM 2016 Para lavar e refrescar o ambiente, que estava a 40°, uma pessoa resolveu jogar água sobre um piso de granito. Ela observou que o líquido se concentrou em algumas regiões, molhando parcialmente a superfície. Ao adicionar detergente sobre essa água, a pessoa verificou que o líquido se espalhou e deixou o piso totalmente molhado.

A molhabilidade da superfície foi melhorada em função da

- A** solubilidade do detergente em água ser alta.
- B** tensão superficial da água ter sido reduzida.
- C** pressão de vapor da água ter sido diminuída.
- D** densidade da solução ser maior que a da água.
- E** viscosidade da solução ser menor que a da água.

09| ENEM 2016 Em sua formulação, o spray de pimenta contém porcentagens variadas de oleoresina de *Capsicum*, cujo princípio ativo é a capsaicina, e um solvente (um álcool como etanol ou isopropanol). Em contato com os olhos, pele ou vias respiratórias, a capsaicina causa um efeito inflamatório que gera uma sensação de dor e ardor, levando à cegueira temporária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídios das terminações nervosas.

Como funciona o gás de pimenta. Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Quando uma pessoa é atingida com o spray de pimenta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a

- A** reação entre etanol e água libera calor, intensificando o ardor.
- B** solubilidade do princípio ativo em água é muito baixa, dificultando a sua remoção.
- C** permeabilidade da água na pele é muito alta, não permitindo a remoção do princípio ativo.
- D** solubilização do óleo em água causa um maior espalhamento além das áreas atingidas.
- E** ardência faz evaporar rapidamente a água, não permitindo que haja contato entre o óleo e o solvente.

10| ENEM 2016 Adicionar quantidades de álcool à gasolina, diferentes daquelas determinadas pela legislação, é uma das formas de adulterá-la. Um teste simples para aferir a quantidade de álcool presente na mistura consiste em adicionar uma solução salina aquosa à amostra de gasolina sob análise.

Essa metodologia de análise pode ser usada porque o(a)

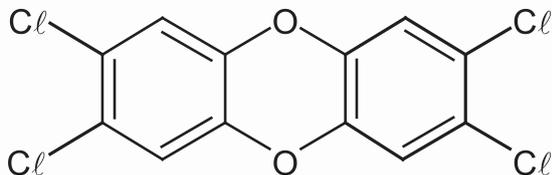
- A** água da solução salina interage com a gasolina da mistura, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- B** álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina pura.
- C** gasolina da mistura sob análise interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- D** água da solução salina interage com o álcool da mistura, formando duas fases, uma delas de gasolina com o sal.
- E** álcool contido na gasolina interage com o sal da solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina mais água.

11| ENEM 2016 O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida).

No caso apresentado, entre o adsorvente e a substância adsorvida ocorre a formação de:

- A** Ligações dissulfeto.
- B** Ligações covalentes.
- C** Ligações de hidrogênio.
- D** Interações dipolo induzido-dipolo induzido.
- E** Interações dipolo permanente-dipolo permanente.

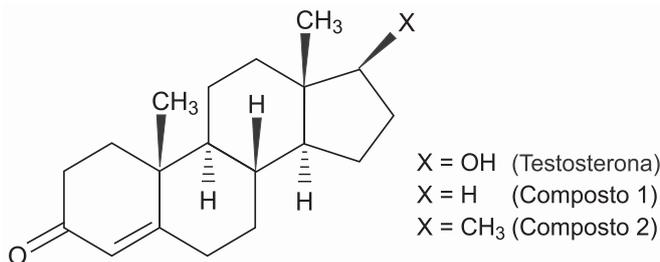
12| ENEM 2016 A crescente produção industrial lança ao ar diversas substâncias tóxicas que podem ser removidas pela passagem do ar contaminado em tanques para filtração por materiais porosos, ou para dissolução em água ou solventes orgânicos de baixa polaridade, ou para neutralização em soluções ácidas ou básicas. Um dos poluentes mais tóxicos liberados na atmosfera pela atividade industrial é a 2, 3, 7, 8-tetraclorodioxina.



Esse poluente pode ser removido do ar pela passagem através de tanques contendo

- A** hexano.
- B** metanol.
- C** água destilada.
- D** ácido clorídrico aquoso.
- E** hidróxido de amônio aquoso.

13| ENEM 2016 A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.



NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2009 (adaptado).

Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

- A** menor e menor que a lipofilia da testosterona.
- B** menor e maior que a lipofilia da testosterona.
- C** maior e menor que a lipofilia da testosterona.
- D** maior e maior que a lipofilia da testosterona.
- E** menor e igual à lipofilia da testosterona.

14| ENEM 2016 O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustíveis	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C:

- A** Butano, etanol e metano.
- B** Etanol, metanol e octano.
- C** Metano, metanol e octano.
- D** Metanol e metano.
- E** Octano e butano.

15| ENEM 2016 Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água, quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa a forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.

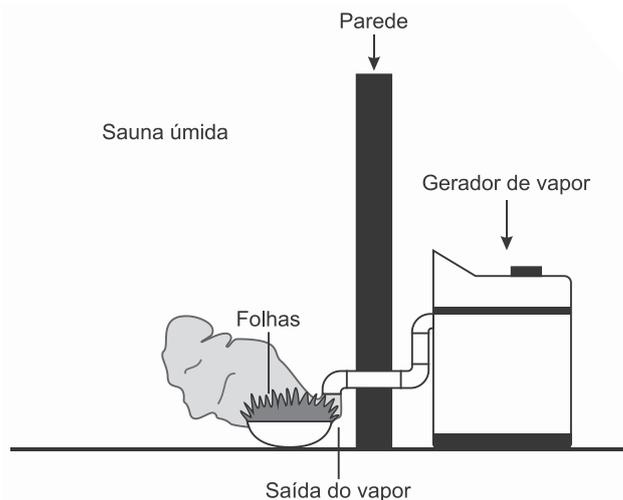
PLATÃO. *Timeu-Critias*. Coimbra: CECH, 2011.

Do ponto de vista da ciência moderna, os “quatro elementos” descritos por Platão correspondem, na verdade, às fases sólida, líquida, gasosa e plasma da matéria. As transições entre elas são hoje entendidas como consequências macroscópicas de transformações sofridas pela matéria em escala microscópica.

Excetuando-se a fase de plasma, essas transformações sofridas pela matéria, em nível microscópico, estão associadas a uma

- A** troca de átomos entre as diferentes moléculas do material.
- B** transmutação nuclear dos elementos químicos do material.
- C** redistribuição de prótons entre os diferentes átomos do material.
- D** mudança na estrutura espacial formada pelos diferentes constituintes do material.
- E** alteração nas proporções dos diferentes isótopos de cada elemento presente no material.

16| ENEM 2016 Uma pessoa é responsável pela manutenção de uma sauna úmida. Todos os dias cumpre o mesmo ritual: colhe folhas de capim-cidreira e algumas folhas de eucalipto. Em seguida, coloca as folhas na saída do vapor da sauna, aromatizando-a, conforme representado na figura.



Qual processo de separação é responsável pela aromatização promovida?

- A** Filtração simples.
- B** Destilação simples.
- C** Extração por arraste.
- D** Sublimação fracionada.
- E** Decantação sólido-líquido.

17| ENEM 2016 Em Bangladesh, mais da metade dos poços artesianos cuja água serve à população local está contaminada com arsênio proveniente de minerais naturais e de pesticidas. O arsênio apresenta efeitos tóxicos cumulativos. A ONU desenvolveu um kit para tratamento dessa água a fim de torná-la segura para o consumo humano. O princípio desse kit é a remoção do arsênio por meio de uma reação de precipitação com sais de ferro (III) que origina um sólido volumoso de textura gelatinosa.

Disponível em: <http://tc.iaea.org>. Acesso em: 11 dez. 2012 (adaptado).

Com o uso desse kit, a população local pode remover o elemento tóxico por meio de

- A fervura.
- B filtração.
- C destilação.
- D calcinação.
- E evaporação.

18| ENEM 2016 Algumas práticas agrícolas fazem uso de queimadas, apesar de produzirem grandes efeitos negativos. Por exemplo, quando ocorre a queima da palha de cana-de-açúcar, utilizada na produção de etanol, há emissão de poluentes como CO_2 , SO_x , NO_x e materiais particulados (MP) para a atmosfera. Assim, a produção de biocombustíveis pode, muitas vezes, ser acompanhada da emissão de vários poluentes.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível: o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, n. 28, maio 2008 (adaptado).

Considerando a obtenção e o consumo desse biocombustível, há transformação química quando

- A o etanol é armazenado em tanques de aço inoxidável.
- B a palha de cana-de-açúcar é exposta ao sol para secagem.
- C a palha da cana e o etanol são usados como fonte de energia.
- D os poluentes SO_x , NO_x e MP são mantidos intactos e dispersos na atmosfera.
- E os materiais particulados (MP) são espalhados no ar e sofrem deposição seca.

19| ENEM 2016 Os métodos empregados nas análises químicas são ferramentas importantes para se conhecer a composição dos diversos materiais presentes no meio ambiente. É comum, na análise de metais presentes em amostras ambientais, como água de rio ou de mar, a adição de um ácido mineral forte, normalmente o ácido nítrico (HNO_3), com a finalidade de impedir a precipitação de compostos pouco solúveis desses metais ao longo do tempo.

Na ocorrência de precipitação, o resultado da análise pode ser subestimado, porque

- A ocorreu passagem de parte dos metais para uma fase sólida.
- B houve volatilização de compostos dos metais para a atmosfera.
- C os metais passaram a apresentar comportamento de não metais.
- D formou-se uma nova fase líquida, imiscível com a solução original.
- E os metais reagiram com as paredes do recipiente que contém a amostra.

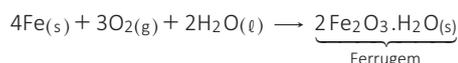
20| ENEM 2016 Nos anos 1990, verificou-se que o rio Potomac, situado no estado norte-americano de Maryland, tinha, em parte de seu curso, águas extremamente ácidas por receber um efluente de uma mina de carvão desativada, o qual continha ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essa água, embora límpida, era desprovida de vida. Alguns quilômetros adiante, instalou-se uma fábrica de papel e celulose que emprega hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) em seus processos. Em pouco tempo, observou-se que, a partir do ponto em que a fábrica lança seus rejeitos no rio, a vida aquática voltou a florescer.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012 (adaptado).

A explicação para o retorno da vida aquática nesse rio é a

- A diluição das águas do rio pelo novo efluente lançado nele.
- B precipitação do íon sulfato na presença do efluente da nova fábrica.
- C biodegradação do ácido sulfúrico em contato com o novo efluente descartado.
- D diminuição da acidez das águas do rio pelo efluente da fábrica de papel e celulose.
- E volatilização do ácido sulfúrico após contato com o novo efluente introduzido no rio.

21| ENEM 2016 Utensílios de uso cotidiano e ferramentas que contêm ferro em sua liga metálica tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão é um processo eletroquímico e, no caso do ferro, ocorre a precipitação do óxido de ferro (III) hidratado, substância marrom pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:



Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é

- A renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.
- B evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.
- C impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
- D esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.
- E guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

22| ENEM 2016 As emissões de dióxido de carbono (CO_2) por veículos são dependentes da constituição de cada tipo de combustível. Sabe-se que é possível determinar a quantidade emitida de CO_2 , a partir das massas molares do carbono e do oxigênio, iguais a 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente. Em uma viagem de férias, um indivíduo percorreu 600 km em um veículo que consome um litro de gasolina a cada 15 km de percurso.

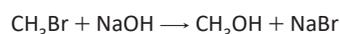
Considerando que o conteúdo de carbono em um litro dessa gasolina é igual a 0,6 kg, a massa de CO_2 emitida pelo veículo no ambiente, durante a viagem de férias descrita, é igual a

- A 24 kg.
- B 33 kg.
- C 40 kg.
- D 88 kg.
- E 147 kg.

23| ENEM 2016 A minimização do tempo e custo de uma reação química, bem como o aumento na sua taxa de conversão, caracteriza a eficiência de um processo químico. Como consequência, produtos podem chegar ao consumidor mais baratos. Um dos parâmetros que mede a eficiência de uma reação química é o seu rendimento molar (R, em %), definido como

$$R = \frac{n_{\text{produto}}}{n_{\text{reagente limitante}}} \times 100$$

em que n corresponde ao número de mols. O metanol pode ser obtido pela reação entre brometo de metila e hidróxido de sódio, conforme a equação química:



As massas molares (em g/mol) desses alimentos são: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23; Br = 80.

O rendimento molar da reação, em que 32 g de metanol foram obtidos a partir de 142,5 g de brometo de metila e 80 g de hidróxido de sódio, é mais próximo de

- A 22%.
- B 40%.
- C 50%.
- D 67%.
- E 75%.

24| ENEM 2016 Climatério é o nome de um estágio no processo de amadurecimento de determinados frutos, caracterizado pelo aumento do nível da respiração celular e do gás etileno (C₂H₄). Como consequência, há o escurecimento do fruto, o que representa a perda de muitas toneladas de alimentos a cada ano.

É possível prolongar a vida de um fruto climatérico pela eliminação do etileno produzido. Na indústria, utiliza-se o permanganato de potássio (KMnO₄) para oxidar o etileno a etilenoglicol (HOCH₂CH₂OH), sendo o processo representado de forma simplificada na equação:



O processo de amadurecimento começa quando a concentração de etileno no ar está em cerca de 1,0 mg de C₂H₄ por kg de ar.

As massas molares dos elementos H, C, O, K e Mn são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol, 16 g/mol, 39 g/mol e 55 g/mol.

A fim de diminuir essas perdas, sem desperdício de reagentes, a massa mínima de KMnO₄ por kg de ar é mais próxima de

- A 0,7 mg.
- B 1,0 mg.
- C 3,8 mg.
- D 5,6 mg.
- E 8,5 mg.

25| ENEM 2016 A bauxita é o minério utilizado na fabricação do alumínio, a qual apresenta Al₂O₃ (alumina) em sua composição. Após o trituração e lavagem para reduzir o teor de impurezas, o minério é misturado a uma solução aquosa de NaOH (etapa A). A parte sólida dessa mistura é rejeitada e a solução resultante recebe pequenos cristais de alumina, de onde sedimenta um sólido (etapa B). Esse sólido é aquecido até a obtenção de um pó branco, isento de água e constituído unicamente por alumina. Finalmente, esse pó é aquecido até sua fusão e submetido a uma eletrólise, cujos produtos são o metal puro fundido (Al) e o gás carbônico (CO₂).

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; DA MOTTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, n. 2, 2007.

Nesse processo, as funções das etapas A e B são, respectivamente,

- A oxidar a alumina e outras substâncias e reduzir seletivamente a alumina.
- B solubilizar a alumina e outras substâncias e induzir a precipitação da alumina.
- C solidificar as impurezas alcalinas e deslocar o equilíbrio no sentido da alumina.
- D neutralizar o solo ácido do minério e catalisar a reação de produção da alumina.
- E romper as ligações químicas da alumina e diminuir o calor de formação do alumínio.

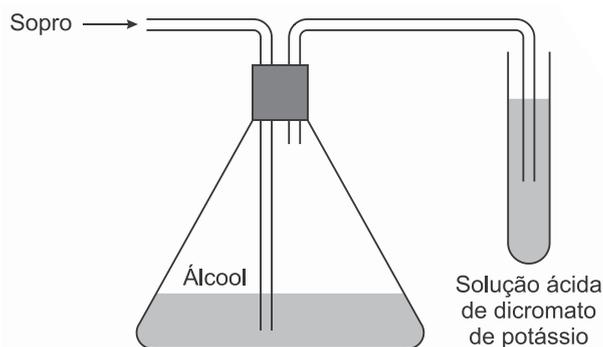
26| ENEM 2016 Em meados de 2003, mais de 20 pessoas morreram no Brasil após terem ingerido uma suspensão de sulfato de bário utilizada como contraste em exames radiológicos. O sulfato de bário é um sólido pouquíssimo solúvel em água, que não se dissolve mesmo na presença de ácidos. As mortes ocorreram porque um laboratório farmacêutico forneceu o produto contaminado com carbonato de bário, que é solúvel em meio ácido. Um simples teste para verificar a existência de íons bário solúveis poderia ter evitado a tragédia. Esse teste consiste em tratar a amostra com solução aquosa de HCl e, após filtrar para separar os compostos insolúveis de bário, adiciona-se solução aquosa de H₂SO₄ sobre o filtrado e observa-se por 30 min.

TUBINO, M.; SIMONI, J. A. Refletindo sobre o caso Celobar®. *Química Nova*, n. 2, 2007 (adaptado).

A presença de íons bário solúveis na amostra é indicada pela

- A liberação de calor.
- B alteração da cor para rosa.
- C precipitação de um sólido branco.
- D formação de gás hidrogênio.
- E volatilização de gás cloro.

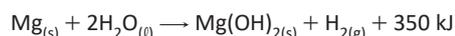
27| ENEM 2016 Um bafômetro simples consiste em um tubo contendo uma mistura sólida de dicromato de potássio em sílica umedecida com ácido sulfúrico. Nesse teste, a detecção da embriaguez por consumo de álcool se dá visualmente, pois a reação que ocorre é a oxidação do álcool a aldeído e a redução do dicromato (alaranjado) a cromo (III) (verde) ou cromo (II) (azul).



A equação balanceada da reação química que representa esse teste é:

- A $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{CH}_3 - \text{COOH}(\text{g})$
- B $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{CH}_3 - \text{CHO}(\text{g})$
- C $\text{CrO}_7^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{CH}_3 - \text{CHO}(\text{g})$
- D $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3 - \text{CHO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{CH}_3 - \text{COOH}(\text{g})$
- E $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{CH}_3 - \text{CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{CH}_3 - \text{COOH}(\text{g})$

28| ENEM 2016 Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:



O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

- A redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
- B oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
- C redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
- D oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
- E redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

29| ENEM 2015 Além de ser uma prática ilegal, a adulteração de combustíveis é prejudicial ao meio ambiente, ao governo e, especialmente, ao consumidor final. Em geral, essa adulteração é feita utilizando compostos com propriedades físicas semelhantes às do combustível, mas de menor valor agregado.

Considerando um combustível com 20% de adulterante, a mistura em que a adulteração seria identificada visualmente é

- A** etanol e água.
- B** etanol e acetona.
- C** gasolina e água.
- D** gasolina e benzeno.
- E** gasolina e querosene.

30| ENEM 2015 Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- A** baixa polaridade.
- B** baixa massa molecular.
- C** ocorrência de halogênios.
- D** tamanho pequeno das moléculas.
- E** presença de hidroxilas nas cadeias.

31| ENEM 2015 Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção de petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha de caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregados com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas.

KIFFER, D. *Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha de caju*. Disponível em: www.faperj.br/Acessoem: 31 jul. 2012 (adaptado).

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

- A** flotação e decantação.
- B** decomposição e centrifugação.
- C** floculação e separação magnética.
- D** destilação fracionada e peneiração.
- E** dissolução fracionada e magnetização.

32| ENEM 2015 A soda cáustica pode ser usada no desentupimento de encanamentos domésticos e tem, em sua composição, o hidróxido de sódio como principal componente, além de algumas impurezas. A soda normalmente é comercializada na forma sólida, mas que apresenta aspecto “derretido” quando exposta ao ar por certo período.

O fenômeno de “derretimento” decorre da

- A** absorção da umidade presente no ar atmosférico.
- B** fusão do hidróxido pela troca de calor com o ambiente.
- C** reação das impurezas do produto com o oxigênio do ar.
- D** adsorção de gases atmosféricos na superfície do sólido.
- E** reação do hidróxido de sódio com o gás nitrogênio presente no ar.

33| ENEM 2015 Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste de uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. S. A leitura e a química das substâncias. *Cadernos PDE*. Ivaiporã Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina, 2010 (adaptado).

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

- A** alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
- B** romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
- C** prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- D** romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
- E** desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

34| ENEM 2015 O cobre presente nos fios elétricos e instrumentos musicais é obtido a partir da ustulação do minério calcosita (Cu_2S). Durante esse processo, ocorre o aquecimento desse sulfeto na presença de oxigênio, de forma que o cobre fique “livre” e o enxofre se combine com o O_2 produzindo SO_2 , conforme a equação química:



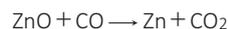
As massas molares dos elementos Cu e S são, respectivamente, iguais a 63,5 g/mol e 32 g/mol.

CANTO, E. L. *Minerais, minérios, metais: de onde vêm?, para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1996.

Considerando que se queira obter 16 mols do metal em uma reação cujo rendimento é de 80%, a massa, em gramas, do minério necessária para obtenção do cobre é igual a

- A** 955.
- B** 1.018.
- C** 1.590.
- D** 2.035.
- E** 3.180.

35| ENEM 2015 Para proteger estruturas de aço da corrosão, a indústria utiliza uma técnica chamada galvanização. Um metal bastante utilizado nesse processo é o zinco, que pode ser obtido a partir de um minério denominado esfalerita (ZnS), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:



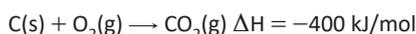
Considere as massas molares: ZnS (97 g/mol); O_2 (32 g/mol); ZnO (81 g/mol); SO_2 (64 g/mol); CO (28 g/mol); CO_2 (44 g/mol); e Zn (65 g/mol).

Que valor mais próximo de massa de zinco metálico, em quilogramas, será produzido a partir de 100 kg de esfalerita?

- A** 25
- B** 33
- C** 40
- D** 50
- E** 54

36| ENEM 2015 O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia ($2,35 \times 10^{10}$ kJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente, 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44 g/mol).

A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO_2 , em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- A 2,10
- B 7,70
- C 9,00
- D 33,0
- E 300

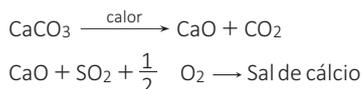
37| ENEM 2015 Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

MATEUS, A. L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: UFMG, 2001 (adaptado)

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

- A formação de óxidos de caráter ácido.
- B evaporação do indicador fenolftaleína.
- C vaporizando de parte da água do frasco.
- D vaporização dos gases de caráter alcalino.
- E aumento do pH da solução no interior do frasco.

38| ENEM 2015 Os calcários são materiais compostos por carbonato de cálcio, que podem atuar como sorventes do dióxido de enxofre (SO_2) um importante poluente atmosférico. As reações envolvidas no processo são a ativação do calcário, por meio de calcinação, e a fixação do SO_2 , com a formação de um sal de cálcio, como ilustrado pelas equações químicas simplificadas.



Considerando-se as reações envolvidas nesse processo de dessulfurização, a fórmula química do sal de cálcio corresponde a

- A CaSO_3 .
- B CaSO_4 .
- C CaS_2O_8 .
- D CaSO_2 .
- E CaS_2O_7 .

39| ENEM 2014 Partículas beta, ao atravessarem a matéria viva, colidem com uma pequena porcentagem de moléculas e deixam atrás de si um rastro aleatoriamente pontilhado de radicais livres e íons quimicamente ativos. Essas espécies podem romper ainda outras ligações moleculares, causando danos celulares.

HEWITT, P. G. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

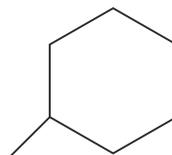
A capacidade de gerar os efeitos descritos dá-se porque tal partícula é um

- A elétron e, por possuir massa relativa desprezível, tem elevada energia cinética translacional.
- B nêutron e, por não possuir carga elétrica, tem alta capacidade de produzir reações nucleares.
- C núcleo do átomo de hélio (He) e, por possuir massa elevada, tem grande poder de penetração.
- D fóton e, por não possuir massa, tem grande facilidade de induzir a formação de radicais livres.
- E núcleo do átomo de hidrogênio (H) e, por possuir carga positiva, tem alta reatividade química.

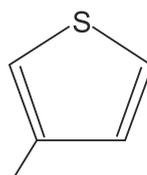
40| ENEM 2014 A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituintes planares são inativas.

O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é

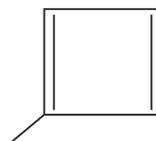
A



B



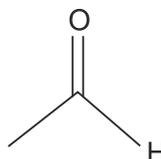
C



D



E

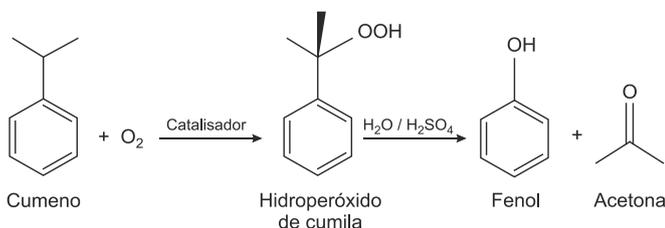


41| ENEM 2014 Um método para determinação do teor de etanol na gasolina consiste em misturar volumes conhecidos de água e de gasolina em um frasco específico. Após agitar o frasco e aguardar um período de tempo, medem-se os volumes das duas fases imiscíveis que são obtidas: uma orgânica e outra aquosa. O etanol, antes miscível com a gasolina, encontra-se agora miscível com a água.

Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer

- A** a densidade dos líquidos.
- B** o tamanho das moléculas.
- C** o ponto de ebulição dos líquidos.
- D** os átomos presentes nas moléculas.
- E** o tipo de interação entre as moléculas.

42| ENEM 2014 O principal processo industrial utilizado na produção de fenol é a oxidação do cumeno (isopropilbenzeno). A equação mostra que esse processo envolve a formação do hidroperóxido de cumila, que em seguida é decomposto em fenol e acetona, ambos usados na indústria química como precursores de moléculas mais complexas. Após o processo de síntese, esses dois insumos devem ser separados para comercialização individual.



Considerando as características físico-químicas dos dois insumos formados, o método utilizado para a separação da mistura, em escala industrial, é a

- A** filtração.
- B** ventilação.
- C** decantação.
- D** evaporação.
- E** destilação fracionada.

43| ENEM 2014 Água dura é aquela que contém concentrações relativamente altas de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} dissolvidos. Apesar de esses íons não representarem risco para a saúde, eles podem tornar a água imprópria para alguns tipos de consumo doméstico ou industrial. Objetivando reduzir a concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} de uma amostra de água dura ao mínimo possível, um técnico em química testou os seguintes procedimentos no laboratório:

- I. Decantação da amostra de água.
- II. Filtração da amostra de água.
- III. Aquecimento da amostra de água.
- IV. Adição do solvente orgânico CCl_4 à amostra de água.
- V. Adição de CaO e Na_2CO_3 à amostra de água.

BROWN, T. L. et al. Química, a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005 (adaptado).

O método considerado viável para tratar a água dura e aumentar seu potencial de utilização é o(a)

- A** decantação, pois permite que esses íons se depositem no fundo do recipiente.
- B** filtração, pois assim os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} são retidos no filtro e separados da água.
- C** aquecimento da amostra de água, para que esses íons sejam evaporados e separados.

- D** adição do solvente orgânico CCl_4 à amostra, para solubilizar esses íons e separá-los da água.
- E** reação química com CaO e Na_2CO_3 , para precipitar esses íons na forma de compostos insolúveis.

44| ENEM 2014 Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso ($HCOl$), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio ($CHCl_3$) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- A** filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- B** fluoretacão, pela adição de fluoreto de sódio.
- C** coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- D** correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- E** floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

45| ENEM 2014 Os bafômetros (etilômetros) indicam a quantidade de álcool, C_2H_6O (etanol), presente no organismo de uma pessoa através do ar expirado por ela. Esses dispositivos utilizam células a combustível que funcionam de acordo com as reações químicas representadas:

- I. $C_2H_6O(g) \rightarrow C_2H_4O(g) + 2H^+(aq) + 2e^-$
- II. $\frac{1}{2}O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2O(l)$

BRAATHEN, P. C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, n. 5, maio 1997 (adaptado).

Na reação global de funcionamento do bafômetro, os reagentes e os produtos desse tipo de célula são

- A** o álcool expirado como reagente; água, elétrons e H^+ como produtos.
- B** o oxigênio do ar e H^+ como reagentes; água e elétrons como produtos.
- C** apenas o oxigênio do ar como reagente; apenas os elétrons como produto.
- D** apenas o álcool expirado como reagente; água, C_2H_4O e H^+ como produtos.
- E** o oxigênio do ar e o álcool expirado como reagentes; água e C_2H_4O como produtos.

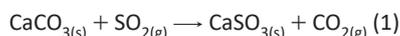
46| ENEM 2014 A água potável precisa ser límpida, ou seja, não deve conter partículas em suspensão, tais como terra ou restos de plantas, comuns nas águas de rios e lagoas. A remoção das partículas é feita em estações de tratamento, onde $Ca(OH)_2$ em excesso e $Al_2(SO_4)_3$ são adicionados em um tanque para formar sulfato de cálcio e hidróxido de alumínio. Esse último se forma como flocos gelatinosos insolúveis em água, que são capazes de agregar partículas em suspensão. Em uma estação de tratamento, cada 10 gramas de hidróxido de alumínio é capaz de carregar 2 gramas de partículas. Após decantação e filtração, a água límpida é tratada com cloro e distribuída para as residências. As massas molares dos elementos H, O, Al, S e Ca são, respectivamente, 1 g/mol, 16 g/mol, 27 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol.

Considerando que 1000 litros da água de um rio possuem 45 gramas de partículas em suspensão, a quantidade mínima de $Al_2(SO_4)_3$ que deve ser utilizada na estação de tratamento de água, capaz de tratar 3000 litros de água de uma só vez, para garantir que todas as partículas em suspensão sejam precipitadas, é mais próxima de

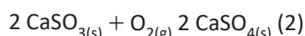
- A** 59 g.
- B** 493 g.

- Ⓒ 987 g.
- Ⓓ 1480 g.
- Ⓔ 2960 g.

47| ENEM 2014 Grandes fontes de emissão do gás dióxido de enxofre são as indústrias de extração de cobre e níquel, em decorrência da oxidação dos minérios sulfurados. Para evitar a liberação desses óxidos na atmosfera e a consequente formação da chuva ácida, o gás pode ser lavado, em um processo conhecido como dessulfurização, conforme mostrado na equação (1).



Por sua vez, o sulfito de cálcio formado pode ser oxidado, com o auxílio do ar atmosférico, para a obtenção do sulfato de cálcio, como mostrado na equação (2). Essa etapa é de grande interesse porque o produto da reação, popularmente conhecido como gesso, é utilizado para fins agrícolas.



As massas molares dos elementos carbono, oxigênio, enxofre e cálcio são iguais a 12 g/mol, 16 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

BAIRD, C. *Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido é mais próxima de

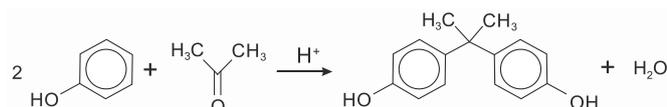
- Ⓐ 64.
- Ⓑ 108.
- Ⓒ 122.
- Ⓓ 136.
- Ⓔ 245.

48| ENEM 2014 O cobre, muito utilizado em fios da rede elétrica e com considerável valor de mercado, pode ser encontrado na natureza na forma de calcocita, $\text{Cu}_2\text{S}(s)$, de massa molar 159 g/pç. Por meio da reação $\text{Cu}_2\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{Cu}(s) + \text{SO}_2(g)$, é possível obtê-lo na forma metálica.

A quantidade de matéria de cobre metálico produzida a partir de uma tonelada de calcocita com 7,95% (m/m) de pureza é

- Ⓐ $1,0 \times 10^3$ mol.
- Ⓑ $5,0 \times 10^2$ mol.
- Ⓒ $1,0 \times 10^0$ mol.
- Ⓓ $5,0 \times 10^{-1}$ mol.
- Ⓔ $4,0 \times 10^{-3}$ mol.

49| ENEM 2014 O bisfenol-A é um composto que serve de matéria-prima para a fabricação de polímeros utilizados em embalagens plásticas de alimentos, em mamadeiras e no revestimento interno de latas. Esse composto está sendo banido em diversos países, incluindo o Brasil, principalmente por ser um mimetizador de estrógenos (hormônios) que, atuando como tal no organismo, pode causar infertilidade na vida adulta. O bisfenol-A (massa molar igual a 228 g/mol) é preparado pela condensação da propanona (massa molar igual a 58 g/mol) com fenol (massa molar igual a 94 g/mol), em meio ácido, conforme apresentado na equação química.



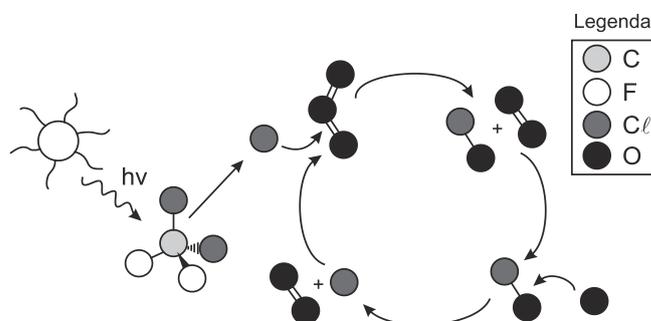
PASTORE, M. Anvisa proíbe mamadeiras com bisfenol-A no Brasil. *Folha de S. Paulo*, 15 set. 2011 (adaptado).

Considerando que, ao reagir 580 g de propanona com 3760g de fenol, obteve-se 1,14 kg de bisfenol-A, de acordo com a reação descrita, o rendimento real do processo foi de

- Ⓐ 0,025%.
- Ⓑ 0,05%.

- Ⓒ 12,5%
- Ⓓ 25%.
- Ⓔ 50%.

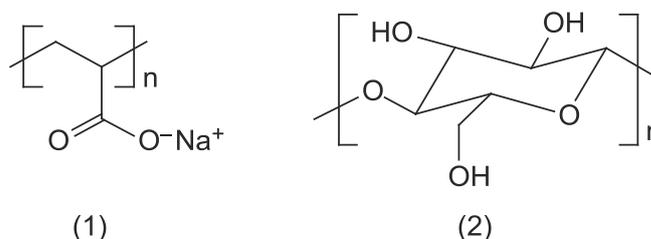
50| ENEM 2014 A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- Ⓐ clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- Ⓑ produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- Ⓒ oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- Ⓓ reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- Ⓔ reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

51| ENEM 2013 As fraldas descartáveis que contêm o polímero poli-acrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



CURI, D. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- Ⓐ interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poli-acrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- Ⓑ interações íon-íon mais fortes entre o poli-acrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- Ⓒ ligações de hidrogênio mais fortes entre o poli-acrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- Ⓓ ligações de hidrogênio mais fortes entre o poli-acrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- Ⓔ interações íon-dipolo mais fortes entre o poli-acrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

52| ENEM 2013 Entre as substâncias usadas para o tratamento de água está o sulfato de alumínio que, em meio alcalino, forma partículas em suspensão na água, às quais as impurezas presentes no meio aderem.

O método de separação comumente usado para retirar o sulfato de alumínio com as impurezas aderidas é a

- A flotação.
- B levigação.
- C ventilação.
- D peneiração.
- E centrifugação.

53| ENEM 2013 O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão pra evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Considerando-se o valor de $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- A $7,5 \times 10^{21}$
- B $1,5 \times 10^{22}$
- C $7,5 \times 10^{23}$
- D $1,5 \times 10^{25}$
- E $4,8 \times 10^{25}$

54| ENEM 2013 O mármore é um material empregado para revestimento de pisos e um de seus principais constituintes é o carbonato de cálcio. Na limpeza desses pisos com solução ácida, ocorre efervescência. Nessa efervescência o gás liberado é o

- A oxigênio.
- B hidrogênio.
- C cloro.
- D dióxido de carbono.
- E monóxido de carbono.

55| ENEM 2013 A formação frequente de grandes volumes de piritita (FeS_2) em uma variedade de depósitos minerais favorece a formação de soluções ácidas ferruginosas, conhecidas como "drenagem ácida de minas". Esse fenômeno tem sido bastante pesquisado pelos cientistas e representa uma grande preocupação entre os impactos da mineração no ambiente. Em contato com oxigênio, a 25°C , a piritita sofre reação, de acordo com a equação química:



FIGUEIREDO, B. R. *Minérios e ambiente*. Campinas: Unicamp, 2000.

Para corrigir os problemas ambientais causados por essa drenagem, a substância mais recomendada a ser adicionada ao meio é o

- A sulfeto de sódio.
- B cloreto de amônio.
- C dióxido de enxofre.
- D dióxido de carbono.
- E carbonato de cálcio.

56| ENEM 2013 Após o desmonte da bateria automotiva, é obtida uma pasta residual de 6 kg, em que 19%, em massa, é dióxido de chumbo(IV), 60%, sulfato de chumbo(II) e 21%, chumbo metálico. O processo pirometalúrgico é o mais comum na obtenção do chumbo metálico, porém, devido à alta concentração de sulfato de chumbo(II), ocorre grande produção de dióxido de enxofre (SO_2), causador de problemas ambientais. Para eliminar a produção de dióxido de enxofre, utiliza-se o processo hidrometalúrgico, constituído de três etapas, no qual o sulfato de chumbo(II) reage com carbonato de sódio a 1,0 mol/L a 45°C , obtendo-se um sal insolúvel (etapa 1), que, tratado com ácido nítrico, produz um sal de chumbo solúvel (etapa 2) e, por eletrólise, obtém-se o chumbo metálico com alto grau de pureza (etapa 3).

ARAÚJO, R. V. V. et al. *Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso*. Disponível em: www.iqsc.usp.br. Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).

Considerando a obtenção de chumbo metálico a partir de sulfato de chumbo(II) na pasta residual, pelo processo hidrometalúrgico, as etapas 1, 2 e 3 objetivam, respectivamente,

- A a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^{2+} em Pb^0 .
- B a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb^{4+} em Pb^0 .
- C a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^0 em Pb^{2+} .
- D a lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb^{2+} em Pb^0 .
- E a lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb^{4+} em Pb^0 .

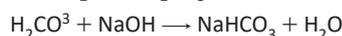
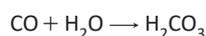
57| ENEM 2013 A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999 (adaptado).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- A 28.
- B 75.
- C 175.
- D 275.
- E 303.

58| ENEM 2013 À medida que se expira sobre uma solução de azul de bromotimol e hidróxido de sódio (NaOH), sua coloração azul característica vai se alterando. O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que adquire cor azul em pH básico, verde em pH neutro e amarela em pH ácido. O gás carbônico (CO_2) expirado reage com a água presente na solução (H_2O), produzindo ácido carbônico (H_2CO_3). Este pode reagir com o NaOH da solução inicial, produzindo bicarbonato de sódio (NaHCO_3):

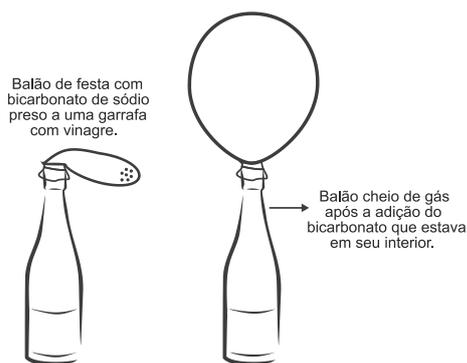


ARROIO, A. et al. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 29, 2006.

O que a pessoa irá observar à medida que expira no recipiente contendo essa solução?

- A A solução mudará de cor, de azul para verde, e, em seguida, de verde para amarelo. Com o acréscimo de ácido carbônico, o pH da solução irá reduzir até tornar-se neutro. Em seguida, um excesso de ácido carbônico tornará o pH da solução ácido.
- B A solução somente terá sua cor alterada de azul para amarelo, pois será formado um excesso de ácido carbônico no recipiente, o que reduzirá bruscamente o pH da solução.
- C A cor da solução não será alterada com o acréscimo de ácido carbônico. Isso porque o meio é inicialmente neutro e a presença de ácido carbônico não produzirá nenhuma mudança no pH da solução.
- D A solução mudará de azul para verde e, em seguida, de verde para azul. Isso ocorrerá em função da neutralização de um meio inicialmente básico acompanhado de um aumento de pH na solução, à medida que ácido carbônico é adicionado ao meio.
- E A cor da solução alterará de azul para amarelo e, em seguida, de amarelo para verde. Esse comportamento é justificado pelo fato de o ácido carbônico reduzir bruscamente o pH da solução e depois ser neutralizado pelo restante de NaOH presente no meio.

59| ENEM 2013



A transformação química em questão é representada pela equação:

- A $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- B $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- C $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- D $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{NaCO}_3^{2-} (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- E $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

60| ENEM 2013 Industrialmente é possível separar os componentes do ar, utilizando-se uma coluna de fracionamento. Com este processo, obtêm-se gases como: oxigênio (O_2), nitrogênio (N_2) e argônio (Ar). Nesse processo o ar é comprimido e se liquefaz; em seguida ele é expandido, volta ao estado gasoso e seus componentes se separam um a um.

A ordem de separação dos gases na coluna de fracionamento está baseada em qual propriedade da matéria?

- A Na densidade dos gases, ou seja, o menos denso separa-se primeiro.
- B Na pressão parcial dos gases, ou seja, o gás com menor pressão parcial separa-se primeiro.

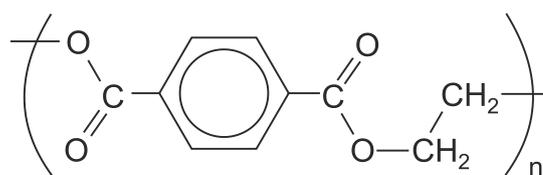
- C Na capacidade térmica dos gases, ou seja, o gás que mais absorve calor separa-se primeiro.
- D Na condutividade térmica dos gases, ou seja, o gás que mais rápido absorve calor separa-se primeiro.
- E Na temperatura de ebulição dos gases, ou seja, o gás com menor temperatura de ebulição separa-se primeiro.

61| ENEM 2012 Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

- A promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- B a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
- C a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
- D a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
- E o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

62| ENEM 2012 O polímero PET (tereftalato de polietileno), material presente em diversas embalagens descartáveis, pode levar centenas de anos para ser degradado e seu processo de reciclagem requer um grande aporte energético. Nesse contexto, uma técnica que visa baratear o processo foi implementada recentemente. Trata-se do aquecimento de uma mistura de plásticos em um reator, a 700 °C e 34 atm, que promove a quebra das ligações químicas entre átomos de hidrogênio e carbono na cadeia do polímero, produzindo gás hidrogênio e compostos de carbono que podem ser transformados em microesferas para serem usadas em tintas, lubrificantes, pneus, dentre outros produtos.



Tereftalato de Polietileno
PET

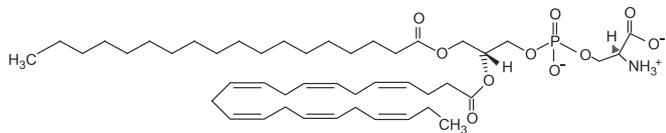
Disponível em: www1.folha.uol.br. Acesso em: 26 jul. 2010 (adaptado).

Considerando o processo de reciclagem do PET, para tratar 1 000 g desse polímero, com rendimento de 100%, o volume de gás hidrogênio liberado, nas condições apresentadas, encontra-se no intervalo entre

Dados: Constante dos gases $R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$; Massa molar do monômero do PET = 192 g/mol; Equação de estado dos gases ideais: $PV = nRT$

- A 0 e 20 litros.
- B 20 e 40 litros.
- C 40 e 60 litros.
- D 60 e 80 litros.
- E 80 e 100 litros.

63| ENEM 2012 A fosfatidilserina é um fosfolípido aniônico cuja interação com cálcio livre regula processos de transdução celular e vem sendo estudada no desenvolvimento de biossensores nanométricos. A figura representa a estrutura da fosfatidilserina:



Estrutura da fosfatidilserina

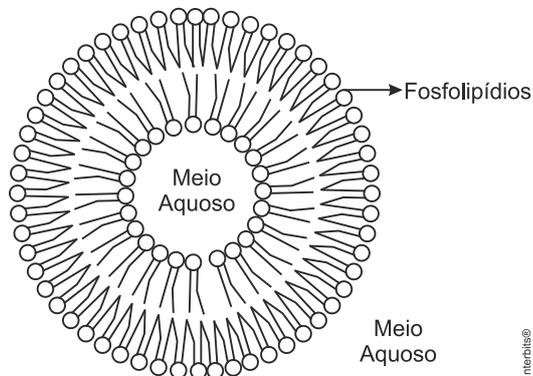
MEROLLI, A.; SANTIN, M. Role of phosphatidylserine in bone repair and its technological exploitation. *Molecules*, v. 14, 2009.

Com base nas informações do texto, a natureza da interação da fosfatidilserina com o cálcio livre é do tipo

Dado: número atômico do elemento cálcio: 20

- A** iônica somente com o grupo aniônico fosfato, já que o cálcio livre é um cátion monovalente.
- B** iônica com o cátion amônio, porque o cálcio livre é representado como um ânion monovalente.
- C** iônica com os grupos aniônicos fosfato e carboxila, porque o cálcio em sua forma livre é um cátion divalente.
- D** covalente com qualquer dos grupos não carregados da fosfatidilserina, uma vez que estes podem doar elétrons ao cálcio livre para formar a ligação.
- E** covalente com qualquer grupo catiônico da fosfatidilserina, visto que o cálcio na sua forma livre poderá compartilhar seus elétrons com tais grupos.

64| ENEM 2012 Quando colocamos em água, os fosfolípidos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.

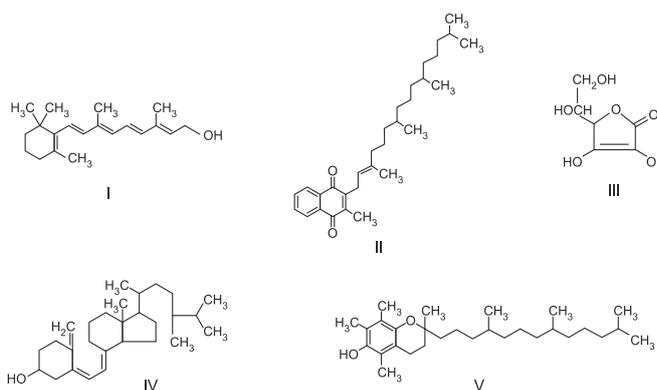


Disponível em: <http://course1.winona.edu>.
Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolípidos apresentarem uma natureza

- A** polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- B** apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- C** anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- D** insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- E** anfífila, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

65| ENEM 2012 O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

66| ENEM 2012 A grafita é uma variedade alotrópica do carbono. Trata-se de um sólido preto, macio e escorregadio, que apresenta brilho característico e boa condutibilidade elétrica.

Considerando essas propriedades, a grafita tem potência de aplicabilidade em:

- A** Lubrificantes, condutores de eletricidade e cátodos de baterias alcalinas.
- B** Ferramentas para riscar ou cortar materiais, lubrificantes e condutores de eletricidade.
- C** Ferramentas para amolar ou polir materiais, brocas odontológicas e condutores de eletricidade.
- D** Lubrificantes, brocas odontológicas, condutores de eletricidade, captadores de radicais livres e cátodo de baterias alcalinas.
- E** Ferramentas para riscar ou cortar materiais, nanoestruturas capazes de transportar drogas com efeito radioterápico.

67| ENEM 2012 Ácido muriático (ou ácido clorídrico comercial) é bastante utilizado na limpeza pesada de pisos para remoção de resíduos de cimento, por exemplo. Sua aplicação em resíduos contendo quantidades apreciáveis de CaCO_3 resulta na liberação de um gás. Considerando a ampla utilização desse ácido por profissionais da área de limpeza, torna-se importante conhecer os produtos formados durante seu uso.

A fórmula do gás citado no texto e um teste que pode ser realizado para confirmar sua presença são, respectivamente:

- A** CO_2 e borbulhá-lo em solução de KCl
- B** CO_2 e borbulhá-lo em solução de HNO_3
- C** H_2 e borbulhá-lo em solução de NaOH
- D** H_2 e borbulhá-lo em solução de H_2SO_4
- E** CO_2 e borbulhá-lo em solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$

68| ENEM 2012 Com o aumento da demanda por alimentos e a abertura de novas fronteiras agrícolas no Brasil, faz-se cada vez mais necessária a correção da acidez e a fertilização do solo para determinados cultivos. No intuito de diminuir a acidez do solo de sua plantação (aumentar o pH), um fazendeiro foi a uma loja especializada para comprar conhecidos insumos agrícolas, indicados para essa correção. Ao chegar à loja, ele foi informado de que esses produtos estavam em falta. Como só havia disponíveis alguns tipos de sais, o fazendeiro consultou um engenheiro agrônomo procurando saber qual comprar.

O engenheiro, após verificar as propriedades desses sais, indicou ao fazendeiro o

- A KCl
- B $CaCO_3$
- C NH_4Cl
- D Na_2SO_4
- E $Ba(NO_3)_2$

69| **ENEM 2012** Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se $HCl(g)$, cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.

Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbular os gases provenientes da incineração em

- A água dura.
- B água de cal.
- C água salobra.
- D água destilada.
- E água desmineralizada.

70| **ENEM 2012** No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o slogan: **1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO_2 a menos!** A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO_2 emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C_4H_{10}), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

Dados: CO_2 (44 g/mol); C_4H_{10} (58 g/mol)

- A 0,25 kg.
- B 0,33 kg.
- C 1,0 kg.
- D 1,3 kg.
- E 3,0 kg.

71| **ENEM 2012** Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes diet, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/grama. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo da fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

Disponível em: <http://boaspraticasfarmaceuticas.blogspot.com>. Acesso em: 27 fev. 2012.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de

Dado: massa molar do aspartame = 294g/mol

- A $1,3 \times 10^{-4}$.
- B $9,5 \times 10^{-3}$.
- C 4×10^{-2} .
- D 2,6.
- E 823.

72| **ENEM 2012** Pesquisadores conseguiram produzir grafita magnética por um processo inédito em forno com atmosfera controlada e em temperaturas elevadas. No forno são colocados grafita comercial em pó e óxido metálico, tal como CuO . Nessas condições, o óxido é reduzido e ocorre a oxidação da grafita, com a introdução de pequenos defeitos, dando origem à propriedade magnética do material.

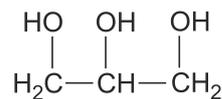
VASCONCELOS, Y. "Um imã diferente". Disponível em: <http://revistapesquisafapesp.com.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado)

Considerando o processo descrito com um rendimento de 100%, 8 g de CuO produzirão uma massa de CO_2 igual a

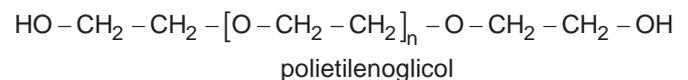
Dados: Massa molar em g/mol: C = 12; O = 16; Cu = 64

- A 2,2g.
- B 2,8g.
- C 3,7g.
- D 4,4g.
- E 5,5g.

73| **ENEM 2011** A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



glicerina



Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- A ligações iônicas.
- B forças de London.
- C ligações covalentes.
- D forças dipolo-dipolo.
- E ligações de hidrogênio.

74| **ENEM 2011** No processo de industrialização da mamona, além do óleo que contém vários ácidos graxos, é obtida uma massa orgânica, conhecida como torta de mamona. Esta massa tem potencial para ser utilizada como fertilizante para o solo e como complemento em rações animais devido a seu elevado valor proteico. No entanto, a torta apresenta compostos tóxicos e alergênicos diferentemente do óleo da mamona. Para que a torta possa ser utilizada na alimentação animal, é necessário um processo de descontaminação.

Revista Química Nova na Escola. V. 32, no 1, 2010 (adaptado).

A característica presente nas substâncias tóxicas e alergênicas, que inviabiliza sua solubilização no óleo de mamona, é a

- A lipofilia.
- B hidrofilia.
- C hipocromia.
- D cromatofilia.
- E hiperpolarização.

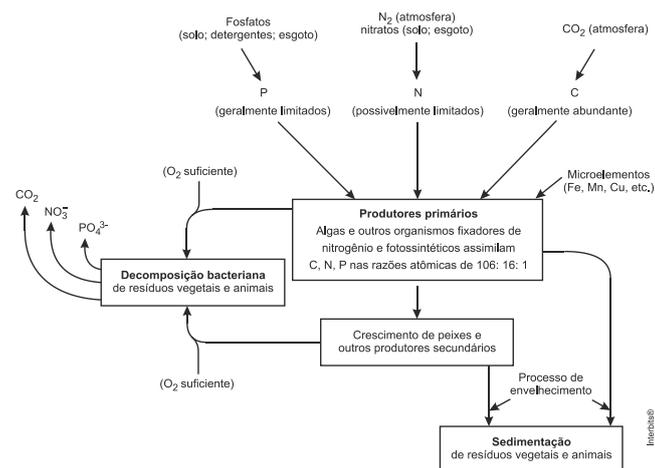
75| ENEM 2011 Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O Liberal. 8 jul. 2008. Disponível em: <http://www.oliberal.com.br>.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a

- A** filtração.
- B** cloração.
- C** coagulação.
- D** fluoretação.
- E** decantação.

76| ENEM 2011 A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitótrofo, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.

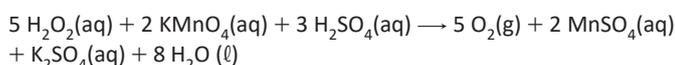


SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L), nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitótrofo é o

- A** C.
- B** N.
- C** P.
- D** CO₂.
- E** PO₄⁻.

77| ENEM 2011 O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:

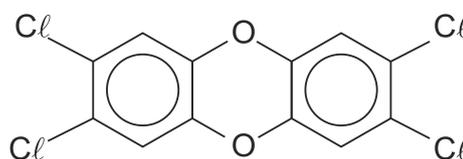


ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. *Introdução aos Cálculos da Química*. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- A** 2,0 · 10⁰ mol
- B** 2,0 · 10⁻³ mol
- C** 8,0 · 10⁻¹ mol
- D** 8,0 · 10⁻⁴ mol
- E** 5,0 · 10⁻³ mol

78| ENEM 2010 Vários materiais, quando queimados, podem levar à formação de dioxinas, um composto do grupo dos organoclorados. Mesmo quando a queima ocorre em incineradores, há liberação de substâncias derivadas da dioxina no meio ambiente. Tais compostos são produzidos em baixas concentrações, como resíduos da queima de matéria orgânica em presença de produtos que contenham cloro. Como consequência de seu amplo espalhamento no meio ambiente, bem como de suas propriedades estruturais, as dioxinas sofrem magnificação trófica na cadeia alimentar. Mais de 90% da exposição humana às dioxinas é atribuída aos alimentos contaminados ingeridos. A estrutura típica de uma dioxina está apresentada a seguir:



2, 3, 7, 8-tetraclorodibenzo-p-dioxina
(2, 3, 7, 8-TCDD)

A molécula do 2,3,7,8 – TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. *Lixo: desafios e compromissos*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, n. 1, maio 2001 (adaptado).

Com base no texto e na estrutura apresentada, as propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter

- A** básico, pois a eliminação de materiais alcalinos é mais lenta do que a dos ácidos.
- B** ácido, pois a eliminação de materiais ácidos é mais lenta do que a dos alcalinos.
- C** redutor, pois a eliminação de materiais redutores é mais lenta do que a dos oxidantes.
- D** lipofílico, pois a eliminação de materiais lipossolúveis é mais lenta do que a dos hidrossolúveis.
- E** hidrofílico, pois a eliminação de materiais hidrossolúveis é mais lenta do que a dos lipossolúveis.

79| ENEM 2010 O cádmio, presente nas baterias, pode chegar ao solo quando esses materiais são descartados de maneira irregular no meio ambiente ou quando são incinerados.

Diferentemente da forma metálica, os íons Cd²⁺ são extremamente perigosos para o organismo, pois eles podem substituir íons Ca²⁺, ocasionando uma doença degenerativa dos ossos, tornando-os muito porosos e causando dores intensas nas articulações. Podem ainda inibir enzimas ativadas pelo cátion Zn²⁺, que são extremamente importantes para o funcionamento dos rins. A figura mostra a variação do raio de alguns metais e seus respectivos cátions.

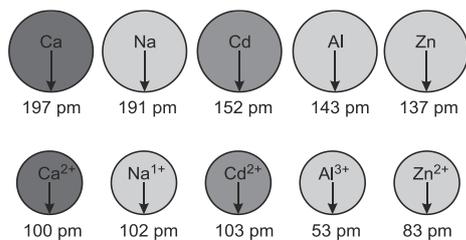


FIGURA 1: Raios atômicos e iônicos de alguns metais.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2001 (adaptado).

Com base no texto, a toxicidade do cádmio em sua forma iônica é consequência de esse elemento

- A apresentar baixa energia de ionização, o que favorece a formação do íon e facilita sua ligação a outros compostos.
- B possuir tendência de atuar em processos biológicos mediados por cátions metálicos com cargas que variam de +1 a +3.
- C possuir raio e carga relativamente próximos aos de íons metálicos que atuam nos processos biológicos, causando interferência nesses processos.
- D apresentar raio iônico grande, permitindo que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons menores participam.
- E apresentar carga +2, o que permite que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons com cargas menores participam.

80| ENEM 2010 Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- A A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- B Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- C A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- D A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- E Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

81| ENEM 2010 O texto “O voo das Folhas” traz uma visão dos índios Ticunas para um fenômeno usualmente observado na natureza:

O voo das Folhas

Com o vento

as folhas se movimentam.

E quando caem no chão

ficam paradas em silêncio.

Assim se forma o *ngaura*. O *ngaura* cobre o chão da floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]

As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das folhas novas.

Dentro do *ngaura* vivem aranhas, formigas, escorpiões, centopeias, minhocas, cogumelos e vários tipos de outros seres muito pequenos.]

As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós,

A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores. Organização Geral dos Professores Bilingües Ticunas, 2000.

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo

- A da água.
- B do oxigênio.
- C do fósforo.
- D do carbono.
- E do nitrogênio.

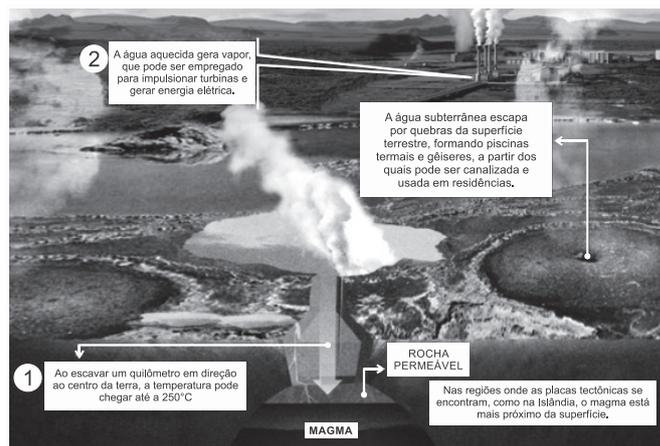
82| ENEM 2010 Em visita a uma usina sucroalcooleira, um grupo de alunos pôde observar a série de processos de beneficiamento da cana-de-açúcar, entre os quais se destacam:

1. A cana chega cortada da lavoura por meio de caminhões e é despejada em mesas alimentadoras que a conduzem para as moendas. Antes de ser esmagada para a retirada do caldo açucarado, toda a cana é transportada por esteiras e passada por um eletroímã para a retirada de materiais metálicos.
2. Após se esmagar a cana, o bagaço segue para as caldeiras, que geram vapor e energia para toda a usina.
3. O caldo primário, resultante do esmagamento, é passado por filtros e sofre tratamento para transformar-se em açúcar refinado e etanol.

Com base nos destaques da observação dos alunos, quais operações físicas de separação de materiais foram realizadas nas etapas de beneficiamento da cana-de-açúcar?

- A Separação mecânica, extração, decantação.
- B Separação magnética, combustão, filtração.
- C Separação magnética, extração, filtração.
- D Imantação, combustão, peneiração.
- E Imantação, destilação, filtração.

83| ENEM 2010



ZIEGLER, M. F. Energia Sustentável. *Revista IstoÉ*, 28 abr. 2010.

A fonte de energia representada na figura, considerada uma das mais limpas e sustentáveis do mundo, é extraída do calor gerado

- A pela circulação do magma no subsolo.
- B pelas erupções constantes dos vulcões.
- C pelo sol que aquece as águas com radiação ultravioleta.
- D pela queima do carvão e combustíveis fósseis.
- E pelos detritos e cinzas vulcânicas.

84| ENEM 2010 O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{3-}), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células.

O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas.

Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

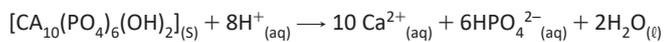
Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- A** Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- B** Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- C** Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- D** Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- E** Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

85| ENEM 2010 O flúor é usado de forma ampla na prevenção de cáries. Por reagir com a hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ presente nos esmaltes dos dentes, o flúor forma a fluorapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2]$, um mineral mais resistente ao ataque ácido decorrente da ação de bactérias específicas presentes nos açúcares das placas que aderem aos dentes.

Disponível em: <http://www.odontologia.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

A reação de dissolução da hidroxiapatita é:



Dados: Massas molares em g/mol— $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2] = 1.004$; $\text{HPO}_4^{2-} = 96$; $\text{Ca} = 40$

Supondo-se que o esmalte dentário seja constituído exclusivamente por hidroxiapatita, o ataque ácido que dissolve completamente 1 mg desse material ocasiona a formação de, aproximadamente,

- A** 0,14 mg de íons totais.
- B** 0,40 mg de íons totais.
- C** 0,58 mg de íons totais.
- D** 0,97 mg de íons totais.
- E** 1,01 mg de íons totais.

86| ENEM 2010 As misturas efervescentes, em pó ou em comprimidos, são comuns para a administração de vitamina C ou de medicamentos para azia. Essa forma farmacêutica sólida foi desenvolvida para facilitar o transporte, aumentar a estabilidade de substâncias e, quando em solução, acelerar a absorção do fármaco pelo organismo.

As matérias-primas que atuam na efervescência são, em geral, o ácido tartárico ou o ácido cítrico que reagem com um sal de caráter básico, como o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), quando em contato com a água. A partir do contato da mistura efervescente com a água, ocorre uma série de reações químicas simultâneas: liberação de íons, formação de ácido e liberação do gás carbônico- gerando a efervescência.

As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e H_3A representa o ácido cítrico.

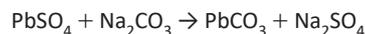
- I. $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$
- II. $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- III. $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
- IV. $\text{H}_3\text{A} \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + \text{A}^-$

A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas:

- A** IV, I, II e III
- B** I, IV, III e II
- C** IV, III, I e II
- D** I, IV, II e III
- E** IV, I, III e II

87| ENEM 2010 A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32% Pb, 3% PbO, 17% PbO₂ e 36% PbSO₄. A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6kg, onde 19% é PbO₂, 60% PbSO₄ e 21% Pb. Entre todos os compostos de chumbo presentes na pasta, o que mais preocupa é o sulfato de chumbo (II), pois nos processos pirometalúrgicos, em que os compostos de chumbo (placas das baterias) são fundidos, há a conversão de sulfato em dióxido de enxofre, gás muito poluente.

Para reduzir o problema das emissões de SO₂(g), a indústria pode utilizar uma planta mista, ou seja, utilizar o processo hidrometalúrgico, para a dessulfuração antes da fusão do composto de chumbo. Nesse caso, a redução de sulfato presente no PbSO₄ é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 1M a 45°C, em que se obtém o carbonato de chumbo (II) com rendimento de 91%. Após esse processo, o material segue para a fundição para obter o chumbo metálico.



Dados: Massas Molares em g/mol Pb = 207; S = 32; Na = 23; O = 16; C = 12

ARAÚJO, R.V.V.; TINDEDE, R.B.E.; SOARES, P.S.M. *Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso*. Disponível em: <http://www.iqsc.usp.br>. Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).

Segundo as condições do processo apresentado para a obtenção de carbonato de chumbo (II) por meio da lixiviação por carbonato de sódio e considerando uma massa de pasta residual de uma bateria de 6 kg, qual quantidade aproximada, em quilogramas, de PbCO₃ é obtida?

- A** 1,7 kg
- B** 1,9 kg
- C** 2,9 kg
- D** 3,3 kg
- E** 3,6 kg

88| ENEM 2010 As mobilizações para promover um planeta melhor para as futuras gerações são cada vez mais frequentes. A maior parte dos meios de transporte de massa é atualmente movida pela queima de um combustível fóssil. A título de exemplificação do ônus causado por essa prática, basta saber que um carro produz, em média, cerca de 200g de dióxido de carbono por km percorrido.

Revista Aquecimento Global. Ano 2, nº 8. Publicação do Instituto Brasileiro de Cultura Ltda.

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C₈H₁₈). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação que representa a reação química desse processo demonstra que

- A** no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de O₂.
- B** o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.

- C no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- D o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- E o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano.

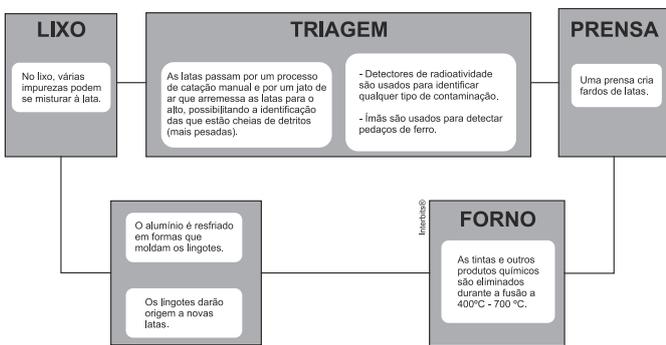
89| ENEM 2010 Usando pressões extremamente altas, equivalentes às encontradas nas profundezas da Terra ou em um planeta gigante, cientistas criaram um novo cristal capaz de armazenar quantidades enormes de energia. Utilizando-se um aparato chamado bigorna de diamante, um cristal de difluoreto de xenônio(XeF_2) foi pressionado, gerando um novo cristal com estrutura supercompacta e enorme quantidade de energia acumulada.

Inovação Tecnológica. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 07 jul. 2010 (adaptado).

Embora as condições citadas sejam diferentes do cotidiano, o processo de acumulação de energia descrito é análogo ao da energia

- A armazenada em um carrinho de montanha russa durante o trajeto.
- B armazenada na água do reservatório de uma usina hidrelétrica.
- C liberada na queima de um palito de fósforo.
- D gerada nos reatores das usinas nucleares.
- E acumulada em uma mola comprimida.

90| ENEM 2010 O Brasil é um dos países que obtêm melhores resultados na reciclagem de latinhas de alumínio. O esquema a seguir representa as várias etapas desse processo:



Disponível em: <http://ambiente.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2010 (adaptado).

A temperatura do forno em que o alumínio é fundido é útil também porque

- A sublima outros metais presentes na lata.
- B evapora substâncias radioativas remanescentes.
- C impede que o alumínio seja eliminado em altas temperaturas.
- D desmagnetiza as latas que passaram pelo processo de triagem.
- E queima os resíduos de tinta e outras substâncias presentes na lata.

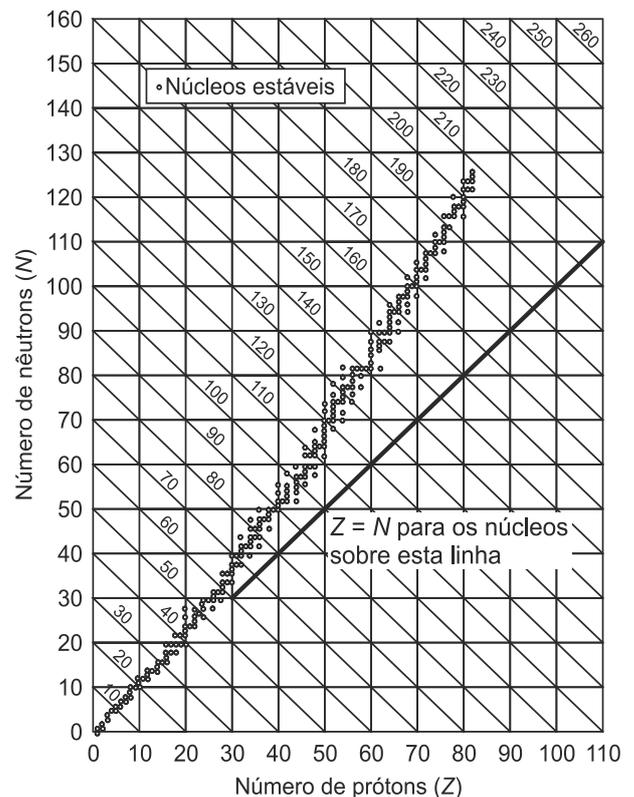
91| ENEM 2010 Cientistas da Austrália descobriram um meio de produzir roupas que se limpam sozinhas. A equipe de pesquisadores usou nanocristais de dióxido de titânio (TiO_2) que, sob ação da luz solar, são capazes de decompor as partículas de sujeira na superfície de um tecido. O estudo apresentou bons resultados com fibras de algodão e seda. Nesses casos, foram removidas manchas de vinho, bastante resistentes. A nanocamada protetora poderá ser útil na prevenção de infecções em hospitais, uma vez que o dióxido de titânio também mostrou ser eficaz na destruição das paredes celulares de microrganismos que provocam infecções. O termo nano vem da unidade de medida nanômetro, que é a bilionésima parte de 1 metro.

Veja. Especial Tecnologia. São Paulo: Abril, set. 2008 (adaptado).

A partir dos resultados obtidos pelos pesquisadores em relação ao uso de nanocristais de dióxido de titânio na produção de tecidos e considerando uma possível utilização dessa substância no combate às infecções hospitalares, pode-se associar que os nanocristais de dióxido de titânio

- A são pouco eficientes em ambientes fechados e escuros.
- B possuem dimensões menores que as de seus átomos formadores.
- C são pouco eficientes na remoção de partículas de sujeira de natureza orgânica.
- D destroem microrganismos causadores de infecções, por meio de osmose celular.
- E interagem fortemente com material orgânico devido à sua natureza apolar.

92| ENEM 2009 Os núcleos dos átomos são constituídos de prótons e nêutrons, sendo ambos os principais responsáveis pela sua massa. Nota-se que, na maioria dos núcleos, essas partículas não estão presentes na mesma proporção. O gráfico mostra a quantidade de nêutrons (N) em função da quantidade de prótons (Z) para os núcleos estáveis conhecidos.



KAPLAN, I. *Física Nuclear*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978 (adaptado).

O antimônio é um elemento químico que possui 50 prótons e possui vários isótopos - átomos que só se diferem pelo número de nêutrons. De acordo com o gráfico, os isótopos estáveis do antimônio possuem

- A entre 12 e 24 nêutrons a menos que o número de prótons.
- B exatamente o mesmo número de prótons e nêutrons.
- C entre 0 e 12 nêutrons a mais que o número de prótons.
- D entre 12 e 24 nêutrons a mais que o número de prótons.
- E entre 0 e 12 nêutrons a menos que o número de prótons.

93| ENEM 2009 Na manipulação em escala nanométrica, os átomos revelam características peculiares, podendo apresentar tolerância à temperatura, reatividade química, condutividade elétrica, ou mesmo exibir força de intensidade extraordinária. Essas características explicam o interesse industrial pelos nanomateriais que estão sendo muito pesquisados em diversas áreas, desde o desenvolvimento de cosméticos, tintas e tecidos, até o de terapias contra o câncer.

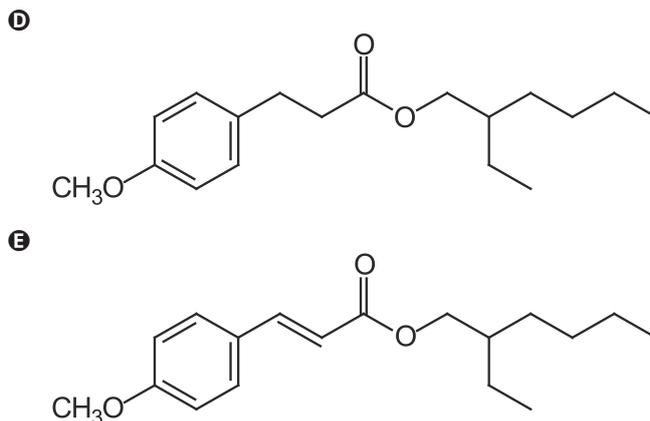
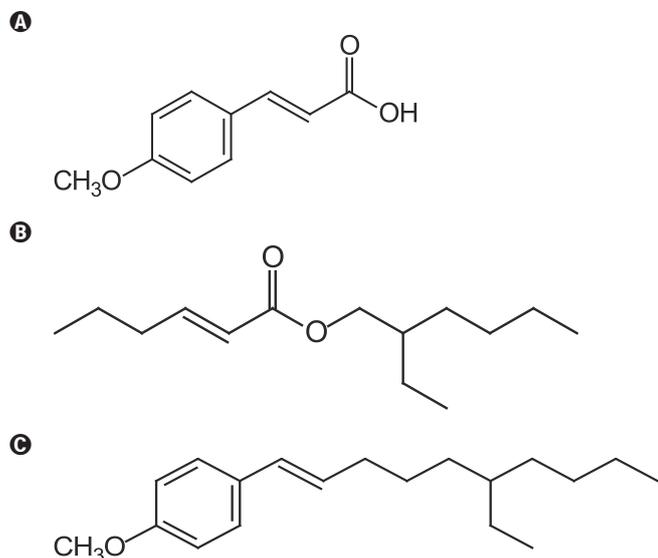
LACAVA, Z. G. M.; MORAIS, P. C. Nanobiotecnologia e Saúde. Disponível em: <http://www.comciencia.br> (adaptado).

A utilização de nanopartículas na indústria e na medicina requer estudos mais detalhados, pois

- A** as partículas, quanto menores, mais potentes e radiativas se tornam.
- B** as partículas podem ser manipuladas, mas não caracterizadas com a atual tecnologia.
- C** as propriedades biológicas das partículas somente podem ser testadas em microrganismos.
- D** as partículas podem atravessar poros e canais celulares, o que poderia causar impactos desconhecidos aos seres vivos e, até mesmo, aos ecossistemas.
- E** o organismo humano apresenta imunidade contra partículas tão pequenas, já que apresentam a mesma dimensão das bactérias (um bilionésimo de metro).

94| ENEM 2009 O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



95| ENEM 2009 O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H_2CO_3 , formado pela reação do CO_2 atmosférico com a água, o HNO_3 , o HNO_2 , o H_2SO_4 e o H_2SO_3 . Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- A** HNO_3 e HNO_2 .
- B** H_2SO_4 e H_2SO_3 .
- C** H_2SO_3 e HNO_2 .
- D** H_2SO_4 e HNO_3 .
- E** H_2CO_3 e H_2SO_3 .

96| ENEM 2009 A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que somam cerca de 99 %, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4), ozônio (O_3) e o óxido nitroso (N_2O), que compõem o restante 1 % do ar que respiramos.

Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO_2 , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades. A.G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- A** reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- B** promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de CH_4 .
- C** reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO_2 da atmosfera.
- D** aumentar a concentração atmosférica de H_2O , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- E** remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.

97| ENEM 2009 “Dê-me um navio cheio de ferro e eu lhe darei uma era glacial”, disse o cientista John Martin (1935-1993), dos Estados Unidos, a respeito de uma proposta de intervenção ambiental para resolver a elevação da temperatura global; o americano foi recebido com muito ceticismo. O pesquisador notou que mares com grande concentração de ferro apresentavam mais fitoplâncton e que essas algas eram capazes de absorver elevadas concentrações de dióxido de carbono da atmosfera. Esta incorporação de gás carbônico e de água (H₂O) pelas algas ocorre por meio do processo de fotossíntese, que resulta na produção de matéria orgânica empregada na constituição da biomassa e na liberação de gás oxigênio (O₂). Para essa proposta funcionar, o carbono absorvido deveria ser mantido no fundo do mar, mas como a maioria do fitoplâncton faz parte da cadeia alimentar de organismos marinhos, ao ser decomposto devolve CO₂ à atmosfera.

Os sete planos para salvar o mundo. *Galileu*, n. 214, maio 2009. (com adaptações).

Considerando que a ideia do cientista John Martin é viável e eficiente e que todo o gás carbônico absorvido (CO₂, de massa molar igual a 44 g/mol) transforma-se em biomassa fitoplanctônica (cuja densidade populacional de 100 g/m² é representada por C₆H₁₂O₆, de massa molar igual a 180 g/mol), um aumento de 10 km² na área de distribuição das algas resultaria na

- A emissão de 4,09 x 10⁶ kg de gás carbônico para a atmosfera, bem como no consumo de toneladas de gás oxigênio da atmosfera.
- B retirada de 1,47 x 10⁶ kg de gás carbônico da atmosfera, além da emissão direta de toneladas de gás oxigênio para a atmosfera.
- C retirada de 1,00 x 10⁶ kg de gás carbônico da atmosfera, bem como na emissão direta de toneladas de gás oxigênio das algas para a atmosfera.
- D retirada de 6,82 x 10⁵ kg de gás carbônico da atmosfera, além do consumo de toneladas de gás oxigênio da atmosfera para a biomassa fitoplanctônica.
- E emissão de 2,44 x 10⁵ kg de gás carbônico para a atmosfera, bem como na emissão direta de milhares de toneladas de gás oxigênio para a atmosfera a partir das algas.

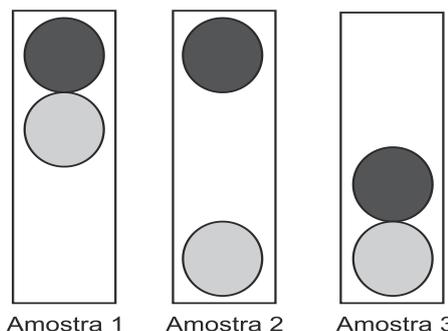
98| ENEM 2009 O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado, até o limite de 96 % em massa.

Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20 % em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96 % em massa de etanol. A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa

- A de 0 %.
- B de 8,0 %.
- C entre 8,4 % e 8,6 %.
- D entre 9,0 % e 9,2 %.
- E entre 13 % e 14 %.

99| ENEM 2009 O controle de qualidade é uma exigência da sociedade moderna na qual os bens de consumo são produzidos em escala industrial. Nesse controle de qualidade são determinados parâmetros que permitem checar a qualidade de cada produto. O álcool combustível é um produto de amplo consumo muito adulterado, pois recebe adição de outros materiais para aumentar a margem de lucro de quem o comercializa. De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP), o álcool combustível deve ter densidade entre 0,805 g/cm³ e 0,811 g/cm³.

Em algumas bombas de combustível a densidade do álcool pode ser verificada por meio de um densímetro similar ao desenhado abaixo, que consiste em duas bolas com valores de densidade diferentes e verifica quando o álcool está fora da faixa permitida. Na imagem, são apresentadas situações distintas para três amostras de álcool combustível.



A respeito das amostras ou do densímetro, pode-se afirmar que

- A A densidade da bola escura deve ser igual a 0,811 g/cm³.
- B a amostra 1 possui densidade menor do que a permitida.
- C a bola clara tem densidade igual à densidade da bola escura.
- D a amostra que está dentro do padrão estabelecido é a de número 2.
- E o sistema poderia ser feito com uma única bola de densidade entre 0,805 g/cm³ e 0,811 g/cm³.

100| ENEM 2008 A China comprometeu-se a indenizar a Rússia pelo derramamento de benzeno de uma indústria petroquímica chinesa no rio Songhua, um afluente do rio Amur, que faz parte da fronteira entre os dois países. O presidente da Agência Federal de Recursos da água da Rússia garantiu que o benzeno não chegará aos dutos de água potável, mas pediu à população que fervesse a água corrente e evitasse a pesca no rio Amur e seus afluentes. As autoridades locais estão armazenando centenas de toneladas de carvão, já que o mineral é considerado eficaz absorvente de benzeno.

Internet: <www.jbonline.terra.com.br> (com adaptações)

Levando-se em conta as medidas adotadas para a minimização dos danos ao ambiente e à população, é correto afirmar que

- A o carvão mineral, ao ser colocado na água, reage com o benzeno, eliminando-o.
- B o benzeno é mais volátil que a água e, por isso, é necessário que esta seja fervida.
- C a orientação para se evitar a pesca deve-se à necessidade de preservação dos peixes.
- D o benzeno não contaminaria os dutos de água potável, porque seria decantado naturalmente no fundo do rio.
- E a poluição causada pelo derramamento de benzeno da indústria chinesa ficaria restrita ao rio Songhua.

QUÍMICA ORGÂNICA

01| ENEM 2014 O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

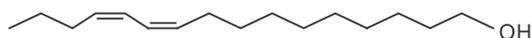
02| ENEM 2014 A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. "Fármacos e quiralidade". *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- A** reagem entre si.
- B** não podem ser separados.
- C** não estão presentes em partes iguais.
- D** interagem de maneira distinta com o organismo.
- E** são estruturas com diferentes grupos funcionais.

03| ENEM 2016 Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



Bombicol

O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

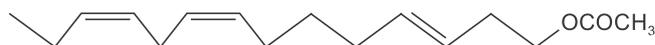
Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpaloides absoluta</i>	Tomate

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*. n.7, maio 1998 (adaptado).

Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no controle do inseto

- A** *Sitophilus spp.*
- B** *Migdolus fryanus.*
- C** *Anthonomus rubi.*
- D** *Grapholita molesta.*
- E** *Scrobipalpaloides absoluta.*

04| ENEM 2016 A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:

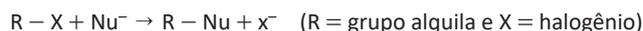


Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e isomeria geométrica original.

A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

05| ENEM 2016 Nucleófilos (Nu^-) são bases de Lewis que reagem com haletos de alquila, por meio de uma reação chamada substituição nucleofílica (S_N), como mostrado no esquema:



A reação de S_N entre metóxido de sódio ($\text{Nu}^- = \text{CH}_3\text{O}^-$) e brometo de metila fornece um composto orgânico pertencente à função

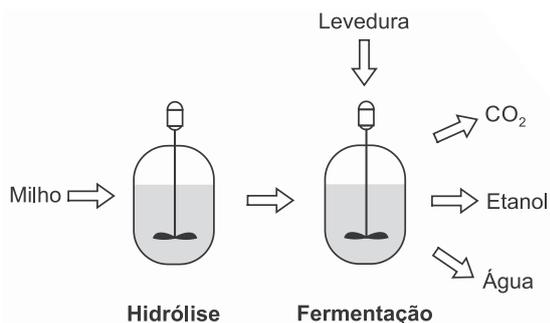
- A** éter.
- B** éster.
- C** álcool.
- D** haleto.
- E** hidrocarboneto.

06| ENEM 2016 Na preparação da massa do pão, presente na mesa do café da maioria dos brasileiros, utiliza-se o fungo *Saccharomyces cerevisiae* vivo, contido no fermento. Sua finalidade é fazer com que a massa cresça por meio da produção de gás carbônico.

Esse processo químico de liberação de gás é causado pela

- A** glicogênese láctica.
- B** fermentação alcoólica.
- C** produção de ácido láctico.
- D** produção de lactobacilos.
- E** formação do ácido pirúvico.

07| ENEM 2016 O esquema representa, de maneira simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que

- A a glicose seja convertida em sacarose.
- B as enzimas dessa planta sejam ativadas.
- C a maceração favorece a solubilização em água.
- D o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
- E os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.

08| ENEM 2016 A descoberta dos organismos extremófilos foi uma surpresa para os pesquisadores. Alguns desses organismos, chamados de acidófilos, são capazes de sobreviver em ambientes extremamente ácidos. Uma característica desses organismos é a capacidade de produzir membranas celulares compostas de lipídeos feitos de éteres em vez dos ésteres de glicerol, comuns nos outros seres vivos (mesófilos), o que preserva a membrana celular desses organismos mesmo em condições extremas de acidez.

A degradação das membranas celulares de organismos não extremófilos em meio ácido é classificada como

- A hidrólise.
- B termólise.
- C eterificação.
- D condensação.
- E saponificação.

09| ENEM 2016 Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada.

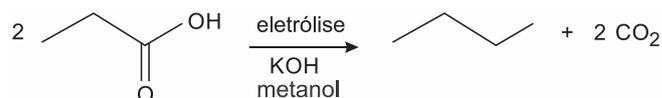
Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \cdot 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \cdot 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \cdot 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

- A fenol.
- B piridina.
- C metilamina.
- D hidrogenofosfato de potássio.
- E hidrogenosulfato de potássio.

10| ENEM 2015 Hidrocarbonetos podem ser obtidos em laboratório por descarboxilação oxidativa anódica, processo conhecido como eletrossíntese de Kolbe. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, a partir de óleos vegetais, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis. O esquema ilustra simplificado esse processo.

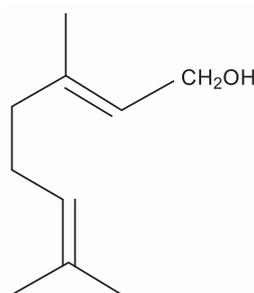


AZEVEDO, D. C.; GOULART, M. O. F. Estereosseletividade em reações eletródicas. *Química Nova*, n. 2, 1997 (adaptado).

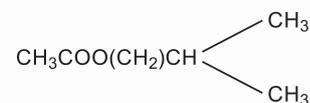
Com base nesse processo, o hidrocarboneto produzido na eletrólise do ácido 3,3-dimetil-butanoico é o

- A 2,2,7,7-tetrametil-octano.
- B 3,3,4,4-tetrametil-hexano.
- C 2,2,5,5-tetrametil-hexano.
- D 3,3,6,6-tetrametil-octano.
- E 2,2,4,4-tetrametil-hexano.

11| ENEM 2015 Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.



Composto A



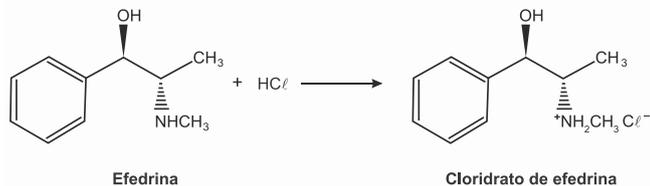
Composto B

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

- A álcool e éster.
- B aldeído e cetona.
- C éter e hidrocarboneto.
- D enol e ácido carboxílico.
- E ácido carboxílico e amida.

12| ENEM 2015 Sais de amônio são sólidos iônicos com alto ponto de fusão, muito mais solúveis em água que as aminas originais e ligeiramente solúveis em solventes orgânicos apolares, sendo compostos convenientes para serem usados em xaropes e medicamentos injetáveis. Um exemplo é a efedrina, que funde a 79 °C, tem um odor desagradável e oxida na presença do ar atmosférico formando produtos indesejáveis. O cloridrato de efedrina funde a 217 °C, não se oxida e é inodoro, sendo o ideal para compor os medicamentos.

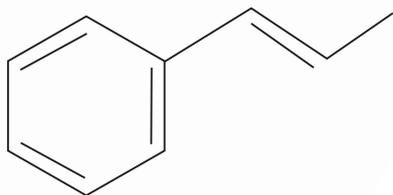


SOUTO, C. R. O.; DUARTE, H. C. *Química da vida: aminas*. Natal: EDUFRN, 2006.

De acordo com o texto, que propriedade química das aminas possibilita a formação de sais de amônio estáveis, facilitando a manipulação de princípios ativos?

- A** Acidez.
- B** Basicidade.
- C** Solubilidade.
- D** Volatilidade.
- E** Aromaticidade.

13| ENEM 2015 O permanganato de potássio (KMnO_4) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO_4 é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.

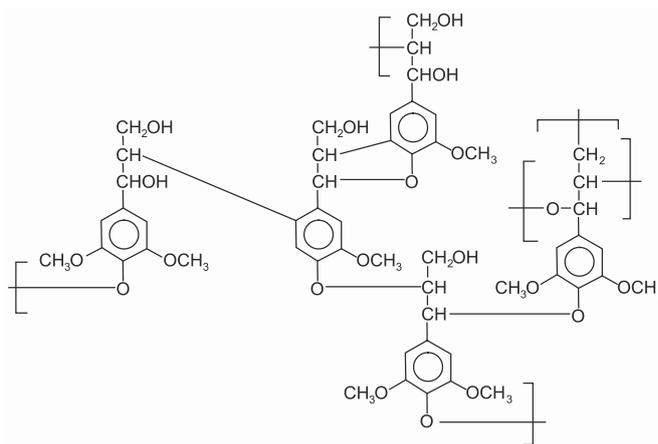


1-fenil-1-propeno

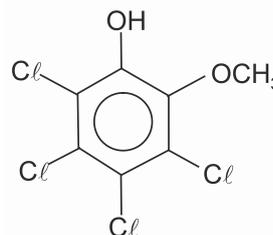
Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO_4 , são:

- A** Ácido benzoico e ácido etanoico.
- B** Ácido benzoico e ácido propanoico.
- C** Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
- D** Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
- E** Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.

14| ENEM 2015 O papel tem na celulose sua matéria-prima, e uma das etapas de sua produção é o branqueamento, que visa remover a lignina da celulose. Diferentes processos de branqueamento usam, por exemplo, cloro (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaClO), oxigênio (O_2), ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Alguns processos de branqueamento levam à formação de compostos organoclorados. São apresentadas as estruturas de um fragmento da lignina e do tetracloroguaiacol, um dos organoclorados formados no processo de branqueamento.



Fragmento da Lignina



Tetracloroguaiacol

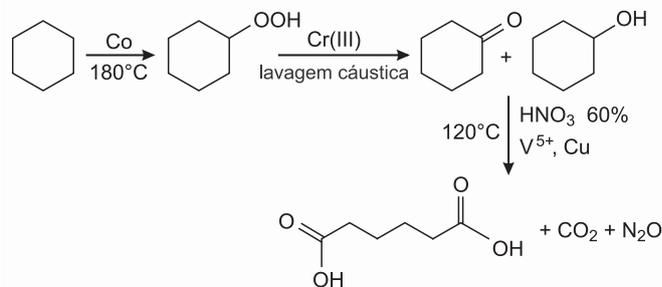
SANTOS, C. P. et al. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n. 14, 2001 (adaptado).

Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são

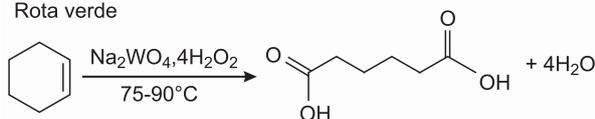
- A** O_2 e O_3 .
- B** Cl_2 e O_2 .
- C** H_2O_2 e Cl_2 .
- D** NaClO e O_3 .
- E** NaClO e Cl_2 .

15| ENEM 2015 A química verde permite o desenvolvimento tecnológico com danos reduzidos ao meio ambiente, e encontrar rotas limpas tem sido um grande desafio. Considere duas rotas diferentes utilizadas para a obtenção de ácido adípico, um insumo muito importante para a indústria têxtil e de plastificantes.

Rota tradicional (marrom)



Rota verde

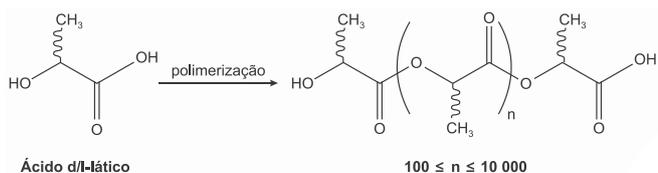


LENARDÃO, E. J. et al. Green chemistry - os doze princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, n.1, 2003 (adaptado).

Que fator contribui positivamente para que a segunda rota de síntese seja verde em comparação à primeira?

- A) Etapa única na síntese.
- B) Obtenção do produto puro.
- C) Ausência de reagentes oxidantes.
- D) Ausência de elementos metálicos no processo.
- E) Gasto de energia nulo na separação do produto.

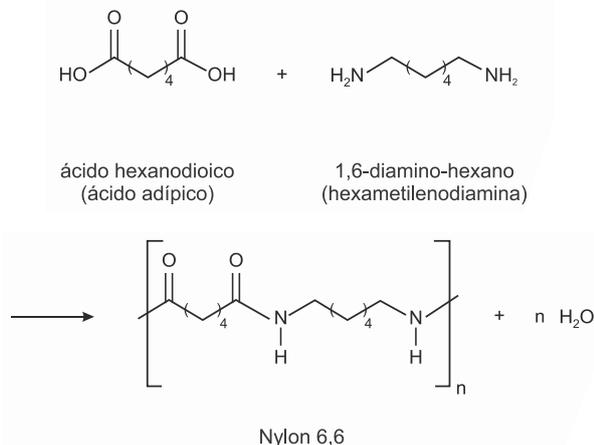
16| ENEM 2015 O poli(ácido láctico) ou PLA é um material de interesse tecnológico por ser um polímero biodegradável e bioabsorvível. O ácido láctico, um metabólito comum no organismo humano, é a matéria-prima para produção do PLA, de acordo com a equação química simplificada:



Que tipo de polímero de condensação é formado nessa reação?

- A) Poliéster.
- B) Polivinila.
- C) Poliamida.
- D) Poliuretana.
- E) Policarbonato.

17| ENEM 2015 O Nylon® é um polímero (uma poliamida) obtido pela reação do ácido adípico com a hexametilenodiamina, como indicado no esquema reacional.



Na época da invenção desse composto, foi proposta uma nomenclatura comercial, baseada no número de átomos de carbono do diácido carboxílico, seguido do número de carbonos da diamina.

De acordo com as informações do texto, o nome comercial de uma poliamida resultante da reação do ácido butanodioico com o 1,2-diamino-etano é

- A) Nylon 4,3.
- B) Nylon 6,2.
- C) Nylon 3,4.
- D) Nylon 4,2.
- E) Nylon 2,6.

18| ENEM 2015 O quadro apresenta a composição do petróleo.

Fração	Faixa de tamanho das moléculas	Faixa de ponto de ebulição (°C)	Usos
Gás	C ₁ a C ₅	-160 a 30	combustíveis gasosos
Gasolina	C ₅ a C ₁₂	30 a 200	combustível de motor
Querosene	C ₁₂ a C ₁₈	180 a 400	diesel e combustível de alto-forno
Lubrificantes	maior que C ₁₆	maior que 350	lubrificantes
Parafinas	maior que C ₂₀	sólidos de baixa fusão	velas e fósforos
Asfalto	maior que C ₃₀	resíduos pastosos	pavimentação

BROWN, T. L. et al. *Química: a ciência central*. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

Para a separação dos constituintes com o objetivo de produzir a gasolina, o método a ser utilizado é a

- A) filtração.
- B) destilação.
- C) decantação.
- D) precipitação.
- E) centrifugação.

19| ENEM 2014 O biodiesel não é classificado como uma substância pura, mas como uma mistura de ésteres derivados dos ácidos graxos presentes em sua matéria-prima. As propriedades do biodiesel variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal que lhe deu origem, por exemplo, o teor de ésteres saturados é responsável pela maior estabilidade do biodiesel frente à oxidação, o que resulta em aumento da vida útil do biocombustível. O quadro ilustra o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte Oleaginosa	TEOR MÉDIO DO ÁCIDO GRAXO (% EM MASSA)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amen-doim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

MA, F.; HANNA, M. A. "Biodiesel Production: a review". *Bioresource Technology*, Londres, v. 70, n. 1 jan. 1999 (adaptado).

Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- A) Milho.
- B) Palma.
- C) Canola.
- D) Algodão.
- E) Amendoim.

20| ENEM 2014 O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada.

A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- A** $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$.
- B** $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$.
- C** $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{NH}_2$.
- D** $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$.
- E** $\text{C}_6\text{H}_5 - (\text{CH})_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$.

21| ENEM 2014 A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÖL, G. S. (Coords.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

- A** $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$.
- B** $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COONa}$.
- C** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$.
- D** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.
- E** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$.

22| ENEM 2014 Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim, em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxaguá-las com água elimina o odor de peixe, já que a molécula de piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre.

SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. "Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro". *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, fev. 2011 (adaptado).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela

- A** sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
- B** solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
- C** inibição da proliferação das bactérias presentes, devido à ação do ácido acético.
- D** degradação enzimática da molécula de piridina, acelerada pela presença de ácido acético.
- E** reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.

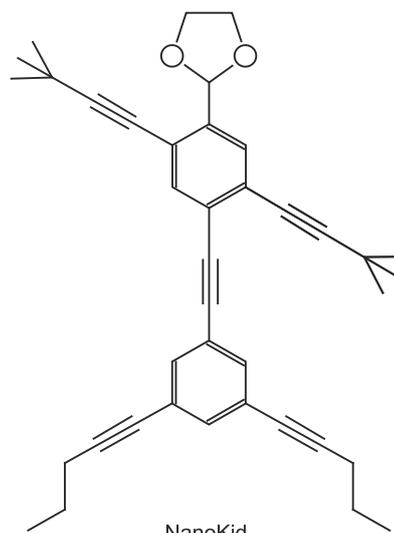
23| ENEM 2014 Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

ERENO, D. "Plásticos de vegetais". *Pesquisa Fapesp*, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- A** dissolvem-se na água.
- B** absorvem água com facilidade.
- C** caramelizam por aquecimento e quebram.
- D** são digeridos por organismos decompositores.
- E** decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

24| ENEM 2013 As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



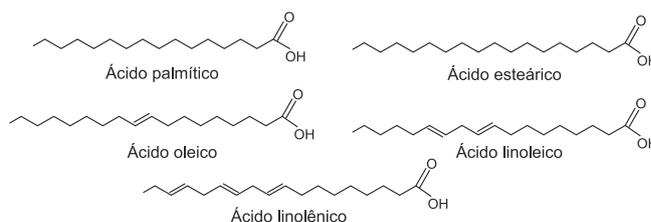
NanoKid

CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- A** Mãos.
- B** Cabeça.
- C** Tórax.
- D** Abdômen.
- E** Pés.

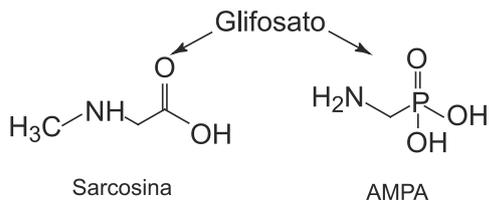
25| ENEM 2013 A qualidade de óleos de cozinha, compostos principalmente por moléculas de ácidos graxos, pode ser medida pelo índice de iodo. Quanto maior o grau de insaturação da molécula, maior o índice de iodo determinado e melhor a qualidade do óleo. Na figura, são apresentados alguns compostos que podem estar presentes em diferentes óleos de cozinha:



Dentre os compostos apresentados, os dois que proporcionam melhor qualidade para os óleos de cozinha são os ácidos

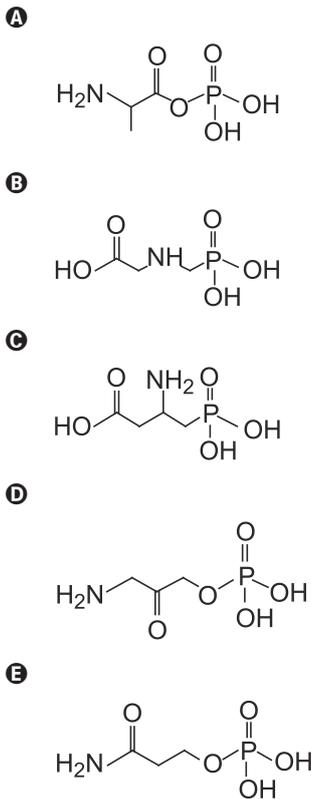
- A** esteárico e oleico.
- B** linolênico e linoleico.
- C** palmítico e esteárico.
- D** palmítico e linolênico.
- E** linolênico e esteárico.

26| ENEM 2013 O glifosato ($\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina):



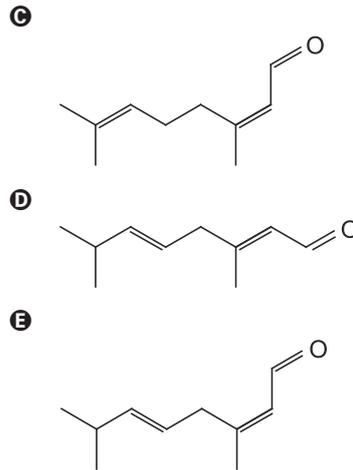
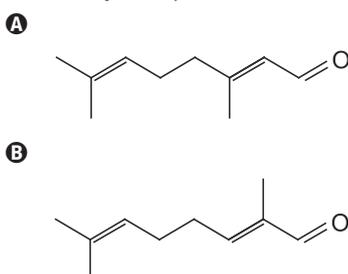
AMARANTE JR., O. P. et al. *Química Nova*,
São Paulo, v. 25, n. 3, 2002 (adaptado).

A partir do texto e dos produtos de degradação apresentados, a estrutura química que representa o glifosato é:



27| ENEM 2013 O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{16}O$, com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

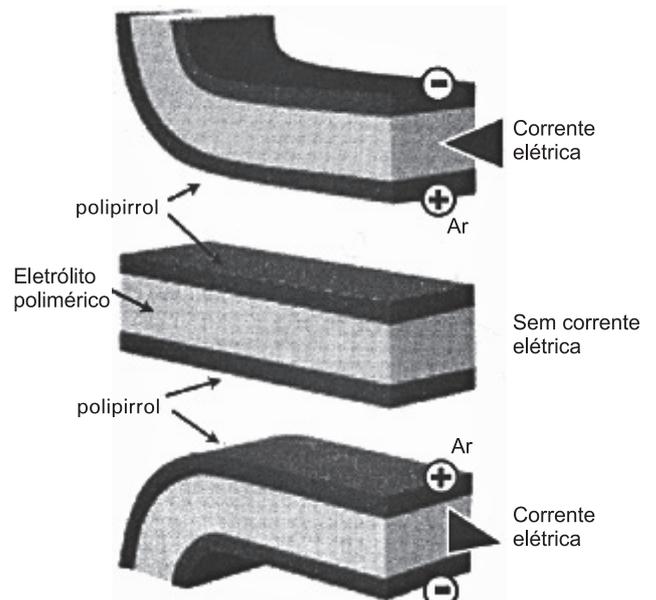
Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



28| ENEM 2013 Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas. Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- A** consumidas durante o processo.
- B** compostos orgânicos e biodegradáveis.
- C** inespecíficas para os substratos.
- D** estáveis em variações de temperatura.
- E** substratos nas reações químicas.

29| ENEM 2013 Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



DE PAOLI, M. A. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*.
São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- A absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- B permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- C mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- D permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- E promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

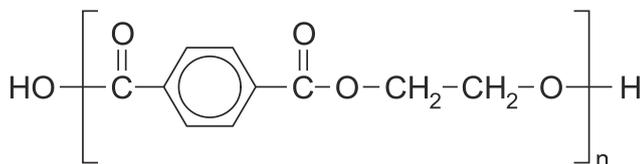
30| ENEM 2013 Garrafas PET (politereftalato de etileno) têm sido utilizadas em mangues, onde as larvas de ostras e de mariscos, geradas na reprodução dessas espécies, aderem ao plástico. As garrafas são retiradas do mangue, limpas daquilo que não interessa e colocadas nas “fazendas” de criação, no mar.

GALEMBECK, F. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 47, n. 280, abr. 2011 (adaptado).

Nessa aplicação, o uso do PET é vantajoso, pois

- A diminui o consumo de garrafas plásticas.
- B possui resistência mecânica e alta densidade.
- C decompõe-se para formar petróleo a longo prazo.
- D é resistente ao sol, à água salobra, a fungos e bactérias.
- E é biodegradável e poroso, auxiliando na aderência de larvas e mariscos.

31| ENEM 2013 O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada, tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



Disponível em: www.abipet.org.br. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

- A solubilização dos objetos.
- B combustão dos objetos.
- C trituração dos objetos.
- D hidrólise dos objetos.
- E fusão dos objetos.

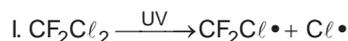
32| ENEM 2012 Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

- A promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- B a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.

- C a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
- D a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
- E o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

33| ENEM 2012 O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição “Não tem CFC”. As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:

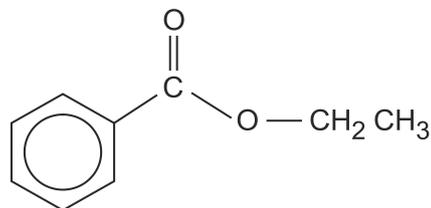


A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- A substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- C reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- D impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
- E destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.

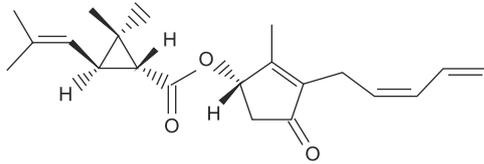
34| ENEM 2012 A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, cuja estrutura está mostrada a seguir.



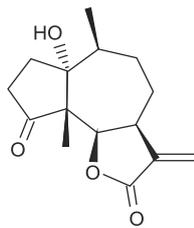
O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- A ácido benzoico e etanol.
- B ácido propanoico e hexanol.
- C ácido fenilacético e metanol.
- D ácido propiônico e ciclohexanol.
- E ácido acético e álcool benzílico.

35| ENEM 2012 A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Piretrina



Coronopilina

Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

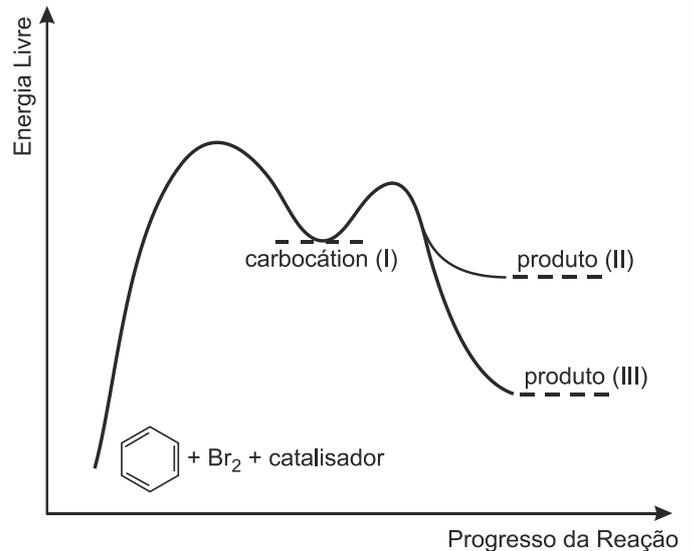
- A** Éter e éster.
- B** Cetona e éster.
- C** Álcool e cetona.
- D** Aldeído e cetona.
- E** Éter e ácido carboxílico.

36| ENEM 2012 Motores a combustão interna apresentam melhor rendimento quando podem ser adotadas taxas de compressão mais altas nas suas câmaras de combustão, sem que o combustível sofra ignição espontânea. Combustíveis com maiores índices de resistência à compressão, ou seja, maior octanagem, estão associados a compostos com cadeias carbônicas menores, com maior número de ramificações e com ramificações mais afastadas das extremidades da cadeia. Adota-se como valor padrão de 100% de octanagem o isômero do octano mais resistente à compressão. Com base nas informações do texto, qual dentre os isômeros seguintes seria esse composto?

- A** n-octano.
- B** 2,4-dimetil-hexano.
- C** 2-metil-heptano.
- D** 2,5-dimetil-hexano.
- E** 2,2,4-trimetilpentano.

37| ENEM 2012 O benzeno é um hidrocarboneto aromático presente no petróleo, no carvão e em condensados de gás natural. Seus metabólitos são altamente tóxicos e se depositam na medula óssea e nos tecidos gordurosos. O limite de exposição pode causar anemia, câncer (leucemia) e distúrbios do comportamento. Em termos de reatividade química, quando um eletrófilo se liga ao benzeno, ocorre a formação de um intermediário, o carbocátion. Por fim, ocorre a adição ou substituição eletrofílica.

Disponível em: www.sindipetro.org.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).



Disponível em: www.qmc.ufsc.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Com base no texto e no gráfico do progresso da reação apresentada, as estruturas químicas encontradas em I, II e III são, respectivamente:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

38| ENEM 2012 Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- A** liberação de gás carbônico.
- B** formação de ácido láctico.
- C** formação de água.
- D** produção de ATP.
- E** liberação de calor.

39| ENEM 2012 Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

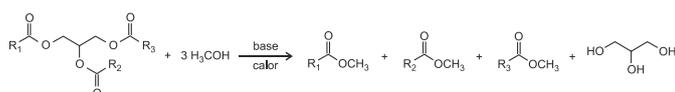
Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)
Suco de limão	10^{-2}
Leite	10^{-6}
Vinagre	10^{-3}
Álcool	10^{-8}
Sabão	10^{-12}
Carbonato de sódio/barrilha	10^{-12}

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- A** Álcool ou sabão.
- B** Suco de limão ou álcool.
- C** Suco de limão ou vinagre.
- D** Suco de limão, leite ou sabão.
- E** Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

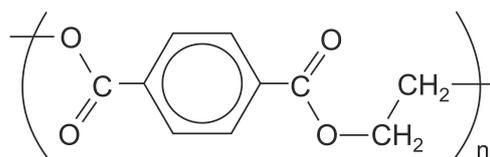
40| ENEM 2012 Um dos métodos de produção de biodiesel envolve a transesterificação do óleo de soja utilizando metanol em meio básico (NaOH ou KOH), que precisa ser realizada na ausência de água. A figura mostra o esquema reacional da produção de biodiesel, em que R representa as diferentes cadeias hidrocarbônicas dos ésteres de ácidos graxos.



A ausência de água no meio reacional se faz necessária para

- A** manter o meio reacional no estado sólido.
- B** manter a elevada concentração do meio reacional.
- C** manter constante o volume de óleo no meio reacional.
- D** evitar a diminuição da temperatura da mistura reacional.
- E** evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão.

41| ENEM 2012 O polímero PET (tereftalato de polietileno), material presente em diversas embalagens descartáveis, pode levar centenas de anos para ser degradado e seu processo de reciclagem requer um grande aporte energético. Nesse contexto, uma técnica que visa baratear o processo foi implementada recentemente. Trata-se do aquecimento de uma mistura de plásticos em um reator, a 700 °C e 34 atm, que promove a quebra das ligações químicas entre átomos de hidrogênio e carbono na cadeia do polímero, produzindo gás hidrogênio e compostos de carbono que podem ser transformados em microesferas para serem usadas em tintas, lubrificantes, pneus, dentre outros produtos.



Tereftalato de Polietileno
PET

Disponível em: www1.folha.uol.br. Acesso em: 26 jul. 2010 (adaptado).

Considerando o processo de reciclagem do PET, para tratar 1 000 g desse polímero, com rendimento de 100%, o volume de gás hidrogênio liberado, nas condições apresentadas, encontra-se no intervalo entre

Dados: Constante dos gases $R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$; Massa molar do monômero do PET = 192 g/mol; Equação de estado dos gases ideais: $PV = nRT$

- A** 0 e 20 litros.
- B** 20 e 40 litros.
- C** 40 e 60 litros.
- D** 60 e 80 litros.
- E** 80 e 100 litros.

42| ENEM 2012 O senso comum nos diz que os polímeros orgânicos (plásticos) em geral são isolantes elétricos. Entretanto, os polímeros condutores são materiais orgânicos que conduzem eletricidade. O que faz estes polímeros diferentes é a presença das ligações covalentes duplas conjugadas com ligações simples, ao longo de toda a cadeia principal, incluindo grupos aromáticos. Isso permite que um átomo de carbono desfaça a ligação dupla com um vizinho e refaça-a com outro. Assim, a carga elétrica desloca-se dentro do material.

FRANCISCO, R. H. P. "Polímeros condutores". *Revista Eletrônica de Ciências*, n. 4, fev. 2002. Disponível em: www.cdcc.usp.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado)

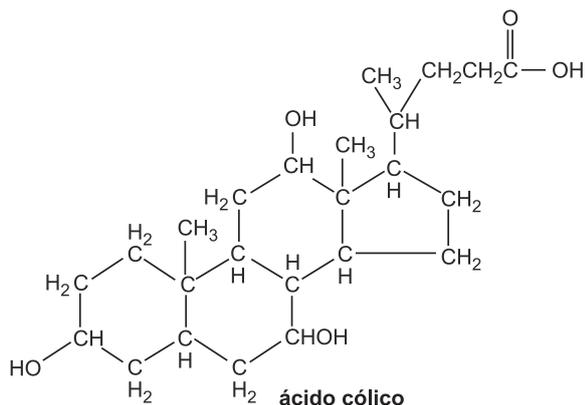
De acordo com o texto, qual dos polímeros seguintes seria condutor de eletricidade?

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

43| ENEM 2011 Para evitar o desmatamento da Mata Atlântica nos arredores da cidade de Amargosa, no Recôncavo da Bahia, o Ibama tem atuado no sentido de fiscalizar, entre outras, as pequenas propriedades rurais que dependem da lenha proveniente das matas para a produção da farinha de mandioca, produto típico da região. Com isso, pequenos produtores procuram alternativas como o gás de cozinha, o que encarece a farinha. Uma alternativa viável, em curto prazo, para os produtores de farinha em Amargosa, que não cause danos à Mata Atlântica nem encareça o produto é a

- A** construção, nas pequenas propriedades, de grandes fornos elétricos para torrar a mandioca.
- B** plantação, em suas propriedades, de árvores para serem utilizadas na produção de lenha.
- C** permissão, por parte do Ibama, da exploração da Mata Atlântica apenas pelos pequenos produtores.
- D** construção de biodigestores, para a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos da região.
- E** coleta de carvão de regiões mais distantes, onde existe menor intensidade de fiscalização do Ibama.

44| ENEM 2011 A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do ácido taurina



UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

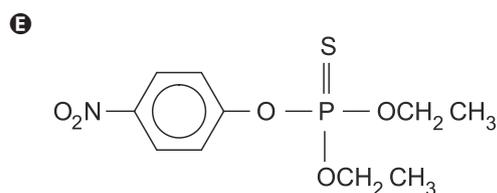
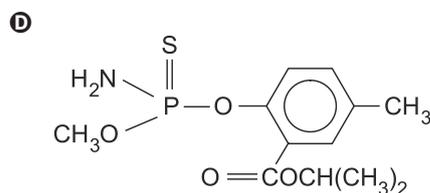
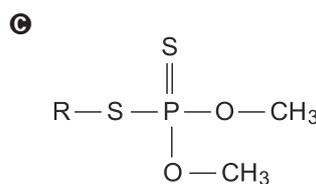
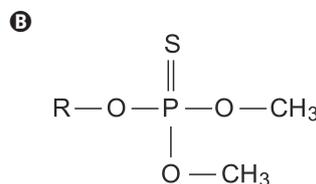
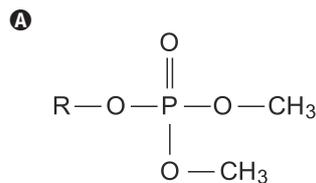
A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- A** carboxila do ácido cólico.
- B** aldeído do ácido cólico.
- C** hidroxila do ácido cólico.
- D** cetona do ácido cólico.
- E** éster do ácido cólico.

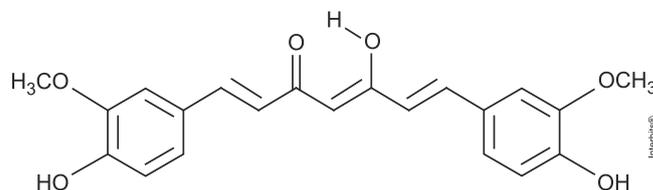
45| ENEM 2010 Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofosforados são divididos em três subclasses: **Tipo A**, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; **Tipo B**, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e **Tipo C**, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Bookman, 2005.

Um exemplo de pesticida organofosforado **Tipo B**, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:



46| ENEM 2010 A curcumina, substância encontrada no pó-amarelo-alaranjado extraído da raiz da cúrcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.

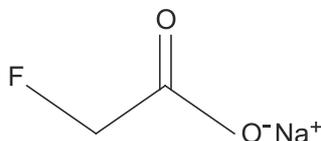


ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. *Pesquisa FAPESP*. São Paulo, n. 168, fev. 2010 (adaptado).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

- A** éter e álcool.
- B** éter e fenol.
- C** éster e fenol.
- D** aldeído e enol.
- E** aldeído e éster.

47| ENEM 2010 No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



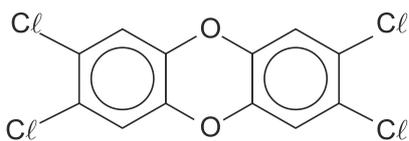
monofluoracetato de sódio

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>
Acesso em: 05ago.2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

- A** desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- B** hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- C** perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- D** neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- E** substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

48| ENEM 2010 Vários materiais, quando queimados, podem levar à formação de dioxinas, um composto do grupo dos organoclorados. Mesmo quando a queima ocorre em incineradores, há liberação de substâncias derivadas da dioxina no meio ambiente. Tais compostos são produzidos em baixas concentrações, como resíduos da queima de matéria orgânica em presença de produtos que contenham cloro. Como consequência de seu amplo espalhamento no meio ambiente, bem como de suas propriedades estruturais, as dioxinas sofrem magnificação trófica na cadeia alimentar. Mais de 90% da exposição humana às dioxinas é atribuída aos alimentos contaminados ingeridos. A estrutura típica de uma dioxina está apresentada a seguir:



2, 3, 7, 8-tetraclorodibenzeno-p-dioxina
(2, 3, 7, 8-TCDD)

A molécula do 2,3,7,8 – TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, maio 2001 (adaptado).

Com base no texto e na estrutura apresentada, as propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter

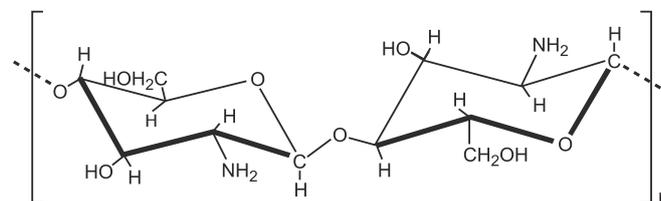
- A** básico, pois a eliminação de materiais alcalinos é mais lenta do que a dos ácidos.
- B** ácido, pois a eliminação de materiais ácidos é mais lenta do que a dos alcalinos.
- C** redutor, pois a eliminação de materiais redutores é mais lenta do que a dos oxidantes.
- D** lipofílico, pois a eliminação de materiais lipossolúveis é mais lenta do que a dos hidrossolúveis.
- E** hidrofílico, pois a eliminação de materiais hidrossolúveis é mais lenta do que a dos lipossolúveis.

49| ENEM 2009 Sabe-se que a ingestão frequente de lipídios contendo ácidos graxos (ácidos monocarboxílicos alifáticos) de cadeia carbônica insaturada com isomeria trans apresenta maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo que isso não se observa com os isômeros cis.

Dentre os critérios seguintes, o mais adequado à escolha de um produto alimentar saudável contendo lipídios é:

- A** Se contiver bases nitrogenadas, estas devem estar ligadas a uma ribose e a um aminoácido.
- B** Se contiver sais, estes devem ser de bromo ou de flúor, pois são essas as formas mais frequentes nos lipídios cis.
- C** Se estiverem presentes compostos com ligações peptídicas entre os aminoácidos, os grupos amino devem ser esterificados.
- D** Se contiver lipídios com duplas ligações entre os carbonos, os ligantes de maior massa devem estar do mesmo lado da cadeia.
- E** Se contiver polihidroialdeídos ligados covalentemente entre si, por ligações simples, esses compostos devem apresentar estrutura linear.

50| ENEM 2009 Duas matérias-primas encontradas em grande quantidade no Rio Grande do Sul, a quitosana, um biopolímero preparado a partir da carapaça do camarão, e o polioliol, obtido do óleo do grão da soja, são os principais componentes de um novo material para incorporação de partículas ou princípios ativos utilizados no preparo de vários produtos. Este material apresenta viscosidade semelhante às substâncias utilizadas atualmente em vários produtos farmacêuticos e cosméticos, e fabricadas a partir de polímeros petroquímicos, com a vantagem de ser biocompatível e biodegradável. A fórmula estrutural da quitosana está apresentada em seguida.



Quitosana

Carapaça versátil. **Pesquisa Fapesp**. Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 20 maio 2009 (adaptado).

Com relação às características do material descrito, pode-se afirmar que

- A** o uso da quitosana é vantajoso devido a suas propriedades, pois não existem mudanças em sua pureza e peso molecular, características dos polímeros, além de todos os seus benefícios ambientais.
- B** a quitosana tem em sua constituição grupos amina, pouco reativos e não disponíveis para reações químicas, com as vantagens ambientais comparadas com os produtos petroquímicos.
- C** o polímero natural quitosana é de uso vantajoso, pois o produto constituído por grupos álcool e amina tem vantagem ambiental comparado com os polímeros provenientes de materiais petroquímicos.
- D** a quitosana é constituída por grupos hidroxila em carbonos terciários e derivados com polioliol, dificilmente produzidos, e traz vantagens ambientais comparadas com os polímeros de produtos petroquímicos.
- E** a quitosana é um polímero de baixa massa molecular, e o produto constituído por grupos álcool e amida é vantajoso para aplicações ambientais em comparação com os polímeros petroquímicos.

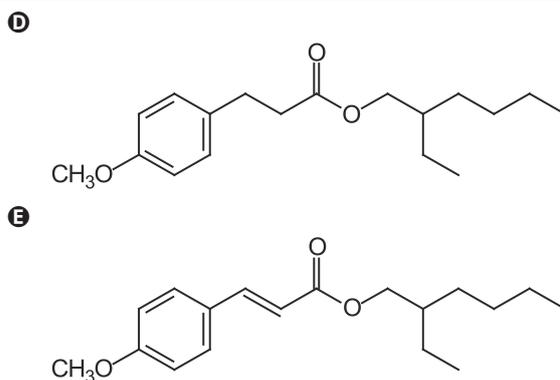
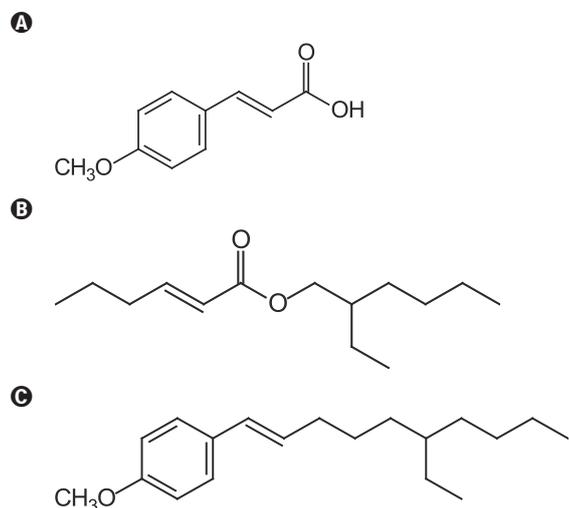
51| ENEM 2009 Ao utilizarmos um copo descartável não nos damos conta do longo caminho pelo qual passam os átomos ali existentes, antes e após esse uso. O processo se inicia com a extração do petróleo, que é levado às refinarias para separação de seus componentes. A partir da matéria-prima fornecida pela indústria petroquímica, a indústria química produz o polímero à base de estireno, que é moldado na forma de copo descartável ou de outros objetos, tais como utensílios domésticos. Depois de utilizados, os copos são descartados e jogados no lixo para serem reciclados ou depositados em aterros.

Materiais descartáveis, quando não reciclados, são muitas vezes rejeitados e depositados indiscriminadamente em ambientes naturais. Em consequência, esses materiais são mantidos na natureza por longo período de tempo. No caso de copos plásticos constituídos de polímeros à base de produtos petrolíferos, o ciclo de existência deste material passa por vários processos que envolvem

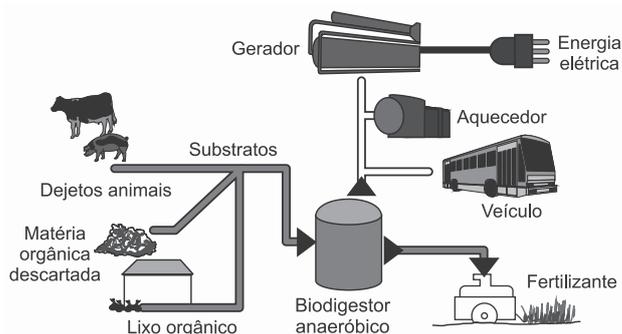
- A** a decomposição biológica, que ocorre em aterros sanitários, por micro-organismos que consomem plásticos com estas características apolares.
- B** a polimerização, que é um processo artificial inventado pelo homem, com a geração de novos compostos resistentes e com maiores massas moleculares.
- C** a decomposição química, devido à quebra de ligações das cadeias poliméricas, o que leva à geração de compostos tóxicos ocasionando problemas ambientais.
- D** a polimerização, que produz compostos de propriedades e características bem definidas, com geração de materiais com ampla distribuição de massa molecular.
- E** a decomposição, que é considerada uma reação química porque corresponde à união de pequenas moléculas, denominados monômeros, para a formação de oligômeros.

52| ENEM 2009 O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



53| ENEM 2008 A biodigestão anaeróbica, que se processa na ausência de ar, permite a obtenção de energia e materiais que podem ser utilizados não só como fertilizante e combustível de veículos, mas também para acionar motores elétricos e aquecer recintos.



O material produzido pelo processo esquematizado na figura e utilizado para a geração de energia é o

- A** biodiesel, obtido a partir da decomposição de matéria orgânica e/ou por fermentação na presença de oxigênio.
- B** metano (CH_4), biocombustível utilizado em diferentes máquinas.
- C** etanol, que, além de ser empregado na geração de energia elétrica, é utilizado como fertilizante.
- D** hidrogênio, combustível economicamente mais viável, produzido sem necessidade de oxigênio.
- E** metanol, que, além das aplicações mostradas no esquema, é matéria-prima na indústria de bebidas.

QUÍMICA AMBIENTAL

01| ENEM 2014 O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A** etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B** gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C** óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D** gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E** gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

02| ENEM 2013 Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- A Evitando a rotação de culturas.
- B Liberando o CO_2 presente no solo.
- C Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- D Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- E Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

03| ENEM 2016 Em Bangladesh, mais da metade dos poços artesianos cuja água serve à população local está contaminada com arsênio proveniente de minerais naturais e de pesticidas. O arsênio apresenta efeitos tóxicos cumulativos. A ONU desenvolveu um kit para tratamento dessa água a fim de torná-la segura para o consumo humano. O princípio desse kit é a remoção do arsênio por meio de uma reação de precipitação com sais de ferro (III) que origina um sólido volumoso de textura gelatinosa.

Disponível em: <http://tc.iaea.org>. Acesso em: 11 dez. 2012 (adaptado).

Com o uso desse kit, a população local pode remover o elemento tóxico por meio de

- A fervura.
- B filtração.
- C destilação.
- D calcinação.
- E evaporação.

04| ENEM 2016 Algumas práticas agrícolas fazem uso de queimadas, apesar de produzirem grandes efeitos negativos. Por exemplo, quando ocorre a queima da palha de cana-de-açúcar, utilizada na produção de etanol, há emissão de poluentes como CO_2 , SO_x , NO_x e materiais particulados (MP) para a atmosfera. Assim, a produção de biocombustíveis pode, muitas vezes, ser acompanhada da emissão de vários poluentes.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. *Biocombustível: o mito do combustível limpo. Química Nova na Escola*, n. 28, maio 2008 (adaptado).

Considerando a obtenção e o consumo desse biocombustível, há transformação química quando

- A o etanol é armazenado em tanques de aço inoxidável.
- B a palha de cana-de-açúcar é exposta ao sol para secagem.
- C a palha da cana e o etanol são usados como fonte de energia.
- D os poluentes SO_x , NO_x e MP são mantidos intactos e dispersos na atmosfera.
- E os materiais particulados (MP) são espalhados no ar e sofrem deposição seca.

05| ENEM 2016 Os métodos empregados nas análises químicas são ferramentas importantes para se conhecer a composição dos diversos materiais presentes no meio ambiente. É comum, na análise de metais presentes em amostras ambientais, como água de rio ou de mar, a adição de um ácido mineral forte, normalmente o ácido nítrico (HNO_3), com a finalidade de impedir a precipitação de compostos pouco solúveis desses metais ao longo do tempo.

Na ocorrência de precipitação, o resultado da análise pode ser subestimado, porque

- A ocorreu passagem de parte dos metais para uma fase sólida.
- B houve volatilização de compostos dos metais para a atmosfera.
- C os metais passaram a apresentar comportamento de não metais.
- D formou-se uma nova fase líquida, imiscível com a solução original.
- E os metais reagiram com as paredes do recipiente que contém a amostra.

06| ENEM 2016 Nos anos 1990, verificou-se que o rio Potomac, situado no estado norte-americano de Maryland, tinha, em parte de seu curso, águas extremamente ácidas por receber um efluente de uma mina de carvão desativada, o qual continha ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essa água, embora límpida, era desprovida de vida. Alguns quilômetros adiante, instalou-se uma fábrica de papel e celulose que emprega hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) em seus processos. Em pouco tempo, observou-se que, a partir do ponto em que a fábrica lança seus rejeitos no rio, a vida aquática voltou a florescer.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012 (adaptado).

A explicação para o retorno da vida aquática nesse rio é a

- A diluição das águas do rio pelo novo efluente lançado nele.
- B precipitação do íon sulfato na presença do efluente da nova fábrica.
- C biodegradação do ácido sulfúrico em contato com o novo efluente descartado.
- D diminuição da acidez das águas do rio pelo efluente da fábrica de papel e celulose.
- E volatilização do ácido sulfúrico após contato com o novo efluente introduzido no rio.

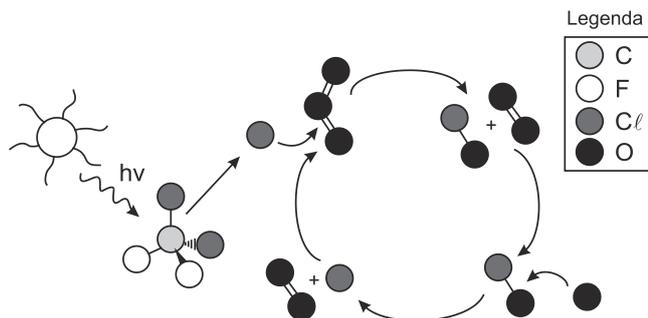
07| ENEM 2016 O petróleo é um tipo de combustível fóssil, de origem animal e vegetal, constituído principalmente por hidrocarbonetos. Em desastres de derramamento de petróleo, vários métodos são usados para a limpeza das áreas afetadas. Um deles é a biodegradação por populações naturais de microrganismos que utilizam o petróleo como fonte de nutrientes. O quadro mostra a composição química média das células desses microrganismos.

ELEMENTO	COMPOSIÇÃO MÉDIA CELULAR (%)
Carbono	50
Hidrogênio	7
Nitrogênio	11
Fósforo	2
Outros	30

Para uma efetiva biodegradação, a região afetada deve ser suplementada com

- A nitrogênio e fósforo.
- B hidrogênio e fósforo.
- C carbono e nitrogênio.
- D carbono e hidrogênio.
- E nitrogênio e hidrogênio.

08| ENEM 2014 A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

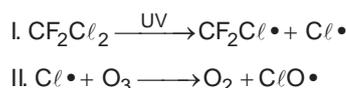
- A** clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- B** produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C** oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D** reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E** reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

09| ENEM 2014 No Brasil e no mundo têm surgido movimentos e leis para banir o uso de sacolas plásticas, em supermercados, feitas de polietileno. Obtida a partir do petróleo, a matéria-prima do polietileno é o gás etileno, que depois de polimerizado dá origem ao plástico, composto essencialmente formado pela repetição de grupos $-CH_2-$. O principal motivo do banimento é a poluição, pois se estima que as sacolas levam cerca de 300 anos para se degradarem no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, à radiação e a microrganismos.

O motivo pelo qual essas sacolas demoram muito tempo para se degradarem é que suas moléculas

- A** apresentam muitas insaturações.
- B** contêm carbono em sua composição.
- C** são formadas por elementos de alta massa atômica.
- D** são muito longas e formadas por ligações químicas fortes.
- E** têm origem no petróleo, que é uma matéria-prima não renovável.

10| ENEM 2012 O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não tem CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- A** substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B** servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturaram o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- C** reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- D** impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
- E** destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.

11| ENEM 2012 Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se $\text{HCl}(\text{g})$, cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.

Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- A** água dura.
- B** água de cal.
- C** água salobra.
- D** água destilada.
- E** água desmineralizada.

12| ENEM 2012 Observe atentamente a charge:



Disponível em: <http://ocorporresponde.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas termonucleares é

- A** a escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.
- B** a produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.
- C** o destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.
- D** a formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.
- E** o rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.

13| ENEM 2011 Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera. Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

- A** aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- B** fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- C** aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- D** fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- E** diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

14| ENEM 2010 Usando pressões extremamente altas, equivalentes às encontradas nas profundezas da Terra ou em um planeta gigante, cientistas criaram um novo cristal capaz de armazenar quantidades enormes de energia. Utilizando-se um aparato chamado bigorna de diamante, um cristal de difluoreto de xenônio (XeF_2) foi pressionado, gerando um novo cristal com estrutura supercompacta e enorme quantidade de energia acumulada.

Inovação Tecnológica. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 07 jul. 2010 (adaptado).

Embora as condições citadas sejam diferentes do cotidiano, o processo de acumulação de energia descrito é análogo ao da energia

- A** armazenada em um carrinho de montanha russa durante o trajeto.
- B** armazenada na água do reservatório de uma usina hidrelétrica.
- C** liberada na queima de um palito de fósforo.
- D** gerada nos reatores das usinas nucleares.
- E** acumulada em uma mola comprimida.

15| ENEM 2010 O lixão que recebia 130 toneladas de lixo e contaminava a região com o seu chorume (líquido derivado da decomposição de compostos orgânicos) foi recuperado, transformando-se em um aterro sanitário controlado, mudando a qualidade de vida e a paisagem e proporcionando condições dignas de trabalho para os que dele subsistiam.

Revista Promoção da Saúde da Secretaria de Políticas de Saúde Ano 1, n.º 4, dez. 2000 (adaptado)

Quais procedimentos técnicos tornam o aterro sanitário mais vantajoso que o lixão, em relação às problemáticas abordadas no texto?

- A** O lixo é recolhido e incinerado pela combustão a altas temperaturas.
- B** O lixo hospitalar é separado para ser enterrado e sobre ele, colocada cal virgem.
- C** O lixo orgânico e inorgânico é encoberto, e o chorume canalizado para ser tratado e neutralizado.
- D** O lixo orgânico é completamente separado do lixo inorgânico, evitando a formação de chorume.
- E** O lixo industrial é separado e acondicionado de forma adequada, formando uma bolsa de resíduos.

16| ENEM 2010 Fator da emissão *carbon footprint*) é um termo utilizado para expressar a quantidade de gases que contribuem para o aquecimento global, emitidos por uma fonte ou processo industrial específico. Pode-se pensar na quantidade de gases emitidos por uma indústria, uma cidade ou mesmo por uma pessoa. Para o gás CO_2 , a relação pode ser escrita:

$$\text{Fator de emissão de } CO_2 = \frac{\text{Massa de } CO_2 \text{ emitida}}{\text{Quantidade de material}}$$

O termo “quantidade de material” pode ser, por exemplo, a massa de material produzido em uma indústria ou a quantidade de gasolina consumida por um carro em um determinado período.

No caso da produção do cimento, o primeiro passo é a obtenção do óxido de cálcio, a partir do aquecimento do calcário a altas temperaturas, de acordo com a reação:



Uma vez processada essa reação, outros compostos inorgânicos são adicionados ao óxido de cálcio, tendo o cimento formado 62% de CaO em sua composição.

Dados: Massas molares em g/mol – $CO_2 = 44$; $CaCO_3 = 100$; $CaO = 56$.

TREPTOW, R.S. Journal of Chemical Education. v. 87 nº 2, fev. 2010 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas no texto, qual é, aproximadamente, o fator de emissão de CO_2 quando 1 tonelada de cimento for produzida, levando-se em consideração apenas a etapa de obtenção do óxido de cálcio?

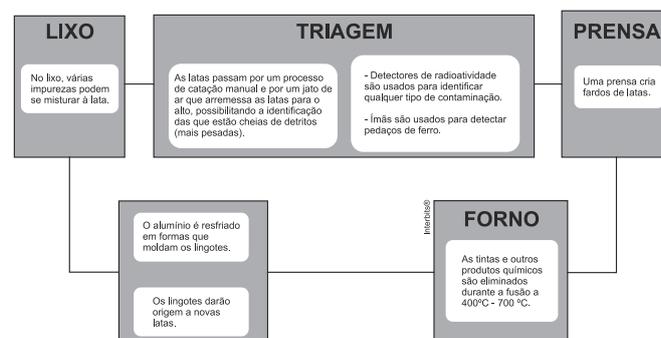
- A** $4,9 \times 10^{-4}$
- B** $7,9 \times 10^{-4}$
- C** $3,8 \times 10^{-1}$
- D** $4,9 \times 10^{-1}$
- E** $7,9 \times 10^{-1}$

17| ENEM 2010 As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2 , o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por “ilhas de calor”. Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor”, espera-se que o consumo de energia elétrica

- A** diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- B** aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- C** diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- D** aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- E** diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

18| ENEM 2010 O Brasil é um dos países que obtêm melhores resultados na reciclagem de latinhas de alumínio. O esquema a seguir representa as várias etapas desse processo:



Disponível em: <http://ambiente.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2010 (adaptado).

A temperatura do forno em que o alumínio é fundido é útil também porque

- A sublima outros metais presentes na lata.
- B evapora substâncias radioativas remanescentes.
- C impede que o alumínio seja eliminado em altas temperaturas.
- D desmagnetiza as latas que passaram pelo processo de triagem.
- E queima os resíduos de tinta e outras substâncias presentes na lata.

19| ENEM 2010 Cientistas da Austrália descobriram um meio de produzir roupas que se limpam sozinhas. A equipe de pesquisadores usou nanocristais de dióxido de titânio (TiO_2) que, sob ação da luz solar, são capazes de decompor as partículas de sujeira na superfície de um tecido. O estudo apresentou bons resultados com fibras de algodão e seda. Nesses casos, foram removidas manchas de vinho, bastante resistentes. A nanocamada protetora poderá ser útil na prevenção de infecções em hospitais, uma vez que o dióxido de titânio também mostrou ser eficaz na destruição das paredes celulares de microrganismos que provocam infecções. O termo nano vem da unidade de medida nanômetro, que é a bilionésima parte de 1 metro.

Veja. Especial Tecnologia. São Paulo: Abril, set. 2008 (adaptado).

A partir dos resultados obtidos pelos pesquisadores em relação ao uso de nanocristais de dióxido de titânio na produção de tecidos e considerando uma possível utilização dessa substância no combate às infecções hospitalares, pode-se associar que os nanocristais de dióxido de titânio

- A são pouco eficientes em ambientes fechados e escuros.
- B possuem dimensões menores que as de seus átomos formadores.
- C são pouco eficientes na remoção de partículas de sujeira de natureza orgânica.
- D destroem microrganismos causadores de infecções, por meio de osmose celular.
- E interagem fortemente com material orgânico devido à sua natureza apolar.

20| ENEM 2009 A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que somam cerca de 99 %, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4), ozônio (O_3) e o óxido nítrico (N_2O), que compõem o restante 1 % do ar que respiramos.

Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO_2 , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades. A.G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- A reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- B promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de CH_4 .
- C reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO_2 da atmosfera.

- D aumentar a concentração atmosférica de H_2O , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- E remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.

21| ENEM 2009 Potencializado pela necessidade de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e limpas dificilmente resultará em um modelo hegemônico. A tendência é que cada país crie uma combinação própria de matrizes, escolhida entre várias categorias de biocombustíveis, a energia solar ou a eólica e, mais tarde, provavelmente o hidrogênio, capaz de lhe garantir eficiência energética e ajudar o mundo a atenuar os efeitos das mudanças climáticas. O hidrogênio, em um primeiro momento, poderia ser obtido a partir de hidrocarbonetos ou de carboidratos.

Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>>. Acesso em: mar. 2007 (adaptado).

Considerando as fontes de hidrogênio citadas, a de menor impacto ambiental seria

- A aquela obtida de hidrocarbonetos, pois possuem maior proporção de hidrogênio por molécula.
- B aquela de carboidratos, por serem estes termodinamicamente mais estáveis que os hidrocarbonetos.
- C aquela de hidrocarbonetos, pois o carvão resultante pode ser utilizado também como fonte de energia.
- D aquela de carboidratos, uma vez que o carbono resultante pode ser fixado pelos vegetais na próxima safra.
- E aquela de hidrocarbonetos, por estarem ligados a carbonos tetraédricos, ou seja, que apresentam apenas ligações simples.

22| ENEM 2009 O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis.

A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca

- A aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
- B redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
- C aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
- D aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.
- E redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.

23| ENEM 2009 A nanotecnologia está ligada à manipulação da matéria em escala nanométrica, ou seja, uma escala tão pequena quanto a de um bilionésimo do metro. Quando aplicada às ciências da vida, recebe o nome de nanobiotecnologia. No fantástico mundo da nanobiotecnologia, será possível a invenção de dispositivos ultrapequenos que, usando conhecimentos da biologia e da engenharia, permitirão examinar, manipular ou imitar os sistemas biológicos.

LACAVA, Z.; MORAIS, P. Nanobiotecnologia e saúde. *Com Ciência*. Reportagens. Nanociência & Nanotecnologia.

Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano15.htm>>. Acesso em: 4 maio 2009.

Como exemplo da utilização dessa tecnologia na Medicina, pode-se citar a utilização de nanopartículas magnéticas (nanoimãs) em terapias contra o câncer. Considerando-se que o campo magnético não age diretamente sobre os tecidos, o uso dessa tecnologia em relação às terapias convencionais é

- A** de eficácia duvidosa, já que não é possível manipular nanopartículas para serem usadas na medicina com a tecnologia atual.
- B** vantajoso, uma vez que o campo magnético gerado por essas partículas apresenta propriedades terapêuticas associadas ao desaparecimento do câncer.
- C** desvantajoso, devido à radioatividade gerada pela movimentação de partículas magnéticas, o que, em organismos vivos, poderia causar o aparecimento de tumores.
- D** desvantajoso, porque o magnetismo está associado ao aparecimento de alguns tipos de câncer no organismo feminino como, por exemplo, o câncer de mama e o de colo de útero.
- E** vantajoso, pois se os nanoimãs forem ligados a drogas quimioterápicas, permitem que estas sejam fixadas diretamente em um tumor por meio de um campo magnético externo, diminuindo-se a chance de que áreas saudáveis sejam afetadas.

24| ENEM 2008 A China comprometeu-se a indenizar a Rússia pelo derramamento de benzeno de uma indústria petroquímica chinesa no rio Songhua, um afluente do rio Amur, que faz parte da fronteira entre os dois países. O presidente da Agência Federal de Recursos da água da Rússia garantiu que o benzeno não chegará aos dutos de água potável, mas pediu à população que fervesse a água corrente e evitasse a pesca no rio Amur e seus afluentes. As autoridades locais estão armazenando centenas de toneladas de carvão, já que o mineral é considerado eficaz absorvente de benzeno.

Internet: <www.jbonline.terra.com.br> (com adaptações)

Levando-se em conta as medidas adotadas para a minimização dos danos ao ambiente e à população, é correto afirmar que

- A** o carvão mineral, ao ser colocado na água, reage com o benzeno, eliminando-o.
- B** o benzeno é mais volátil que a água e, por isso, é necessário que esta seja fervida.
- C** a orientação para se evitar a pesca deve-se à necessidade de preservação dos peixes.
- D** o benzeno não contaminaria os dutos de água potável, porque seria decantado naturalmente no fundo do rio.
- E** a poluição causada pelo derramamento de benzeno da indústria chinesa ficaria restrita ao rio Songhua.

CITOLOGIA

01| ENEM 2010 Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

- A** Temperatura, superfície de contato e concentração.
- B** Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- C** Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- D** Superfície de contato, temperatura e concentração.
- E** Temperatura, concentração e catalisadores.

02| ENEM 2016

COMPANHEIRA VIAJANTE

Suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece cumprindo seus afazeres domésticos cotidianos, descobrindo seu nicho especial em nossa fogaosa cozinha metabólica, mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fonalha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adaptada às células eucariontes, considerando-se como escrava – uma serve a serviço de nossa verdadeira evolução.

McMURRAY, W. C. The traveler. *Trends in Biochemical Sciences*, 1994 (adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto é o(a)

- A** centríolo.
- B** lisossomo.
- C** mitocôndria.
- D** complexo golgiense.
- E** retículo endoplasmático liso.

03| ENEM 2016 As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são seqüências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs in vitro é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- A** Núcleo.
- B** Mitocôndria.
- C** Peroxissomo.
- D** Complexo golgiense.
- E** Retículo endoplasmático.

04| ENEM 2016 O *paclitaxel* é um triterpeno poli-hidroxilado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina, interferindo na função dos microtúbulos.

KRETZER, I. F. *Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol* – LDE. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- A** Divisão celular.
- B** Transporte passivo.
- C** Equilíbrio osmótico.
- D** Geração de energia.
- E** Síntese de proteínas.

05| ENEM 2016 Em 1950, Erwin Chargaff e colaboradores estudavam a composição química do DNA e observaram que a quantidade de adenina (A) é igual à de timina (T), e a quantidade de guanina (G) é igual à de citosina (C) na grande maioria das duplas fitas de DNA. Em outras palavras, esses cientistas descobriram que o total de purinas (A+G) e o total de pirimidinas (C+T) eram iguais.

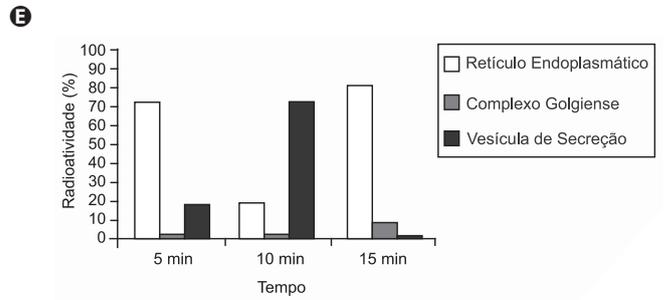
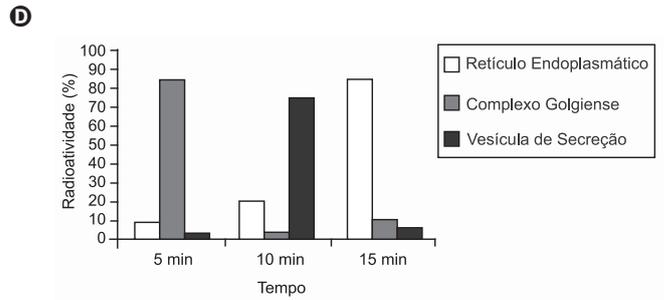
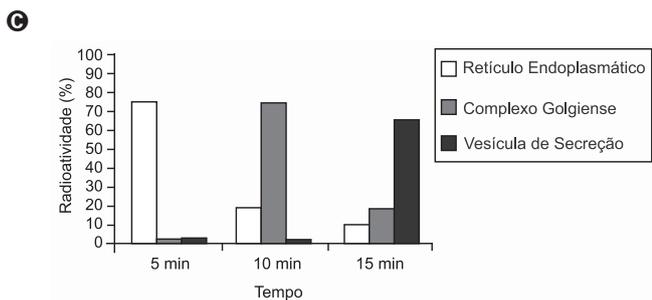
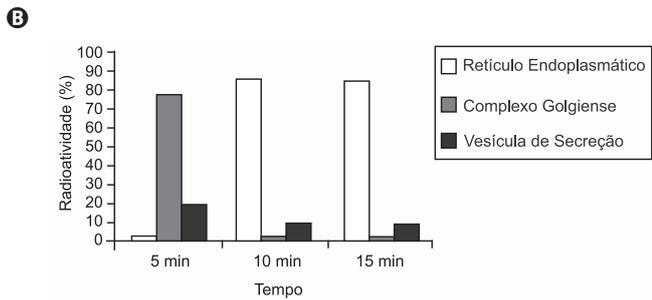
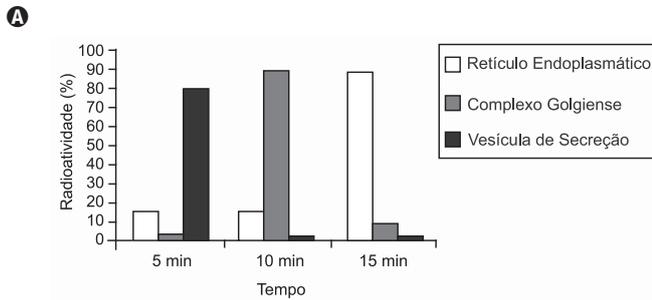
Um professor trabalhou esses conceitos em sala de aula e apresentou como exemplo uma fita simples de DNA com 20 adeninas, 25 timinas, 30 guaninas e 25 citosinas.

Qual a quantidade de cada um dos nucleotídeos, quando considerada a dupla fita de DNA formada pela fita simples exemplificada pelo professor?

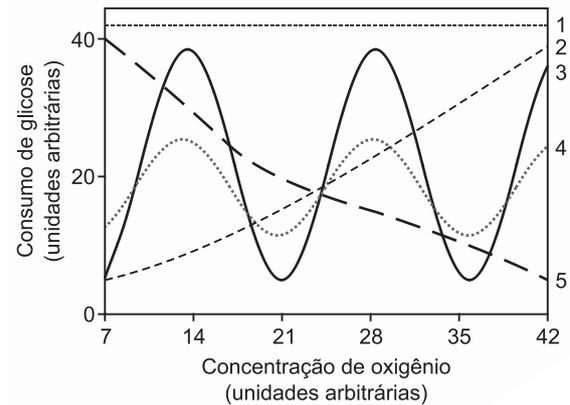
- A** Adenina: 20; Timina: 25; Guanina: 25; Citosina: 30.
- B** Adenina: 25; Timina: 20; Guanina: 45; Citosina: 45.
- C** Adenina: 45; Timina: 45; Guanina: 55; Citosina: 55.
- D** Adenina: 50; Timina: 50; Guanina: 50; Citosina: 50.
- E** Adenina: 55; Timina: 55; Guanina: 45; Citosina: 45.

06| ENEM 2015 Muitos estudos de síntese e endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras.

Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?



07| ENEM 2015 Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual de concentração de oxigênio?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

08| ENEM 2015 Um importante princípio da biologia, relacionado à transmissão de caracteres e à embriogênese humana, foi quebrado com a descoberta do microquimerismo fetal. Microquimerismo é o nome dado ao fenômeno biológico referente a uma pequena população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas derivada de um organismo geneticamente distinto. Investigando-se a presença do cromossomo Y, foi revelado que diversos tecidos de mulheres continham células masculinas. A análise do histórico médico revelou uma correlação extremamente curiosa: apenas as mulheres que antes tiveram filhos homens apresentaram microquimerismo masculino. Essa correlação levou à interpretação de que existe uma troca natural entre células do feto e maternas durante a gravidez.

MUOTRI, A. *Você não é só você: carregamos células maternas na maioria de nossos órgãos.* Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 4 dez. 2012 (adaptado).

O princípio contestado com essa descoberta, relacionado ao desenvolvimento do corpo humano, é o de que

- A o fenótipo das nossas células pode mudar por influência do meio ambiente.
- B a dominância genética determina a expressão de alguns genes.
- C as mutações genéticas introduzem variabilidade no genoma.
- D mitocôndrias e o seu DNA provêm do gameta materno.
- E as nossas células corporais provêm de um único zigoto.

09| ENEM 2015 Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado.

A doença associada a esse hábito é a

- A obesidade.
- B osteoporose.
- C diabetes tipo II.
- D hipertensão arterial.
- E hipercolesterolemia.

10| ENEM 2014 Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

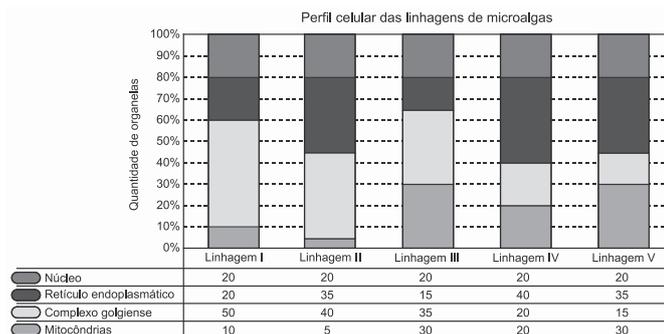
- A capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

11| ENEM 2014 O arroz-dourado é uma planta transgênica capaz de produzir quantidades significativas de betacaroteno, que é ausente na variedade branca. A presença dessa substância torna os grãos amarelados, o que justifica seu nome.

A ingestão dessa variedade geneticamente modificada está relacionada à redução da incidência de

- A fragilidade óssea.
- B fraqueza muscular.
- C problemas de visão.
- D alterações na tireoide.
- E sangramento gengival.

12| ENEM 2013 Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que otimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

13| ENEM 2013 A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A Lisossomo.
- B Mitocôndria.
- C Peroxissomo.
- D Complexo golgiense.
- E Retículo endoplasmático.

14| ENEM 2013 Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- A pai.
- B filho.
- C filha.
- D avó materna.
- E avó materno.

15| ENEM 2013 Mitocôndrias são organelas citoplasmáticas em que ocorrem etapas do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas orgânicas são transformadas e, juntamente com o O₂, são produzidos CO₂ e H₂O, liberando energia, que é armazenada na célula na forma de ATP.

Na espécie humana, o gameta masculino (espermatozoide) apresenta, em sua peça intermediária, um conjunto de mitocôndrias, cuja função é

- A facilitar a ruptura da membrana do ovócito.
- B acelerar sua maturação durante a espermatogênese.
- C localizar a tuba uterina para fecundação do gameta feminino.
- D aumentar a produção de hormônios sexuais masculinos.
- E fornecer energia para sua locomoção.

16| ENEM 2012 Alimentos como carnes, quando guardados de maneira inadequada, deterioram-se rapidamente devido à ação de bactérias e fungos. Esses organismos se instalam e se multiplicam rapidamente por encontrarem aí condições favoráveis de temperatura, umidade e nutrição. Para preservar tais alimentos é necessário controlar a presença desses microrganismos. Uma técnica antiga e ainda bastante difundida para preservação desse tipo de alimento é o uso do sal de cozinha (NaCl).

Nessa situação, o uso do sal de cozinha preserva os alimentos por agir sobre os microrganismos,

- A desidratando suas células.
- B inibindo sua síntese proteica.
- C inibindo sua respiração celular.
- D bloqueando sua divisão celular.
- E desnaturando seu material genético.

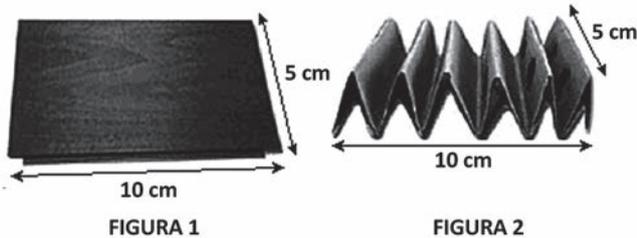
17| ENEM 2012 O DNA (ácido desoxirribonucleico), material genético de seres vivos, é uma molécula de fita dupla, que pode ser extraída de forma caseira a partir de frutas, como morango ou banana amassados, com uso de detergente, de sal de cozinha, de álcool comercial e de uma peneira ou de um coador de papel.

O papel do detergente nessa extração de DNA é

- A aglomerar o DNA em solução para que se torne visível.
- B promover lise mecânica do tecido para obtenção do DNA.
- C emulsificar a mistura para promover a precipitação do DNA.
- D promover atividades enzimáticas para acelerar a extração do DNA.
- E romper as membranas celulares para liberação do DNA em solução.

18| ENEM 2010 Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.

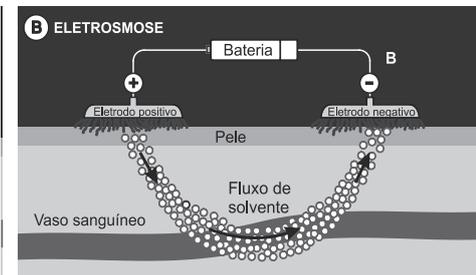
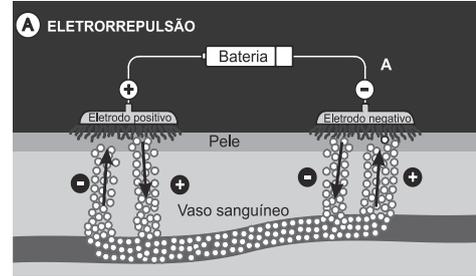


Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de

- A manter o volume de absorção.
- B aumentar a superfície de absorção.
- C diminuir a velocidade de absorção.
- D aumentar o tempo de absorção.
- E manter a seletividade na absorção.

19| ENEM 2009 Um medicamento, após ser ingerido, atinge a corrente sanguínea e espalha-se pelo organismo, mas, como suas moléculas “não sabem” onde é que está o problema, podem atuar em locais diferentes do local “alvo” e desencadear efeitos além daqueles desejados. Não seria perfeito se as moléculas dos medicamentos soubessem exatamente onde está o problema e fossem apenas até aquele local exercer sua ação? A técnica conhecida como iontoforese, indolor e não invasiva, promete isso. Como mostram as figuras, essa nova técnica baseia-se na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre a pele do paciente, permitindo que fármacos permeiem membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Muitos pacientes relatam apenas um formigamento no local de aplicação. O objetivo da corrente elétrica é

formar poros que permitam a passagem do fármaco de interesse. A corrente elétrica é distribuída por eletrodos, positivo e negativo, por meio de uma solução aplicada sobre a pele. Se a molécula do medicamento tiver carga elétrica positiva ou negativa, ao entrar em contato com o eletrodo de carga de mesmo sinal, ela será repelida e forçada a entrar na pele (eletrorrepulsão – A). Se for neutra, a molécula será forçada a entrar na pele juntamente com o fluxo de solvente fisiológico que se forma entre os eletrodos (eletrosmose – B).



GRATIERI, T.; GELFUSO, G. M.; LOPES, R. F. V. Medicação do futuro-iontoforese facilita entrada de fármacos no organismo. Ciência Hoje, vol 44, nº 259, maio 2009 (adaptado).

De acordo com as informações contidas no texto e nas figuras, o uso da iontoforese

- A provoca ferimento na pele do paciente ao serem introduzidos os eletrodos, rompendo o epitélio.
- B aumenta o risco de estresse nos pacientes, causado pela aplicação da corrente elétrica.
- C inibe o mecanismo de ação dos medicamentos no tecido-alvo, pois estes passam a entrar por meio da pele.
- D diminui o efeito colateral dos medicamentos, se comparados com aqueles em que a ingestão se faz por via oral.
- E deve ser eficaz para medicamentos constituídos de moléculas polares e ineficaz, se essas forem apolares.

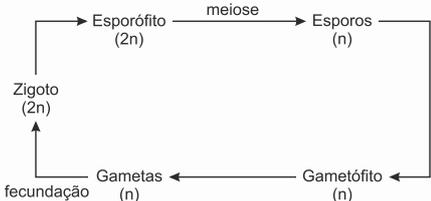
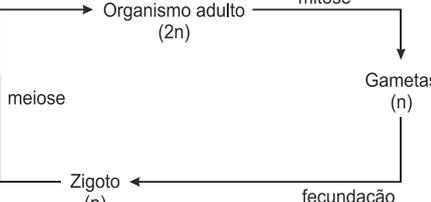
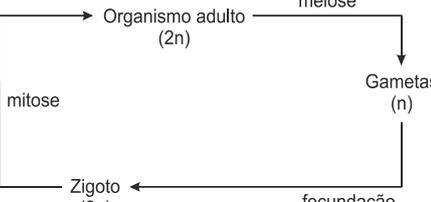
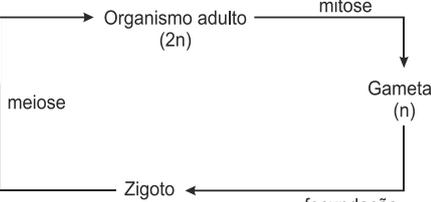
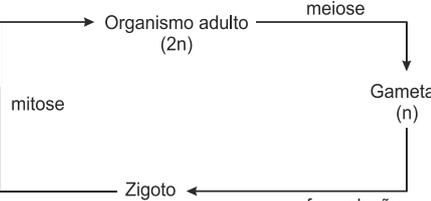
20| ENEM 2009 Quando adquirimos frutas no comércio, observamos com mais frequência frutas sem ou com poucas sementes. Essas frutas têm grande apelo comercial e são preferidas por uma parcela cada vez maior da população. Em plantas que normalmente são diploides, isto é, apresentam dois cromossomos de cada par, uma das maneiras de produzir frutas sem sementes é gerar plantas com uma ploidia diferente de dois, geralmente triploide. Uma das técnicas de produção dessas plantas triploides é a geração de uma planta tetraploide (com 4 conjuntos de cromossomos), que produz gametas diploides e promove a reprodução dessa planta com uma planta diploide normal.

A planta triploide oriunda desse cruzamento apresentará uma grande dificuldade de gerar gametas viáveis, pois como a segregação dos cromossomos homólogos na meiose I é aleatória e independente, espera-se que

- A os gametas gerados sejam diploides.
- B as cromátides irmãs sejam separadas ao final desse evento.
- C o número de cromossomos encontrados no gameta seja 23.
- D um cromossomo de cada par seja direcionado para uma célula filha.
- E um gameta raramente terá o número correto de cromossomos da espécie.

21| ENEM 2009 Os seres vivos apresentam diferentes ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos que resultam na geração de novos indivíduos.

Considerando-se um modelo simplificado padrão para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que corresponde ao observado em seres humanos é:

- A**

- B**

- C**

- D**

- E**


Disponível em: www.infoescola.com (adaptado).

22| ENEM 2009 Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (o vírus que causa a AIDS), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas.

Certamente seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico.

TANURI, A.; FERREIRA JUNIOR, O. C. Vacina contra Aids: desafios e esperanças. *Ciência Hoje* (44) 26, 2009 (adaptado).

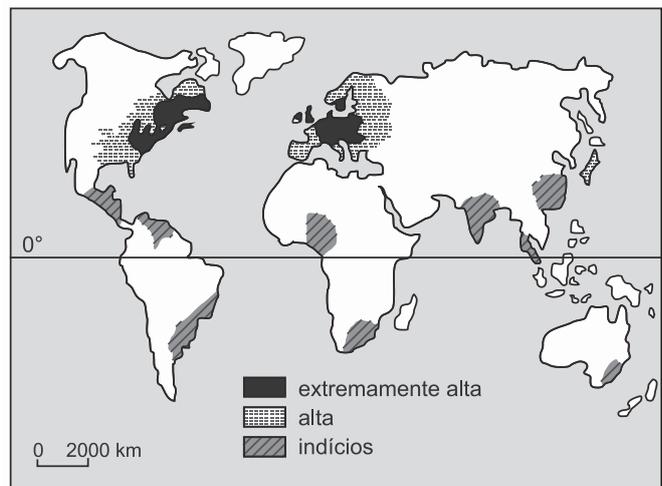
Uma vacina eficiente contra o HIV deveria

- A** induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.
- B** ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas protetoras.
- C** produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.
- D** ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.
- E** estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

ECOLOGIA

01| ENEM 2010

Ocorrência de Chuva Ácida



Disponível em: <http://img15.imageshack.us> (adaptado).

A maior frequência na ocorrência do fenômeno atmosférico apresentado na figura relaciona-se a

- A** concentrações urbano-industriais.
- B** episódios de queimadas florestais.
- C** atividades de extrativismo vegetal.
- D** índices de pobreza elevados.
- E** climas quentes e muito úmidos.

02| ENEM 2010 Se, por um lado, o ser humano, como animal, é parte integrante da natureza e necessita dela para continuar sobrevivendo, por outro, como ser social, cada dia mais sofisticada os mecanismos de extrair da natureza recursos que, ao serem aproveitados, podem alterar de modo profundo a funcionalidade harmônica dos ambientes naturais.

ROSS, J. L. S. (Org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 2005 (adaptado).

A relação entre a sociedade e a natureza vem sofrendo profundas mudanças em razão do conhecimento técnico. A partir da leitura do texto, identifique a possível consequência do avanço da técnica sobre o meio natural.

- A** sociedade aumentou o uso de insumos químicos – agrotóxicos e fertilizantes – e, assim, os riscos de contaminação.
- B** O homem, a partir da evolução técnica, conseguiu explorar a natureza e difundir harmonia na vida social.
- C** As degradações produzidas pela exploração dos recursos naturais são reversíveis, o que, de certa forma, possibilita a recriação da natureza.

- D O desenvolvimento técnico, dirigido para a recomposição de áreas degradadas, superou os efeitos negativos da degradação.
- E As mudanças provocadas pelas ações humanas sobre a natureza foram mínimas, uma vez que os recursos utilizados são de caráter renovável.

03| ENEM 2016 O ambiente marinho pode ser contaminado com rejeitos radioativos provenientes de testes com armas nucleares. Os materiais radioativos podem se acumular nos organismos. Por exemplo, o estrôncio - 90 é quimicamente semelhante ao cálcio e pode substituir esse elemento nos processos biológicos.

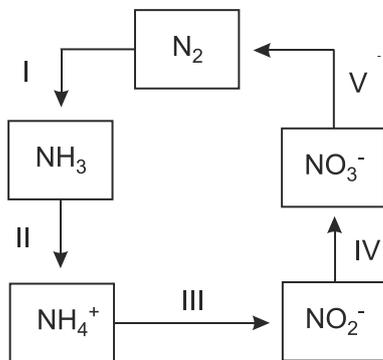
FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. *Química Nova na Escola*, n. 1, 1998 (adaptado).

Um pesquisador analisou as seguintes amostras coletadas em uma região marinha próxima a um local que manipula o estrôncio radioativo: coluna vertebral de tartarugas, concha de moluscos, endoesqueleto de ouriços-do-mar, sedimento de recife de corais e tentáculos de polvo.

Em qual das amostras analisadas a radioatividade foi menor?

- A Concha de moluscos.
- B Tentáculos de polvo.
- C Sedimento de recife de corais.
- D Coluna vertebral de tartarugas.
- E Endoesqueleto de ouriços-do-mar.

04| ENEM 2014 A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

05| ENEM 2014 O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.

- C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

06| ENEM 2013 Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO₂, CH₄ e N₂O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- A Evitando a rotação de culturas.
- B Liberando o CO₂ presente no solo.
- C Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- D Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- E Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

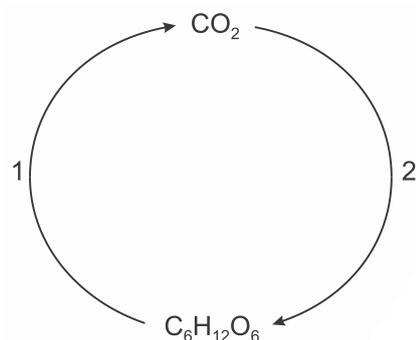
07| ENEM 2009 O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>. Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

A transformação mencionada no texto é a

- A fusão.
- B liquefação.
- C evaporação.
- D solidificação.
- E condensação.

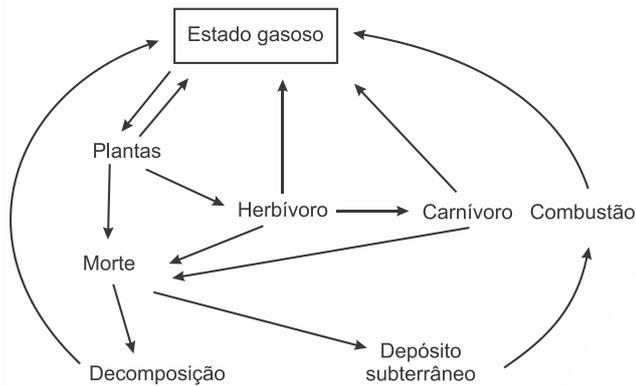
08| ENEM 2015



No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por

- A seres herbívoros.
- B fungos fermentadores.
- C bactéria heterótrofas.
- D organismos produtores.
- E microrganismos decompositores.

09| ENEM 2016 Os seres vivos mantêm constantes trocas de matéria com o ambiente mediante processos conhecidos como ciclos biogeoquímicos. O esquema representa um dos ciclos que ocorrem nos ecossistemas.



O esquema apresentado corresponde ao ciclo biogeoquímico do(a)

- A** água.
- B** fósforo.
- C** enxofre.
- D** carbono.
- E** nitrogênio.

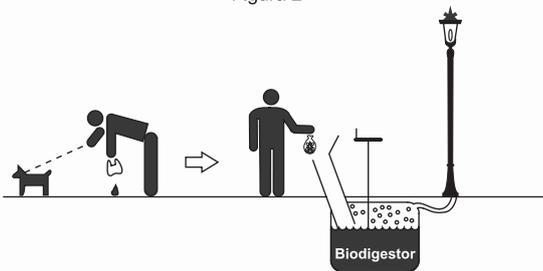
10| ENEM 2016 A coleta das fezes dos animais domésticos em sacolas plásticas e o seu descarte em lixeiras convencionais podem criar condições de degradação que geram produtos prejudiciais ao meio ambiente (Figura 1).

Figura 1



A Figura 2 ilustra o Projeto Park Spark, desenvolvido em Cambridge, MA (EUA), em que as fezes dos animais domésticos são recolhidas em sacolas biodegradáveis e jogadas em um biodigestor instalado em parques públicos; e os produtos são utilizados em equipamentos no próprio parque.

Figura 2



Disponível em: <http://parksparkproject.com>. Acesso em: 30 ago. 2013 (adaptado).

Uma inovação desse projeto é possibilitar o(a)

- A** queima de gás metano.
- B** armazenamento de gás carbônico.
- C** decomposição aeróbica das fezes.
- D** uso mais eficiente de combustíveis fósseis.
- E** fixação de carbono em moléculas orgânicas.

11| ENEM 2016 Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

BLOOM, A.J. et al. Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO₂ in field-grown wheat. *Nature Climate Change*, n. 4, abr. 2014 (adaptado).

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de

- A** amido.
- B** frutose.
- C** lipídeos.
- D** celulose.
- E** proteínas.

12| ENEM 2016 Suponha que um pesticida lipossolúvel que se acumula no organismo após ser ingerido tenha sido utilizado durante anos na região do Pantanal, ambiente que tem uma de suas cadeias alimentares representadas no esquema:

PLÂNCTON → PULGA-D'ÁGUA → LAMBARI → PIRANHA → TUIUIÚ

Um pesquisador avaliou a concentração do pesticida nos tecidos de lambaris da região e obteve um resultado de 6,1 partes por milhão (ppm).

Qual será o resultado compatível com a concentração do pesticida (em ppm) nos tecidos dos outros componentes da cadeia alimentar?

	PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
a)	15,1	10,3	4,3	1,2
b)	6,1	6,1	6,1	6,1
c)	2,1	4,3	10,4	14,3
d)	2,1	3,9	4,1	2,3
e)	8,8	5,8	5,3	9,6

13| ENEM 2016 Chamamos de lixo a grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, como os gerados em residências. O aumento na produção de resíduos sólidos leva à necessidade de se pensar em maneiras adequadas de tratamento. No Brasil, 76% do lixo é disposto em lixões e somente 24% tem como destino um tratamento adequado, considerando os aterros sanitários, as usinas de compostagem ou a incineração.

FADINI, P.S.; FADINI, A. A. A. Lixo: desafios e compromissos. *Química Nova na Escola*, maio 2001 (adaptado).

Comparando os tratamentos descritos, as usinas de compostagem apresentam como vantagem serem o destino

- A** que gera um produto passível de utilização na agricultura.
- B** onde ocorre a eliminação da matéria orgânica presente no lixo.
- C** mais barato, pois não implica custos de tratamento nem controle.
- D** que possibilita o acesso de catadores, pela disposição do lixo a céu aberto.
- E** em que se podem utilizar áreas contaminadas com resíduos de atividades de mineração.

14| ENEM 2016 A modernização da agricultura, também conhecida como Revolução Verde, ficou marcada pela expansão da agricultura nacional. No entanto, trouxe consequências como o empobrecimento do solo, o aumento da erosão e dos custos de produção, entre outras. Atualmente, a preocupação com a agricultura sustentável tem suscitado práticas como a adubação verde, que consiste na incorporação ao solo de fitomassa de espécies vegetais distintas, sendo as leguminosas as mais difundidas.

ANUNCIACÃO, G. C. F. Disponível em: www.muz.ifsuldeminas.edu.br. Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A utilização de leguminosas nessa prática de cultivo visa reduzir a

- A** utilização de agrotóxicos.
- B** atividade biológica do solo.
- C** necessidade do uso de fertilizantes.
- D** decomposição da matéria orgânica.
- E** capacidade de armazenamento de água no solo.

15| ENEM 2016 A vegetação apresenta adaptações ao ambiente, como plantas arbóreas e arbustivas com raízes que se expandem horizontalmente, permitindo forte ancoragem no substrato lamacento; raízes que se expandem verticalmente, por causa da baixa oxigenação do substrato; folhas que têm glândulas para eliminar o excesso de sais; folhas que podem apresentar cutícula espessa para reduzir a perda de água por evaporação.

As características descritas referem-se a plantas adaptadas ao bioma:

- A** Cerrado.
- B** Pampas.
- C** Pantanal.
- D** Manguezal.
- E** Mata de Cocais.

16| ENEM 2016 Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- A** Raízes escoras e respiratórias.
- B** Raízes tabulares e folhas largas.
- C** Casca grossa e galhos retorcidos.
- D** Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- E** Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.

17| ENEM 2016 Os ecossistemas degradados por intensa atividade agrícola apresentam, geralmente, diminuição de sua diversidade e perda de sua estabilidade. Nesse contexto, o uso integrado de árvores aos sistemas agrícolas (sistemas agroflorestais) pode cumprir um papel inovador ao buscar a aceleração do processo sucessional e, ao mesmo tempo, uma produção escalonada e diversificada.

Disponível em: saf.cnpgc.embrapa.br. Acesso em: 21 jan. 2012 (adaptado).

Essa é uma estratégia de conciliação entre recuperação ambiental e produção agrícola, pois

- A** substitui gradativamente as espécies cultiváveis por espécies arbóreas.
- B** intensifica a fertilização do solo com o uso de técnicas apropriadas e biocidas.
- C** promove maior diversidade de vida no solo com o aumento da matéria orgânica.
- D** favorece a dispersão das sementes cultivadas pela fauna residente nas áreas florestais.
- E** cria condições para o estabelecimento de espécies pioneiras com a diminuição da insolação sobre o solo.

18| ENEM 2016 As sacolas plásticas são utilizadas em grande quantidade no Brasil por serem práticas, leves e de baixo custo. Porém, o tempo necessário para que sofram degradação nas condições do meio é de, no mínimo, 100 anos. Com o intuito de reduzir o impacto ambiental desses produtos, as sacolas biodegradáveis foram intro-

duzidas no mercado. Essas sacolas são confeccionadas de um material polimérico que confere a elas uma característica que as torna biodegradáveis.

A qual característica das sacolas biodegradáveis o texto faz referência?

- A** Elevada massa molecular do polímero.
- B** Espessura fina do material que as constitui.
- C** Baixa resistência aos líquidos nas condições de uso.
- D** Baixa resistência ao ataque por microrganismos em condições adequadas.
- E** Ausência de anéis aromáticos na estrutura do polímero usado na confecção das sacolas.

19| ENEM 2016 Um pesquisador investigou o papel da predação por peixes na densidade e tamanho das presas, como possível controle de populações de espécies exóticas em costões rochosos. No experimento colocou uma tela sobre uma área da comunidade, impedindo o acesso dos peixes ao alimento, e comparou o resultado com uma área adjacente na qual os peixes tinham acesso livre.

O quadro apresenta os resultados encontrados após 15 dias de experimento.

ESPÉCIE EXÓTICA	ÁREA COM TELA		ÁREA SEM TELA	
	Densidade (indivíduo/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)	Densidade (indivíduo/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)
Alga	100	15	110	18
Craca	300	2	150	1,5
Mexilhão	380	3	200	6
Ascídia	55	4	58	3,8

O pesquisador concluiu corretamente que os peixes controlam a densidade dos(as)

- A** algas, estimulando seu crescimento.
- B** cracas, predando especialmente animais pequenos.
- C** mexilhões, predando especialmente animais pequenos.
- D** quatro espécies testadas, predando indivíduos pequenos.
- E** ascídias, apesar de não representarem os menores organismos.

20| ENEM 2016 Uma nova estratégia para o controle da dengue foi apresentada durante o Congresso Internacional de Medicina Tropical, no Rio de Janeiro, em 2012. O projeto traz uma abordagem nova e natural para o combate à doença e já está em fase de testes. O objetivo do programa é cessar a transmissão do vírus da dengue pelo *Aedes aegypti*, a partir da introdução da bactéria *Wolbachia* – que é naturalmente encontrada em insetos – nas populações locais de mosquitos. Quando essa bactéria é introduzida no *A. aegypti*, atua como uma “vacina”, estimulando o sistema imunológico e bloqueando a multiplicação do vírus dentro do inseto.

Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

Qual o conceito fundamental relacionado a essa estratégia?

- A** Clonagem.
- B** Mutualismo.
- C** Parasitismo.
- D** Transgênese.
- E** Controle biológico.

21| ENEM 2016 Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

- A** Fitoplâncton.
- B** Zooplâncton.
- C** Moluscos.
- D** Crustáceos.
- E** Peixes.

22| ENEM 2015 Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio.

O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o

- A** fósforo.
- B** enxofre.
- C** carbono.
- D** oxigênio.
- E** nitrogênio.

23| ENEM 2015 O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N_2 , é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos fixadores de N_2 , que ocorrem de forma livre ou simbioses com plantas.

ADUAN, R. E. et al. *Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta*. Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

- A** absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- B** ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- C** incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- D** transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
- E** cooperação com microrganismos fixadores de nitrogênio.

24| ENEM 2015 Dentre outras características, uma determinada vegetação apresenta folhas durante três a quatro meses ao ano, com limbo reduzido, mecanismo rápido de abertura e fechamento dos estômatos e caule suculento. Essas são algumas características adaptativas das plantas ao bioma onde se encontram.

Que fator ambiental é o responsável pela ocorrência dessas características adaptativas?

- A** Escassez de nutrientes no solo.
- B** Estratificação da vegetação.
- C** Elevada insolação.
- D** Baixo pH do solo.
- E** Escassez de água.

25| ENEM 2015 Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um hábitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois se pressupõe que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.

ANDRÉA, M. M. *Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos*.

Disponível em: www.biologico.sp.gov.br. Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).

O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por

- A** algas.
- B** peixes.
- C** baleias.
- D** camarões.
- E** anêmonas.

26| ENEM 2015 O acúmulo de plásticos na natureza pode levar a impactos ambientais negativos, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos. Uma das formas de minimizar esse problema é a reciclagem, para a qual é necessária a separação dos diferentes tipos de plásticos. Em um processo de separação foi proposto o seguinte procedimento:

- I. Coloque a mistura de plásticos picados em um tanque e acrescente água até a metade da sua capacidade.
- II. Mantenha essa mistura em repouso por cerca de 10 minutos.
- III. Retire os pedaços que flutuaram e transfira-os para outro tanque com uma solução de álcool.
- IV. Coloque os pedaços sedimentados em outro tanque com solução de sal e agite bem.

Qual propriedade da matéria possibilita a utilização do procedimento descrito?

- A** Massa.
- B** Volume.
- C** Densidade.
- D** Porosidade.
- E** Maleabilidade.

27| ENEM 2015 A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos dessas a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo do ambiente.

KREPSKY, N.; SILVA SOBRINHO, F.; CRAPEZ, M. A. C. *Ciência Hoje*, n. 223, jan.-fev. 2006 (adaptado).

Para serem eficientes no processo de biorremediação citado, as espécies escolhidas devem possuir

- A** Células flageladas, que capturem as partículas de óleo presentes na água.
- B** altas taxas de mutação, para se adaptarem ao ambiente impactado pelo óleo.
- C** enzimas, que catalisem reações de quebra das moléculas constituintes do óleo.
- D** parede celular espessa, que impossibilite que as bactérias se contaminem com o óleo.
- E** capacidade de fotossíntese, que possibilite a liberação de oxigênio para a renovação do ambiente poluído.

28| ENEM 2015 A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

- A** eutrofização.
- B** proliferação de algas.
- C** inibição da fotossíntese.
- D** fotodegradação da matéria orgânica.
- E** aumento da quantidade de gases dissolvidos.

29| ENEM 2015 Os parasitoides são insetos diminutos, que têm hábitos bastante peculiares: suas larvas se desenvolvem dentro do corpo de outros animais. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Santo, M. M. E. Et AL. Parasitoides: insetos benéficos e cruéis.

Ciência Hoje, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

O uso desses insetos na agricultura traz benefícios ambientais, pois diminui o(a)

- A** tempo de produção agrícola.
- B** diversidade de insetos-praga.
- C** aplicação de inseticidas tóxicos.
- D** emprego de fertilizantes agrícolas.
- E** necessidade de combate a ervas daninhas.

30| ENEM 2015 O caramujo gigante africano, *Achatina fulica*, é uma espécie exótica que tem despertado o interesse das autoridades brasileiras, uma vez que tem causado danos ambientais e prejuízos econômicos à agricultura. A introdução da espécie no Brasil ocorreu clandestinamente, com o objetivo de ser utilizada na alimentação humana. Porém, o molusco teve pouca aceitação no comércio de alimentos, o que resultou em abandono e liberação intencional das criações por vários produtores. Por ser uma espécie herbívora generalista (alimenta-se de mais de 500 espécies diferentes de vegetais), com grande capacidade reprodutiva, tornou-se uma praga agrícola de difícil erradicação. Associada a isto, a ausência de predadores naturais fez com que ocorresse um crescimento descontrolado da população.

O desequilíbrio da cadeia alimentar observado foi causado pelo aumento da densidade populacional de

- A** consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de consumidores secundários.
- B** consumidores primários, em função da ausência de consumidores secundários.
- C** consumidores secundários, em função da ausência de consumidores primários.
- D** consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de produtores.
- E** consumidores primários, em função do aumento de produtores.

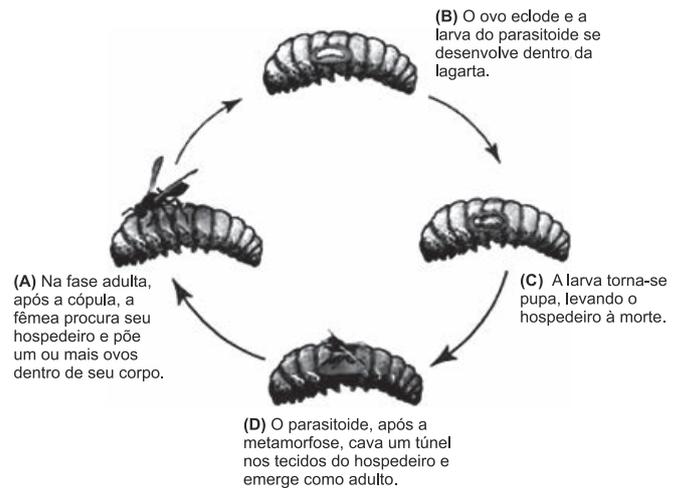
31| ENEM 2014 Na técnica de plantio conhecida por hidroponia, os vegetais são cultivados em uma solução de nutrientes no lugar do solo, rica em nitrato e ureia.

Nesse caso, ao fornecer esses nutrientes na forma aproveitável pela planta, a técnica dispensa o trabalho das bactérias fixadoras do solo, que, na natureza, participam do ciclo do(a)

- A** água.
- B** carbono.
- C** nitrogênio.
- D** oxigênio.
- E** fósforo.

32| ENEM 2014 Os parasitoides (misto de parasitas e predadores) são insetos diminutos que têm hábitos muito peculiares: suas larvas podem se desenvolver dentro do corpo de outros organismos, como mostra a figura. A forma adulta se alimenta de pólen e açúcares. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Ciclo de vida de um inseto parasitoide de lagartas



SANTO, M. M. E.; FARIA, M. L. Parasitoides: insetos benéficos e cruéis. *Ciência Hoje*, v. 49, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

A forma larval do parasitoide assume qual papel nessa cadeia alimentar?

- A** Consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
- B** Consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
- C** Organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
- D** Organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta o maior nível energético na cadeia.
- E** Decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.

33| ENEM 2014 Estranha neve: espuma, espuma apenas que o vento espalha, bolha em baile no ar, vinda do Tietê alvoroçada ao abrir de comportas, espuma de dodecilbenzeno irreduzível, emergindo das águas profanadas do rio-bandeirante, hoje rio-despejo de mil imundícies do progresso.

ANDRADE, C. D. *Poesia e prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar. 1992 (fragmento).

Nesse poema, o autor faz referência à

- A** disseminação de doenças nas áreas atingidas por inundações.
- B** contaminação do lençol freático pela eliminação de lixo nos rios.
- C** ocorrência de enchente causada pela impermeabilização dos solos.
- D** presença de detergentes sintéticos como agentes poluentes de águas.
- E** destruição de fauna e flora pela contaminação de bacias hidrográficas.

34| ENEM 2014 A eutrofização é um dos fenômenos responsáveis pela mortalidade de parte das espécies aquáticas e, em regiões próximas a centros urbanos, pela perda da qualidade de vida da população. Um exemplo é a Lagoa da Pampulha, um dos mais conhecidos pontos turísticos da capital de Minas Gerais, onde as atividades de pesca e nado não são mais permitidas.

Para evitar a ocorrência desse fenômeno em lagos deve-se

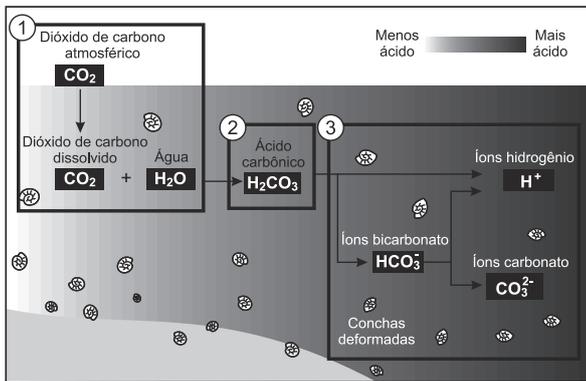
- A** manter inalterado seu volume de água.
- B** aumentar a população de algas planctônicas.
- C** diminuir o teor de nutrientes despejados nas águas.
- D** impedir a fotossíntese das algas abaixo da superfície.
- E** aumentar a população de espécies do topo da cadeia alimentar.

35| ENEM 2014 Se por um lado a Revolução Industrial instituiu um novo patamar de tecnologia e, com isso, uma melhoria na qualidade de vida da população, por outro lado os resíduos decorrentes desse processo podem se acumular no ar, no solo e na água, causando desequilíbrios no ambiente.

O acúmulo dos resíduos provenientes dos processos industriais que utilizam combustíveis fósseis traz como consequência o(a)

- A** eutrofização dos corpos-d'água, aumentando a produtividade dos sistemas aquáticos.
- B** precipitação de chuvas ácidas, danificando florestas, ecossistemas aquáticos e construções.
- C** mudança na salinidade dos mares, provocando a mortalidade de peixes e demais seres aquáticos.
- D** acúmulo de detritos, causando entupimento de bueiros e alagamento das ruas.
- E** presença de mosquitos, levando à disseminação de doenças bacterianas e virais.

36| ENEM 2014 Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A** seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B** excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C** menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D** estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E** dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

37| ENEM 2014 Os corais funcionam como termômetros, capazes de indicar, mudando de coloração, pequenas alterações na temperatura da água dos oceanos. Mas, um alerta, eles estão ficando brancos. O seu clareamento progressivo acontece pela perda de minúsculas algas, chamadas zooxantelas, que vivem dentro de seus tecidos, numa relação de mutualismo.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 6 dez 2012 (adaptado).

O desequilíbrio dessa relação faz com que os pólipos que formam os corais tenham dificuldade em

- A** produzir o próprio alimento.
- B** obter compostos nitrogenados.
- C** realizar a reprodução sexuada.
- D** absorver o oxigênio dissolvido na água.
- E** adquirir nutrientes derivados da fotossíntese.

38| ENEM 2014 Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. et al. "Mecanismos de controle da marcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias". *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar. abr. 2011 (adaptado).

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- A** Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- B** Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- C** Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- D** Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- E** Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

39| ENEM 2014 Surtsey é uma ilha vulcânica situada perto da costa sul da Islândia. A erupção vulcânica que lhe deu origem ocorreu na década de 1960, o que faz dela, seguramente, a ilha mais nova do Oceano Atlântico. As primeiras espécies que aí se fixaram foram musgos e líquens. À medida que as aves foram fixando-se na ilha, as condições do solo foram melhorando e espécies vegetais mais complexas puderam iniciar a colonização do território. Em 1988 foi observada a presença do primeiro arbusto.

Disponível em: www.nacopadasarvores.blogspot.com.br. Acesso em: 25 maio 2012 (fragmento).

O conjunto das alterações ocorridas no ambiente descrito é exemplo de

- A** nicho ecológico.
- B** eficiência ecológica.
- C** sucessão ecológica.
- D** irradiação adaptativa.
- E** resistência ambiental.

40| ENEM 2014 Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

Característica	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta por cera	Coberta por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

41| ENEM 2013 Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- A aves.
- B algas.
- C peixes.
- D insetos.
- E caranguejos.

42| ENEM 2013 Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- A menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- E menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

43| ENEM 2013



QUINO. Toda Mafalda. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

A posição ocupada pela vaca, na interação apresentada na tirinha, a caracteriza como

- A produtora.
- B consumidora primária.
- C consumidora secundária.
- D consumidora terciária.
- E decompositora.

44| ENEM 2013 Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). *Química Verde: fundamentos e aplicações*. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

- A hidrelétricas.
- B termelétricas.
- C usinas geotérmicas.
- D fontes de energia solar.
- E fontes de energia eólica.

45| ENEM 2013 Algumas estimativas apontam que, nos últimos cem anos, a concentração de gás carbônico na atmosfera aumentou em cerca de 40%, devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana. Alguns estudos demonstram que essa utilização em larga escala promove o aumento do efeito estufa.

Outros fatores de origem antrópica que aumentam o efeito estufa são

- A chuva ácida e destruição da camada de ozônio.
- B alagamento e inversão térmica.
- C erosão e extinção das espécies.
- D poluição das águas e do solo.
- E queimada e desmatamento.

46| ENEM 2013 As algas marinhas podem ser utilizadas para reduzir a contaminação por metais pesados em ambientes aquáticos. Elas podem funcionar como uma “esponja biológica”, absorvendo esses poluentes. Dentro das células dessas algas, esses metais são imobilizados no vacúolo por mecanismos bioquímicos.

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 21 nov. 2011 (adaptado).

Nesse processo, as algas atuam como agentes que promovem a

- A biodigestão.
- B eutrofização.
- C desnitrificação.
- D biorremediação.
- E biomonitoração.

47| ENEM 2013 A poluição térmica, provocada principalmente pela má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras de usinas hidrelétricas e termelétricas, respectivamente, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos. A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a liberação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente. Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou fiscalização, causa sérios danos à vida aquática, pois reduz significativamente o tempo de vida de algumas espécies, afetando seus ciclos de reprodução.

Disponível em: www.brasilecola.com. Acesso em: 25 abr. 2010 (adaptado).

Um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo(a)

- A desenvolvimento excessivo do fitoplâncton, devido à eutrofização do meio aquático.
- B prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.
- C bloqueio da entrada de raios solares na água, devido ao acúmulo de sedimentos na superfície.
- D potenciação dos poluentes presentes, devido à diminuição da velocidade de degradação desses materiais.
- E desequilíbrio dos organismos desses ecossistemas, devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono.

48| ENEM 2013 Para a produção de etanol combustível, as usinas retiram água do leito de rios próximos, reutilizando-a nas suas instalações. A vinhaça, resíduo líquido gerado nesse processo, é diluída para ser adicionada ao solo, utilizando uma técnica chamada de fertirrigação. Por meio desse procedimento, o fósforo e o potássio, essenciais à produção de cana-de-açúcar, são devolvidos ao solo, reduzindo o uso de fertilizantes sintéticos.

Essa intervenção humana no destino da vinhaça tem como resultado a diminuição do impacto ambiental referente à

- A erosão do solo.
- B produção de chuva ácida.
- C elevação da temperatura global.
- D eutrofização de lagos e represas.
- E contaminação de rios por pesticidas.

49| ENEM 2013 No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

PETESSE, M. L.; PETRERE JR., M. *Ciência Hoje*, São Paulo, n. 293, v. 49, jun. 2012 (adaptado).

Nessa modificação da ictiofauna, o desaparecimento de cascudos é explicado pelo(a)

- A** redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- B** diminuição da competição intraespecífica.
- C** aumento da competição interespecífica.
- D** isolamento geográfico dos peixes.
- E** extinção de nichos ecológicos.

50| ENEM 2013 A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando cerca de 7% a 10% do território nacional. Nesse ambiente seco, mesmo quando chove, não há acúmulo de água, pois o solo é raso e pedregoso. Assim, as plantas desse bioma possuem modificações em suas raízes, caules e folhas, que permitem melhor adaptação a esse ambiente, contra a perda de água e de nutrientes. Geralmente, seus caules são suculentos e suas folhas possuem forma de espinhos e cutículas altamente impermeáveis, que apresentam queda na estação seca.

Disponível em: www.ambientebrasil.com.br. Acesso em: 21 maio 2010 (adaptado).

Considerando as adaptações nos órgãos vegetativos, a principal característica das raízes dessas plantas, que atribui sua maior adaptação à Caatinga, é o(a)

- A** armazenamento de nutrientes por um sistema radicular aéreo.
- B** fixação do vegetal ao solo por um sistema radicular do tipo tuberoso.
- C** fixação do vegetal ao substrato por um sistema radicular do tipo sugador.
- D** absorção de água por um sistema radicular desenvolvido e profundo.
- E** armazenamento de água do solo por um sistema radicular do tipo respiratório.

51| ENEM 2013 O manguezal é um dos mais ricos ambientes do planeta, possui uma grande concentração de vida, sustentada por nutrientes trazidos dos rios e das folhas que caem das árvores. Por causa da quantidade de sedimentos — restos de plantas e outros organismos — misturados à água salgada, o solo dos manguezais tem aparência de lama, mas dele resulta uma floresta exuberante capaz de sobreviver naquele solo lodoso e salgado.

NASCIMENTO, M. S. V. Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 3 ago. 2011.

Para viverem em ambiente tão peculiar, as plantas dos manguezais apresentam adaptações, tais como

- A** folhas substituídas por espinhos, a fim de reduzir a perda de água para o ambiente.
- B** folhas grossas, que caem em períodos frios, a fim de reduzir a atividade metabólica.
- C** caules modificados, que armazenam água, a fim de suprir as plantas em períodos de seca.
- D** raízes desenvolvidas, que penetram profundamente no solo, em busca de água.
- E** raízes respiratórias ou pneumatóforas, que afloram do solo e absorvem o oxigênio diretamente do ar.

52| ENEM 2013 Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico, esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

LEVY, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

As populações de espécies invasoras crescem bastante por terem a vantagem de

- A** não apresentarem genes deletérios no seu pool gênico.
- B** não possuírem parasitas e predadores naturais presentes no ambiente exótico.
- C** apresentarem características genéticas para se adaptarem a qualquer clima ou condição ambiental.
- D** apresentarem capacidade de consumir toda a variedade de alimentos disponibilizados no ambiente exótico.
- E** apresentarem características fisiológicas que lhes conferem maior tamanho corporal que o das espécies nativas.

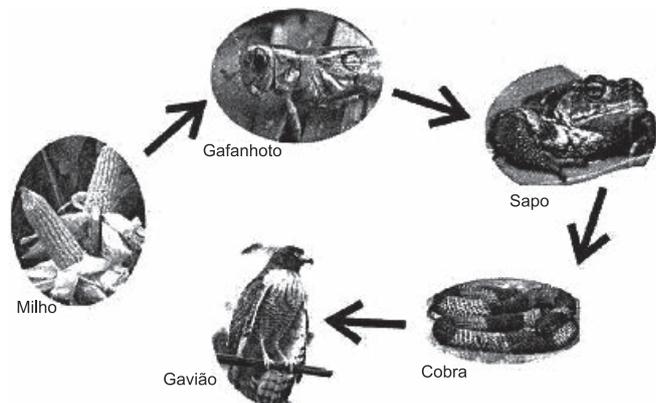
53| ENEM 2012 Considere a seguinte cadeia alimentar em um ambiente marinho:

Fitoplânctons → Copépodos → Sardinhas → Atuns

Imagine que nessa cadeia sejam introduzidas águas-vivas, que se alimentam dos copépodos (crustáceos planctônicos). Nessa área, as águas-vivas não são alimentos para outros organismos. No mesmo período, ocorre sobrepesca das populações de sardinhas. Como consequência das interferências descritas na cadeia alimentar, será observada diminuição

- A** da população de copépodos, em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- B** da população de atuns, em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- C** da quantidade de fitoplâncton, devido à redução no estoque de copépodos.
- D** do estoque de copépodos, em função do aumento da população de atuns.
- E** da população de atuns, pelo aumento da população de copépodos.

54| ENEM 2012 O uso de defensivos agrícolas é preocupante pela sua toxicidade aos ecossistemas, tanto ao meio biótico como abiótico, afetando as cadeias alimentares. Alguns defensivos, como o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), por serem muito estáveis, entram nas cadeias alimentares e permanecem nos ecossistemas.

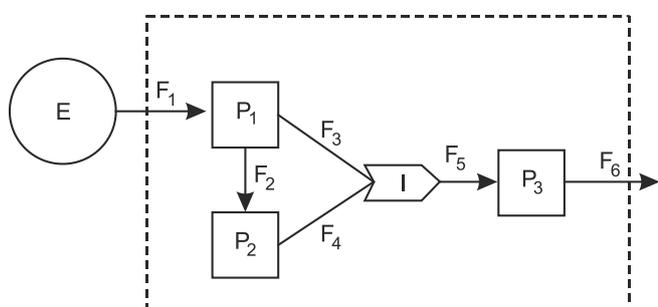


PASCHOAL, A. D. *Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções*. Rio de Janeiro: FGV, 1979 (adaptado).

Com base nas informações e na figura, o elo da cadeia alimentar que apresentará as maiores concentrações do defensivo é o do(a)

- A sapo, devido ao tempo de vida ser longo, acumulando maior quantidade de compostos tóxicos ao longo da vida.
- B cobra, devido à digestão lenta dos alimentos, resultando na concentração dos compostos tóxicos neste organismo.
- C gafanhoto, devido ao elevado consumo de milho, resultando em altas concentrações dos compostos tóxicos no seu organismo.
- D milho, devido à aplicação direta de defensivo na gramínea, gerando altas concentrações de compostos tóxicos em toda a planta.
- E gavião, devido à acumulação de compostos tóxicos ao longo da cadeia alimentar, resultando nas maiores concentrações neste organismo.

55| ENEM 2012 A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades, P_1 e P_2 , que interagem em I, para afetar uma terceira propriedade, P_3 , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E. Essa figura pode simular um sistema de campo em que P_1 representa as plantas verdes; P_2 um animal herbívoro e P_3 , um animal onívoro.



E: função motriz
P: propriedades
F: fluxos
I: interações

ODUM, E. P. *Ecologia*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

- A herbivoria entre P_1 e P_2 .
- B polinização entre P_1 e P_2 .
- C P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .
- D P_1 ou P_2 utilizada na alimentação de P_3 .
- E energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema.

56| ENEM 2012 O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n.º 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- A hábitat.
- B biótopo.
- C nível trópico.
- D nicho ecológico.
- E potencial biótico.

57| ENEM 2012 A instalação de uma indústria de processamento de pescados, próxima a uma aldeia de pescadores, situada à beira-mar, criou um conflito de interesses. A administração pública e os investidores defendem que haverá geração de renda, melhorando a qualidade de vida da população. Os moradores estão receptivos ao empreendimento, mas argumentam que, sem o devido controle, as atividades da indústria podem poluir a água do mar próxima à aldeia. Uma maneira adequada, do ponto de vista social e ambiental, de minimizar a poluição na água do mar próxima à aldeia, pela instalação da fábrica, é a

- A destinação apropriada dos efluentes líquidos.
- B instalação de filtros nas chaminés da indústria.
- C tratamento da água consumida pela comunidade.
- D remoção da população para uma região afastada.
- E realização de análise na água do mar próxima à aldeia.

58| ENEM 2012 Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n.º 47, mar, 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- A originar uma nova espécie poliploide.
- B substituir geneticamente a espécie natural.
- C ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.
- D impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- E produzir descendentes com o código genético modificado.

59| ENEM 2012 A vegetação do cerrado é constituída por árvores esparsas que apresentam troncos retorcidos e raízes profundas, disseminadas em meio a arbustos.

As raízes dessas árvores são uma importante estratégia evolutiva, pois

- A aumentam a taxa de fotossíntese das árvores, o que eleva a produção de biomassa.
- B melhoram a sustentação das árvores no solo, que se torna arenoso nos períodos intensos de seca.
- C possibilitam a absorção de água de regiões mais profundas do solo, inclusive em períodos de seca.
- D dificultam a ação de predadores que se alimentam desses órgãos, provocando a morte das árvores.
- E diminuem a superfície de contato desses órgãos com a atmosfera, impedindo a perda de água por evaporação.

60| ENEM 2012 Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais de referido ecossistema são:

- A Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B Caules estreitos e retilíneos.
- C Folhas estreitas e membranosas.
- D Gemas apicais com densa pilosidade.
- E Raízes superficiais, em geral, aéreas.

61| ENEM 2012 Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando micro-organismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

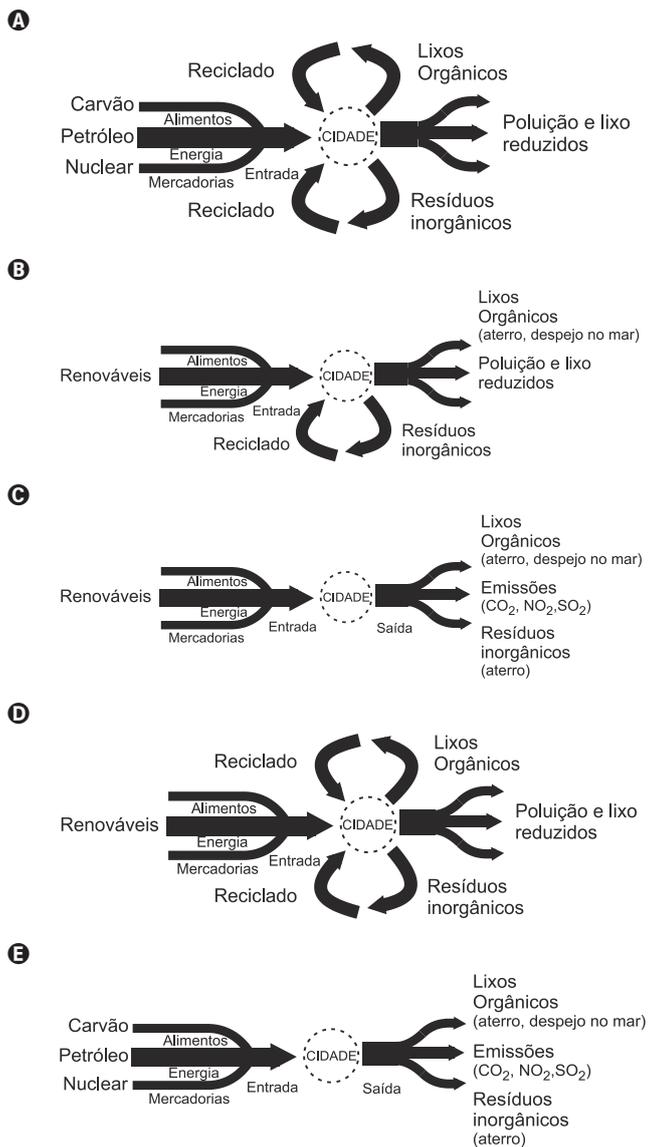
Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microorganismo deve ser capaz de

- A** transferir o contaminante do solo para a água.
- B** absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- C** apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- D** estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- E** metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

62| ENEM 2012 O desenvolvimento sustentável rompe com a lógica da organização social vigente, convidando a novos modos de pensar e agir. Dessa forma, sustentabilidade implica o uso de recursos renováveis em quantidades compatíveis com a capacidade de renovação do planeta.

MCT. Prêmio Jovem Cientista: cidades sustentáveis. Caderno do Professor, 2011 (adaptado).

Um esquema de cidade que pretende atender a esse conceito é:



63| ENEM 2012 Diversos estudos têm sido desenvolvidos para encontrar soluções que minimizem o impacto ambiental de eventuais vazamentos em poços de petróleo, que liberam hidrocarbonetos potencialmente contaminantes. Alguns microrganismos podem ser usados como agentes de biorremediação nesses casos. Os microrganismos adequados a essa solução devem apresentar a capacidade de

- A** excretar hidrocarbonetos solúveis.
- B** estabilizar quimicamente os hidrocarbonetos.
- C** utilizar hidrocarbonetos em seu metabolismo.
- D** diminuir a degradação abiótica de hidrocarbonetos.
- E** transferir hidrocarbonetos para níveis tróficos superiores.

64| ENEM 2012 Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- A** garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- B** latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- C** sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- D** embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- E** garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

65| ENEM 2012 A produção de biocombustíveis é resultado direto do fomento a pesquisas científicas em biotecnologia que ocorreu no Brasil nas últimas décadas. A escolha do vegetal a ser usado considera, entre outros aspectos, a produtividade da matéria-prima em termos de rendimento e custos associados. O etanol é produzido a partir da fermentação de carboidratos e quanto mais simples a molécula de glicídio, mais eficiente é o processo.

"Etanol de quê?". Revista Pesquisa Fapesp, 28 de nov. 2007 (adaptado)

O vegetal que apresenta maior eficiência no processo da produção do etanol é

- A** o milho, pois apresenta sementes com alto teor de amido.
- B** a mandioca, pois apresenta raízes com alto teor de celulose.
- C** a soja, pois apresenta sementes com alto teor de glicogênio.
- D** o feijão, pois apresenta sementes com alto teor de quitina.
- E** a cana-de-açúcar, pois apresenta colmos com alto teor de sacarose.

66| ENEM 2011 Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- A** como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- B** pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- C** como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
- D** pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- E** pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

67| ENEM 2011 Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de pe-

tróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. *Revista Ciência Hoje*. V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- A) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- B) eficaz de energia, tornando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- C) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- D) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- E) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

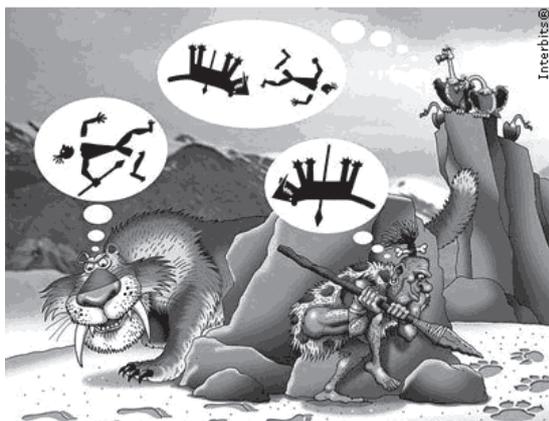
68| ENEM 2011 Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

Cores ao vento. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas. *Revista Pesquisa FAPESP*. N° 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

- A) facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- B) interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- C) adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- D) voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- E) especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

69| ENEM 2011 Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: <http://www.cienciasgaspar.blogspot.com>.

Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- A) produtor e consumidor primário.
- B) consumidor primário e consumidor secundário.
- C) consumidor secundário e consumidor terciário.
- D) consumidor terciário e produtor.
- E) consumidor secundário e consumidor primário.

70| ENEM 2011



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A) metano durante o processo de digestão.
- B) óxido nitroso durante o processo de ruminação.
- C) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D) óxido nitroso durante o processo respiratório.
- E) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

71| ENEM 2011 Os vaga-lumes machos e fêmeas emitem sinais luminosos para se atraírem para o acasalamento. O macho reconhece a fêmea de sua espécie e, atraído por ela, vai ao seu encontro. Porém, existe um tipo de vaga-lume, o *Photuris*, cuja fêmea engana e atrai os machos de outro tipo, o *Photinus* fingindo ser desse gênero. Quando o macho *Photinus* se aproxima da fêmea *Photuris*, muito maior que ele, é atacado e devorado por ela.

BERTOLDI, O. G.; VASCONCELLOS, J. R. *Ciência & sociedade: a aventura da vida, a aventura da tecnologia*. São Paulo: Scipione, 2000 (adaptado).

A relação descrita no texto, entre a fêmea do gênero *Photuris* e o macho do gênero *Photinus*, é um exemplo de

- A) comensalismo.
- B) inquilinismo.
- C) cooperação.
- D) predatismo.
- E) mutualismo.

72| ENEM 2011 O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma sp.* introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura. A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma sp.* consiste na

- A** introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.
- B** introdução de um gene letal nas borboletas para diminuir o número de indivíduos.
- C** competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.
- D** modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.
- E** aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

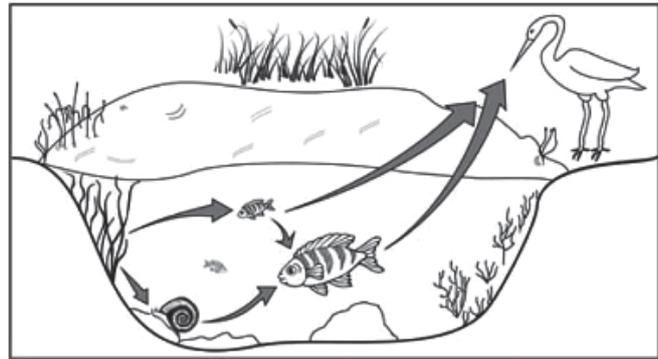
73| ENEM 2011 Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração — coloquialmente chamados de “gasolina de capim” — são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. *Scientific American Brasil*. Ago. 2009, nº 87 (adaptado).

O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais

- A** são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
- B** oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
- C** sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
- D** sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
- E** podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte petróleo e gasolina.

74| ENEM 2010 A figura representa uma cadeia alimentar em uma lagoa. As setas indicam o sentido do fluxo de energia entre os componentes dos níveis tróficos.



Sabendo-se que o mercúrio se acumula nos tecidos vivos, que componente dessa cadeia alimentar apresentará maior teor de mercúrio no organismo se nessa lagoa ocorrer um derramamento desse metal?

- A** As aves, pois são os predadores do topo dessa cadeia e acumulam mercúrio incorporado pelos componentes dos demais elos.
- B** Os caramujos, pois se alimentam das raízes das plantas, que acumulam maior quantidade de metal.
- C** Os grandes peixes, pois acumulam o mercúrio presente nas plantas e nos peixes pequenos.
- D** Os pequenos peixes, pois acumulam maior quantidade de mercúrio, já que se alimentam das plantas contaminadas.
- E** As plantas aquáticas, pois absorvem grande quantidade de mercúrio da água através de suas raízes e folhas.

75| ENEM 2010 Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agentes infecciosos.

FURTADO, F. Peste branca no mar. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v. 42, n. 251, ago. 2008 (adaptado).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- A** aplicar antibióticos nas águas litorâneas de Abrolhos.
- B** substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- C** introduzir nas águas de Abrolhos espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- D** aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- E** criar uma lei que proteja os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

76| ENEM 2010 O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- A metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- B metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- C gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- D gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- E gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

77| ENEM 2010 Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

- A Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- B Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- C Eutrofização, ocasionada pelo aumento do fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- D Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- E Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

78| ENEM 2010 O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- A Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

79| ENEM 2010 Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de CO₂ procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O CO₂ combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha.

A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- A da acidez das águas dos oceanos.
- B do estoque de pescado nos oceanos.
- C da temperatura média dos oceanos.
- D do nível das águas dos oceanos.
- E da salinização das águas dos oceanos.

80| ENEM 2010 No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: *Scientific American Brasil* 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

- A indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- B alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- C ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- D indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- E evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

81| ENEM 2010 A interferência do homem no meio ambiente tem feito com que espécies de seres vivos desapareçam muito mais rapidamente do que em épocas anteriores. Vários mecanismos de proteção ao planeta têm sido discutidos por cientistas, organizações e governantes. Entre esses mecanismos, destaca-se o acordado na Convenção sobre a Diversidade Biológica durante a Rio 92, que afirma que a nação tem direito sobre a variedade de vida contida no seu território e o dever de conservá-la, utilizando-se dela de forma sustentável.

A dificuldade encontrada pelo Brasil em seguir o acordo da Convenção sobre a Diversidade Biológica decorre, entre outros fatores, do fato de a

- A extinção de várias espécies ter ocorrido em larga escala.
- B alta biodiversidade no país impedir a sua conservação.
- C utilização de espécies nativas de forma sustentável ser utópica.
- D grande extensão de nosso território dificultar a sua fiscalização.
- E classificação taxonômica de novas espécies ocorrer de forma lenta.

82| ENEM 2009 Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera — sendo os principais o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄) — emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do solo.

SANTILLI, M. Mudança climática global. *Almanaque Brasil Socioambiental* 2008. São Paulo, 2007 (adaptado).

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso

- A a camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiriam.
- B as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
- C o equilíbrio do clima do planeta seria re-estabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
- D a fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
- E os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.

83| ENEM 2009 O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis.

Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? Ciência Hoje, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- A** o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- B** o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- C** a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.
- D** a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- E** apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

84| ENEM 2009 Na região semiárida do Nordeste brasileiro, mesmo nos anos mais secos, chove pelo menos 200 milímetros por ano. Durante a seca, muitas pessoas, em geral as mães de família, têm de caminhar várias horas em busca de água, utilizando açudes compartilhados com animais e frequentemente contaminados. Sem tratamento, essa água é fonte de diarreias, parasitas intestinais, e uma das responsáveis pela elevada mortalidade infantil da região. Os açudes secam com frequência, tornando necessário o abastecimento das populações por carros-pipa, uma alternativa cara e que não traz solução definitiva ao abastecimento de água.

OSAVA, M. Chuva de beber: Cisternas para 50 mil famílias. Revista Eco21, nº- 96, nov. 2004 (adaptado).

Considerando o texto, a proposta mais eficaz para reduzir os impactos da falta de água na região seria

- A** subsidiar a venda de água mineral nos estabelecimentos comerciais.
- B** distribuir gratuitamente remédios contra parasitas e outras moléstias intestinais.
- C** desenvolver carros-pipa maiores e mais econômicos, de forma a baratear o custo da água transportada.
- D** captar água de chuva em cisternas, permitindo seu adequado tratamento e armazenamento para consumo.
- E** promover a migração das famílias mais necessitadas para as regiões Sudeste e Sul, onde as chuvas são abundantes.

85| ENEM 2009 Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora ana-

lisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi bom, razoável ou ruim, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de Luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada,

- A** a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- B** recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- C** sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- D** espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- E** é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

86| ENEM 2009 Suponha que o chefe do departamento de administração de uma empresa tenha feito um discurso defendendo a ideia de que os funcionários deveriam cuidar do meio ambiente no espaço da empresa. Um dos funcionários levantou-se e comentou que o conceito de meio ambiente não era claro o suficiente para se falar sobre esse assunto naquele lugar.

Considerando que o chefe do departamento de administração entende que a empresa é parte do meio ambiente, a definição que mais se aproxima dessa concepção é:

- A** Região que inclui somente cachoeiras, mananciais e florestas.
- B** Apenas locais onde é possível o contato direto com a natureza.
- C** Locais que servem como áreas de proteção onde fatores bióticos são preservados.
- D** Apenas os grandes biomas, por exemplo, Mata Atlântica, Mata Amazônica, Cerrado e Caatinga.
- E** Qualquer local em que haja relação entre fatores bióticos e abióticos, seja ele natural ou urbano.

88| ENEM 2009 O cultivo de camarões de água salgada vem se desenvolvendo muito nos últimos anos na região Nordeste do Brasil e, em algumas localidades, passou a ser a principal atividade econômica. Uma das grandes preocupações dos impactos negativos dessa atividade está relacionada à descarga, sem nenhum tipo de

tratamento, dos efluentes dos viveiros diretamente no ambiente marinho, em estuários ou em manguezais. Esses efluentes possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos, partículas de sólidos em suspensão e outras substâncias que podem ser consideradas contaminantes potenciais.

CASTRO, C. B.; ARAGÃO, J. S.; COSTA-LOTUFO, L. V. *Monitoramento da toxicidade de efluentes de uma fazenda de cultivo de camarão marinho*. Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2006

Suponha que tenha sido construída uma fazenda de carcinicultura próximo a um manguezal. Entre as perturbações ambientais causadas pela fazenda, espera-se que

- A a atividade microbiana se torne responsável pela reciclagem do fósforo orgânico excedente no ambiente marinho.
- B a relativa instabilidade das condições marinhas torne as alterações de fatores físico-químicos pouco críticas à vida no mar.
- C a amônia excedente seja convertida em nitrito, por meio do processo de nitrificação, e em nitrato, formado como produto intermediário desse processo.
- D os efluentes promovam o crescimento excessivo de plantas aquáticas devido à alta diversidade de espécies vegetais permanentes no manguezal.
- E o impedimento da penetração da luz pelas partículas em suspensão venha a comprometer a produtividade primária do ambiente marinho, que resulta da atividade metabólica do fitoplâncton.

89| ENEM 2009 Uma colônia de formigas inicia-se com uma rainha jovem que, após ser fecundada pelo macho, voa e escolhe um lugar para cavar um buraco no chão. Ali dará origem a milhares de formigas, constituindo uma nova colônia. As fêmeas geradas poderão ser operárias, vivendo cerca de um ano, ou novas rainhas. Os machos provêm de óvulos não fertilizados e vivem aproximadamente uma semana. As operárias se dividem nos trabalhos do formigueiro. Há formigas forrageadoras que se encarregam da busca por alimentos, formigas operárias que retiram dejetos da colônia e são responsáveis pela manutenção ou que lidam com o alimento e alimentam as larvas, e as formigas patrulheiras. Uma colônia de formigas pode durar anos e dificilmente uma formiga social consegue sobreviver sozinha.

MELO, A. *Como funciona uma sociedade de formigas?* Disponível em: <http://www.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 21 fev. 2009 (adaptado).

Uma característica que contribui diretamente para o sucesso da organização social dos formigueiros é:

- A a divisão de tarefas entre as formigas e a organização funcional da colônia.
- B o fato de as formigas machos serem provenientes de óvulos não fertilizados.
- C a alta taxa de mortalidade das formigas solitárias ou das que se afastam da colônia.
- D a existência de patrulheiras, que protegem o formigueiro do ataque de herbívoros.
- E o fato de as rainhas serem fecundadas antes do estabelecimento de um novo formigueiro.

90| ENEM 2009 Metade do volume de óleo de cozinha consumido anualmente no Brasil, cerca de dois bilhões de litros, é jogada incorretamente em ralos, pias e bueiros. Estima-se que cada litro de óleo descartado polua milhares de litros de água. O óleo no esgoto tende a criar uma barreira que impede a passagem da água, causa entupimentos e, conseqüentemente, enchentes. Além disso, ao contaminar os mananciais, resulta na mortandade de peixes. A reciclagem do óleo de cozinha, além de necessária, tem mercado na produção de biodiesel. Há uma demanda atual de 1,2 bilhões de litros de biodiesel no Brasil. Se houver planejamento na coleta, transporte e produção, estima-se que se possa pagar até R\$ 1,00 por litro de óleo a ser reciclado.

"Programa mostra caminho para uso do óleo de fritura na produção de biodiesel". Disponível em: <http://www.nutrins.com.br>. Acesso em: 14 fev. 2009.

De acordo com o texto, o destino inadequado do óleo de cozinha traz diversos problemas. Com o objetivo de contribuir para resolver esses problemas, deve-se

- A utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como etanol.
- B coletar o óleo devidamente e transportá-lo às empresas de produção de biodiesel.
- C limpar periodicamente os esgotos das cidades para evitar entupimentos e enchentes.
- D utilizar o óleo como alimento para os peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte.
- E descartar o óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes.

91| ENEM 2009 Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físico, químico e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas, é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas.

DAVE, M.; GOULART, C.; CALLISTO, M. *Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental*. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br>. Acesso em: 9 jan. 2009 (adaptado).

Se um pesquisador pretende avaliar variáveis biológicas de determinado manancial, deve escolher os testes de

- A teor de oxigênio dissolvido e de temperatura e turbidez da água.
- B teor de nitrogênio amoniacal e de temperatura e turbidez da água.
- C densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos.
- D densidade populacional de cianobactérias e do teor de alumínio dissolvido.
- E teor de nitrogênio amoniacal e de densidade populacional de invertebrados bentônicos.

92| ENEM 2009 Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água foi multiplicado por sete. Da água existente no planeta, 97% são de água salgada (mares e oceanos), 2% formam geleiras inacessíveis e apenas 1% corresponde à água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos. A poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais, combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, ameaça o meio ambiente, comprometendo a disponibilidade de água doce para o abastecimento das populações humanas. Se esse ritmo se mantiver, em alguns anos a água potável tornar-se-á um bem extremamente raro e caro.

MORAES, D. S. L.; JORDAO, B. Q. *Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana*. *Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, nº. 3, Jun. 2002 (adaptado).

Considerando o texto, uma proposta viável para conservar o meio ambiente e a água doce seria

- A fazer uso exclusivo da água subterrânea, pois ela pouco interfere na quantidade de água dos rios.
- B desviar a água dos mares para os rios e lagos, de maneira a aumentar o volume de água doce nos pontos de captação.
- C promover a adaptação das populações humanas ao consumo de água do mar, diminuindo assim a demanda sobre a água doce.
- D reduzir a poluição e a exploração dos recursos naturais, otimizar o uso da água potável e aumentar a captação da água da chuva.
- E realizar a descarga dos resíduos municipais e industriais diretamente nos mares, de maneira a não afetar a água doce disponível.

93| ENEM 2009 Desde os anos 1990, novas tecnologias para a produção de plásticos biodegradáveis foram pesquisadas em diversos países do mundo. No Brasil, foi desenvolvido um plástico empregando-se derivados da cana-de-açúcar e uma bactéria recém-identificada, capaz de transformar açúcar em plástico.

“A bactéria se alimenta de açúcar, transformando o excedente do seu metabolismo em um plástico biodegradável chamado PHB (polihidroxibutirato). Sua vantagem é que, ao ser descartado, o bioplástico é degradado por microorganismos existentes no solo em no máximo um ano, ao contrário dos plásticos de origem petroquímica, que geram resíduos que demoram mais de 200 anos para se degradarem.”

GOMES, A. C. Biotecnologia ajuda na conservação do ambiente. *Revista Eletrônica Vox Scientia*. Ano V, nº 28. São Paulo: Núcleo de Divulgação Científica José Gomes. Acesso em: 30 abr. 2009 (adaptado).

A nova tecnologia, apresentada no texto, tem como consequência,

- A** a diminuição da matéria orgânica nos aterros e do mau cheiro nos lixões.
- B** a ampliação do uso de recursos não renováveis, especialmente, os plásticos.
- C** a diminuição do metabolismo de bactérias decompositoras presentes nos solos.
- D** a substituição de recursos não renováveis por renováveis para fabricar plásticos.
- E** o lançamento no meio ambiente de produtos plásticos inertes em relação ao ciclo da matéria.

94| ENEM 2009 O mar de Aral, um lago de água salgada localizado em área da antiga União Soviética, tem sido explorado por um projeto de transferência de água em larga escala desde 1960. Por meio de um canal com mais de 1.300 km, enormes quantidades de água foram desviadas do lago para a irrigação de plantações de arroz e algodão. Aliado às altas taxas de evaporação e às fortes secas da região, o projeto causou um grande desastre ecológico e econômico, e trouxe muitos problemas de saúde para a população. A salinidade do lago triplicou, sua área superficial diminuiu 58% e seu volume, 83%. Cerca de 85% das áreas úmidas da região foram eliminadas e quase metade das espécies locais de aves e mamíferos desapareceu. Além disso, uma grande área, que antes era o fundo do lago, foi transformada em um deserto coberto de sal branco e brilhante, visível em imagens de satélite.

MILLER, JR., G. T. *Ciência Ambiental*. São Paulo: Editora Thomson, 2007 (adaptado).

Suponha que tenha sido observada, em uma vila rural localizada a 100 km de distância do mar de Aral, alguns anos depois da implantação do projeto descrito, significativa diminuição na produtividade das lavouras, aumento da salinidade das águas e problemas de saúde em sua população. Esses sintomas podem ser efeito

- A** da perda da biodiversidade da região.
- B** da seca dos rios da região sob a influência do projeto.
- C** da perda de áreas úmidas nos arredores do mar de Aral.
- D** do sal trazido pelo vento, do mar de Aral para a vila rural.
- E** dos herbicidas utilizados nas lavouras de arroz e algodão do projeto.

95| ENEM 2008 Os ingredientes que compõem uma gotícula de nuvem são o vapor de água e um núcleo de condensação de nuvens (NCN). Em torno desse núcleo, que consiste em uma minúscula partícula em suspensão no ar, o vapor de água se condensa, formando uma gotícula microscópica, que, devido a uma série de processos físicos, cresce até precipitar-se como chuva.

Na floresta Amazônica, a principal fonte natural de NCN é a própria vegetação. As chuvas de nuvens baixas, na estação chuvosa, devolvem os NCNs, aerossóis, à superfície, praticamente no mesmo lugar em que foram gerados pela floresta. As nuvens altas são carregadas

por ventos mais intensos, de altitude, e viajam centenas de quilômetros de seu local de origem, exportando as partículas contidas no interior das gotas de chuva. Na Amazônia, cuja taxa de precipitação é uma das mais altas do mundo, o ciclo de evaporação e precipitação natural é altamente eficiente.

Com a chegada, em larga escala, dos seres humanos à Amazônia, ao longo dos últimos 30 anos, parte dos ciclos naturais está sendo alterada. As emissões de poluentes atmosféricos pelas queimadas, na época da seca, modificam as características físicas e químicas da atmosfera amazônica, provocando o seu aquecimento, com modificação do perfil natural da variação da temperatura com a altura, o que torna mais difícil a formação de nuvens.

Paulo Artaxo et al. O mecanismo da floresta para fazer chover. In: *Scientific American Brasil*, ano 1, nº. 11, abr./2003, p. 38-45 (com adaptações).

Na Amazônia, o ciclo hidrológico depende fundamentalmente

- A** da produção de CO₂ oriundo da respiração das árvores.
- B** da evaporação, da transpiração e da liberação de aerossóis que atuam como NCNs.
- C** das queimadas, que produzem gotículas microscópicas de água, as quais crescem até se precipitarem como chuva.
- D** das nuvens de maior altitude, que trazem para a floresta NCNs produzidos a centenas de quilômetros de seu local de origem.
- E** da intervenção humana, mediante ações que modificam as características físicas e químicas da atmosfera da região.

96| ENEM 2008

Um jornal de circulação nacional publicou a seguinte notícia:

Choveu torrencialmente na madrugada de ontem em Roraima, horas depois de os pajés caiapós Mantii e Kucrit, levados de Mato Grosso pela FUNAI, terem participado do ritual da dança da chuva, em Boa Vista. A chuva durou três horas em todo o estado e as previsões indicam que continuará pelo menos até amanhã. Com isso, será possível acabar de vez com o incêndio que ontem completou 63 dias e devastou parte das florestas do estado.

Jornal do Brasil abril/1998 (com adaptações).

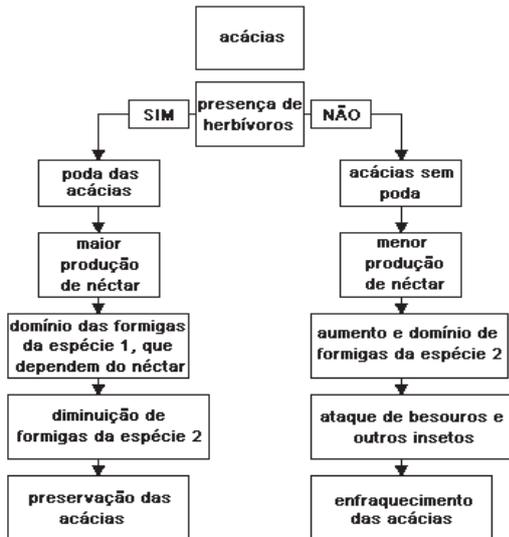
Considerando a situação descrita, avalie as afirmativas seguintes.

- I. No ritual indígena, a dança da chuva, mais que constituir uma manifestação artística, tem a função de intervir no ciclo da água.
- II. A existência da dança da chuva em algumas culturas está relacionada à importância do ciclo da água para a vida.
- III. Uma das informações do texto pode ser expressa em linguagem científica da seguinte forma: a dança da chuva seria efetiva se provocasse a precipitação das gotículas de água das nuvens.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

97| ENEM 2008 Um grupo de ecólogos esperava encontrar aumento de tamanho das acácias, árvores preferidas de grandes mamíferos herbívoros africanos, como girafas e elefantes, já que a área estudada era cercada para evitar a entrada desses herbívoros. Para espanto dos cientistas, as acácias pareciam menos viçosas, o que os levou a compará-las com outras de duas áreas de savana: uma área na qual os herbívoros circulam livremente e fazem podas regulares nas acácias, e outra de onde eles foram retirados há 15 anos. O esquema a seguir mostra os resultados observados nessas duas áreas.



Internet: <cienciahoje.uol.com.br> (com adaptações).

De acordo com as informações acima,

- A a presença de populações de grandes mamíferos herbívoros provoca o declínio das acácias.
- B os hábitos de alimentação constituem um padrão de comportamento que os herbívoros aprendem pelo uso, mas que esquecem pelo desuso.
- C as formigas da espécie 1 e as acácias mantêm uma relação benéfica para ambas.
- D os besouros e as formigas da espécie 2 contribuem para a sobrevivência das acácias.
- E a relação entre os animais herbívoros, as formigas e as acácias é a mesma que ocorre entre qualquer predador e sua presa.

98| ENEM 2008 Usada para dar estabilidade aos navios, a água de lastro acarreta grave problema ambiental: ela introduz, indevidamente, no país, espécies indesejáveis do ponto de vista ecológico e sanitário, a exemplo do mexilhão dourado, molusco originário da China. Trazido para o Brasil pelos navios mercantes, o mexilhão dourado foi encontrado na bacia Paraná-Paraguai em 1991. A disseminação desse molusco e a ausência de predadores para conter o crescimento da população de moluscos causaram vários problemas, como o que ocorreu na hidrelétrica de Itaipu, onde o mexilhão alterou a rotina de manutenção das turbinas, acarretando prejuízo de US\$ 1 milhão por dia, devido à paralisação do sistema. Uma das estratégias utilizadas para diminuir o problema é acrescentar gás cloro à água, o que reduz em cerca de 50% a taxa de reprodução da espécie.

(GTÁGUAS, MPF, 4a CCR, ano 1, n.º. 2, maio/2007, com adaptações.)

De acordo com as informações do texto, o despejo da água de lastro

- A é ambientalmente benéfico por contribuir para a seleção natural das espécies e, conseqüentemente, para a evolução delas.
- B trouxe da China um molusco, que passou a compor a flora aquática nativa do lago da hidrelétrica de Itaipu.
- C causou, na usina de Itaipu, por meio do microrganismo invasor, uma redução do suprimento de água para as turbinas.
- D introduziu uma espécie exógena na bacia Paraná-Paraguai, que se disseminou até ser controlada por seus predadores naturais.
- E motivou a utilização de um agente químico na água como uma das estratégias para diminuir a reprodução do mexilhão dourado.

99| ENEM 2008 Um estudo recente feito no Pantanal dá uma boa ideia de como o equilíbrio entre as espécies, na natureza, é um verdadeiro quebra-cabeça. As peças do quebra-cabeça são o tucano-toco, a arara-azul e o manduvi. O tucano-toco é o único pássaro que consegue abrir o fruto e engolir a semente do manduvi sendo, assim, o principal dispersor de suas sementes. O manduvi, por sua vez, é uma das poucas árvores onde as araras-azuis fazem seus ninhos.

Até aqui, tudo parece bem encaixado, mas... é justamente o tucano-toco o maior predador de ovos de arara-azul — mais da metade dos ovos das araras são predados pelos tucanos. Então, ficamos na seguinte encruzilhada: se não há tucanos-toco, os manduvis se extinguem, pois não há dispersão de suas sementes e não surgem novos manduvinhos, e isso afeta as araras-azuis, que não têm onde fazer seus ninhos. Se, por outro lado, há muitos tucanos-toco, eles dispersam as sementes dos manduvis, e as araras-azuis têm muito lugar para fazer seus ninhos, mas seus ovos são muito predados.

Internet: <http://oglobo.globo.com> (com adaptações)

De acordo com a situação descrita

- A o manduvi depende diretamente tanto do tucano-toco como da arara-azul para sua sobrevivência.
- B o tucano-toco, depois de engolir sementes de manduvi, digere-as e torna-as inviáveis.
- C a conservação da arara-azul exige a redução da população de manduvis e o aumento da população de tucanos-toco.
- D a conservação das araras-azuis depende também da conservação dos tucanos-toco, apesar de estes serem predadores daquelas.
- E a derrubada de manduvis em decorrência do desmatamento diminui a disponibilidade de locais para os tucanos fazerem seus ninhos.

EVOLUÇÃO

01| ENEM 2016 Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

Um exemplo de tal processo é o(a)

- A desenvolvimento embrionário.
- B reprodução sexuada.
- C respiração aeróbica.
- D excreção urinária.
- E síntese proteica.

02| ENEM 2016 Darwin, em viagem às Ilhas Galápagos, observou que os tentilhões apresentavam bicos com formatos diferentes em cada ilha, de acordo com o tipo de alimentação disponível. Lamarck, ao explicar que o pescoço da girafa teria esticado para colher folhas e frutos no alto das árvores, elaborou ideias importantes sobre a evolução dos seres vivos.

O texto aponta que uma ideia comum às teorias da evolução, propostas por Darwin e por Lamarck, refere-se à interação entre os organismos e seus ambientes, que é denominada de

- A mutação.
- B adaptação.
- C seleção natural.
- D recombinação gênica.
- E variabilidade genética.

03| ENEM 2016 O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídos em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

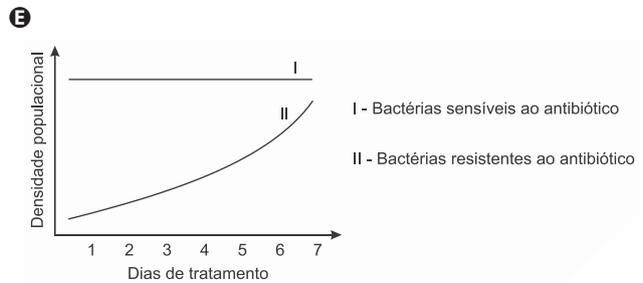
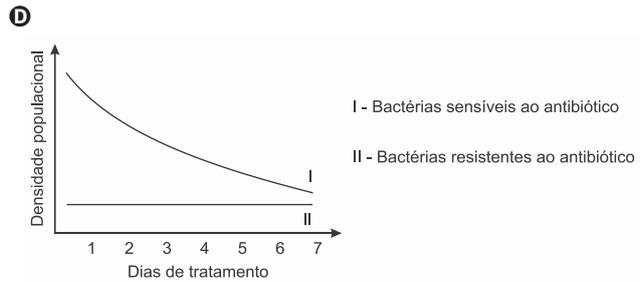
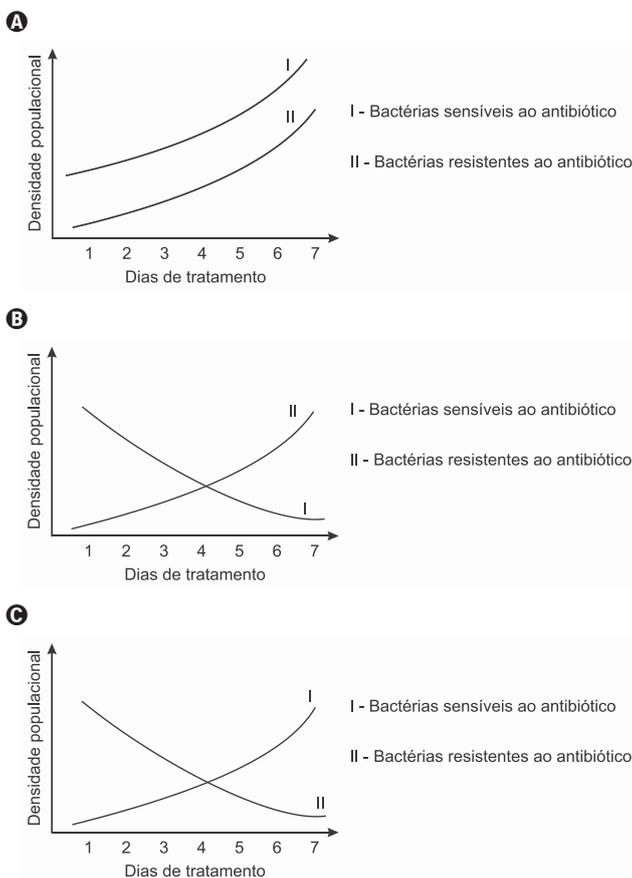
Essa troca de segmentos é determinante na

- A** produção de indivíduos mais férteis.
- B** transmissão de novas características adquiridas.
- C** recombinação genética na formação dos gametas.
- D** ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- E** variação do número de cromossomos característico da espécie.

04| ENEM 2015 As superbactérias respondem por um número crescente de infecções e mortes em todo o mundo. O termo superbactérias é atribuído às bactérias que apresentam resistência a praticamente todos os antibióticos. Dessa forma, no organismo de um paciente, a população de uma espécie bacteriana patogênica pode ser constituída principalmente por bactérias sensíveis a antibióticos usuais e por um número reduzido de superbactérias que, por mutação ou intercâmbio de material genético, tornaram-se resistentes aos antibióticos existentes.

FERREIRA, F. A.; CRUZ, R. S.; FIGUEIREDO, A. M. S. Superbactérias: o problema mundial da resistência a antibióticos. *Ciência Hoje*, n. 287, nov. 2011 (adaptado).

Qual figura representa o comportamento populacional das bactérias ao longo de uma semana de tratamento com um antibiótico comum?



05| ENEM 2015 Algumas raças de cães domésticos não conseguem copular entre si devido à grande diferença em seus tamanhos corporais. Ainda assim, tal dificuldade reprodutiva não ocasiona a formação de novas espécies (especiação).

Essa especiação não ocorre devido ao(a)

- A** oscilação genética das raças.
- B** convergência adaptativa entre raças.
- C** isolamento geográfico entre as raças.
- D** seleção natural que ocorre entre as raças.
- E** manutenção do fluxo gênico entre as raças.

06| ENEM 2014 Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- A** capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B** presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C** presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D** capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E** presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

07| ENEM 2014 Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo “evolução” pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

Para esses cientistas, a compreensão do processo citado baseia-se na ideia de que os seres vivos, ao longo do tempo, passam por

- A** modificação de características.
- B** incremento no tamanho corporal.
- C** complexificação de seus sistemas.
- D** melhoria de processos e estruturas.
- E** especialização para uma determinada finalidade.

08| ENEM 2013 As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. "Jogo mortal". Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012.

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- A promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- B favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- C impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- D impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- E reduz a variabilidade genética da população.

09| ENEM 2013 Lobos da espécie *Canis lycaon*, do leste dos Estados Unidos, estão intercruzando com coiotes (*Canis latrans*). Além disso, indivíduos presentes na borda oeste da área de distribuição de *C. lycaon* estão se acasalando também com lobos cinzentos (*Canis lupus*). Todos esses cruzamentos têm gerado descendentes férteis.

Scientific American Brasil, Rio de Janeiro, ano II, 2011 (adaptado).

Os animais descritos foram classificados como espécies distintas no século XVIII. No entanto, aplicando-se o conceito biológico de espécie, proposto por Ernst Mayr em 1942, e ainda muito usado hoje em dia, esse fato não se confirma, porque

- A esses animais são morfologicamente muito semelhantes.
- B o fluxo gênico entre as três populações é mantido.
- C apresentam nichos ecológicos muito parecidos.
- D todos têm o mesmo ancestral comum.
- E pertencem ao mesmo gênero.

10| ENEM 2012 Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos.

Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- A desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- B reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- C causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- D resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- E evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

11| ENEM 2012 Charles R. Darwin (1809-1882) apresentou, em 1859, no livro *A origem das espécies*, suas ideias a respeito dos mecanismos de evolução pelo processo da seleção natural. Ao elaborar a Teoria da Evolução, Darwin não conseguiu obter algumas respostas aos seus questionamentos.

O que esse autor não conseguiu demonstrar em sua teoria?

- A A sobrevivência dos mais aptos.
- B A origem das variações entre os indivíduos.
- C O crescimento exponencial das populações.

- D A herança das características dos pais pelos filhos.
- E A existência de características diversas nos seres da mesma espécie.

12| ENEM 2012 Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

- A seres vivos podem ser criados em laboratório.
- B a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
- C o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
- D seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- E vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

13| ENEM 2010



Nova Escola, nº 226, out. 2009.

A tirinha mostra que o ser humano, na busca de atender suas necessidades e de se apropriar dos espaços,

- A adotou a acomodação evolucionária como forma de sobrevivência ao se dar conta de suas deficiências impostas pelo meio ambiente.
- B utilizou o conhecimento e a técnica para criar equipamentos que lhe permitiram compensar as suas limitações físicas.
- C levou vantagens em relação aos seres de menor estatura, por possuir um físico bastante desenvolvido, que lhe permitia muita agilidade.
- D dispensou o uso da tecnologia por ter um organismo adaptável aos diferentes tipos de meio ambiente.
- E sofreu desvantagens em relação a outras espécies, por utilizar os recursos naturais como forma de se apropriar dos diferentes espaços.

14| ENEM 2010 A perda de pelos foi uma adaptação às mudanças ambientais, que forçaram nossos ancestrais a deixar a vida sedentária e viajar enormes distâncias à procura de água e comida. Junto com o surgimento de membros mais alongados e com a substituição de glândulas apócrinas (produtoras de suor oleoso e de lenta evaporação) por glândulas écrinas (suor aquoso e de rápida evaporação), a menor quantidade de pelos teria favorecido a manutenção de uma temperatura corporal saudável nos trópicos castigados por calor sufocante, em que viveram nossos ancestrais.

Scientific American. Brasil, mar. 2010 (adaptado).

De que maneira o tamanho dos membros humanos poderia estar associado à regulação da temperatura corporal?

- A Membros mais longos apresentam maior relação superfície/volume, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
- B Membros mais curtos têm ossos mais espessos, que protegem vasos sanguíneos contra a perda de calor.
- C Membros mais curtos desenvolvem mais o panículo adiposo, sendo capazes de reter maior quantidade de calor.
- D Membros mais longos possuem pele mais fina e com menos pelos, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
- E Membros mais longos têm maior massa muscular, capazes de produzir e dissipar maior quantidade de calor.

15| ENEM 2010 Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que

- A** as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
- B** a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
- C** o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
- D** as patas teriam sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitida aos descendentes.
- E** as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem mais adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.

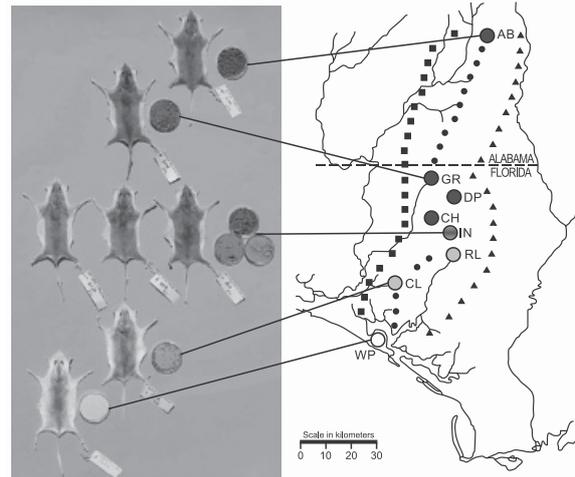
16| ENEM 2010 Experimentos realizados no século XX demonstraram que hormônios femininos e mediadores químicos atuam no comportamento materno de determinados animais, como cachorros, gatos e ratos, reduzindo o medo e a ansiedade, o que proporciona maior habilidade de orientação espacial. Por essa razão, as fêmeas desses animais abandonam a prole momentaneamente, a fim de encontrar alimentos, o que ocorre com facilidade e rapidez. Ainda, são capazes de encontrar rapidamente o caminho de volta para proteger os filhotes.

VARELLA, D. *Borboletas da alma: escritos sobre ciência e saúde*. Companhia das Letras, 2006 (adaptado).

Considerando a situação descrita sob o ponto de vista da hereditariedade e da evolução biológica, o comportamento materno decorrente da ação das substâncias citadas é

- A** transmitido de geração a geração, sendo que indivíduos portadores dessas características terão mais chance de sobreviver e deixar descendentes com as mesmas características.
- B** transmitido em intervalos de gerações, alternando descendentes machos e fêmeas, ou seja, em uma geração recebem a característica apenas os machos e, na outra geração, apenas as fêmeas.
- C** determinado pela ação direta do ambiente sobre a fêmea quando ela está no período gestacional, portanto todos os descendentes receberão as características.
- D** determinado pelas fêmeas, na medida em que elas transmitem o material genético necessário à produção de hormônios e dos mediadores químicos para sua prole de fêmeas, durante o período gestacional.
- E** determinado após a fecundação, pois os espermatozoides dos machos transmitem as características para a prole e, ao nascerem, os indivíduos são selecionados pela ação do ambiente.

17| ENEM 2009 Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é

- A** a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- B** o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- C** a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- D** a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- E** a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

18| ENEM 2009 A maior parte dos mamíferos — especialmente os grandes — não pode viver sem água doce. Para os mamíferos marinhos, água doce é ainda mais difícil de ser obtida. Focas e leões-marinhos captam água dos peixes que consomem e alguns comem neve para obtê-la. Os peixes-boi procuram regularmente água doce nos rios. As baleias e outros cetáceos obtêm água de seu alimento e de goladas de água do mar. Para tanto, os cetáceos desenvolveram um sistema capaz de lidar com o excesso de sal associado à ingestão de água marinha.

WONG, K. Os mamíferos que conquistaram os oceanos.

In: *Scientific American Brasil*. Edição Especial, nº 5: Dinossauros e Outros Monstros (adaptado).

A grande quantidade de sal na água do mar

- A** torna impossível a vida de animais vertebrados nos oceanos.
- B** faz com que a diversidade biológica no ambiente marinho seja muito reduzida.
- C** faz com que apenas os mamíferos adaptados à ingestão direta da água salgada possam viver nos oceanos.
- D** faz com que seja inapropriado seu consumo direto como fonte de água doce por mamíferos marinhos, por exemplo, as baleias.
- E** exige de mamíferos que habitam o ambiente marinho adaptações fisiológicas, morfológicas ou comportamentais que lhes permitam obter água doce.

19| ENEM 2009 Na Região Amazônica, diversas espécies de aves se alimentam da ucuúba (*Virola sebifera*), uma árvore que produz frutos com polpa carnosa, vermelha e nutritiva. Em locais onde essas árvores são abundantes, as aves se alternam no consumo dos frutos maduros, ao passo que em locais onde elas são escassas, tucanos-de-papo-branco (*Ramphastus tucanus cuvieri*) permanecem forrageando nas árvores por mais tempo. Por serem de grande porte, os tucanos-de-papo-branco não permitem a aproximação de aves menores, nem mesmo de outras espécies de tucanos.

Entretanto, um tucano de porte menor (*Ramphastus vitellinus Ariel*), ao longo de milhares de anos, apresentou modificação da cor do seu papo, do amarelo para o branco, de maneira que se tornou semelhante ao seu parente maior. Isso permite que o tucano menor compartilhe as ucuúbas com a espécie maior sem ser expulso por ela ou sofrer as agressões normalmente observadas nas áreas onde a espécie apresenta o papo amarelo.

PAULINO NETO, H. F. Um tucano 'disfarçado'. *Ciência Hoje*, v. 252, p. 67-69, set. 2008. (com adaptações).

O fenômeno que envolve as duas espécies de tucano constitui um caso de

- A** mutualismo, pois as duas espécies compartilham os mesmos recursos.
- B** parasitismo, pois a espécie menor consegue se alimentar das ucuúbas.
- C** relação intraespecífica, pois ambas as espécies apresentam semelhanças físicas.
- D** sucessão ecológica, pois a espécie menor está ocupando o espaço da espécie maior.
- E** mimetismo, pois uma espécie está fazendo uso de uma semelhança física em benefício próprio.

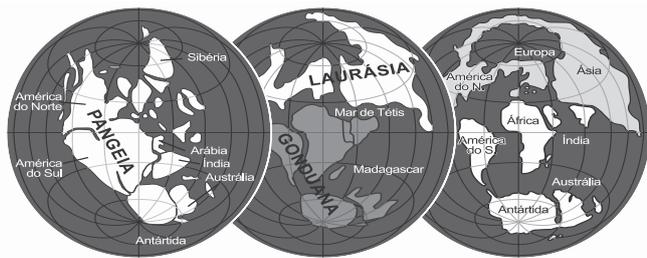
20| ENEM 2009 Os anfíbios são animais que apresentam dependência de um ambiente úmido ou aquático. Nos anfíbios, a pele é de fundamental importância para a maioria das atividades vitais, apresenta glândulas de muco para conservar-se úmida, favorecendo as trocas gasosas e, também, pode apresentar glândulas de veneno contra microrganismos e predadores.

Segundo a Teoria Evolutiva de Darwin, essas características dos anfíbios representam a

- A** lei do uso e desuso.
- B** atrofia do pulmão devido ao uso contínuo da pele.
- C** transmissão de caracteres adquiridos aos descendentes.
- D** futura extinção desses organismos, pois estão mal adaptados.
- E** seleção de adaptações em função do meio ambiente em que vivem.

21| ENEM 2009 No Período Permiano, cerca de 250 milhões de anos atrás (250 m.a.a), os continentes formavam uma única massa de terra conhecida como Pangeia. O lento e contínuo movimento das placas tectônicas resultou na separação das placas, de maneira que já no início do Período Terciário (cerca de 60 m.a.a.), diversos continentes se encontravam separados uns dos outros.

Uma das consequências dessa separação foi a formação de diferentes regiões biogeográficas, chamadas biomas. Devido ao isolamento reprodutivo, as espécies em cada bioma se diferenciaram por processos evolutivos distintos, novas espécies surgiram, outras se extinguíram, resultando na atual diversidade biológica do nosso planeta. A figura ilustra a deriva dos continentes e suas posições durante um período de 250 milhões de anos.



Período Permiano
(250 maa)

Período Cretáceo
(100 maa)

Início do Período
Terciário
(60 maa)

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003. (adaptado).

De acordo com o texto, a atual diversidade biológica do planeta é resultado

- A** da similaridade biológica dos biomas de diferentes continentes.
- B** do cruzamento entre espécies de continentes que foram separados.
- C** do isolamento reprodutivo das espécies resultante da separação dos continentes.
- D** da interação entre indivíduos de uma mesma espécie antes da separação dos continentes.
- E** da taxa de extinções ter sido maior que a de especiações nos últimos 250 milhões de anos.

FISIOLOGIA ANIMAL E HUMANA

01| ENEM 2014 A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. "Fármacos e quiralidade". *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- A** reagem entre si.
- B** não podem ser separados.
- C** não estão presentes em partes iguais.
- D** interagem de maneira distinta com o organismo.
- E** são estruturas com diferentes grupos funcionais.

02| ENEM 2012 Para preparar uma massa básica de pão, deve-se misturar apenas farinha, água, sal e fermento. Parte do trabalho deixa-se para o fungo presente no fermento: ele utiliza amido e açúcares da farinha em reações químicas que resultam na produção de alguns outros compostos importantes no processo de crescimento da massa. Antes de assar, é importante que a massa seja deixada num recipiente por algumas horas para que o processo de fermentação ocorra. Esse período de espera é importante para que a massa cresça, pois é quando ocorre a

- A** reprodução do fungo na massa.
- B** formação de dióxido de carbono.
- C** liberação de energia pelos fungos.
- D** transformação da água líquida em vapor d'água.
- E** evaporação do álcool formado na decomposição dos açúcares.

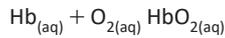
03| ENEM 2015 A definição de queimadura é bem ampla, porém, basicamente, é a lesão causada pela ação direta ou indireta produzida pela transferência de calor para o corpo. A sua manifestação varia desde bolhas (flictenas) até formas mais graves, capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à gravidade da lesão e sua respectiva extensão. Muitas vezes, os primeiros socorros prestados à vítima, ao invés de ajudar, acabam agravando ainda mais a situação do paciente.

Disponível em: www.bombeiros-bm.rs.gov.br. Acesso em: 28 fev.2012 (adaptado).

Ao se deparar com um indivíduo que sofreu queimadura com formação de flictena, o procedimento de primeiros socorros que deve ser realizado antes de encaminhar o paciente ao hospital é

- A** colocar gelo sobre a flictena para amenizar o ardor.
- B** utilizar manteiga para evitar o rompimento da flictena.
- C** passar creme dental para diminuir a ardência da flictena.
- D** perfurar a flictena para que a água acumulada seja liberada.
- E** cobrir a flictena com gazes molhadas para evitar a desidratação.

04| ENEM 2015 Hipóxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:

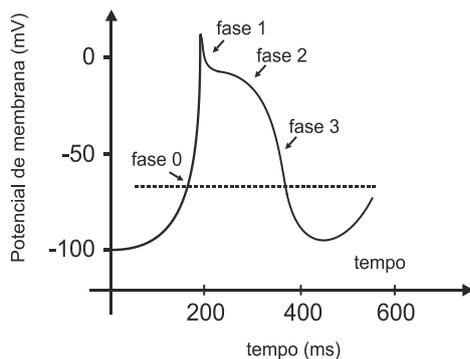


Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- A** elevação da pressão arterial.
- B** aumento da temperatura corporal.
- C** redução da temperatura do ambiente.
- D** queda da pressão parcial de oxigênio.
- E** diminuição da quantidade de hemácias.

05| ENEM 2009 As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.

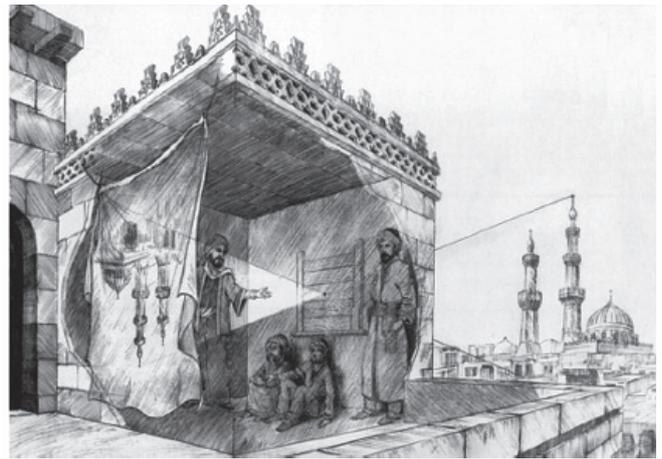


O potencial de repouso dessa célula é -100 mV, e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+} , a polaridade celular pode atingir valores de até $+10$ mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- A** Fases 0 e 2.
- B** Fases 0 e 3.
- C** Fases 1 e 2.
- D** Fases 2 e 0.
- E** Fases 3 e 1.

06| ENEM 2015 Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham: 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.



Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(a)

- A** íris
- B** retina
- C** pupila
- D** córnea
- E** cristalino

07| ENEM 2016 As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs in vitro é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- A** Núcleo.
- B** Mitocôndria.
- C** Peroxissomo.
- D** Complexo golgiense.
- E** Retículo endoplasmático.

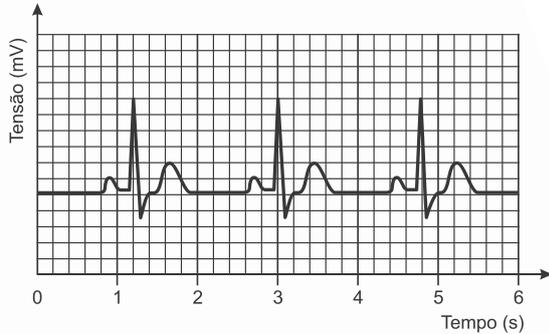
08| ENEM 2016 A formação de coágulos sanguíneos em veias e artérias é um dos fatores responsáveis pela ocorrência de doenças cardiovasculares, como varizes, infarto e acidentes vasculares cerebrais. A prevenção e o tratamento dessas doenças podem ser feitos com drogas anticoagulantes. A indústria farmacêutica estimula a pesquisa de toxinas animais com essa propriedade.

Considerando as adaptações relacionadas aos hábitos alimentares, os animais adequados ao propósito dessas pesquisas são os(as)

- A** moluscos fitófagos.
- B** moscas saprófagas.
- C** pássaros carnívoros.
- D** morcegos frugívoros.
- E** mosquitos hematófagos.

09| ENEM 2016 O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável.

Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



Com base no eletrocardiograma apresentado, identifica-se que a frequência cardíaca do paciente é

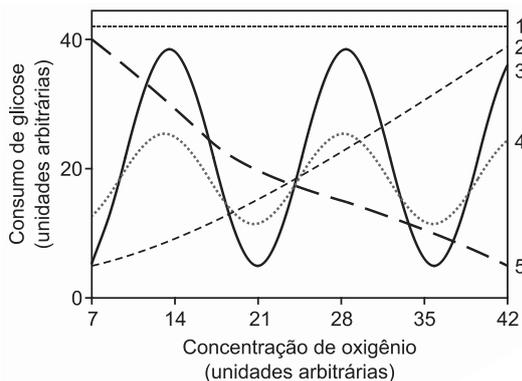
- A** normal.
- B** acima do valor ideal.
- C** abaixo do valor ideal.
- D** próxima do limite inferior.
- E** próxima do limite superior.

10| ENEM 2016 Portadores de diabetes *insipidus* reclamam da confusão feita pelos profissionais da saúde quanto aos dois tipos de diabetes: *mellitus* e *insipidus*. Enquanto o primeiro tipo está associado aos níveis ou à ação da insulina, o segundo não está ligado à deficiência desse hormônio. O diabetes *insipidus* é caracterizado por um distúrbio na produção ou no funcionamento do hormônio antidiurético (na sigla em inglês, ADH), secretado pela neuro-hipófise para controlar a reabsorção de água pelos túbulos renais.

Tendo em vista o papel funcional do ADH, qual é um sintoma clássico de um paciente acometido por diabetes *insipidus*?

- A** Alta taxa de glicose no sangue.
- B** Aumento da pressão arterial.
- C** Ganho de massa corporal.
- D** Anemia crônica.
- E** Desidratação.

11| ENEM 2015 Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual de concentração de oxigênio?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

12| ENEM 2015 Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado.

A doença associada a esse hábito é a

- A** obesidade.
- B** osteoporose.
- C** diabetes tipo II.
- D** hipertensão arterial.
- E** hipercolesterolemia.

13| ENEM 2015 Uma enzima foi retirada de um dos órgãos do sistema digestório de um cachorro e, após ser purificada, foi diluída em solução fisiológica e distribuída em três tubos de ensaio com os seguintes conteúdos:

- Tubo 1: carne
- Tubo 2: macarrão
- Tubo 3: banha

Em todos os tubos foi adicionado ácido clorídrico (HCl), e o pH da solução baixou para um valor próximo a 2. Além disso, os tubos foram mantidos por duas horas a uma temperatura de 37 °C. A digestão do alimento ocorreu somente no tubo 1.

De qual órgão do cachorro a enzima foi retirada?

- A** Fígado.
- B** Pâncreas.
- C** Estômago.
- D** Vesícula biliar.
- E** Intestino delgado.

14| ENEM 2015 Durante uma expedição, um grupo de estudantes perdeu-se de seu guia. Ao longo do dia em que esse grupo estava perdido, sem água e debaixo de sol, os estudantes passaram a sentir cada vez mais sede. Consequentemente, o sistema excretor desses indivíduos teve um acréscimo em um dos seus processos funcionais.

Nessa situação o sistema excretor dos estudantes

- A** aumentou a filtração glomerular.
- B** produziu maior volume de urina.
- C** produziu urina com menos ureia.
- D** produziu urina com maior concentração de sais.
- E** reduziu a reabsorção de glicose e aminoácidos.

15| ENEM 2015 De acordo com estatísticas do Ministério da Saúde, cerca de 5% das pessoas com dengue hemorrágica morrem. A dengue hemorrágica tem como base fisiopatológica uma resposta imune anômala, causando aumento da permeabilidade de vasos sanguíneos, queda da pressão arterial e manifestações hemorrágicas, podendo ocorrer manchas vermelhas na pele e sangramento pelo nariz, boca e gengivas. O hemograma do paciente pode apresentar como resultado leucopenia (diminuição do número de glóbulos brancos), linfocitose (aumento do número de linfócitos), aumento do hematócrito e trombocitopenia (contagem de plaquetas abaixo de 100.000/mm³)

Disponível em: www.ciencianews.com.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com dengue hemorrágica e os possíveis achados do hemograma, constata-se que

- A** as manifestações febris ocorrem em função da diminuição dos glóbulos brancos, uma vez que estes controlam a temperatura do corpo.
- B** a queda na pressão arterial é ocasionada pelo aumento do número de linfócitos, que têm como função principal a produção de anticorpos.
- C** o sangramento pelo nariz, pela boca e gengiva é ocasionado pela quantidade reduzida de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio.
- D** as manifestações hemorrágicas estão associadas à trombocitopenia, uma vez que as plaquetas estão envolvidas na cascata de coagulação sanguínea.
- E** os sangramentos observados ocorrem em função da linfocitose, uma vez que os linfócitos são responsáveis pela manutenção da integridade dos vasos sanguíneos.

16| ENEM 2014 Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

O Hoje, 15 out 2011 (adaptado).

Para suprir o deficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- A** vitaminas A e E.
- B** frutose e sacarose.
- C** aminoácidos naturais.
- D** aminoácidos essenciais.
- E** ácidos graxos saturados.

17| ENEM 2014 Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

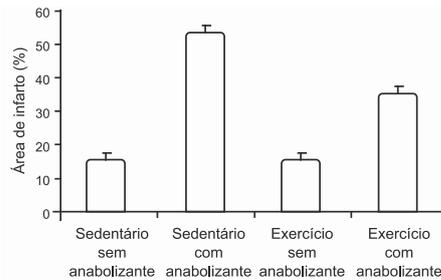
- A** cubo de batata em solução com pH = 9.
- B** pedaço de carne em solução com pH = 5.
- C** clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- D** porção de macarrão em solução com pH = 5.
- E** bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

18| ENEM 2014 Os efeitos do exercício físico na redução de doenças cardiovasculares são bem conhecidos, aumentando, por exemplo, a tolerância a infartos em comparação com indivíduos sedentários. Vendo ganho de força, de massa muscular e perda de gordura, verifica-se o uso de anabolizantes por alguns esportistas. Em uma pesquisa com ratos, confirmou-se a melhora da condição cardíaca em resposta ao exercício, mas verificou-se que os efeitos benéficos do exercício físico são prejudicados pelo uso de anabolizantes, como o decanoato de nandrolona, aumentando a área cardíaca afetada pelo infarto.

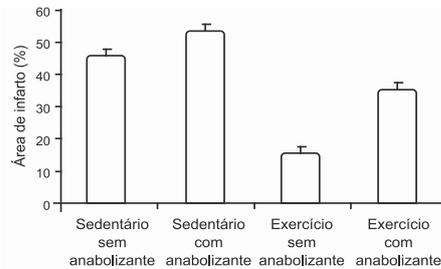
CHAVES, E. A. et al. Cardioproteção induzida pelo exercício é prejudicada pelo tratamento com anabolizante decanoato de nandrolona. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 1, n. 3, 2007 (adaptado).

Qual gráfico representa os resultados desse estudo?

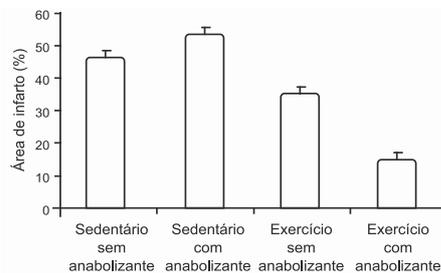
A



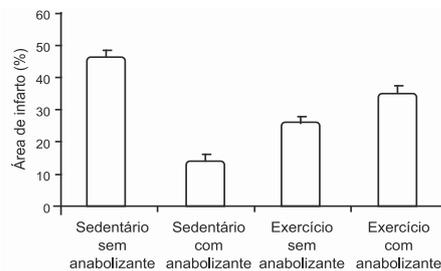
B



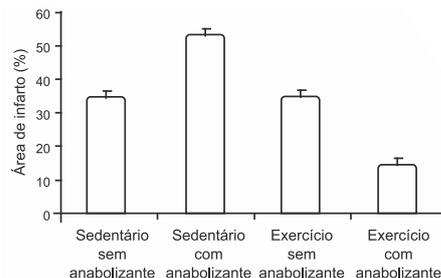
C



D



E



19| ENEM 2013 Mitocôndrias são organelas citoplasmáticas em que ocorrem etapas do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas orgânicas são transformadas e, juntamente com o O_2 , são produzidos CO_2 e H_2O , liberando energia, que é armazenada na célula na forma de ATP.

Na espécie humana, o gameta masculino (espermatozoide) apresenta, em sua peça intermediária, um conjunto de mitocôndrias, cuja função é

- A** facilitar a ruptura da membrana do ovócito.
- B** acelerar sua maturação durante a espermatogênese.
- C** localizar a tuba uterina para fecundação do gameta feminino.
- D** aumentar a produção de hormônios sexuais masculinos.
- E** fornecer energia para sua locomoção.

20| ENEM 2013 As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. "Jogo mortal". Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012.

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- A** promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- B** favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- C** impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- D** impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- E** reduz a variabilidade genética da população.

21| ENEM 2013 O estudo do comportamento dos neurônios ao longo de nossa vida pode aumentar a possibilidade de cura do autismo, uma doença genética. A ilustração do experimento mostra a criação de neurônios normais a partir de células da pele de pacientes com autismo:



HEIDRICH, G. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 29 ago. 2011 (adaptado).

Analisando-se o experimento, a diferenciação de células-tronco em neurônios ocorre estimulada pela

- A** extração e utilização de células da pele de um indivíduo portador da doença.
- B** regressão das células epiteliais a células-tronco em um meio de cultura apropriado.
- C** atividade genética natural do neurônio autista num meio de cultura semelhante ao cérebro.
- D** aplicação de um fator de crescimento (hormônio IGF1) e do antibiótico Gentamicina no meio de cultura.
- E** criação de um meio de cultura de células que imita o cérebro pela utilização de vitaminas e sais minerais.

22| ENEM 2013 As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- A** comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- B** área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- C** liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- D** secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- E** processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

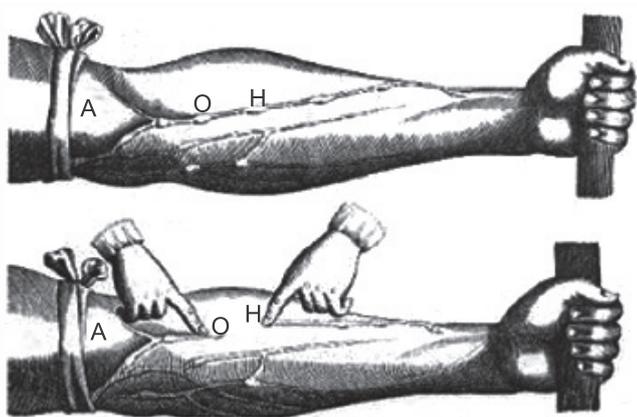
23| ENEM 2013 A fabricação de cerveja envolve a atuação de enzimas amilases sobre as moléculas de amido da cevada. Sob temperatura de cerca de 65 °C, ocorre a conversão do amido em maltose e glicose. O caldo obtido (mosto) é fervido para a inativação das enzimas. Após o resfriamento e a filtração, são adicionados o lúpulo e a levedura para que ocorra a fermentação. A cerveja sofre maturação de 4 a 40 dias, para ser engarrafada e pasteurizada.

PANEK, A. D. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 47, n. 279, mar. 2011 (adaptado).

Dentre as etapas descritas, a atividade biológica no processo ocorre durante o(a)

- A** filtração do mosto.
- B** resfriamento do mosto.
- C** pasteurização da bebida.
- D** fermentação da maltose e da glicose.
- E** inativação enzimática no aquecimento.

24| ENEM 2013 A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês Willian Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H – O).



Disponível em: www.answers.com. Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

A demonstração de Harvey permite estabelecer a relação entre circulação sanguínea e

- A pressão arterial.
- B válvulas venosas.
- C circulação linfática.
- D contração cardíaca.
- E transporte de gases.

25| ENEM 2013 O sistema somatossensorial nos informa o que ocorre tanto na superfície do corpo como em seu interior, e processa muitas classes de diferentes estímulos, como pressão, temperatura, toque, posição. Em uma experiência, após vendar os olhos do indivíduo, foram feitos toques com as duas pontas de um compasso em diversas partes do corpo e em diferentes distâncias, visando à identificação das regiões e distâncias onde eram sentidos um ou dois toques. Os locais do corpo, a quantidade de toques que foram sentidos e a distância entre as duas pontas do compasso estão apresentados na tabela:

Distância (cm)	6	5	3,5	2,5	1	0,5	<0,5
Locais	Número de toques						
Costas	2	2	1	1	1	1	1
Panturrilha	2	1	1	1	1	1	1
Antebraço	2	2	1	1	1	1	1
Polegar	2	2	2	2	2	2	2
Indicador	2	2	2	2	2	2	2

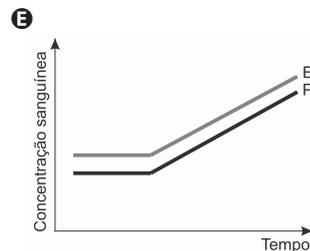
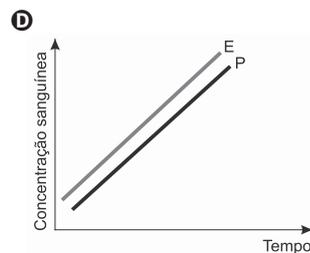
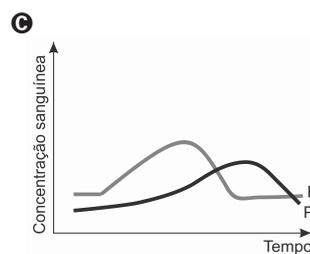
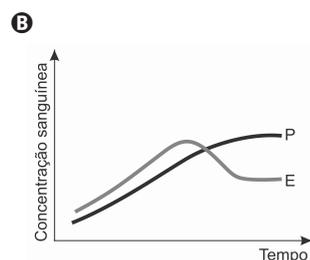
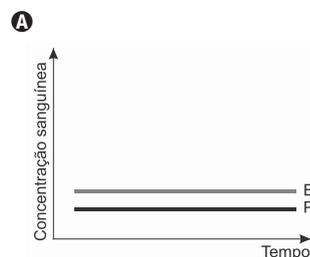
DINIZ, C. W. P. Desvendando o corpo dos animais. Belém: UFPA, 2004.

As diferenças observadas entre as várias regiões do corpo refletem que a densidade dos receptores

- A não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e o polegar.
- B apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, existindo regiões com menor capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e a panturrilha
- C apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, diferenciando-se em regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como as costas e o antebraço.
- D não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como o panturrilha e as costas.
- E se equivale, existindo pontos que manifestam uma maior sensibilidade e discriminação, como as costas e o antebraço.

26| ENEM 2013 A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



27| ENEM 2012 A produção de biocombustíveis é resultado direto do fomento a pesquisas científicas em biotecnologia que ocorreu no Brasil nas últimas décadas. A escolha do vegetal a ser usado considera, entre outros aspectos, a produtividade da matéria-prima em termos de rendimento e custos associados. O etanol é produzido a partir da fermentação de carboidratos e quanto mais simples a molécula de glicídio, mais eficiente é o processo.

"Etanol de quê?". Revista Pesquisa Fapesp, 28 de nov. 2007 (adaptado)

O vegetal que apresenta maior eficiência no processo da produção do etanol é

- A o milho, pois apresenta sementes com alto teor de amido.
- B a mandioca, pois apresenta raízes com alto teor de celulose.
- C a soja, pois apresenta sementes com alto teor de glicogênio.
- D o feijão, pois apresenta sementes com alto teor de quitina.
- E a cana-de-açúcar, pois apresenta colmos com alto teor de sacarose.

28| ENEM 2012 Os conhecimentos de fisiologia são aqueles básicos para compreender as alterações que ocorrem durante as atividades físicas (frequência cardíaca, queima de calorías, perda de água e sais minerais) e aquelas que ocorrem em longo prazo (melhora da condição cardiorrespiratória, aumento da massa muscular, da força e da flexibilidade e diminuição de tecido adiposo). A bioquímica abordará conteúdos que subsidiam a fisiologia: alguns processos metabólicos de produção de energia, eliminação e reposição de nutrientes básicos. Os conhecimentos de biomecânica são relacionados à anatomia e contemplam, principalmente, a adequação dos hábitos posturais, como, por exemplo, levantar um peso e equilibrar objetos.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física*. Brasília: MEC/SEF, 1997.

Em um exercício físico, são exemplos da abordagem fisiológica, bioquímica e biomecânica, respectivamente,

- A a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; o tamanho da passada durante a execução da corrida.
- B a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o tamanho da passada durante a execução da corrida; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial.
- C o tamanho da passada durante a execução da corrida; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs.
- D o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs; o tamanho da passada durante a execução da corrida.
- E o aumento da frequência cardíaca e pressão arterial; o tamanho da passada durante a execução da corrida; a quebra da glicose na célula para produção de energia no ciclo de Krebs.

29| ENEM 2012 A vesícula biliar é um órgão muscular onde a bile é armazenada. Os cálculos biliares que algumas vezes se formam neste órgão devem ser removidos cirurgicamente, dependendo da avaliação da gravidade das complicações decorrentes da presença desses cálculos no indivíduo. Entretanto, apesar de algum prejuízo causado pela remoção da vesícula biliar, o indivíduo pode ter uma vida relativamente normal.

A remoção cirúrgica desse órgão retardará a

- A síntese de glicogênio.
- B produção de bile.
- C secreção de suco gástrico.
- D produção de enzimas digestivas.
- E digestão das gorduras.

30| ENEM 2012



DAVIS, J. *Garfield esta de dieta*, Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A anemia.
- B beribéri.
- C diabetes.
- D escorbuto.
- E fenilcetonúria.

31| ENEM 2011



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A metano durante o processo de digestão.
- B óxido nitroso durante o processo de ruminação.
- C clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D óxido nitroso durante o processo respiratório.
- E dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

32| ENEM 2011 A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

- A febre alta e constante.
- B redução de imunidade.
- C aumento da pressão arterial.
- D quadro de leucemia profunda.
- E problemas no transporte de oxigênio.

33| ENEM 2011 Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

Constituinte	Número normal	Paciente
Glóbulos vermelhos	4,8 milhões/mm ³	4 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	(5 000 – 10 000)/mm ³	9 000/mm ³
Plaquetas	(250 000 – 400 000)/mm ³	200 000/m ³

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com os resultados de seu hemograma, constata-se que

- A** o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- B** o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- C** a dificuldade respiratória ocorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.
- D** o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.
- E** a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

34| ENEM 2010 Diversos comportamentos e funções fisiológicas do nosso corpo são periódicos; sendo assim, são classificados como ritmo biológico. Quando o ritmo biológico responde a um período aproximado de 24 horas, ele é denominado ritmo circadiano. Esse ritmo diário é mantido pelas pistas ambientais de claro-escuro e determina comportamentos como o ciclo do sono-vigília e o da alimentação. Uma pessoa, em condições normais, acorda às 8 h e vai dormir às 21 h, mantendo seu ciclo de sono dentro do ritmo dia e noite. Imagine que essa mesma pessoa tenha sido mantida numa sala totalmente escura por mais de quinze dias. Ao sair de lá, ela dormia às 18 h e acordava às 3 h da manhã. Além disso, dormia mais vezes durante o dia, por curtos períodos de tempo, e havia perdido a noção da contagem dos dias, pois, quando saiu, achou que havia passado muito mais tempo no escuro.

BRANDÃO, M. L. *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 2000 (adaptado).

Em função das características observadas, conclui-se que a pessoa

- A** apresentou aumento do seu período de sono contínuo e passou a dormir durante o dia, pois seu ritmo biológico foi alterado apenas no período noturno.
- B** apresentou pouca alteração do seu ritmo circadiano, sendo que sua noção de tempo foi alterada somente pela sua falta de atenção à passagem do tempo.
- C** estava com seu ritmo já alterado antes de entrar na sala, o que significa que apenas progrediu para um estado mais avançado de perda do ritmo biológico no escuro.
- D** teve seu ritmo biológico alterado devido à ausência de luz e de contato com o mundo externo, no qual a noção de tempo de um dia é modulada pela presença ou ausência do sol.
- E** deveria não ter apresentado nenhuma mudança do seu período de sono porque, na realidade, continua com o seu ritmo normal, independentemente do ambiente em que seja colocada.

35| ENEM 2010 Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3.000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse esti-

lo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias.

LOPES, R. J. *Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio*. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2010 (adaptado).

Que substâncias poderiam ter a mesma função do O₂ na respiração celular realizada pelos loricíferos?

- A** S e CH₄
- B** S e NO₃⁻
- C** H₂ e NO₃⁻
- D** CO₂ e CH₄
- E** H₂ e CO₂

36| ENEM 2010 A cafeína atua no cérebro, bloqueando a ação natural de um componente químico associado ao sono, a adenosina. Para uma célula nervosa, a cafeína se parece com a adenosina e combina-se com seus receptores. No entanto, ela não diminui a atividade das células da mesma forma. Então, ao invés de diminuir a atividade por causa do nível de adenosina, as células aumentam sua atividade, fazendo com que os vasos sanguíneos do cérebro se contraíam, uma vez que a cafeína bloqueia a capacidade da adenosina de dilatá-los. Com a cafeína bloqueando a adenosina, aumenta a excitação dos neurônios, induzindo a hipófise a liberar hormônios que ordenam às suprarrenais que produzam adrenalina, considerada o hormônio do alerta.

Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Inferir-se do texto que o objetivo da adição de cafeína em alguns medicamentos contra a dor de cabeça é

- A** contrair os vasos sanguíneos do cérebro, diminuindo a compressão sobre as terminações nervosas.
- B** aumentar a produção de adrenalina, proporcionando uma sensação de analgesia.
- C** aumentar os níveis de adenosina, diminuindo a atividade das células nervosas do cérebro.
- D** induzir a hipófise a liberar hormônios, estimulando a produção de adrenalina.
- E** excitar os neurônios, aumentando a transmissão de impulsos nervosos.

37| ENEM 2009 Arroz e feijão formam um “par perfeito”, pois fornecem energia, aminoácidos e diversos nutrientes. O que falta em um deles pode ser encontrado no outro. Por exemplo, o arroz pobre no aminoácido lisina, que é encontrado em abundância no feijão, e o aminoácido metionina é abundante no arroz e pouco encontrado no feijão. A tabela seguinte apresenta informações nutricionais desses dois alimentos.

	arroz (1 colher de sopa)	feijão (1 colher de sopa)
calorias	41 kcal	58 kcal
carboidratos	8,07 g	10,6 g
proteínas	0,58 g	3,53 g
lipídios	0,73 g	0,18 g
colesterol	0 g	0 g

Silva, R. S. *Arroz e feijão, um par perfeito*. Disponível em: <http://www.correpar.com.br>. Acesso em: 01 fev. 2009.

A partir das informações contidas no texto e na tabela, conclui-se que

- A** os carboidratos contidos no arroz são mais nutritivos que os do feijão.
- B** o arroz é mais calórico que o feijão por conter maior quantidade de lipídios.
- C** as proteínas do arroz têm a mesma composição de aminoácidos que as do feijão.
- D** a combinação de arroz com feijão contém energia e nutrientes e é pobre em colesterol.
- E** duas colheres de arroz e três de feijão são menos calóricas que três colheres de arroz e duas de feijão.

38| ENEM 2009 Considere a situação em que foram realizados dois experimentos, designados de experimentos **A** e **B**, com dois tipos celulares, denominados células 1 e 2. No experimento **A**, as células 1 e 2 foram colocadas em uma solução aquosa contendo cloreto de sódio (NaCl) e glicose (C₆H₁₂O₆), com baixa concentração de oxigênio.

No experimento **B** foi fornecida às células 1 e 2 a mesma solução, porém com alta concentração de oxigênio, semelhante à atmosférica. Ao final do experimento, mediu-se a concentração de glicose na solução extracelular em cada uma das quatro situações. Este experimento está representado no quadro abaixo.

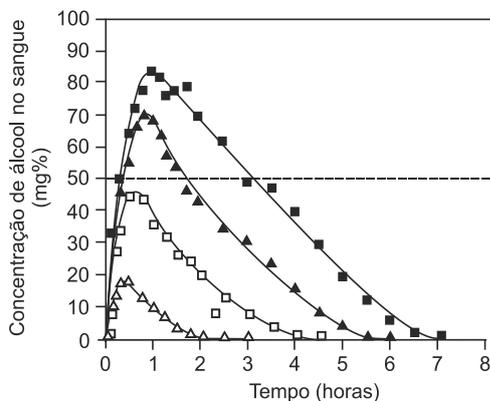
Foi observado no experimento **A** que a concentração de glicose na solução que banhava as células 1 era maior que a da solução contendo as células 2 e esta era menor que a concentração inicial. No experimento **B**, foi observado que a concentração de glicose na solução das células 1 era igual à das células 2 e esta era idêntica à observada no experimento **A**, para as células 2, ao final do experimento.

Experimento A		Experimento B	
Células 1	Células 2	Células 1	Células 2
NaCl e glicose baixa concentração de oxigênio		NaCl e glicose alta concentração de oxigênio	

Pela interpretação do experimento descrito, pode-se observar que o metabolismo das células estudadas está relacionado às condições empregadas no experimento, visto que as

- A** células 1 realizam metabolismo aeróbio.
- B** células 1 são incapazes de consumir glicose.
- C** células 2 consomem mais oxigênio que as células 1.
- D** células 2 têm maior demanda de energia que as células 1.
- E** células 1 e 2 obtiveram energia a partir de substratos diferentes.

39| ENEM 2009 Analise a figura.



Disponível em: <http://www.alcoolologia.net>. Acesso em: 15 jul. 2009 (adaptado).

Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

- A** Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- B** Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.

- C** Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- D** Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- E** Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

40| ENEM 2009 Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36 °C e 37 °C.

Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema

- A** digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- B** imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
- C** nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
- D** reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.
- E** endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

41| ENEM 2008 Defende-se que a inclusão da carne bovina na dieta é importante, por ser uma excelente fonte de proteínas. Por outro lado, pesquisas apontam efeitos prejudiciais que a carne bovina traz à saúde, como o risco de doenças cardiovasculares. Devido aos teores de colesterol e de gordura, há quem decida substituí-la por outros tipos de carne, como a de frango e a suína. O quadro a seguir apresenta a quantidade de colesterol em diversos tipos de carne crua e cozida.

Alimento	Colesterol (mg/100g)	
	Cru	Cozido
Carne de frango (branca) sem pele	58	75
Carne de frango (escura) sem pele	80	124
Pele de frango	104	139
Carne suína (bisteca)	49	97
Carne suína (toucinho)	54	56
Carne bovina (contrafilé)	51	66
Carne bovina (músculo)	52	67

Revista ProTeste, nº 54, dez/2006 (com adaptações).

Com base nessas informações, avalie as afirmativas a seguir.

- I. O risco de ocorrerem doenças cardiovasculares por ingestões habituais da mesma quantidade de carne é menor se esta for carne branca de frango do que se for toucinho.
- II. Uma porção de contrafilé cru possui, aproximadamente, 50% de sua massa constituída de colesterol.
- III. A retirada da pele de uma porção cozida de carne escura de frango altera a quantidade de colesterol a ser ingerida.
- IV. A pequena diferença entre os teores de colesterol encontrados no toucinho cru e no cozido indica que esse tipo de alimento é pobre em água.

É correto apenas o que se afirma em:

- A** I e II.
- B** I e III.
- C** II e III.
- D** II e IV.
- E** III e IV

GENÉTICA – ENEM

01| ENEM 2016 Em 1950, Erwin Chargaff e colaboradores estudavam a composição química do DNA e observaram que a quantidade de adenina (A) é igual à de timina (T), e a quantidade de guanina (G) é igual à de citosina (C) na grande maioria das duplas fitas de DNA. Em outras palavras, esses cientistas descobriram que o total de purinas (A+G) e o total de pirimidinas (C+T) eram iguais.

Um professor trabalhou esses conceitos em sala de aula e apresentou como exemplo uma fita simples de DNA com 20 adeninas, 25 timinas, 30 guaninas e 25 citosinas.

Qual a quantidade de cada um dos nucleotídeos, quando considerada a dupla fita de DNA formada pela fita simples exemplificada pelo professor?

- A** Adenina: 20; Timina: 25; Guanina: 25; Citosina: 30.
- B** Adenina: 25; Timina: 20; Guanina: 45; Citosina: 45.
- C** Adenina: 45; Timina: 45; Guanina: 55; Citosina: 55.
- D** Adenina: 50; Timina: 50; Guanina: 50; Citosina: 50.
- E** Adenina: 55; Timina: 55; Guanina: 45; Citosina: 45.

02| ENEM 2016 Um jovem suspeita que não é filho biológico de seus pais, pois descobriu que o seu tipo sanguíneo é O Rh negativo, o de sua mãe é B Rh positivo e de seu pai é A Rh positivo.

A condição genotípica que possibilita que ele seja realmente filho biológico de seus pais é que

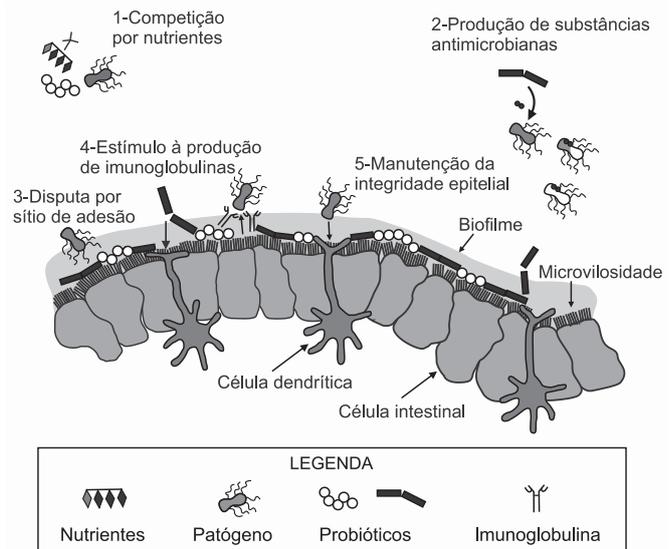
- A** o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e para o fator Rh.
- B** o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e homozigotos para o fator Rh.
- C** o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para as duas características.
- D** o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para o sistema ABO e homozigota para o fator Rh.
- E** o pai seja homozigoto para o sistema ABO e heterozigoto para o fator Rh e a mãe homozigota para as duas características.

03| ENEM 2016 Em um hospital, acidentalmente, uma funcionária ficou exposta a alta quantidade de radiação liberada por um aparelho de raios X em funcionamento. Posteriormente, ela engravidou e seu filho nasceu com grave anemia. Foi verificado que a criança apresentava a doença devido à exposição anterior da mãe à radiação.

O que justifica, nesse caso, o aparecimento da anemia na criança?

- A** A célula-ovo sofreu uma alteração genética.
- B** As células somáticas da mãe sofreram uma mutação.
- C** A célula gamética materna que foi fecundada sofreu uma mutação.
- D** As hemácias da mãe que foram transmitidas à criança não eram normais.
- E** As células hematopoiéticas sofreram alteração do número de cromossomos.

04| ENEM 2016 Vários métodos são empregados para prevenção de infecções por microrganismos. Dois desses métodos utilizam microrganismos vivos e são eles: as vacinas atenuadas, constituídas por patógenos avirulentos, e os probióticos que contêm bactérias benéficas. Na figura são apresentados cinco diferentes mecanismos de exclusão de patógenos pela ação dos probióticos no intestino de um animal.



McALLISTER, T. A. et al. Review: The use of direct fed microbials to mitigate pathogens and enhance production in cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, jan. 2011 (adaptado).

Qual mecanismo de ação desses probióticos promove um efeito similar ao da vacina?

- A** 5
- B** 4
- C** 3
- D** 2
- E** 1

05| ENEM 2016 O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídos em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

Essa troca de segmentos é determinante na

- A** produção de indivíduos mais férteis.
- B** transmissão de novas características adquiridas.
- C** recombinação genética na formação dos gametas.
- D** ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- E** variação do número de cromossomos característico da espécie.

06| ENEM 2015 A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher.

Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- A** 0%
- B** 12,5%
- C** 25%
- D** 50%
- E** 75%

07| ENEM 2015 O formato das células de organismos pluricelulares é extremamente variado. Existem células discoides, como é o caso das hemácias, as que lembram uma estrela, como os neurônios, e ainda algumas alongadas, como as musculares.

Em um mesmo organismo, a diferenciação dessas células ocorre por

- A) produzirem mutações específicas.
- B) possuírem DNA mitocondrial diferentes.
- C) apresentarem conjunto de genes distintos.
- D) expressarem porções distintas do genoma.
- E) terem um número distinto de cromossomos.

08| ENEM 2015 A cariotipagem é um método que analisa células de um indivíduo para determinar seu padrão cromossômico. Essa técnica consiste na montagem fotográfica, em sequência, dos pares de cromossomos e permite identificar um indivíduo normal (46, XX ou 46, XY) ou com alguma alteração cromossômica. A investigação do cariótipo de uma criança do sexo masculino com alterações morfológicas e comprometimento cognitivo verificou que ela apresentava fórmula cariotípica 47, XY, + 18.

A alteração cromossômica da criança pode ser classificada como

- A) estrutural, do tipo deleção.
- B) numérica, do tipo euploidia.
- C) numérica, do tipo poliploidia.
- D) estrutural, do tipo duplicação.
- E) numérica, do tipo aneuploidia.

09| ENEM 2015 Tanto a febre amarela quanto a dengue são doenças causadas por vírus do grupo dos arbovírus, pertencentes ao gênero *Flavivirus*, existindo quatro sorotipos para o vírus causador da dengue. A transmissão de ambas acontece por meio da picada de mosquitos, como o *Aedes aegypti*. Entretanto, embora compartilhem essas características, hoje somente existe vacina, no Brasil, para a febre amarela e nenhuma vacina efetiva para a dengue.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. *Dengue: Instruções para pessoal de combate ao vetor*. Manual de Normas Técnicas. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 7 ago. 2012 (adaptado).

Esse fato pode ser atribuído à

- A) maior taxa de mutação do vírus da febre amarela do que do vírus da dengue.
- B) alta variabilidade antigênica do vírus da dengue em relação ao vírus da febre amarela.
- C) menor adaptação do vírus da dengue à população humana do que do vírus da febre amarela.
- D) presença de dois tipos de ácidos nucleicos no vírus da dengue e somente um tipo no vírus da febre amarela.
- E) baixa capacidade de indução da resposta imunológica pelo vírus da dengue em relação ao da febre amarela.

10| ENEM 2015 A palavra “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: www.brasil.gov.br. Acesso em 28 jul. 2012 (adaptado).

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam

- A) a sequência de DNA codificante de insulina humana.
- B) a proteína sintetizada por células humanas.
- C) um RNA recombinante de insulina humana.
- D) o RNA mensageiro de insulina humana.
- E) um cromossomo da espécie humana.

11| ENEM 2014 O arroz-dourado é uma planta transgênica capaz de produzir quantidades significativas de betacaroteno, que é ausente na variedade branca. A presença dessa substância torna os grãos amarelados, o que justifica seu nome.

A ingestão dessa variedade geneticamente modificada está relacionada à redução da incidência de

- A) fragilidade óssea.
- B) fraqueza muscular.
- C) problemas de visão.
- D) alterações na tireoide.
- E) sangramento gengival.

12| ENEM 2014 Em um hospital havia cinco lotes de bolsas de sangue, rotulados com os códigos I, II, III, IV e V. Cada lote continha apenas um tipo sanguíneo não identificado. Uma funcionária do hospital resolveu fazer a identificação utilizando dois tipos de soro, anti-A e anti-B. Os resultados obtidos estão descritos no quadro.

Código dos lotes	Volume de sangue (L)	Soro anti-A	Soro anti-B
I	22	Não aglutinou	Aglutinou
II	25	Aglutinou	Não aglutinou
III	30	Aglutinou	Aglutinou
IV	15	Não aglutinou	Não aglutinou
V	33	Não aglutinou	Aglutinou

Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

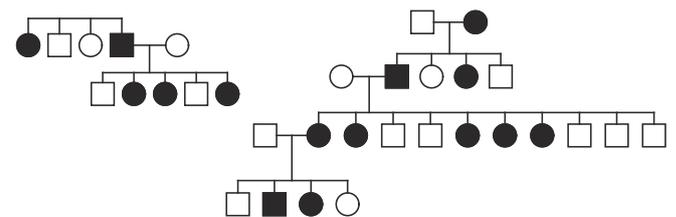
- A) 15
- B) 25
- C) 30
- D) 33
- E) 55

13| ENEM 2014 Antes de técnicas modernas de determinação de paternidade por exame de DNA, o sistema de determinação sanguínea ABO foi amplamente utilizado como ferramenta para excluir possíveis pais. Embora restrito à análise fenotípica, era possível concluir a exclusão de genótipos também. Considere que uma mulher teve um filho cuja paternidade estava sendo contestada. A análise do sangue revelou que ela era tipo sanguíneo AB e o filho, tipo sanguíneo B.

O genótipo do homem, pelo sistema ABO, que exclui a possibilidade de paternidade desse filho é

- A) I^AI^A.
- B) I^Ai.
- C) I^BI^B.
- D) I^Bi.
- E) ii.

14| ENEM 2014

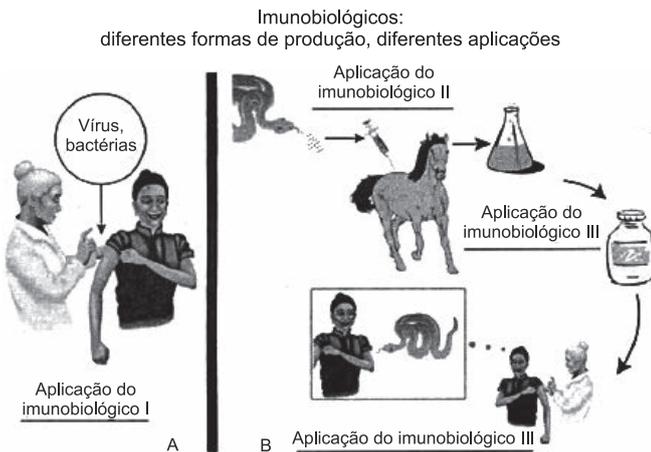


No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.

Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- A** Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos.
- B** Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos.
- C** Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos.
- D** Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença.
- E** Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe.

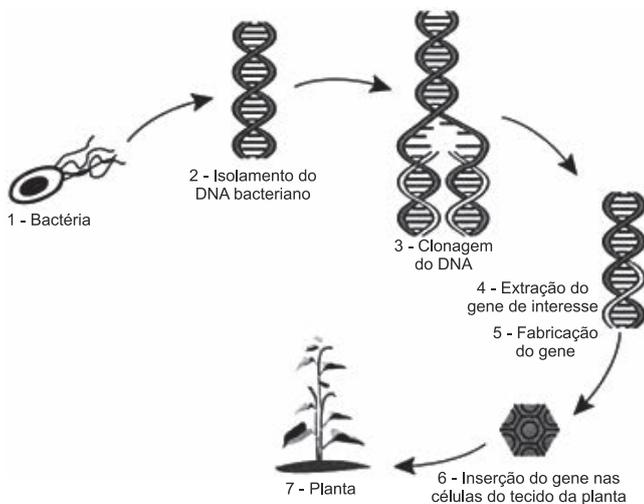
15| ENEM 2014



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois

- A** conferem imunidade passiva.
- B** transferem células de defesa.
- C** suprimem a resposta imunológica.
- D** estimulam a produção de anticorpos.
- E** desencadeiam a produção de antígenos.

16| ENEM 2014 Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

- A** Clone.
- B** Híbrida.
- C** Mutante.
- D** Adaptada.
- E** Transgênica.

17| ENEM 2014 Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

O poder terapêutico dessas células baseia-se em sua capacidade de

- A** multiplicação lenta.
- B** comunicação entre células.
- C** adesão a diferentes tecidos.
- D** diferenciação em células especializadas.
- E** reconhecimento de células semelhantes.

18| ENEM 2013 A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A** Lisossomo.
- B** Mitocôndria.
- C** Peroxissomo.
- D** Complexo golgiense.
- E** Retículo endoplasmático.

19| ENEM 2013 Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- A** pai.
- B** filho.
- C** filha.
- D** avó materna.
- E** avô materno.

20| ENEM 2013 A mosca *Drosophila*, conhecida como mosca-das-frutas, é bastante estudada no meio acadêmico pelos geneticistas. Dois caracteres estão entre os mais estudados: tamanho da asa e cor do corpo, cada um condicionado por gene autossômico. Em se tratando do tamanho da asa, a característica asa vestigial é recessiva e a característica asa longa, dominante. Em relação à cor do indivíduo, a coloração cinza é recessiva e a cor preta, dominante.

Em um experimento, foi realizado um cruzamento entre indivíduos heterozigotos para os dois caracteres, do qual foram geradas 288 moscas. Dessas, qual é a quantidade esperada de moscas que apresentam o mesmo fenótipo dos indivíduos parentais?

- A** 288
- B** 162
- C** 108
- D** 72
- E** 54

21| ENEM 2013 Milhares de pessoas estavam morrendo de varíola humana no final do século XVIII. Em 1796, o médico Edward Jenner (1746-1823) inoculou em um menino de 8 anos o pus extraído de feridas de vacas contaminadas com vírus da varíola bovina, que causa uma doença branda em humanos. O garoto contraiu uma infecção benigna e, dez dias depois, estava recuperado. Meses depois, Jenner inoculou, no mesmo menino, o pus varioloso humano, que causava muitas mortes. O menino não adoeceu.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 5 dez. 2012 (adaptado).

Considerando o resultado do experimento, qual a contribuição desse médico para a saúde humana?

- A** A prevenção de diversas doenças infectocontagiosas em todo o mundo.
- B** A compreensão de que vírus podem se multiplicar em matéria orgânica.
- C** O tratamento para muitas enfermidades que acometem milhões de pessoas.
- D** O estabelecimento da ética na utilização de crianças em modelos experimentais.
- E** A explicação de que alguns vírus de animais podem ser transmitidos para os humanos.

22| ENEM 2013 A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. "Brasil livre da rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola". Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- A** ficam mais expostos a esse vírus.
- B** transmitem o vírus a mulheres gestantes.
- C** passam a infecção diretamente para o feto.
- D** transferem imunidade às parceiras grávidas.
- E** são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

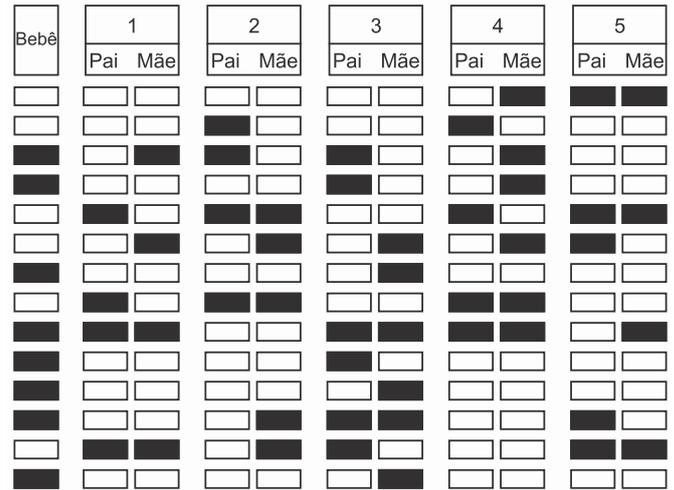
23| ENEM 2013 A transferência de genes que poderiam melhorar o desempenho esportivo de atletas saudáveis foi denominada *doping genético*. Uma vez inserido no genoma do atleta, o gene se expressaria gerando um produto endógeno capaz de melhorar o desempenho atlético.

ARTOLI, G. G.; HIRATA, R. D. C.; LANCHETA JR., A. H. *Revista Brasileira de Medicina Esportiva*, v. 13, n. 5, 2007 (adaptado).

Um risco associado ao uso dessa biotecnologia é o(a)

- A** obtenção de baixo condicionamento físico.
- B** estímulo ao uso de anabolizantes pelos atletas.
- C** falta de controle sobre a expressão fenotípica do atleta.
- D** aparecimento de lesões decorrentes da prática esportiva habitual.
- E** limitação das adaptações fisiológicas decorrentes do treinamento físico.

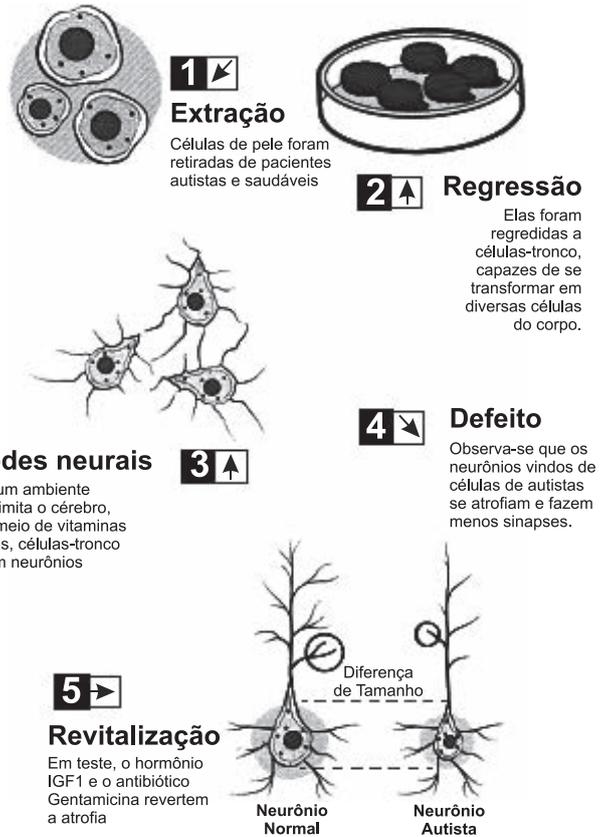
24| ENEM 2013 Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para cada suposto pai e outra para a suposta mãe), comparadas à do bebê.



Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

25| ENEM 2013 O estudo do comportamento dos neurônios ao longo de nossa vida pode aumentar a possibilidade de cura do autismo, uma doença genética. A ilustração do experimento mostra a criação de neurônios normais a partir de células da pele de pacientes com autismo:



HEIDRICH, G. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 29 ago. 2011 (adaptado).

Analisando-se o experimento, a diferenciação de células-tronco em neurônios ocorre estimulada pela

- A** extração e utilização de células da pele de um indivíduo portador da doença.
- B** regressão das células epiteliais a células-tronco em um meio de cultura apropriado.
- C** atividade genética natural do neurônio autista num meio de cultura semelhante ao cérebro.
- D** aplicação de um fator de crescimento (hormônio IGF1) e do antibiótico Gentamicina no meio de cultura.
- E** criação de um meio de cultura de células que imita o cérebro pela utilização de vitaminas e sais minerais.

26| ENEM 2012 O DNA (ácido desoxirribonucleico), material genético de seres vivos, é uma molécula de fita dupla, que pode ser extraída de forma caseira a partir de frutas, como morango ou banana amassados, com uso de detergente, de sal de cozinha, de álcool comercial e de uma peneira ou de um coador de papel.

O papel do detergente nessa extração de DNA é

- A** aglomerar o DNA em solução para que se torne visível.
- B** promover lise mecânica do tecido para obtenção do DNA.
- C** emulsificar a mistura para promover a precipitação do DNA.
- D** promover atividades enzimáticas para acelerar a extração do DNA.
- E** romper as membranas celulares para liberação do DNA em solução.

27| ENEM 2012 Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento.

Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).

As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo

- A** sofre constantes recombinações para adaptar-se.
- B** muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
- C** cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
- D** altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
- E** possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.

28| ENEM 2012 Após a redescoberta do trabalho de Gregor Mendel, vários experimentos buscaram testar a universalidade de suas leis. Suponha um desses experimentos, realizado em um mesmo ambiente, em que uma planta de linhagem pura com baixa estatura (0,6 m) foi cruzada com uma planta de linhagem pura de alta estatura (1,0 m). Na prole (F1) todas as plantas apresentaram estatura de 0,8 m. Porém, na F2 (F1 x F1) os pesquisadores encontraram os dados a seguir.

Altura da planta (em metros)	Proporção da prole
1,0	63
0,9	245
0,8	375
0,7	255
0,6	62
Total	1000

Os pesquisadores chegaram à conclusão, a partir da observação da prole, que a altura nessa planta é uma característica que

- A** não segue as leis de Mendel.
- B** não é herdada e, sim, ambiental.
- C** apresenta herança mitocondrial.
- D** é definida por mais de um gene.
- E** é definida por um gene com vários alelos.

29| ENEM 2012 O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

- A** do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- B** da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- C** da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- D** da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- E** da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

30| ENEM 2012 Um estudo modificou geneticamente a *Escherichia coli*, visando permitir que essa bactéria seja capaz de produzir etanol pela metabolização do alginato, açúcar presente em grande quantidade nas algas marrons. A experiência mostrou que a bactéria transgênica tem capacidade de obter um rendimento elevado na produção de etanol, o que pode ser aplicado em escala industrial.

"Combustível de algas". *Revista Pesquisa Fapesp*, ed. 12, fev. 2012 (adaptado)

O benefício dessa nova tecnologia, em comparação às fontes atuais de produção de etanol, baseia-se no fato de que esse modelo experimental

- A** aumentará a extensão de área continental cultivada.
- B** aumentará a captação de CO₂ atmosférico.
- C** facilitará o transporte do etanol no final da etapa produtiva.
- D** reduzirá o consumo de água doce durante a produção de matéria-prima.
- E** reduzirá a contaminação dos mares por metais pesados.

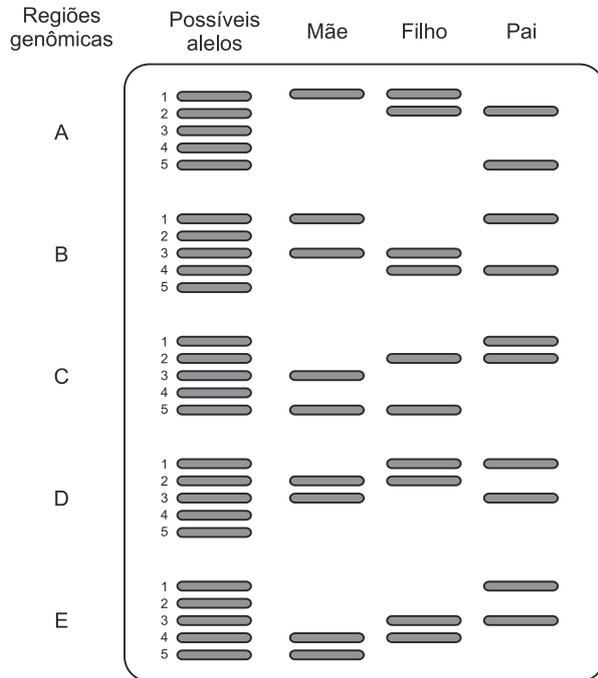
31| ENEM 2012 Pela manipulação genética, machos do *Aedes aegypti*, mosquito vetor da dengue, criados em laboratório, receberam um gene modificado que produz uma proteína que mata a prole de seu cruzamento.

SILVEIRA, E. Disponível em: www.pesquisafapesp.com.br. Acesso em: 14 jun. 2011 (adaptado)

Com o emprego dessa técnica, o número de casos de dengue na população humana deverá diminuir, pois

- A** os machos modificados não conseguirão fecundar as fêmeas.
- B** os machos modificados não obterão sucesso reprodutivo.
- C** os machos modificados possuem genes que impedem a infecção dos mosquitos.
- D** a inserção de novos mosquitos aumentará a quantidade de mosquitos imunes ao vírus.
- E** o número de machos modificados crescerá com as gerações.

32| ENEM 2012 Na investigação de paternidade por análise de DNA, avalia-se o perfil genético da mãe, do suposto pai e do filho pela análise de regiões do genoma das pessoas envolvidas. Cada indivíduo apresenta um par de alelos, iguais ou diferentes, isto é, são homocigotos ou heterocigotos, para cada região genômica. O esquema representa uma eletroforese com cinco regiões genômicas (classificadas de A a E), cada uma com cinco alelos (1 a 5), analisadas em urna investigação de paternidade:



Quais alelos, na sequência das regiões apresentadas, filho recebeu, obrigatoriamente, do pai?

- A 2,4,5,2,4
- B 2,4,2,1,3
- C 2,1,1,1,1
- D 1,3,2,1,3
- E 5,4,2,1,1

33| ENEM 2011 Em 1999, a geneticista Emma Whitelaw desenvolveu um experimento no qual ratas prenhes foram submetidas a uma dieta rica em vitamina B12, ácido fólico e soja. Os filhotes dessas ratas, apesar de possuírem o gene para obesidade, não expressaram essa doença na fase adulta. A autora concluiu que a alimentação da mãe, durante a gestação, silenciou o gene da obesidade. Dez anos depois, as geneticistas Eva Jablonka e Gal Raz listaram 100 casos comprovados de traços adquiridos e transmitidos entre gerações de organismos, sustentando, assim, a epigenética, que estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.

A reabilitação do herege. *Época*, nº 610, 2010 (adaptado).

Alguns cânceres esporádicos representam exemplos de alteração epigenética, pois são ocasionados por

- A aneuploidia do cromossomo sexual X.
- B poliploidia dos cromossomos autossômicos.
- C mutação em genes autossômicos com expressão dominante.
- D substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.
- E inativação de genes por meio de modificações das bases nitrogenadas.

34| ENEM 2011 Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram em algum momento falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em dupla hélice por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético. No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de nitrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. *Introdução à Genética*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que

- A a replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- B a replicação de DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.
- C a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.
- D a replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.
- E a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

35| ENEM 2011

Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. *Science* v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

- A possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
- B capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- C possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- D possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e biocombustíveis.
- E capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

36| ENEM 2011 O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

- A** alta concentração de macrófagos.
- B** elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
- C** aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
- D** rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
- E** presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

37| ENEM 2011 Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

- A** possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- B** possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- C** estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- D** possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- E** estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

38| ENEM 2010 Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução da soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a qual poderia ser potencialmente alergênica”, explica o pesquisador.

Correio do Estado/MS. 19 abr. 2004 (adaptado).

Considerando-se as informações do texto, os grãos transgênicos que podem causar alergias aos indivíduos que irão consumi-los são aqueles que apresentam, em sua composição, proteínas

- A** que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
- B** que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
- C** com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
- D** com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
- E** com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.

39| ENEM 2009 Mendel cruzou plantas puras de ervilha com flores vermelhas e plantas puras com flores brancas, e observou que todos os descendentes tinham flores vermelhas. Nesse caso, Mendel chamou a cor vermelha de dominante e a cor branca de recessiva. A explicação oferecida por ele para esses resultados era a de que as plantas de flores vermelhas da geração inicial (P) possuíam dois fatores dominantes iguais para essa característica (VV), e as plantas de flores brancas possuíam dois fatores recessivos iguais (vv). Todos os descendentes desse cruzamento, a primeira geração de filhos (F1), tinham um fator de cada progenitor e eram Vv, combinação que assegura a cor vermelha nas flores.

Tomando-se um grupo de plantas cujas flores são vermelhas, como distinguir aquelas que são VV das que são Vv?

- A** Cruzando-as entre si, é possível identificar as plantas que têm o fator v na sua composição pela análise de características exteriores dos gametas masculinos, os grãos de pólen.
- B** Cruzando-as com plantas recessivas, de flores brancas. As plantas VV produzirão apenas descendentes de flores vermelhas, enquanto as plantas Vv podem produzir descendentes de flores brancas.
- C** Cruzando-as com plantas de flores vermelhas da geração P. Os cruzamentos com plantas Vv produzirão descendentes de flores brancas.
- D** Cruzando-as entre si, é possível que surjam plantas de flores brancas. As plantas Vv cruzadas com outras Vv produzirão apenas descendentes vermelhas, portanto as demais serão VV.
- E** Cruzando-as com plantas recessivas e analisando as características do ambiente onde se dão os cruzamentos, é possível identificar aquelas que possuem apenas fatores V.

40| ENEM 2009 Anemia Falciforme é uma das doenças hereditárias mais prevalentes no Brasil, sobretudo nas regiões que receberam maciços contingentes de escravos africanos. É uma alteração genética, caracterizada por um tipo de hemoglobina mutante designada por hemoglobina S. Indivíduos com essa doença apresentam eritrócitos com formato de foice, daí o seu nome. Se uma pessoa recebe um gene do pai e outro da mãe para produzir a hemoglobina S ela nasce com um par de genes SS e assim terá a Anemia Falciforme. Se receber de um dos pais o gene para hemoglobina S e do outro o gene para hemoglobina A ela não terá doença, apenas o Traço Falciforme (AS), e não precisará de tratamento especializado. Entretanto, deverá saber que se vier a ter filhos com uma pessoa que também herdou o traço, eles poderão desenvolver a doença.

Disponível em: <http://www.opas.org.br>. Acesso em: 02 mai. 2009 (adaptado).

Dois casais, ambos membros heterozigotos do tipo AS para o gene da hemoglobina, querem ter um filho cada. Dado que um casal é composto por pessoas negras e o outro por pessoas brancas, a probabilidade de ambos os casais terem filhos (um para cada casal) com Anemia Falciforme é igual a

- A** 5,05%.
- B** 6,25%.
- C** 10,25%.
- D** 18,05%.
- E** 25,00%.

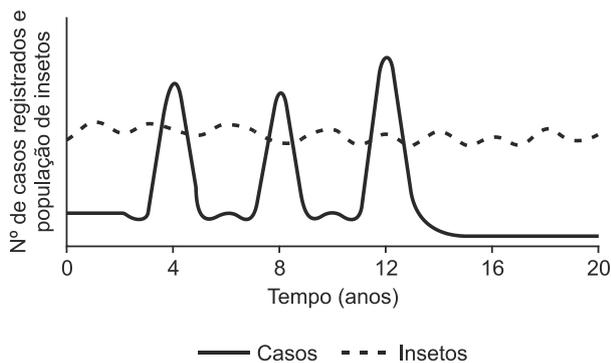
41| ENEM 2009 A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas a, b e c.



Depreende-se do modelo que

- A** a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- B** o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- C** as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- D** é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- E** a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

42| ENEM 2009 O gráfico a seguir ilustra, de maneira hipotética, o número de casos, ao longo de 20 anos, de uma doença infecciosa e transmissível (linha cheia), própria de uma região tropical específica, transmitida por meio da picada de inseto. A variação na densidade populacional do inseto transmissor, na região considerada, é ilustrada (linha pontilhada). Durante o período apresentado não foram registrados casos dessa doença em outras regiões.



Sabendo que as informações se referem a um caso típico de endemia, com um surto epidêmico a cada quatro anos, percebe-se que no terceiro ciclo houve um aumento do número de casos registrados da doença. Após esse surto foi realizada uma intervenção que controlou essa endemia devido

- A** à população ter se tornado autoimune.
- B** à introdução de predadores do agente transmissor.
- C** à instalação de proteção mecânica nas residências, como telas nas aberturas.
- D** ao desenvolvimento de agentes químicos para erradicação do agente transmissor.
- E** ao desenvolvimento de vacina que ainda não era disponível na época do primeiro surto.

43| ENEM 2009 Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- A** os genótipos e os fenótipos idênticos.
- B** os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- C** diferenças nos genótipos e fenótipos.

- D** o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- E** o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

44| ENEM 2009 Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

- A** o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- B** a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- C** o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- D** impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- E** a criação de animais transgênicos.

45| ENEM 2009 Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal.

Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

- A** do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- B** do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- C** do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.
- D** do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
- E** de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

46| ENEM 2008 Durante muito tempo, os cientistas acreditaram que variações anatômicas entre os animais fossem consequência de diferenças significativas entre seus genomas. Porém, os projetos de sequenciamento de genoma revelaram o contrário. Hoje, sabe-se que 99% do genoma de um camundongo é igual ao do homem, apesar das notáveis diferenças entre eles. Sabe-se também que os genes ocupam apenas cerca de 1,5% do DNA e que menos de 10% dos genes codificam proteínas que atuam na construção e na definição das formas do corpo. O restante, possivelmente, constitui DNA não-codificante. Como explicar, então, as diferenças fenotípicas entre as diversas espécies animais? A resposta pode estar na região não-codificante do DNA.

S. B. Carroll et al. O jogo da evolução. In: "Scientific American Brasil", jun./2008 (com adaptações)

A região não-codificante do DNA pode ser responsável pelas diferenças marcantes no fenótipo porque contém

- A** as sequências de DNA que codificam proteínas responsáveis pela definição das formas do corpo.
- B** uma enzima que sintetiza proteínas a partir da sequência de aminoácidos que formam o gene.
- C** centenas de aminoácidos que compõem a maioria de nossas proteínas.
- D** informações que, apesar de não serem traduzidas em sequências de aminoácidos, interferem no fenótipo.
- E** os genes associados à formação de estruturas similares às de outras espécies.

47| ENEM 2008 Define-se genoma como o conjunto de todo o material genético de uma espécie, que, na maioria dos casos, são as moléculas de DNA. Durante muito tempo, especulou-se sobre a possível relação entre o tamanho do genoma — medido pelo número de pares de bases (pb) —, o número de proteínas produzidas e a complexidade do organismo. As primeiras respostas começam a aparecer e já deixam claro que essa relação não existe, como mostra a tabela a seguir.

Espécie	Nome comum	Tamanho estimado do genoma (pb)	Nº de proteínas descritas
Olyza sativa	Arroz	5.000.000.000	224.181
Mus musculus	Camundongo	3.454.200.000	249.081
Homo Sapiens	Homem	3.400.000.000	459.114
Rattus norvegicus	Rato	2.900.000.000	109.077
Drosophila melanogaster	Mosca-da-fruta	180.000.000	86.255

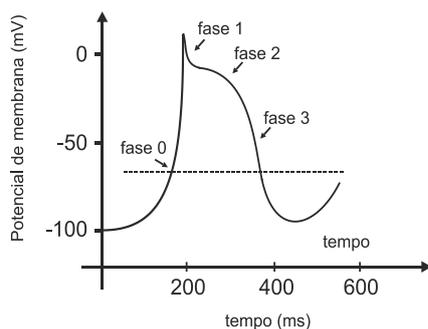
Internet: <www.cbs.dtu.dk> e <www.ncbi.nlm.nih.gov>

De acordo com as informações do texto,

- A** o conjunto de genes de um organismo define o seu DNA.
- B** a produção de proteínas não está vinculada à molécula de DNA.
- C** o tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo.
- D** quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma.
- E** genomas com mais de um bilhão de pares de bases são encontrados apenas nos seres vertebrados.

HISTOLOGIA E EMBRIOLOGIA

01| ENEM 2009 As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100 mV, e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+} , a polaridade celular pode atingir valores de até $+10$ mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- A** Fases 0 e 2.
- B** Fases 0 e 3.
- C** Fases 1 e 2.
- D** Fases 2 e 0.
- E** Fases 3 e 1.

02| ENEM 2016 A perda de massa muscular é comum com a idade, porém, é na faixa dos 60 anos que ela se torna clinicamente perceptível e suas consequências começam a incomodar no dia a dia, quando simples atos de subir escadas ou ir à padaria se tomam sacrifícios. Esse processo tem nome: sarcopenia. Essa condição ocasiona a perda da força e qualidade dos músculos e tem um impacto significativo na saúde.

Disponível em: www.infoescola.com. Acesso em: 19 dez. 2012 (adaptado).

A sarcopenia é inerente ao envelhecimento, mas seu quadro e consequentes danos podem ser retardados com a prática de exercícios físicos, cujos resultados mais rápidos são alcançados com o(a)

- A** hidroginástica.
- B** alongamento.
- C** musculação.
- D** corrida.
- E** dança.

03| ENEM 2015 A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos mal conservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e/ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

BACHUR, T. P. R. et al. Toxina botulínica: de veneno a tratamento. *Revista Eletrônica Pesquisa Médica*, n. 1, jan.-mar. 2009 (adaptado).

O alívio dos sintomas do blefaroespasm é consequência da ação da toxina modificada sobre o tecido

- A** glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- B** muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- C** epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- D** conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade de substância intercelular no tecido.
- E** adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

04| ENEM 2014 Os gêmeos sempre exerceram um fascínio para a maioria das pessoas, principalmente os monozigóticos ou idênticos. Parte desse interesse está relacionada ao fato de que esses indivíduos representam a manifestação natural que mais se aproxima da clonagem na espécie humana.

O mecanismo que está associado com a formação dos indivíduos citados é a

- A** divisão do feto em gestação em dois indivíduos separados.
- B** divisão do embrião em dois grupos celulares independentes.
- C** fecundação de um óvulo por dois espermatozoides diferentes.
- D** ocorrência de duas fecundações simultâneas no útero materno.
- E** fertilização sucessiva de dois óvulos por apenas um espermatozoide.

05| ENEM 2012 Os tecidos animais descritos no quadro são formados por um conjunto de células especializadas, e a organização estrutural de cada um reflete suas respectivas funções.

Tecido	Organização estrutural
Ósseo	Células encerradas em uma matriz extracelular rica principalmente em fibras colágenas e fosfato de cálcio.
Conjuntivo denso	Grande quantidade de fibras colágenas
Conjuntivo frouxo	Fibras proteicas frouxamente entrelaçadas
Epitelial de revestimento	Células intimamente unidas entre si, podendo formar uma ou mais camadas celulares.
Muscular estriado esquelético	Longas fibras musculares ricas em proteínas filamentosas

De acordo com a organização estrutural dos tecidos descrita, aquele que possui a capacidade de formar barreiras contra agentes invasores e evitar a perda de líquidos corporais é o tecido

- A** ósseo.
- B** conjuntivo denso.
- C** conjuntivo frouxo.
- D** epitelial de revestimento.
- E** muscular estriado esquelético.

06| ENEM 2011 Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

Constituinte	Número normal	Paciente
Glóbulos vermelhos	4,8 milhões/mm ³	4 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	(5 000 – 10 000)/mm ³	9 000/mm ³
Plaquetas	(250 000 – 400 000)/mm ³	200 000/m ³

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com os resultados de seu hemograma, constata-se que

- A** o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- B** o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- C** a dificuldade respiratória ocorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.
- D** o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.
- E** a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

07| ENEM 2010 A utilização de células-tronco do próprio indivíduo (autotransplante) tem apresentado sucesso como terapia medicinal para a regeneração de tecidos e órgãos cujas células perdidas não têm capacidade de reprodução, principalmente em substituição aos transplantes, que causam muitos problemas devido à rejeição pelos receptores.

O autotransplante pode causar menos problemas de rejeição quando comparado aos transplantes tradicionais, realizados entre diferentes indivíduos. Isso porque as

- A** células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo do receptor.
- B** células provenientes de transplantes entre diferentes indivíduos envelhecem e morrem rapidamente.
- C** células-tronco, por serem doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético semelhante.
- D** células transplantadas entre diferentes indivíduos se diferenciam em tecidos tumorais no receptor.
- E** células provenientes de transplantes convencionais não se reproduzem dentro do corpo do receptor.

PARASITOLOGIA E PROGRAMAS DE SAÚDE

01| ENEM 2016 Uma nova estratégia para o controle da dengue foi apresentada durante o Congresso Internacional de Medicina Tropical, no Rio de Janeiro, em 2012. O projeto traz uma abordagem nova e natural para o combate à doença e já está em fase de testes. O objetivo do programa é cessar a transmissão do vírus da dengue pelo *Aedes aegypti*, a partir da introdução da bactéria *Wolbachia* – que é naturalmente encontrada em insetos – nas populações locais de mosquitos. Quando essa bactéria é introduzida no *A. aegypti*, atua como uma “vacina”, estimulando o sistema imunológico e bloqueando a multiplicação do vírus dentro do inseto.

Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

Qual o conceito fundamental relacionado a essa estratégia?

- A** Clonagem.
- B** Mutualismo.
- C** Parasitismo.
- D** Transgênese.
- E** Controle biológico.

02| ENEM 2016 A sombra do cedro vem se encostar no cocho. Primo Ribeiro levantou os ombros; começa a tremer. Com muito atraso. Mas ele tem no baço duas colmeias de bichinhos maldosos, que não se misturam, soltando enxames no sangue em dias alternados. E assim nunca precisa de passar um dia sem tremer.

ROSA, J. G. *Sagarana*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

O texto de João Guimarães Rosa descreve as manifestações das crises paroxísticas da malária em seu personagem. Essas se caracterizam por febre alta, calafrios, sudorese intensa e tremores, com intervalos de 48 h ou 72 h, dependendo da espécie de *Plasmodium*.

Essas crises periódicas ocorrem em razão da

- A** lise das hemácias, liberando merozoítos e substâncias denominadas hemozoínas.
- B** invasão das hemácias por merozoítos com maturação até a forma esquizonte.

- Ⓒ reprodução assexuada dos esporozoítos no fígado do indivíduo infectado.
- Ⓓ liberação de merozoítos dos hepatócitos para a corrente sanguínea.
- Ⓔ formação de gametócitos dentro das hemácias.

03| ENEM 2016 Suponha que uma doença desconhecida esteja dizimando um rebanho bovino de uma cidade e alguns veterinários tenham conseguido isolar o agente causador da doença, verificando que se trata de um ser unicelular e procarionte.

Para combater a doença, os veterinários devem administrar, nos bovinos contaminados,

- Ⓐ vacinas.
- Ⓑ antivirais.
- Ⓒ fungicidas.
- Ⓓ vermífugos.
- Ⓔ antibióticos.

04| ENEM 2015 *Euphorbia mili* é uma planta ornamental amplamente disseminada no Brasil e conhecida como coroa-de-cristo. O estudo químico do látex dessa espécie forneceu o mais potente produto natural moluscicida, a miliamina L.

MOREIRA, C. P. S.; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. A. Atividade moluscicida do látex de *Synadenium carinatum* boisss. (*Euphorbiaceae*) sobre *Biomphalaria glabrata* e isolamento do constituinte majoritário. *Revista Eletrônica de Farmácia*. n. 3, 2010 (adaptado).

O uso desse látex em água infestada por hospedeiros intermediários tem potencial para atuar no controle da

- Ⓐ dengue.
- Ⓑ malária.
- Ⓒ elefantíase.
- Ⓓ ascaridíase.
- Ⓔ esquistossomose.

05| ENEM 2015 Um gel vaginal poderá ser um recurso para as mulheres na prevenção contra a aids. Esse produto tem como princípio ativo um composto que inibe a transcriptase reversa viral.

Essa ação inibidora é importante, pois a referida enzima

- Ⓐ corta a dupla hélice do DNA, produzindo um molde para o RNA viral.
- Ⓑ produz moléculas de DNA viral que vão infectar células saudáveis.
- Ⓒ polimeriza molécula de DNA, tendo como molde o RNA viral.
- Ⓓ promove a entrada do vírus da aids nos linfócitos T.
- Ⓔ sintetiza os nucleotídeos que compõem o DNA viral.

06| ENEM 2015



Disponível em: www.casualciclo.com. Acesso: 2 ago. 2012.

A charge retrata um comportamento recorrente nos dias atuais: a insatisfação das pessoas com o peso. No entanto, do ponto de vista orgânico, o peso corporal se torna um problema à saúde quando

- Ⓐ estimula a adesão à dieta.
- Ⓑ aumenta conforme a idade.
- Ⓒ expressa a inatividade da pessoa.
- Ⓓ provoca modificações na aparência.
- Ⓔ acomete o funcionamento metabólico.

07| ENEM 2014 No ano de 2009, registrou-se um surto global de gripe causada por um variante do vírus *Influenza A*, designada H1N1. A Organização Mundial de Saúde (OMS) solicitou que os países intensificassem seus programas de prevenção para que não houvesse uma propagação da doença. Uma das ações mais importantes recomendadas pela OMS era a higienização adequada das mãos, especialmente após tossir e espirrar.

A ação recomendada pela OMS tinha como objetivo

- Ⓐ reduzir a reprodução viral.
- Ⓑ impedir a penetração do vírus pela pele.
- Ⓒ reduzir o processo de autoinfecção viral.
- Ⓓ reduzir a transmissão do vírus no ambiente.
- Ⓔ impedir a seleção natural de vírus resistentes.

08| ENEM 2014 O movimento pelo saneamento do Brasil, desencadeado durante a Primeira República, colocou em evidência as precárias condições de saúde das populações rurais. A origem e trajetória desse movimento estiveram diretamente relacionadas à história da doença de Chagas.

KROPF, S. P.; LIMA, N. T. Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

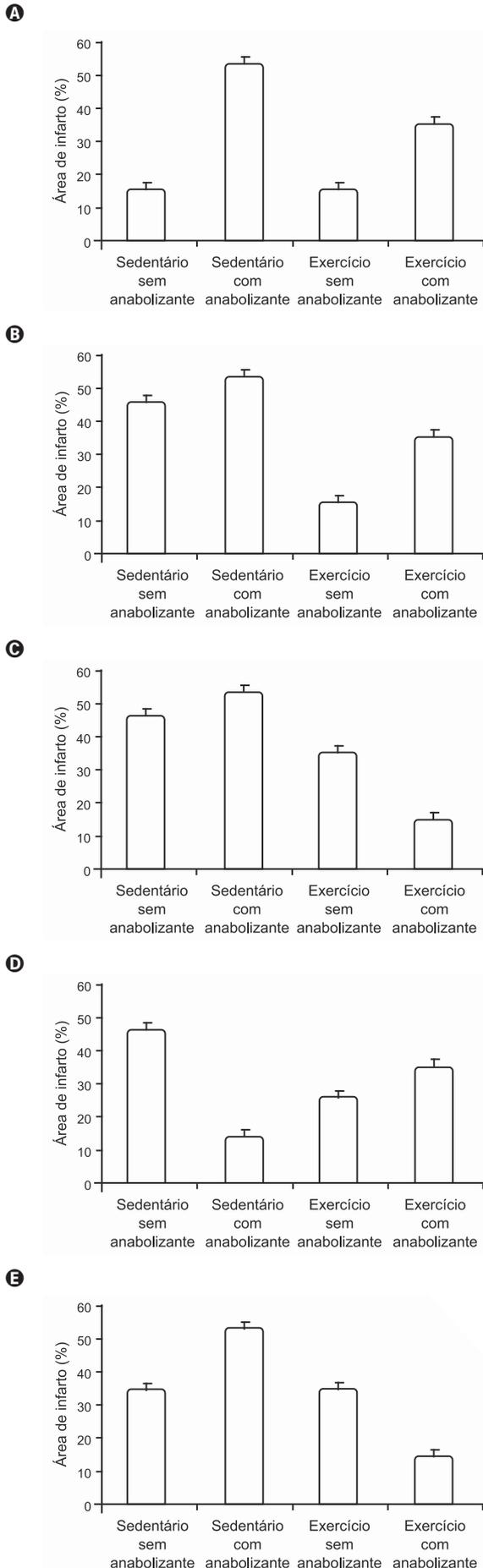
A intervenção ambiental considerada fundamental para a prevenção dessa doença é a

- Ⓐ limpeza de terrenos baldios, com a retirada de matéria orgânica em decomposição.
- Ⓑ construção de unidades de saúde, com atendimento mais eficiente aos indivíduos infectados.
- Ⓒ melhoria das condições de habitação, com redução de insetos no ambiente domiciliar e peridomiciliar.
- Ⓓ construção de estradas e rodovias, com garantias de melhor acesso da população rural ao sistema de saúde.
- Ⓔ limpeza do ambiente domiciliar e peridomiciliar, com retirada de entulhos e recipientes que possam acumular água.

09| ENEM 2014 Os efeitos do exercício físico na redução de doenças cardiovasculares são bem conhecidos, aumentando, por exemplo, a tolerância a infartos em comparação com indivíduos sedentários. Visando ganho de força, de massa muscular e perda de gordura, verifica-se o uso de anabolizantes por alguns esportistas. Em uma pesquisa com ratos, confirmou-se a melhora da condição cardíaca em resposta ao exercício, mas verificou-se que os efeitos benéficos do exercício físico são prejudicados pelo uso de anabolizantes, como o decanoato de nandrolona, aumentando a área cardíaca afetada pelo infarto.

CHAVES, E. A. et al. Cardioproteção induzida pelo exercício é prejudicada pelo tratamento com anabolizante decanoato de nandrolona. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 1, n. 3, 2007 (adaptado).

Qual gráfico representa os resultados desse estudo?



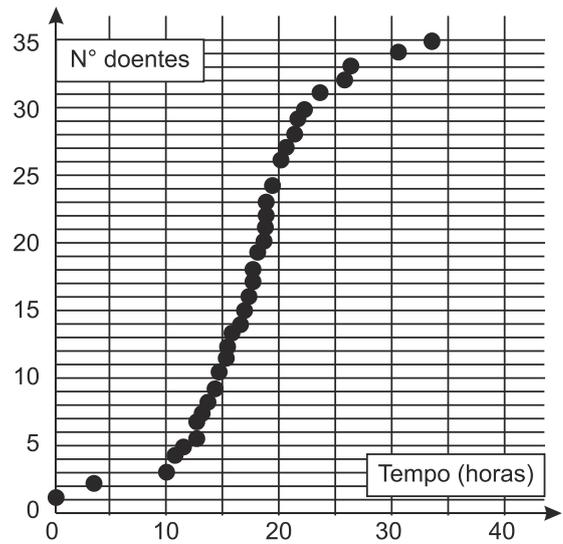
10| ENEM 2013 Dupla humilhação destas lombrigas, humilhação de confessá-las a Dr. Alexandre, sério, perante irmãos que se divertem com tua fauna intestinal em perversas indagações: “Você vai ao circo assim mesmo? Vai levando suas lombrigas? Elas também pagam entrada, se não podem ver o espetáculo? E se, ouvindo lá de dentro, as gabarolas do palhaço, vão querer sair para fora, hem? Como é que você se arranja?” O que é pior: mínimo verme, quinze centímetros modestos, não mais — vermezinho idiota — enquanto Zé, rival na escola, na queda de braço, em tudo, se gabando mostra no vidro o novelo comprovador de seu justo gabo orgulhoso: ele expeliu, entre ohs! e ahs! de agudo pasmo familiar, formidável tênia porcina: a solitária de três metros.

ANDRADE, C. D. *Boitempo*. Rio de Janeiro: Aguiar, 1988.

O texto de Carlos Drummond de Andrade aborda duas parasitoses intestinais que podem afetar a saúde humana. Com relação às tê-nias, mais especificamente, a *Taenia solium*, considera-se que elas podem parasitar o homem na ocasião em que ele come carne de

- A** peixe mal-assada.
- B** frango mal-assada.
- C** porco mal-assada.
- D** boi mal-assada.
- E** carneiro mal-assada.

11| ENEM 2013 A figura representa a análise gráfica de um estudo acerca da dispersão de uma doença transmitida a um grupo de pes-soas que compartilhou um mesmo ambiente de trabalho:



Disponível em: www.explorelearning.com. Acesso em: 27 nov. 2011 (adaptado).

De acordo com o padrão apresentado no gráfico, a transmissão da doença ocorreu por

- A** ingestão de água contaminada no mesmo ambiente de trabalho.
- B** consumo de alimentos estragados vindos da mesma fonte.
- C** contaminação pelo ar a partir de uma pessoa infectada.
- D** infecção do grupo por insetos vetores.
- E** manipulação de objetos contaminados.

12| ENEM 2012 Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- A difteria.
- B botulismo.
- C tuberculose.
- D leptospirose.
- E meningite meningocócica.

13| ENEM 2012 A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- A o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- B a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- C a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- D a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- E o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

14| ENEM 2012



DAVIS, J. *Garfield esta de dieta*. Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A anemia.
- B beribéri.
- C diabetes.
- D escorbuto.
- E fenilcetonúria.

15| ENEM 2011 Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue. Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- A Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- B Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- C Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- D Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- E Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

16| ENEM 2011



Fonte: OMS 2004

Disponível em: www.anvisa.gov.br.

O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- A endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- B peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- C epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- D surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- E pandemia, pois ocorre em todo o continente.

17| ENEM 2010 A utilização de células-tronco do próprio indivíduo (autotransplante) tem apresentado sucesso como terapia medicinal para a regeneração de tecidos e órgãos cujas células perdidas não têm capacidade de reprodução, principalmente em substituição aos transplantes, que causam muitos problemas devido à rejeição pelos receptores.

O autotransplante pode causar menos problemas de rejeição quando comparado aos transplantes tradicionais, realizados entre diferentes indivíduos. Isso porque as

- A células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo do receptor.
- B células provenientes de transplantes entre diferentes indivíduos envelhecem e morrem rapidamente.
- C células-tronco, por serem doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético semelhante.
- D células transplantadas entre diferentes indivíduos se diferenciam em tecidos tumorais no receptor.
- E células provenientes de transplantes convencionais não se reproduzem dentro do corpo do receptor.

18| ENEM 2010 Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

FU, G. et al. *Female-specific highthiess phenotype for mosquito control*. PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- A** diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- B** restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- C** dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- D** tomaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- E** dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

19| ENEM 2010 A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) é a manifestação clínica da infecção pelo vírus HIV, que leva, em média, oito anos para se manifestar. No Brasil, desde a identificação do primeiro caso de AIDS em 1980 até junho de 2007, já foram identificados cerca de 474 mil casos da doença. O país acumulou, aproximadamente, 192 mil óbitos devido à AIDS até junho de 2006, sendo as taxas de mortalidade crescentes até meados da década de 1990 e estabilizando-se em cerca de 11 mil óbitos anuais desde 1998. [...] A partir do ano 2000, essa taxa se estabilizou em cerca de 6,4 óbitos por 100 mil habitantes, sendo esta estabilização mais evidente em São Paulo e no Distrito Federal.

Disponível em: <http://www.aids.gov.br>. Acesso em: 01 maio 2009 (adaptado).

A redução nas taxas de mortalidade devido à AIDS a partir da década de 1990 é decorrente

- A** do aumento do uso de preservativos nas relações sexuais, que torna o vírus HIV menos letal.
- B** da melhoria das condições alimentares dos soropositivos, a qual fortalece o sistema imunológico deles.
- C** do desenvolvimento de drogas que permitem diferentes formas de ação contra o vírus HIV.
- D** das melhorias sanitárias implementadas nos últimos 30 anos, principalmente nas grandes capitais.
- E** das campanhas que estimulam a vacinação contra o vírus e a busca pelos serviços de saúde.

20| ENEM 2010 Em 2009, o município maranhense de Bacabal foi fortemente atingido por enchentes, submetendo a população local a viver em precárias condições durante algum tempo. Em razão das enchentes, os agentes de saúde manifestaram, na ocasião, temor pelo aumento dos casos de doenças como, por exemplo, a malária, a leptospirose, a leishmaniose e a esquistossomose.

“Cidades inundadas enfrentam aumento de doenças”. *Folha Online*. 22 abr. 2009. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Que medidas o responsável pela promoção da saúde da população afetada pela enchente deveria sugerir para evitar o aumento das doenças mencionadas no texto, respectivamente?

- A** Evitar o contato com a água contaminada por mosquitos, combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater o mosquito *Anopheles*.
- B** Combater o mosquito *Anopheles*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, combater o mosquito flebótomo e eliminar caramujos do gênero *Biomphalaria*.
- C** Eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes e combater o mosquito *Aedes*.
- D** Combater o mosquito *Aedes*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros.
- E** Combater o mosquito *Aedes*, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo e evitar o contato com a água contaminada por mosquitos.

21| ENEM 2010 A tabela apresenta dados comparados de respostas de brasileiros, norte-americanos e europeus a perguntas relacionadas à compreensão de fatos científicos pelo público leigo. Após cada afirmativa, entre parênteses, aparece se a afirmativa é Falsa ou Verdadeira. Nas três colunas da direita aparecem os respectivos percentuais de acertos dos três grupos sobre essas afirmativas.

% RESPOSTAS CERTAS			
Pesquisa	Brasileiros	Norte-americanos	Europeus
Os antibióticos matam tanto vírus quanto bactérias. (Falsa)	41,8	51,0	39,7
Os continentes têm mudado sua posição no decorrer dos milênios. (Verdadeira)	78,1	79,0	81,8
O <i>Homo sapiens</i> originou-se a partir de uma espécie animal anterior. (Verdadeira)	56,4	53,0	68,6
Os elétrons são menores que os átomos. (Verdadeira)	53,6	48,0	41,3
Os primeiros homens viveram no mesmo período que os dinossauros. (Falsa)	61,2	48,0	59,4

“Percepção pública de ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo”. *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo*. São Paulo: Fapesp, 2004 (adaptado).

De acordo com os dados apresentados na tabela, os norte-americanos, em relação aos europeus e aos brasileiros, demonstram melhor compreensão o fato científico sobre

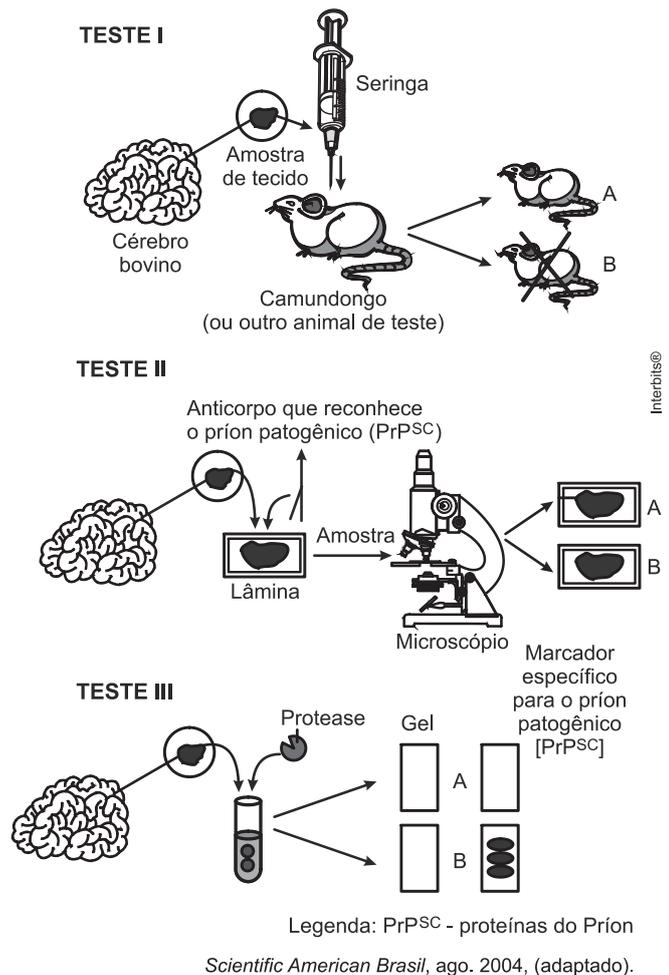
- A** a ação dos antibióticos.
- B** a origem do ser humano.
- C** os períodos da pré-história.
- D** o deslocamento dos continentes.
- E** o tamanho das partículas atômicas.

22| ENEM 2010 A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento

- A** antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
- B** vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira sp.*
- C** soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.
- D** antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
- E** soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira sp* e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

23| ENEM 2010 Três dos quatro tipos de testes atualmente empregados para a detecção de príons patogênicos em tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto infectado, funcionários das agências de saúde pública e fazendeiro podem removê-lo do suprimento alimentar ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa ter consumido.



Analisando os testes I, II e III, para a detecção de príons patogênicos, identifique as condições em que os resultados foram positivos para a presença de príons no três testes:

- A** Animal A, lâmina B e gel A.
- B** Animal A, lâmina A e gel B.
- C** Animal B, lâmina A e gel B.
- D** Animal B, lâmina B e gel A.
- E** Animal A, lâmina B e gel B.

24| ENEM 2010 A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado xilitol, age inibindo esse processo. Quando não se escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polissacarídeos intracelulares de reserva.

Disponível em: <http://www.diariodasaude.com.br>. Acesso em: 11 ago. 2010 (adaptado).

cárie 1. destruição de um osso por corrosão progressiva.

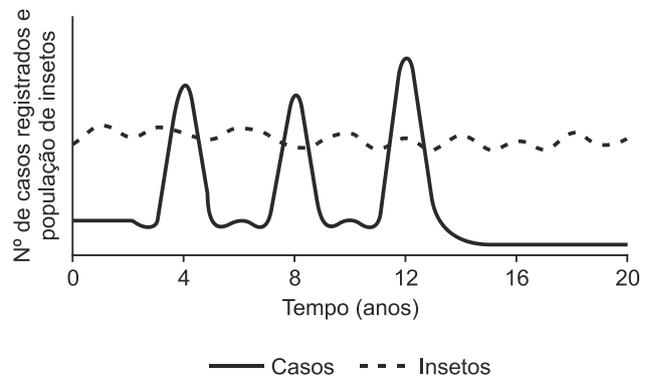
* cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. *Dicionário eletrônico*. Versão 1.0. Editora Objetiva, 2001 (adaptado).

A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, de

- A** falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- B** consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta alimentar diária do indivíduo.
- C** redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- D** uso exagerado do flúor, um agente que em alta quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.
- E** consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

25| ENEM 2009 O gráfico a seguir ilustra, de maneira hipotética, o número de casos, ao longo de 20 anos, de uma doença infecciosa e transmissível (linha cheia), própria de uma região tropical específica, transmitida por meio da picada de inseto. A variação na densidade populacional do inseto transmissor, na região considerada, é ilustrada (linha pontilhada). Durante o período apresentado não foram registrados casos dessa doença em outras regiões.



Sabendo que as informações se referem a um caso típico de endemia, com um surto epidêmico a cada quatro anos, percebe-se que no terceiro ciclo houve um aumento do número de casos registrados da doença. Após esse surto foi realizada uma intervenção que controlou essa endemia devido

- A à população ter se tornado autoimune.
- B à introdução de predadores do agente transmissor.
- C à instalação de proteção mecânica nas residências, como telas nas aberturas.
- D ao desenvolvimento de agentes químicos para erradicação do agente transmissor.
- E ao desenvolvimento de vacina que ainda não era disponível na época do primeiro surto.

26| ENEM 2009 Os planos de controle e erradicação de doenças em animais envolvem ações de profilaxia e dependem em grande medida da correta utilização e interpretação de testes diagnósticos. O quadro mostra um exemplo hipotético de aplicação de um teste diagnóstico.

resultado do teste	Condição real dos animais		total
	infectado	não infectado	
positivo	45	38	83
negativo	5	912	917
total	50	950	1.000

Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. Brasília:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006 (adaptado).

Considerando que, no teste diagnóstico, a sensibilidade é a probabilidade de um animal infectado ser classificado como positivo e a especificidade é a probabilidade de um animal não infectado ter resultado negativo, a interpretação do quadro permite inferir que

- A a especificidade aponta um número de 5 falsos positivos.
- B o teste, a cada 100 indivíduos infectados, classificaria 90 como positivos.
- C o teste classificaria 96 como positivos em cada 100 indivíduos não infectados.
- D ações de profilaxia são medidas adotadas para o tratamento de falsos positivos.
- E testes de alta sensibilidade resultam em maior número de animais falsos negativos comparado a um teste de baixa sensibilidade.

27| ENEM 2008 O índice de massa corpórea (IMC) é uma medida que permite aos médicos fazer uma avaliação preliminar das condições físicas e do risco de uma pessoa desenvolver certas doenças, conforme mostra a tabela a seguir.

Considere as seguintes informações a respeito de João, Maria, Cristina, Antônio e Sérgio.

IMC	CLASSIFICAÇÃO	RISCO DE DOENÇA
Menos de 18,5	Magreza	Elevado
Entre 18,5 e 24,9	Normalidade	Baixo
Entre 25 e 29,9	Sobrepeso	Elevado
Entre 30 e 39,9	Obesidade	Muito elevado
40 ou mais	Obesidade grave	Muitíssimo elevado

Internet: www.somatematica.com.br

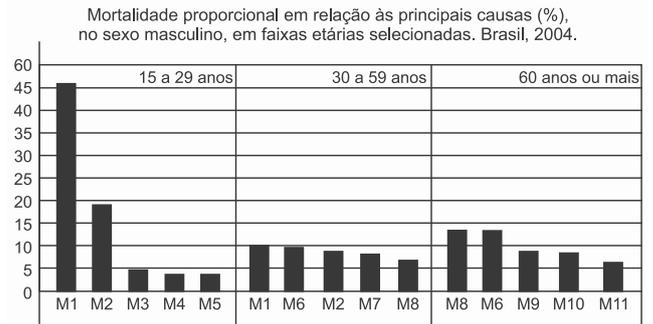
NOME	PESO (KG)	ALTURA (M)	IMC
João	113,4	1,80	35
Maria	45	1,50	20
Cristina	48,6	1,80	15
Antônio	63	1,50	28
Sérgio	115,2	1,60	45

Os dados das tabelas indicam que

- A Cristina está dentro dos padrões de normalidade.
- B Maria está magra, mas não corre risco de desenvolver doenças.
- C João está obeso e o risco de desenvolver doenças é muito elevado.
- D Antônio está com sobrepeso e o risco de desenvolver doenças é muito elevado.
- E Sérgio está com sobrepeso, mas não corre risco de desenvolver doenças.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A figura a seguir apresenta dados percentuais que integram os Indicadores Básicos para a Saúde, relativos às principais causas de mortalidade de pessoas do sexo masculino.



Fonte: Ministério da Saúde/SUS.

Causas externas	Doenças do aparelho circulatório
- M1 agressões	- M6 doenças isquêmicas do coração
- M2 acidentes de trânsito	- M8 doenças cardiovasculares
- M3 causas externas de intenção indeterminada	- M9 outras doenças cardíacas
- M4 lesões autoprovocadas voluntariamente	
- M5 afogamentos e submersões acidentais	
Doenças do aparelho respiratório	Doenças do aparelho digestivo
- M10 doenças crônicas das vias aéreas inferiores	- M7 doenças do fígado
- M11 pneumonia	

Internet: <tabnet.datasus.gov.br> (com adaptações).

28| ENEM 2008 O limite de concentração de álcool etílico no sangue estabelecido para os motoristas revela que a nova legislação brasileira de trânsito é uma das mais rígidas do mundo. Apesar dos aspectos polêmicos, a “lei seca” pode mudar substancialmente os indicadores de mortalidade, particularmente no que se refere a

- A gripe e pneumonia.
- B doenças do aparelho urinário.
- C acidentes vasculares cerebrais.
- D doenças sexualmente transmissíveis.
- E agressões e acidentes de trânsito.

29| ENEM 2015 A definição de queimadura é bem ampla, porém, basicamente, é a lesão causada pela ação direta ou indireta produzida pela transferência de calor para o corpo. A sua manifestação varia desde bolhas (flictenas) até formas mais graves, capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à gravidade da lesão e sua respectiva extensão. Muitas vezes, os primeiros socorros prestados à vítima, ao invés de ajudar, acabam agravando ainda mais a situação do paciente.

Disponível em: www.bombeiros-bm.rs.gov.br. Acesso em: 28 fev.2012 (adaptado).

Ao se deparar com um indivíduo que sofreu queimadura com formação de flictena, o procedimento de primeiros socorros que deve ser realizado antes de encaminhar o paciente ao hospital é

- A colocar gelo sobre a flictena para amenizar o ardor.
- B utilizar manteiga para evitar o rompimento da flictena.
- C passar creme dental para diminuir a ardência da flictena.
- D perfurar a flictena para que a água acumulada seja liberada.
- E cobrir a flictena com gazes molhadas para evitar a desidratação.

REINO ANIMAL E VEGETAL – ENEM

01| ENEM 2016 Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- A Raízes escoras e respiratórias.
- B Raízes tabulares e folhas largas.
- C Casca grossa e galhos retorcidos.
- D Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- E Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.

02| ENEM 2016 A formação de coágulos sanguíneos em veias e artérias é um dos fatores responsáveis pela ocorrência de doenças cardiovasculares, como varizes, infarto e acidentes vasculares cerebrais. A prevenção e o tratamento dessas doenças podem ser feitos com drogas anticoagulantes. A indústria farmacêutica estimula a pesquisa de toxinas animais com essa propriedade.

Considerando as adaptações relacionadas aos hábitos alimentares, os animais adequados ao propósito dessas pesquisas são os(as)

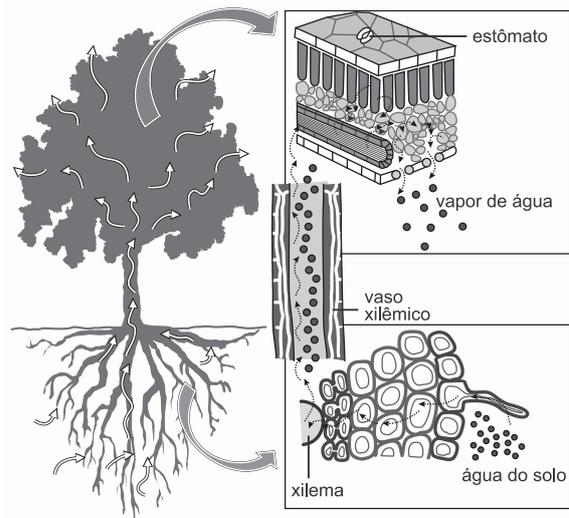
- A moluscos fitófagos.
- B moscas saprófagas.
- C pássaros carnívoros.
- D morcegos frugívoros.
- E mosquitos hematófagos.

03| ENEM 2016 Suponha que uma doença desconhecida esteja dizimando um rebanho bovino de uma cidade e alguns veterinários tenham conseguido isolar o agente causador da doença, verificando que se trata de um ser unicelular e procarionte.

Para combater a doença, os veterinários devem administrar, nos bovinos contaminados,

- A vacinas.
- B antivirais.
- C fungicidas.
- D vermífugos.
- E antibióticos.

04| ENEM 2016 A figura abaixo ilustra o movimento da seiva xilêmica em uma planta.



CORREIA, S. Teoria da tensão-coesão-adesão. *Revista de Ciência Elementar*, n. 1, 2014 (adaptado).

Mesmo que essa planta viesse a sofrer ação contínua do vento e sua copa crescesse voltada para baixo, essa seiva continuaria naturalmente seu percurso.

O que garante o transporte dessa seiva é a

- A gutação.
- B gravidade.
- C respiração.
- D fotossíntese.
- E transpiração.

05| ENEM 2016 Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

- A Fitoplâncton.
- B Zooplâncton.
- C Moluscos.
- D Crustáceos.
- E Peixes.

06| ENEM 2015 *Euphorbia mili* é uma planta ornamental amplamente disseminada no Brasil e conhecida como coroa-de-cristo. O estudo químico do látex dessa espécie forneceu o mais potente produto natural moluscicida, a miliamina L.

MOREIRA, C. P. S.; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. A. Atividade moluscicida do látex de *Synadenium carinatum* Boiss. (*Euphorbiaceae*) sobre *Biomphalaria glabrata* e isolamento do constituinte majoritário. *Revista Eletrônica de Farmácia*, n. 3, 2010 (adaptado).

O uso desse látex em água infestada por hospedeiros intermediários tem potencial para atuar no controle da

- A dengue.
- B malária.
- C elefantíase.
- D ascaridíase.
- E esquistossomose.

07| ENEM 2015 Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água.

Uma das características a que o texto se refere é a

- A a reprodução por viviparidade.
- B respiração pulmonar nos adultos.
- C regulação térmica por endotermia.
- D cobertura corporal delgada e altamente permeável.
- E locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

08| ENEM 2015 O cladograma representa, de forma simplificada, o processo evolutivo de diferentes grupos de vertebrados. Nesses organismos, o desenvolvimento de ovos protegidos por casca rígida (pergamínacea ou calcárea) possibilitou a conquista do ambiente terrestre.

O surgimento da característica mencionada está representado, no cladograma, pelo número

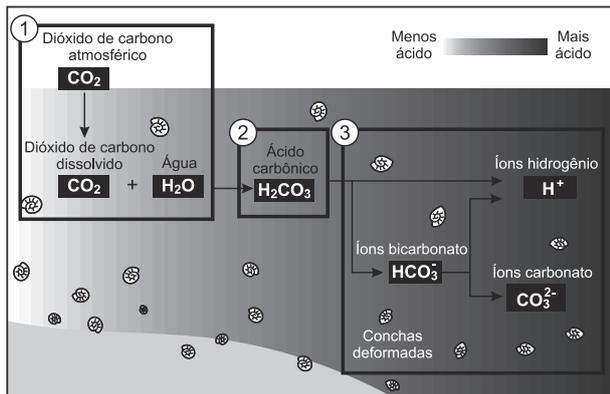
- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

09| ENEM 2015 A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse processo, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em escala comercial.

A base genética dessa técnica é semelhante àquela presente no(a)

- A transgenia.
- B clonagem.
- C hibridização.
- D controle biológico.
- E melhoramento genético.

10| ENEM 2014 Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

11| ENEM 2014 Os corais funcionam como termômetros, capazes de indicar, mudando de coloração, pequenas alterações na temperatura da água dos oceanos. Mas, um alerta, eles estão ficando brancos. O seu clareamento progressivo acontece pela perda de minúsculas algas, chamadas zooxantelas, que vivem dentro de seus tecidos, numa relação de mutualismo.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 6 dez 2012 (adaptado).

O desequilíbrio dessa relação faz com que os pólipos que formam os corais tenham dificuldade em

- A produzir o próprio alimento.
- B obter compostos nitrogenados.
- C realizar a reprodução sexuada.
- D absorver o oxigênio dissolvido na água.
- E adquirir nutrientes derivados da fotossíntese.

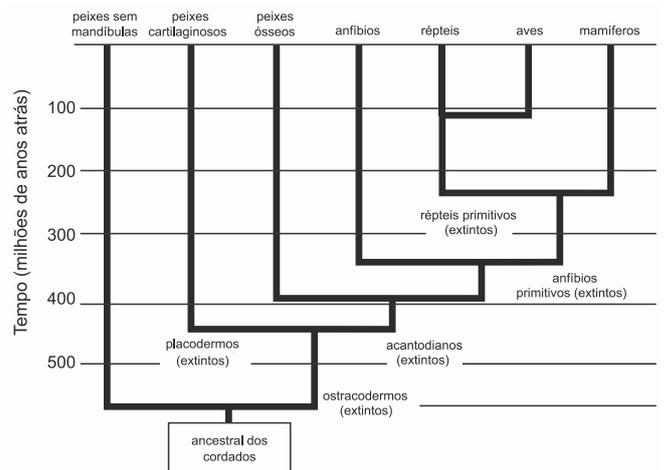
12| ENEM 2014 O movimento pelo saneamento do Brasil, desencadeado durante a Primeira República, colocou em evidência as precárias condições de saúde das populações rurais. A origem e trajetória desse movimento estiveram diretamente relacionadas à história da doença de Chagas.

KROPF, S. P.; LIMA, N. T. Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

A intervenção ambiental considerada fundamental para a prevenção dessa doença é a

- A limpeza de terrenos baldios, com a retirada de matéria orgânica em decomposição.
- B construção de unidades de saúde, com atendimento mais eficiente aos indivíduos infectados.
- C melhoria das condições de habitação, com redução de insetos no ambiente domiciliar e peridomiciliar.
- D construção de estradas e rodovias, com garantias de melhor acesso da população rural ao sistema de saúde.
- E limpeza do ambiente domiciliar e peridomiciliar, com retirada de entulhos e recipientes que possam acumular água.

13| ENEM 2014 A classificação dos seres vivos permite a compreensão das relações evolutivas entre eles. O esquema representa a história evolutiva de um grupo.



Disponível em: www.sobiologia.com.br. Acesso em: 22 jan. 2012 (adaptado).

Os animais representados nesse esquema pertencem ao filo dos cordados, porque

- A possuem ancestrais que já foram extintos.
- B surgiram há mais de 500 milhões de anos.
- C evoluíram a partir de um ancestral comum.
- D deram origem aos grupos de mamíferos atuais.
- E vivem no ambiente aquático em alguma fase da vida.

14| ENEM 2014 O Brasil tem investido em inovações tecnológicas para a produção e comercialização de maçãs. Um exemplo é a aplicação do composto volátil 1-metilciclopropeno, que compete pelos sítios de ligação do hormônio vegetal etileno nas células desse fruto.

Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acesso em: 16 ago 2012 (adaptado).

Com base nos conhecimentos sobre o efeito desse hormônio, o 1-metilciclopropeno age retardando o(a)

- A** formação do fruto.
- B** crescimento do fruto.
- C** amadurecimento do fruto.
- D** germinação das sementes.
- E** formação de sementes no fruto.

15| ENEM 2013 Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- A** aves.
- B** algas.
- C** peixes.
- D** insetos.
- E** caranguejos.

16| ENEM 2013 O manguezal é um dos mais ricos ambientes do planeta, possui uma grande concentração de vida, sustentada por nutrientes trazidos dos rios e das folhas que caem das árvores. Por causa da quantidade de sedimentos — restos de plantas e outros organismos — misturados à água salgada, o solo dos manguezais tem aparência de lama, mas dele resulta uma floresta exuberante capaz de sobreviver naquele solo lodoso e salgado.

NASCIMENTO, M. S. V. Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>.

Acesso em: 3 ago. 2011.

Para viverem em ambiente tão peculiar, as plantas dos manguezais apresentam adaptações, tais como

- A** folhas substituídas por espinhos, a fim de reduzir a perda de água para o ambiente.
- B** folhas grossas, que caem em períodos frios, a fim de reduzir a atividade metabólica.
- C** caules modificados, que armazenam água, a fim de suprir as plantas em períodos de seca.
- D** raízes desenvolvidas, que penetram profundamente no solo, em busca de água.
- E** raízes respiratórias ou pneumatóforos, que afloram do solo e absorvem o oxigênio diretamente do ar.

17| ENEM 2013 A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando cerca de 7% a 10% do território nacional. Nesse ambiente seco, mesmo quando chove, não há acúmulo de água, pois o solo é raso e pedregoso. Assim, as plantas desse bioma possuem modificações em suas raízes, caules e folhas, que permitem melhor

adaptação a esse ambiente, contra a perda de água e de nutrientes. Geralmente, seus caules são suculentos e suas folhas possuem forma de espinhos e cutículas altamente impermeáveis, que apresentam queda na estação seca.

Disponível em: www.ambientebrasil.com.br. Acesso em: 21 maio 2010 (adaptado).

Considerando as adaptações nos órgãos vegetativos, a principal característica das raízes dessas plantas, que atribui sua maior adaptação à Caatinga, é o(a)

- A** armazenamento de nutrientes por um sistema radicular aéreo.
- B** fixação do vegetal ao solo por um sistema radicular do tipo tuberoso.
- C** fixação do vegetal ao substrato por um sistema radicular do tipo sugador.
- D** absorção de água por um sistema radicular desenvolvido e profundo.
- E** armazenamento de água do solo por um sistema radicular do tipo respiratório.

18| ENEM 2013 Dupla humilhação destas lombrigas, humilhação de confessá-las a Dr. Alexandre, sério, perante irmãos que se divertem com tua fauna intestinal em perversas indagações: “Você vai ao circo assim mesmo? Vai levando suas lombrigas? Elas também pagam entrada, se não podem ver o espetáculo? E se, ouvindo lá de dentro, as gabarolas do palhaço, vão querer sair para fora, hem? Como é que você se arranja?” O que é pior: mínimo verme, quinze centímetros modestos, não mais — vermezinho idiota — enquanto Zé, rival na escola, na queda de braço, em tudo, se gabando mostra no vidro o novelo comprovador de seu justo gabo orgulhoso: ele expeliu, entre ohs! e ahs! de agudo pasmo familiar, formidável tênia porcina: a solitária de três metros.

ANDRADE, C. D. *Boitempo*. Rio de Janeiro: Aguaiar, 1988.

O texto de Carlos Drummond de Andrade aborda duas parasitoses intestinais que podem afetar a saúde humana. Com relação às tênias, mais especificamente, a *Taenia solium*, considera-se que elas podem parasitar o homem na ocasião em que ele come carne de

- A** peixe mal-assada.
- B** frango mal-assada.
- C** porco mal-assada.
- D** boi mal-assada.
- E** carneiro mal-assada.

19| ENEM 2013 Em 1861 foi anunciada a existência de um fóssil denominado *Arqueopteryx*, que revolucionou o debate acerca da evolução dos animais. Tratava-se de um dinossauro que possuía penas em seu corpo. A partir dessa descoberta, a árvore filogenética dos animais acabou sofrendo transformações quanto ao ancestral direto das aves.

Nessa nova árvore filogenética, de qual grupo as aves se originaram?

- A** Peixes ósseos.
- B** Répteis.
- C** Mamíferos.
- D** Peixes cartilagosos.
- E** Anfíbios.

20| ENEM 2013 As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- A** comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- B** área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- C** liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- D** secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- E** processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

21| ENEM 2012 Diversos estudos têm sido desenvolvidos para encontrar soluções que minimizem o impacto ambiental de eventuais vazamentos em poços de petróleo, que liberam hidrocarbonetos potencialmente contaminantes. Alguns microrganismos podem ser usados como agentes de biorremediação nesses casos.

Os microrganismos adequados a essa solução devem apresentar a capacidade de

- A** excretar hidrocarbonetos solúveis.
- B** estabilizar quimicamente os hidrocarbonetos.
- C** utilizar hidrocarbonetos em seu metabolismo.
- D** diminuir a degradação abiótica de hidrocarbonetos.
- E** transferir hidrocarbonetos para níveis tróficos superiores.

22| ENEM 2012 Um estudo modificou geneticamente a *Escherichia coli*, visando permitir que essa bactéria seja capaz de produzir etanol pela metabolização do alginato, açúcar presente em grande quantidade nas algas marrons. A experiência mostrou que a bactéria transgênica tem capacidade de obter um rendimento elevado na produção de etanol, o que pode ser aplicado em escala industrial.

"Combustível de algas". Revista Pesquisa Fapesp, ed. 12, fev. 2012 (adaptado)

O benefício dessa nova tecnologia, em comparação às fontes atuais de produção de etanol, baseia-se no fato de que esse modelo experimental

- A** aumentará a extensão de área continental cultivada.
- B** aumentará a captação de CO₂ atmosférico.
- C** facilitará o transporte do etanol no final da etapa produtiva.
- D** reduzirá o consumo de água doce durante a produção de matéria-prima.
- E** reduzirá a contaminação dos mares por metais pesados.

23| ENEM 2012 A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

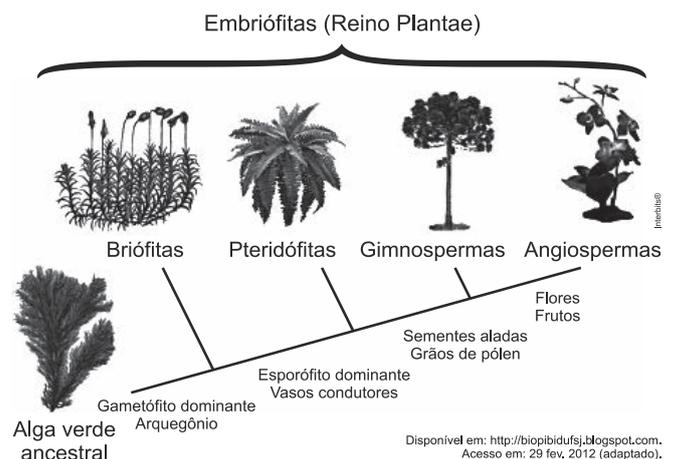
- A** o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- B** a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- C** a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- D** a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- E** o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

24| ENEM 2012 Para preparar uma massa básica de pão, deve-se misturar apenas farinha, água, sal e fermento. Parte do trabalho deixa-se para o fungo presente no fermento: ele utiliza amido e açúcares da farinha em reações químicas que resultam na produção de alguns outros compostos importantes no processo de crescimento da massa. Antes de assar, é importante que a massa seja deixada num recipiente por algumas horas para que o processo de fermentação ocorra.

Esse período de espera é importante para que a massa cresça, pois é quando ocorre a

- A** reprodução do fungo na massa.
- B** formação de dióxido de carbono.
- C** liberação de energia pelos fungos.
- D** transformação da água líquida em vapor d'água.
- E** evaporação do álcool formado na decomposição dos açúcares.

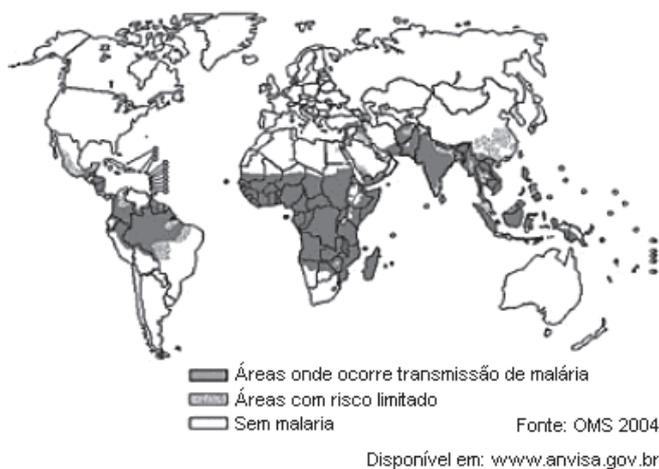
25| ENEM 2012 A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- A** As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- B** Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- C** Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- D** Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- E** Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

26| ENEM 2011



O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- A** endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- B** peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- C** epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- D** surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- E** pandemia, pois ocorre em todo o continente.

27| ENEM 2011

OS BICHINHOS E O HOMEM ARCA DE NOÉ

(Toquinho & Vinicius de Moraes)

Nossa irmã, a mosca
É feia e tosca
Enquanto que o mosquito
É mais bonito
Nosso irmão besouro
Que é feito de couro
Mal sabe voar
Nossa irmã, a barata
Bichinha mais chata
É prima da borboleta
Que é uma careta
Nosso irmão, o grilo
Que vive dando estrilo
Só pra chatear

MORAES, V. A *Arca de Noé*: poemas infantis. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 1991.

O poema acima sugere a existência de relações de afinidade entre os animais citados e nós, seres humanos. Respeitando a liberdade poética dos autores, a unidade taxonômica que expressa a afinidade entre nós e estes animais é

- A** o filo.
- B** o reino.
- C** a classe.
- D** a família.
- E** a espécie.

28| ENEM 2011 Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de

resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

SORIANO, E. M. Filtros vivos para limpar a água. *Revista Ciência Hoje*. V. 37, n° 219, 2005 (adaptado).

A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque

- A** os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa.
- B** os animais fornecem excretas orgânicos nitrogenados, que são transformados em gás carbônico pelas algas.
- C** as algas usam os resíduos nitrogenados liberados pelos animais e eliminam gás carbônico na fotossíntese, usado na respiração aeróbica.
- D** as algas usam os resíduos nitrogenados provenientes do metabolismo dos animais e, durante a síntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.
- E** as algas aproveitam os resíduos do metabolismo dos animais e, durante a quimiossíntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.

29| ENEM 2010 Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agentes infecciosos.

FURTADO, F. Peste branca no mar. *Ciência hoje*. Rio de Janeiro, v. 42, n. 251, ago. 2008 (adaptado).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- A** aplicar antibióticos nas águas litorâneas de Abrolhos.
- B** substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- C** introduzir nas águas de Abrolhos espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- D** aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- E** criar uma lei que proteja os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

30| ENEM 2010 O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- A** metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- B** metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- C** gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- D** gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- E** gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

31| ENEM 2010 As estrelas do mar comem ostras, o que resulta em efeitos econômicos negativos para criadores e pescadores. Por isso, ao se depararem com esses predadores em suas dragas, costumavam pegar as estrelas-do-mar, parti-las ao meio e atirá-las de novo à água. Mas o resultado disso não era a eliminação das estrelas-do-mar, e sim o aumento do seu número.

DONAVEL, D. A bela é uma fera. *Super Interessante*. Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

A partir do texto e do seu conhecimento a respeito desses organismos, a explicação para o aumento da população de estrelas-do-mar baseia-se no fato de elas possuírem

- A** papilas respiratórias que facilitaram sua reprodução e respiração por mais tempo no ambiente.
- B** pés ambulacrários que facilitaram a reprodução e a locomoção do equinodermo pelo ambiente aquático.
- C** espinhos na superfície do corpo que facilitaram sua proteção e reprodução, contribuindo para a sua sobrevivência.
- D** um sistema de canais que contribuíram na distribuição de água pelo seu corpo e ajudaram bastante em sua reprodução.
- E** alta capacidade regenerativa e reprodutiva, sendo cada parte seccionada capaz de dar origem a um novo indivíduo.

32| ENEM 2010 O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico.

De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico.

Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA, F. Lente de contato e infecção ocular. *Revista Sinopse de Oftalmologia*. São Paulo: Moreira Jr., v. n.04, 04. 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microrganismos, tais como:

- A** A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses microrganismos para a obtenção de energia.
- B** A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e o processo anaeróbico da fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- C** A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microrganismos obterem matéria-prima e energia.
- D** O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microrganismos.
- E** O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

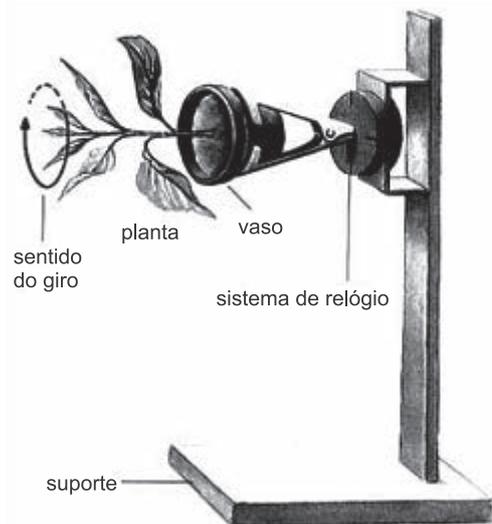
33| ENEM 2010 Os frutos são exclusivos das angiospermas, e a dispersão das sementes dessas plantas é muito importante para garantir seu sucesso reprodutivo, pois permite a conquista de novos territórios. A dispersão é favorecida por certas características dos frutos (ex.: cores fortes e vibrantes, gosto e odor agradáveis, polpa succulenta) e das sementes (ex.: presença de ganchos e outras estruturas fixadoras que se aderem às penas e pelos de animais, tamanho reduzido, leveza e presença de expansões semelhantes a asas). Nas matas brasileiras, os animais da fauna silvestre têm uma importante contribuição na dispersão de sementes e, portanto, na manutenção da diversidade da flora.

CHIARADIA, A. *Mini-manual de pesquisa: Biologia*. Jun. 2004 (adaptado).

Das características de frutos e sementes apresentadas, quais estão diretamente associadas a um mecanismo de atração de aves e mamíferos?

- A** Ganchos que permitem a adesão aos pelos e penas.
- B** Expansões semelhantes a asas que favorecem a flutuação.
- C** Estruturas fixadoras que se aderem às asas das aves.
- D** Frutos com polpa succulenta que fornecem energia aos dispersores.
- E** Leveza e tamanho reduzido das sementes, que favorecem a flutuação.

34| ENEM 2010 A produção de hormônios vegetais (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.



O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- A** distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- B** acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- C** concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- D** distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- E** concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

35| ENEM 2010 Um molusco, que vive no litoral oeste dos EUA, pode redefinir tudo o que se sabe sobre a divisão entre animais e vegetais. Isso porque o molusco (*Elysia chlorotica*) é um híbrido de bicho com planta. Cientistas americanos descobriram que o molusco conseguiu incorporar um gene das algas e, por isso, desenvolveu a capacidade de fazer fotossíntese. É o primeiro animal a se “alimentar” apenas de luz e CO₂, como as plantas.

GARATONI, B. *Superinteressante*. Edição 276, mar. 2010 (adaptado).

A capacidade de o molusco fazer fotossíntese deve estar associada ao fato de o gene incorporado permitir que ele passe a sintetizar

- A** clorofila, que utiliza a energia do carbono para produzir glicose.
- B** citocromo, que utiliza a energia da água para formar oxigênio.
- C** clorofila, que doa elétrons para converter gás carbônico em oxigênio.
- D** citocromo, que doa elétrons da energia luminosa para produzir glicose.
- E** clorofila, que transfere a energia da luz para compostos orgânicos.

36| ENEM 2009 Recentemente, foi descoberta uma nova espécie de inseto *flebotômico*, batizado de *Lutzomyia maruaga*. O novo inseto possui apenas fêmeas que se reproduzem a partir da produção de ovos sem a intervenção de machos, em um processo conhecido como partenogênese. A espécie está restrita a uma caverna na região amazônica, não sendo encontrada em outros lugares. O inseto não se alimenta de sangue nem transmite doenças, como o fazem outros mosquitos de seu mesmo gênero. Os adultos não se alimentam e as larvas parecem se alimentar apenas de fezes de morcego (guano) existente no fundo da caverna. Essa dieta larval acumularia reservas a serem usadas na fase adulta.

Ciência hoje, Rio de Janeiro, v. 42, nº 252, set. 2008 (adaptado).

Em relação a essa descoberta, vê-se que a nova espécie de *flebotômico*

- A** deve apresentar maior variabilidade genética que seus congêneres.
- B** deve ter uma fase adulta longa se comparado com seus congêneres.
- C** é mais vulnerável a desequilíbrios em seu ambiente que seus congêneres.
- D** está livre de hábitos hematófagos e de transmissão de doenças devido à ausência de machos.
- E** tem grandes chances de se dispersar para outros ambientes, tornando-se potencialmente invasora.

37| ENEM 2010 A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO₂), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO₂ para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- A** o CO₂ e a água são moléculas de alto teor energético.
- B** os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- C** a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- D** o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- E** a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO₂ atmosférico.

38| ENEM 2010 A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz*. Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- A** aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- B** aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- C** diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D** aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- E** diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

ANOTAÇÕES



MARATONA ENEM 2019
Matemática



ARITMÉTICA

01| ENEM 2016 — A London Eye é urna enorme roda-gigante na capital inglesa. Por ser um dos monumentos construídos para celebrar a entrada do terceiro milênio, ela também é conhecida como Roda do Milênio. Um turista brasileiro, em visita à Inglaterra, perguntou a um londrino o diâmetro (destacado na imagem) da Roda do Milênio e ele respondeu que ele tem 443 pés.



Disponível em: www.mapadelondres.org. Acesso em: 14 maio 2015 (adaptado).

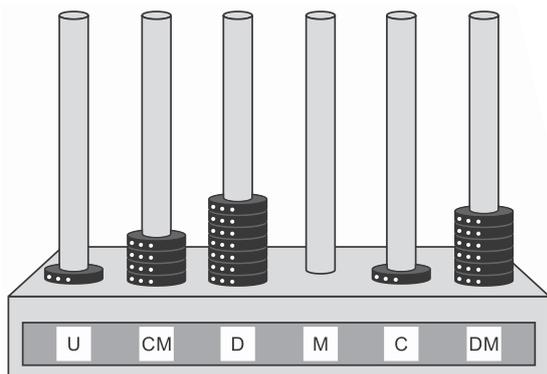
Não habituado com a unidade pé, e querendo satisfazer sua curiosidade, esse turista consultou um manual de unidades de medidas e constatou que 1 pé equivale a 12 polegadas, e que 1 polegada equivale a 2,54 cm. Após alguns cálculos de conversão, o turista ficou surpreso com o resultado obtido em metros.

Qual a medida que mais se aproxima do diâmetro da Roda do Milênio, em metro?

- A 53
- B 94
- C 113
- D 135
- E 145

02| ENEM 2016 — O ábaco é um antigo instrumento de cálculo que usa notação posicional de base dez para representar números naturais. Ele pode ser apresentado em vários modelos, um deles é formado por hastes apoiadas em uma base. Cada haste corresponde a uma posição no sistema decimal e nelas são colocadas argolas; a quantidade de argolas na haste representa o algarismo daquela posição. Em geral, colocam-se adesivos abaixo das hastes com os símbolos U, D, C, M, DM e CM que correspondem, respectivamente, a unidades, dezenas, centenas, unidades de milhar, dezenas de milhar e centenas de milhar, sempre começando com a unidade na haste da direita e as demais ordens do número no sistema decimal nas hastes subsequentes (da direita para esquerda), até a haste que se encontra mais à esquerda.

Entretanto, no ábaco da figura, os adesivos não seguiram a disposição usual.



Nessa disposição, o número que está representado na figura é

- A 46.171.
- B 147.016.
- C 171.064.
- D 460.171.
- E 610.741.

03| ENEM 2015 — Uma carga de 100 contêineres, idênticos ao modelo apresentado na Figura 1, devera ser descarregada no porto de uma cidade. Para isso, uma área retangular de 10 m por 32 m foi cedida para o empilhamento desses contêineres (Figura 2).

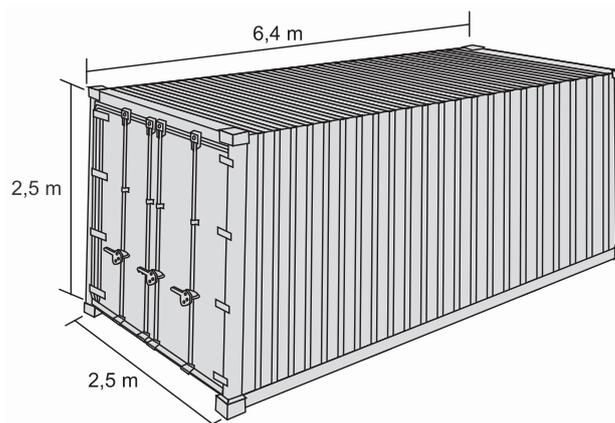


Figura 1



Figura 2

De acordo com as normas desse porto, os contêineres deverão ser empilhados de forma a não sobrem espaços nem ultrapassarem a área delimitada. Após o empilhamento total da carga e atendendo a norma do porto, a altura mínima a ser atingida por essa pilha de contêineres é

- A 12,5 m.
- B 17,5 m.
- C 25,0 m.
- D 22,5 m.
- E 32,5 m.

04| ENEM 2015 – Um arquiteto está reformando uma casa. De modo a contribuir com o meio ambiente, decide reaproveitar tábuas de madeira retiradas da casa. Ele dispõe de 40 tábuas de 540 cm, 30 de 810 cm e 10 de 1.080 cm, todas de mesma largura e espessura. Ele pediu a um carpinteiro que cortasse as tábuas em pedaços de mesmo comprimento, sem deixar sobras, e de modo que as novas peças ficassem com o maior tamanho possível, mas de comprimento menor que 2 m.

Atendendo ao pedido do arquiteto, o carpinteiro deverá produzir

- A** 105 peças.
- B** 120 peças.
- C** 210 peças.
- D** 243 peças.
- E** 420 peças.

05| ENEM 2015 – O gerente de um cinema fornece anualmente ingressos gratuitos para escolas. Este ano, serão distribuídos 400 ingressos para uma sessão vespertina e 320 ingressos para uma sessão noturna de um mesmo filme. Várias escolas podem ser escolhidas para receberem ingressos. Há alguns critérios para a distribuição dos ingressos:

- 1) cada escola deverá receber ingressos para uma única sessão;
- 2) todas as escolas contempladas deverão receber o mesmo número de ingressos;
- 3) não haverá sobra de ingressos (ou seja, todos os ingressos serão distribuídos).

O número mínimo de escolas que podem ser escolhidas para obter ingressos, segundo os critérios estabelecidos, é

- A** 2.
- B** 4.
- C** 9.
- D** 40.
- E** 80.

06| ENEM 2015 – As exportações de soja do Brasil totalizaram 4,129 milhões de toneladas no mês de julho de 2012, e registraram um aumento em relação ao mês de julho de 2011, embora tenha havido uma baixa em relação ao mês de maio de 2012.

Disponível em: www.noticiasagricolas.com.br. Acesso em: 2 ago. 2012.

A quantidade, em quilogramas, de soja exportada pelo Brasil no mês de julho de 2012 foi de

- A** $4,129 \times 103$
- B** $4,129 \times 106$
- C** $4,129 \times 109$
- D** $4,129 \times 1012$
- E** $4,129 \times 1015$

07| ENEM 2015 – Alguns exames médicos requerem uma ingestão de água maior do que a habitual. Por recomendação médica, antes do horário do exame, uma paciente deveria ingerir 1 copo de água de 150 mililitros a cada meia hora, durante as 10 horas que antecederiam um exame. A paciente foi a um supermercado comprar água e verificou que havia garrafas dos seguintes tipos:

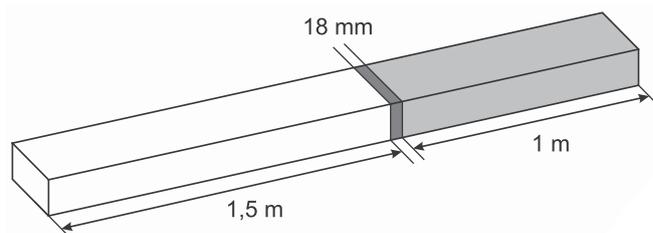
- Garrafa I: 0,15 litro
- Garrafa II: 0,30 litro
- Garrafa III: 0,75 litro
- Garrafa IV: 1,50 litro
- Garrafa V: 3,00 litros

A paciente decidiu comprar duas garrafas do mesmo tipo, procurando atender à recomendação médica e, ainda, de modo a consumir todo o líquido das duas garrafas antes do exame.

Qual o tipo de garrafa escolhida pela paciente?

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV
- E** V

08| ENEM 2015 – Atendendo à encomenda de um mecânico, um soldador terá de juntar duas barras de metais diferentes. A solda utilizada tem espessura de 18 milímetros, conforme ilustrado na figura.



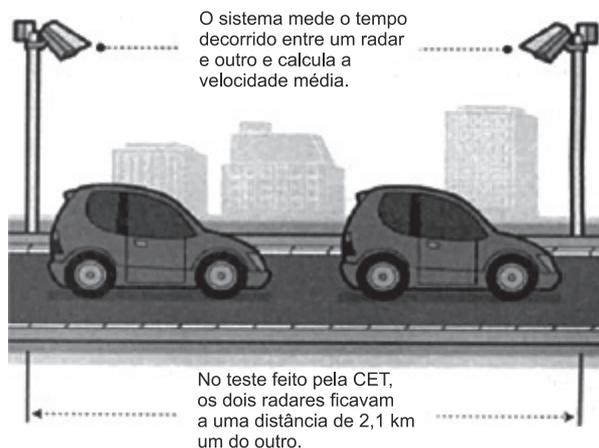
Qual o comprimento, em metros, da peça resultante após a soldagem?

- A** 2,0230
- B** 2,2300
- C** 2,5018
- D** 2,5180
- E** 2,6800

09| ENEM 2015 – Para economizar em suas contas mensais de água, uma família de 10 pessoas deseja construir um reservatório para armazenar a água captada das chuvas, que tenha capacidade suficiente para abastecer a família por 20 dias. Cada pessoa da família consome, diariamente, $0,08 \text{ m}^3$ de água. Para que os objetivos da família sejam atingidos, a capacidade mínima, em litros, do reservatório a ser construído deve ser

- A** 16.
- B** 800.
- C** 1.600.
- D** 8.000.
- E** 16.000.

10| ENEM 2014 – A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo testou em 2013 novos radares que permitem o cálculo da velocidade média desenvolvida por um veículo em um trecho da via.



As medições de velocidade deixariam de ocorrer de maneira instantânea, ao se passar pelo radar, e seriam feitas a partir da velocidade média no trecho, considerando o tempo gasto no percurso entre um radar e outro. Sabe-se que a velocidade média é calculada como sendo a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la.

O teste realizado mostrou que o tempo que permite uma condução segura de deslocamento no percurso entre os dois radares deveria ser de, no mínimo, 1 minuto e 24 segundos. Com isso, a CET precisa instalar uma placa antes do primeiro radar informando a velocidade média máxima permitida nesse trecho da via. O valor a ser exibido na placa deve ser o maior possível, entre os que atendem às condições de condução segura observadas.

Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 11 jan. 2014 (adaptado).

A placa de sinalização que informa a velocidade que atende a essas condições é

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

11| ENEM 2014 – Um show especial de Natal teve 45.000 ingressos vendidos. Esse evento ocorrerá em um estádio de futebol que disponibilizará 5 portões de entrada, com 4 catracas eletrônicas por portão. Em cada uma dessas catracas, passará uma única pessoa a cada 2 segundos. O público foi igualmente dividido pela quantidade de portões e catracas, indicados no ingresso para o show, para a efetiva entrada no estádio. Suponha que todos aqueles que compraram ingressos irão ao show e que todos passarão pelos portões e catracas eletrônicas indicados.

Qual é o tempo mínimo para que todos passem pelas catracas?

- A 1 hora.
- B 1 hora e 15 minutos.
- C 5 horas.
- D 6 horas.
- E 6 horas e 15 minutos.

12| ENEM 2014 – Durante a Segunda Guerra Mundial, para decifrar as mensagens secretas, foi utilizada a técnica de decomposição em fatores primos. Um número N é dado pela expressão $2^x \cdot 5^y \cdot 7^z$, na qual x , y e z são números inteiros não negativos. Sabe-se que N é múltiplo de 10 e não é múltiplo de 7.

O número de divisores de N , diferentes de N , é

- A $x \cdot y \cdot z$
- B $(x + 1) \cdot (y + 1)$
- C $x \cdot y \cdot z - 1$
- D $(x + 1) \cdot (y + 1) \cdot z$
- E $(x + 1) \cdot (y + 1) \cdot (z + 1) - 1$

13| ENEM 2014 – Uma loja decide premiar seus clientes. Cada cliente receberá um dos seis possíveis brindes disponíveis, conforme sua ordem de chegada na loja. Os brindes a serem distribuídos são: uma bola, um chaveiro, uma caneta, um refrigerante, um sorvete e um CD, nessa ordem. O primeiro cliente da loja recebe uma bola, o segundo recebe um chaveiro, o terceiro recebe uma caneta, o quarto recebe um refrigerante, o quinto recebe um sorvete, o sexto recebe um CD, o sétimo recebe uma bola, o oitavo recebe um chaveiro, e assim sucessivamente, segundo a ordem dos brindes.

O milésimo cliente receberá de brinde um(a)

- A bola.
- B caneta.
- C refrigerante.
- D sorvete.
- E CD.

14| ENEM 2014 – Os incas desenvolveram uma maneira de registrar quantidades e representar números utilizando um sistema de numeração decimal posicional: um conjunto de cordas com nós denominado quipus. O quipus era feito de uma corda matriz, ou principal (mais grossa que as demais), na qual eram penduradas outras cordas, mais finas, de diferentes tamanhos e cores (cordas pendentes). De acordo com a sua posição, os nós significavam unidades, dezenas, centenas e milhares. Na Figura 1, o quipus representa o número decimal 2.453. Para representar o “zero” em qualquer posição, não se coloca nenhum nó.

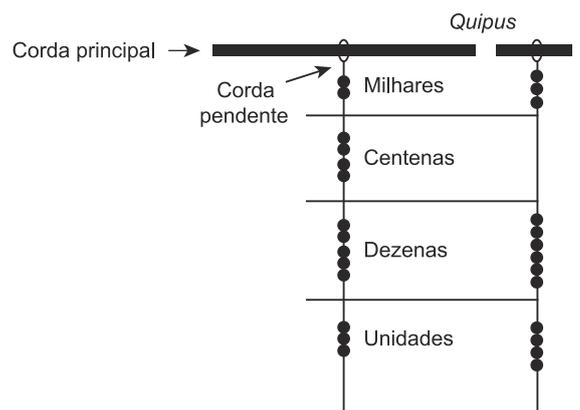


Figura 1 Figura 2

Disponível em: www.culturaperuana.com.br. Acesso em: 13 dez. 2012.

O número da representação do quipus da Figura 2, em base decimal, é

- A 364.
- B 463.
- C 3.064.
- D 3.640.
- E 4.603.

22| ENEM 2013 — O dono de uma empresa produtora de água mineral explora uma fonte de onde extrai 20 000 litros diários, os quais são armazenados em um reservatório com volume interno de 30 m^3 , para serem colocados, ao final do dia, em garrafas plásticas. Para aumentar a produção, o empresário decide explorar também uma fonte vizinha, de onde passa a extrair outros 25 000 litros. O reservatório que se encontra em uso possui uma capacidade ociosa que deve ser aproveitada.

Avaliando a capacidade do reservatório existente e o novo volume de água extraído, qual o volume interno mínimo de um novo reservatório que o empresário deve adquirir?

- A 15,0 m^3
- B 25,0 m^3
- C 37,5 m^3
- D 45,0 m^3
- E 57,5 m^3

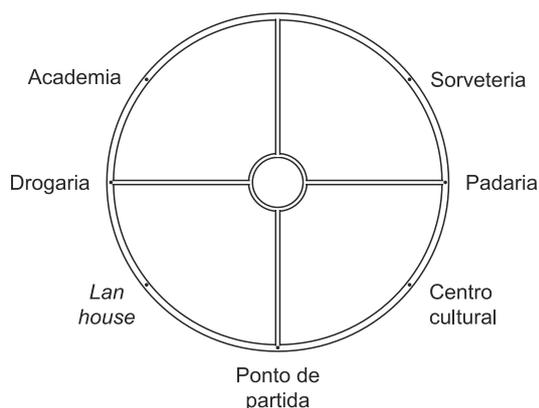
23| ENEM 2013 — Todos os anos, a Receita Federal alerta os contribuintes para não deixarem o envio de seus dados para o último dia do prazo de entrega, pois, após esse prazo, terá que pagar uma multa. Em certo ano, a quatro dias do prazo final, contabilizou-se o recebimento de 16,2 milhões de declarações, o equivalente a cerca de 60% do total estimado pela Receita Federal. Nesse mesmo momento, foi observado que a média de entrada era de aproximadamente 90 000 declarações por hora.

Disponível em: www.folha.uol.com.br. Acesso em: 30 maio 2010 (adaptado).

Considerando o total estimado para entrega e permanecendo nesses últimos dias a mesma média por hora de recebimentos das declarações, qual a quantidade aproximada de pessoas que terão que pagar multa por atraso, sabendo que a Receita Federal recebe declarações 24 horas por dia?

- A 2,16 milhões
- B 4,05 milhões
- C 6,21 milhões
- D 7,65 milhões
- E 8,64 milhões

24| ENEM 2013 — Camile gosta de caminhar em uma calçada em torno de uma praça circular que possui 500 metros de extensão, localizada perto de casa. A praça, bem como alguns locais ao seu redor e o ponto de onde inicia a caminhada, estão representados na figura:



Em uma tarde, Camile caminhou 4 125 metros, no sentido anti-horário, e parou.

Qual dos locais indicados na figura é o mais próximo de sua parada?

- A Centro cultural.
- B Drogaria.
- C Lan house.
- D Ponto de partida.
- E Padaria.

25| ENEM 2013 — O ciclo de atividade magnética do Sol tem um período de 11 anos. O início do primeiro ciclo registrado se deu no começo de 1755 e se estendeu até o final de 1765. Desde então, todos os ciclos de atividade magnética do Sol têm sido registrados.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 27 fev. 2013.

No ano de 2101, o Sol estará no ciclo de atividade magnética de número

- A 32.
- B 34.
- C 33.
- D 35.
- E 31.

26| ENEM 2013 — Nos Estados Unidos a unidade de medida de volume mais utilizada em latas de refrigerante é a onça fluida (fl oz), que equivale à aproximadamente 2,95 centilitros (cL).

Sabe-se que o centilitro é a centésima parte do litro e que a lata de refrigerante usualmente comercializada no Brasil tem capacidade de 355 mL.

Assim, a medida do volume da lata de refrigerante de 355mL, em onça fluida (fl oz), é mais próxima de

- A 0,83.
- B 1,20.
- C 12,03.
- D 104,73.
- E 120,34.

27| ENEM 2013 — O matemático americano Eduardo Kasner pediu ao filho que desse um nome a um número muito grande, que consistia do algarismo 1 seguido de 100 zeros. Seu filho batizou o número de gugol. Mais tarde, o mesmo matemático criou um número que apelidou de gugolplex, que consistia em 10 elevado a um gugol.

Quantos algarismos tem um gugolplex?

- A 100
- B 101
- C 10100
- D $10100 + 1$
- E $101\ 000 + 1$

28| ENEM 2013 — Uma torneira não foi fechada corretamente e ficou pingando, da meia-noite às seis horas da manhã, com a frequência de uma gota a cada três segundos. Sabe-se que cada gota de água tem volume de 0,2mL.

Qual foi o valor mais aproximado do total de água desperdiçada nesse período, em litros?

- A 0,2
- B 1,2
- C 1,4
- D 12,9
- E 64,8

29| ENEM 2012 — A capacidade mínima, em BTU/h, de um aparelho de ar-condicionado, para ambientes sem exposição ao sol, pode ser determinada da seguinte forma:

- 600 BTU/h por m^2 , considerando-se até duas pessoas no ambiente;
- para cada pessoa adicional nesse ambiente, acrescentar 600 BTU/h;
- acrescentar mais 600 BTU/h para cada equipamento eletrônico em funcionamento no ambiente.

Será instalado um aparelho de ar-condicionado em uma sala sem exposição ao sol, de dimensões 4 m x 5 m, em que permaneçam quatro pessoas e possua um aparelho de televisão em funcionamento.

A capacidade mínima, em BTU/h, desse aparelho de ar-condicionado deve ser

- A 12 000.
- B 12 600.
- C 13 200.
- D 13 800.
- E 15 000.

30| ENEM 2012 — O Ministério da Saúde acompanha com preocupação a difusão da tuberculose no Brasil. Um sistema de vigilância baseia-se no acompanhamento sistemático das taxas de incidência dessa doença nos estados. Depois de credenciar alguns estados a receberem recursos, em 2006, passou a ser de grande importância definir prioridades para a alocação de recursos de combate e prevenção, levando em consideração as taxas de incidência para os anos de 2000 e 2004, conforme o quadro seguinte.

Estado	Taxa de incidência	
	2000	2004
Amapá	9,0	37,1
Amazonas	72,8	69,0
Goiás	20,5	16,7
Minas Gerais	0,3	27,2
Pernambuco	43,3	51,0
Rio de Janeiro	90,7	79,7
São Paulo	45,8	38,2

Disponível em: SINAM, 2006; IBGE, Censo 2000.

Se a prioridade na distribuição de recursos for dada ao estado que tiver maior aumento absoluto em suas taxas de incidência, ela será dada para

- A Amapá.
- B Amazonas.
- C Minas Gerais.
- D Pernambuco.
- E Rio de Janeiro.

31| ENEM 2012 — Uma pizzaria oferece, no cardápio, duas opções de tamanhos e preços:

- Pizza média (6 fatias): R\$ 24,00
- Pizza grande (8 fatias): R\$ 32,00

Um grupo de jovens estava prestes a decidir o tipo de pizza com melhor custo-benefício, quando um dos amigos questionou ao garçom a respeito do diâmetro de cada uma das pizzas. A informação obtida foi de que os diâmetros das pizzas média e grande eram, respectivamente, 30 cm e 40 cm. Considerando que os dois tamanhos e preços das pizzas atendem o grupo e que não haverá desperdício, iniciou-se um debate entre eles:

- Alan: A pizza grande tem melhor custo-benefício, pois a área de sua fatia é superior à área da fatia da pizza média.
- Breno: A pizza média tem melhor custo-benefício, pois, como é dividida em menos fatias, cada fatia tem uma maior quantidade de pizza.
- Davidson: Como a razão entre os diâmetros e os preços das pizzas é a mesma, nenhuma das pizzas tem melhor custo-benefício que a outra.
- Eric: A pizza grande possui melhor relação custo-benefício, pois, independentemente do diâmetro, ela é dividida em um número maior de fatias.

Qual jovem apresentou o melhor argumento para a escolha da pizza?

- A Alan.
- B Breno.
- C Cleber.
- D Davidson.
- E Eric.

32| ENEM 2012 — Um maquinista de trem ganha R\$ 100,00 por viagem e só pode viajar a cada 4 dias. Ele ganha somente se fizer a viagem e sabe que estará de férias de 1º a 10 de junho, quando não poderá viajar. Sua primeira viagem ocorreu no dia primeiro de janeiro. Considere que o ano tem 365 dias.

Se o maquinista quiser ganhar o máximo possível, quantas viagens precisará fazer?

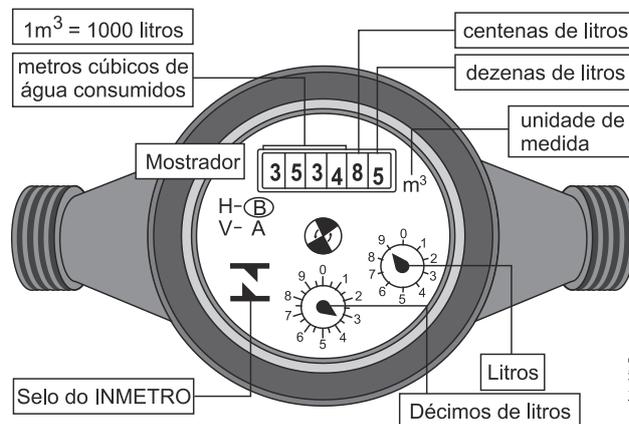
- A 37
- B 51
- C 88
- D 89
- E 91

33| ENEM 2012 — O sistema de numeração romana, hoje em desuso, já foi o principal sistema de numeração da Europa. Nos dias atuais, a numeração romana é usada no nosso cotidiano essencialmente para designar os séculos, mas já foi necessário fazer contas e descrever números bastante grandes nesse sistema de numeração. Para isto, os romanos colocavam um traço sobre o número para representar que esse número deveria ser multiplicado por 1 000. Por exemplo, o número \bar{X} representa o número $10 \times 1\,000$, ou seja, 10 000.

De acordo com essas informações, os números \overline{MCCV} e \overline{XLIII} são, respectivamente, iguais a

- A 1 205 000 e 43 000.
- B 1 205 000 e 63 000.
- C 1 205 000 e 493 000.
- D 1 250 000 e 43 000.
- E 1 250 000 e 63 000.

34| ENEM 2012 — Os hidrômetros são marcadores de consumo de água em residências e estabelecimentos comerciais. Existem vários modelos de mostradores de hidrômetros, sendo que alguns deles possuem uma combinação de um mostrador e dois relógios de ponteiro. O número formado pelos quatro primeiros algarismos do mostrador fornece o consumo em m^3 , e os dois últimos algarismos representam, respectivamente, as centenas e dezenas de litros de água consumidos. Um dos relógios de ponteiros indica a quantidade em litros, e o outro em décimos de litros, conforme ilustrados na figura a seguir.



Disponível em: www.aguasdearacoiaba.com.br (adaptado).

Considerando as informações indicadas na figura, o consumo total de água registrado nesse hidrômetro, em litros, é igual a

- A 3 534,85.
- B 3 544,20.
- C 3 534 850,00.
- D 3 534 859,35.
- E 3 534 850,39.

35| ENEM 2012 — No mês de setembro de 2011, a Petrobras atingiu a produção diária de 129 mil barris de petróleo na área do pré-sal no Brasil. O volume de um barril de petróleo corresponde a 159 litros.

Disponível em: <http://veja.abril.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2011 (adaptado).

De acordo com essas informações, em setembro de 2011, a produção diária, em m³, atingida pela Petrobras na área do pré-sal no Brasil foi de

- A 20,511.
- B 20.511.
- C 205.110.
- D 2.051.100.
- E 20.511.000.

36| ENEM 2012 — Parece que foi ontem. Há 4,57 bilhões de anos, uma gigantesca nuvem de partículas entrou em colapso e formou o nosso Sistema Solar. Demoraram míseros 28 milhões de anos — um piscar de olhos em termos geológicos — para que a Terra surgisse. Isso aconteceu há 4,54 bilhões de anos. No começo, a superfície do planeta era mole e muito quente, da ordem de 1200 °C. Não demorou tanto assim para a crosta ficar mais fria e surgirem os mares e a terra; isso aconteceu há 4,2 bilhões de anos.

História da Terra. *Superinteressante*, nov. 2011 (adaptado).

O nosso Sistema Solar se formou, em anos, há

- A 4.570.
- B 4.570.000.
- C 4.570.000.000.
- D 4.570.000.000.000.
- E 4.570.000.000.000.000.

37| ENEM 2012 — João decidiu contratar os serviços de uma empresa por telefone através do SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor). O atendente ditou para João o número de protocolo de atendimento da ligação e pediu que ele anotasse. Entretanto, João não entendeu um dos algarismos ditados pelo atendente e anotou o número 1 3 9 8 2 0 7, sendo que o espaço vazio é o do algarismo que João não entendeu.

De acordo com essas informações, a posição ocupada pelo algarismo que falta no número de protocolo é a de

- A centena.
- B dezena de milhar.
- C centena de milhar.
- D milhão.
- E centena de milhão.

38| ENEM 2011

CAFÉ NO BRASIL

O consumo atingiu o maior nível da história no ano passado: os brasileiros beberam o equivalente a 331 bilhões de xícaras.

Veja. Ed. 2158. 31 mar. 2010.

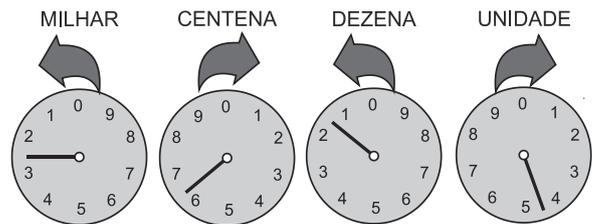
Considere que a xícara citada na notícia seja equivalente a, aproximadamente, 120 mL de café. Suponha que em 2010 os brasileiros bebam ainda mais café, aumentando o consumo em $\frac{1}{5}$ do que foi consumido no ano anterior. De acordo com essas informações, qual a previsão mais aproximada para o consumo de café em 2010?

- A 8 bilhões de litros.
- B 16 bilhões de litros.
- C 32 bilhões de litros.
- D 40 bilhões de litros.
- E 48 bilhões de litros.

39| ENEM 2011 — O dono de uma oficina mecânica precisa de um pistão das partes de um motor, de 68 mm de diâmetro, para o conserto de um carro. Para conseguir um, esse dono vai até um ferro velho e lá encontra pistões com diâmetros iguais a 68,21 mm; 68,102 mm; 68,001 mm; 68,02 mm e 68,012 mm. Para colocar o pistão no motor que está sendo consertado, o dono da oficina terá de adquirir aquele que tenha o diâmetro mais próximo do que ele precisa. Nessa condição, o dono da oficina deverá comprar o pistão de diâmetro

- A 68,21 mm
- B 68,102 mm
- C 68,02 mm
- D 68,012 mm
- E 68,001 mm

40| ENEM 2011 — O medidor de energia elétrica de uma residência, conhecido por “relógio de luz”, é constituído de quatro pequenos relógios, cujos sentidos de rotação estão indicados conforme a figura:



Disponível em: <http://www.enersul.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2010.

A medida é expressa em kWh. O número obtido na leitura é composto por 4 algarismos. Cada posição do número é formada pelo último algarismo ultrapassado pelo ponteiro.

O número obtido pela leitura em kWh, na imagem, é

- A 2614.
- B 3624.
- C 2715.
- D 3725.
- E 4162.

41| ENEM 2011 — Em 2010, um caos aéreo afetou o continente europeu, devido à quantidade de fumaça expelida por um vulcão na Islândia, o que levou ao cancelamento de inúmeros voos. Cinco dias após o início desse caos, todo o espaço aéreo europeu acima de 6 000 metros estava liberado, com exceção do espaço aéreo da Finlândia. Lá, apenas voos internacionais acima de 31 mil pés estavam liberados.

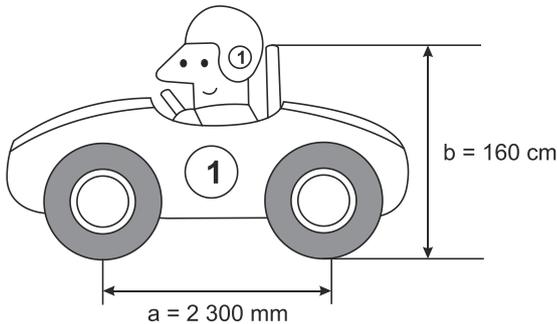
Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 21 abr. 2010 (adaptado).

Considere que 1 metro equivale a aproximadamente 3,3 pés. Qual a diferença, em pés, entre as altitudes liberadas na Finlândia e no restante do continente europeu cinco dias após o início do caos?

- A 3390 pés.
- B 9390 pés.
- C 11200 pés.
- D 19800 pés.
- E 50800 pés.

42| ENEM 2011 – Um mecânico de uma equipe de corrida necessita que as seguintes medidas realizadas em um carro sejam obtidas em metros:

- (A) distância a entre os eixos dianteiro e traseiro;
- (B) altura b entre o solo e o encosto do piloto.



Ao optar pelas medidas a e b em metros, obtêm-se, respectivamente,

- A** 0,23 e 0,16
- B** 2,3 e 1,6
- C** 23 e 16
- D** 230 e 160
- E** 2300 e 1600

43| ENEM 2010 – A classificação de um país no quadro de medalhas nos Jogos Olímpicos depende do número de medalhas de ouro que obteve na competição, tendo como critério de desempate o número de medalhas de prata seguido do número de medalhas de bronze conquistados. Nas Olimpíadas de 2004, o Brasil foi o décimo sexto colocado no quadro de medalhas, tendo obtido 5 medalhas de ouro, 2 de prata e 3 de bronze. Parte desse quadro de medalhas é reproduzida a seguir.

Classificação	País	Medalhas de ouro	Medalhas de prata	Medalhas de bronze	Total de medalhas
8º	Itália	10	11	11	32
9º	Coreia do Sul	9	12	9	30
10º	Grã-Bretanha	9	9	12	30
11º	Cuba	9	7	11	27
12º	Ucrânia	9	5	9	23
13º	Hungria	8	6	3	17

Disponível em: <http://www.quadroademetalhas.com.br>. Acesso em: 05 abr. 2010 (adaptado).

Se o Brasil tivesse obtido mais 4 medalhas de ouro, 4 de prata e 10 de bronze, sem alterações no número de medalhas dos demais países mostrados no quadro, qual teria sido a classificação brasileira no quadro de medalhas das Olimpíadas de 2004?

- A** 13º
- B** 12º
- C** 11º
- D** 10º
- E** 9º

44| ENEM 2010 – A disparidade de volume entre os planetas é tão grande que seria possível colocá-los uns dentro dos outros. O planeta Mercúrio é o menor de todos. Marte é o segundo menor: dentro dele cabem três Mercúrios. Terra é o único com vida: dentro dela cabem sete Martes. Netuno é o quarto maior: dentro dele cabem 58 Terras. Júpiter é o maior dos planetas: dentro dele cabem 23 Netunos.

Revista Veja. Ano 41, nº. 26, 25 jun. 2008 (adaptado)

Seguindo o raciocínio proposto, quantas Terras cabem dentro de Júpiter?

- A** 406
- B** 1 334
- C** 4 002
- D** 9 338
- E** 28 014

45| ENEM 2010 – Nosso calendário atual é embasado no antigo calendário romano, que, por sua vez, tinha como base as fases da lua. Os meses de janeiro, março, maio, julho, agosto, outubro e dezembro possuem 31 dias, e os demais, com exceção de fevereiro, possuem 30 dias. O dia 31 de março de certo ano ocorreu em uma terça-feira.

Nesse mesmo ano, qual dia da semana será o dia 12 de outubro?

- A** Domingo.
- B** Segunda-feira.
- C** Terça-feira.
- D** Quinta-feira.
- E** Sexta-feira.

46| ENEM 2010 – O hábito de comer um prato de folhas todo dia faz proezas para o corpo. Uma das formas de variar o sabor das saladas é experimentar diferentes molhos. Um molho de iogurte com mostarda contém 2 colheres de sopa de iogurte desnatado, 1 colher de sopa de mostarda, 4 colheres de sopa de água, 2 colheres de sopa de azeite.

DESQUALDO, P. *Os Segredos da Supersalada*. Revista Saúde. Jan. 2010.

Considerando que uma colher de sopa equivale a aproximadamente 15 mL, qual é o número máximo de doses desse molho que se faz utilizando 1,5 L de azeite e mantendo a proporcionalidade das quantidades dos demais ingredientes?

- A** 5
- B** 20
- C** 50
- D** 200
- E** 500

47| ENEM 2010 – O gráfico a seguir apresenta o gasto militar dos Estados Unidos, no período de 1988 a 2006.

O GASTO MILITAR DOS ESTADOS UNIDOS SUPERA O DO FIM DA GUERRA FRIA

Em bilhões de dólares



Fonte: Instituto Internacional de Pesquisa da Paz de Estocolmo

Almanaque Abril 2008. Editora Abril.

Com base no gráfico, o gasto militar no início da guerra no Iraque foi de

- A** U\$ 4.174.000,00.
- B** U\$ 41.740.000,00.
- C** U\$ 417.400.000,00.
- D** U\$ 41.740.000.000,00.
- E** U\$ 417.400.000.000,00.

48| ENEM 2010 — Existe uma cartilagem entre os ossos que vai crescendo e se calcificando desde a infância até a idade adulta. No fim da puberdade, os hormônios sexuais (testosterona e estrógeno) fazem com que essas extremidades ósseas (epífises) se fechem e o crescimento seja interrompido. Assim, quanto maior a área não calcificada entre os ossos, mais a criança poderá crescer ainda. A expectativa é que durante os quatro ou cinco anos da puberdade, um garoto ganhe de 27 a 30 centímetros.

Revista Cláudia. Abr. 2010 (adaptado).

De acordo com essas informações, um garoto que inicia a puberdade com 1,45 m de altura poderá chegar ao final dessa fase com uma altura

- A mínima de 1,458 m.
- B mínima de 1,477 m.
- C máxima de 1,480 m.
- D máxima de 1,720 m.
- E máxima de 1,750 m.

49| ENEM 2009 — Uma pessoa decidiu depositar moedas de 1, 5, 10, 25 e 50 centavos em um cofre durante certo tempo. Todo dia da semana ela depositava uma única moeda, sempre nesta ordem: 1, 5, 10, 25, 50, e, novamente, 1, 5, 10, 25, 50, assim sucessivamente.

Se a primeira moeda foi depositada em uma segunda-feira, então essa pessoa conseguiu a quantia exata de R\$ 95,05 após depositar a moeda de

- A 1 centavo no 679º dia, que caiu numa segunda-feira.
- B 5 centavos no 186º dia, que caiu numa quinta-feira.
- C 10 centavos no 188º dia, que caiu numa quinta-feira.
- D 25 centavos no 524º dia, que caiu num sábado.
- E 50 centavos no 535º dia, que caiu numa quinta-feira.

50| ENEM 2009 — Joana frequenta uma academia de ginástica onde faz exercícios de musculação. O programa de Joana requer que ela faça 3 séries de exercícios em 6 aparelhos diferentes, gastando 30 segundos em cada série. No aquecimento, ela caminha durante 10 minutos na esteira e descansa durante 60 segundos para começar o primeiro exercício no primeiro aparelho. Entre uma série e outra, assim como ao mudar de aparelho, Joana descansa por 60 segundos.

Suponha que, em determinado dia, Joana tenha iniciado seus exercícios às 10h30min e finalizado às 11h7min.

Nesse dia e nesse tempo, Joana

- A não poderia fazer sequer a metade dos exercícios e dispor dos períodos de descanso especificados em seu programa.
- B poderia ter feito todos os exercícios e cumprido rigorosamente os períodos de descanso especificados em seu programa.
- C poderia ter feito todos os exercícios, mas teria de ter deixado de cumprir um dos períodos de descanso especificados em seu programa.
- D conseguiria fazer todos os exercícios e cumpriria todos os períodos de descanso especificados em seu programa, e ainda se permitiria uma pausa de 7 min.
- E não poderia fazer todas as 3 séries dos exercícios especificados em seu programa; em alguma dessas séries deveria ter feito uma série a menos e não deveria ter cumprido um dos períodos de descanso.

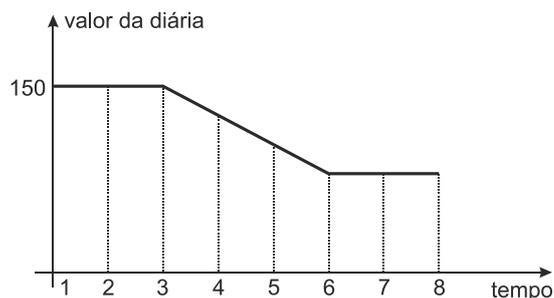
51| ENEM 2009 — As abelhas domesticadas da América do Norte e da Europa estão desaparecendo, sem qualquer motivo aparente. As abelhas desempenham papel fundamental na agricultura, pois são responsáveis pela polinização (a fecundação das plantas). Anualmente, apicultores americanos alugam 2 milhões de colmeias para polinização de lavouras. O sumiço das abelhas já inflacionou o preço de locação das colmeias. No ano passado, o aluguel de cada caixa (colmeia) com 50.000 abelhas estava na faixa de 75 dólares. Depois do ocorrido, aumentou para 150 dólares. A previsão é que faltem abelhas para polinização neste ano nos EUA. Somente as lavouras de amêndoa da Califórnia necessitam de 1,4 milhões de colmeias.

Disponível em: <<http://veja.abril.com.br>>. Acesso em: 23 fev. 2009 (adaptado).

De acordo com essas informações, o valor a ser gasto pelos agricultores das lavouras de amêndoa da Califórnia com o aluguel das colmeias será de

- A 4,2 mil dólares.
- B 105 milhões de dólares.
- C 150 milhões de dólares.
- D 210 milhões de dólares.
- E 300 milhões de dólares.

52| ENEM 2009 — Uma pousada oferece pacotes promocionais para atrair casais a se hospedarem por até oito dias. A hospedagem seria em apartamento de luxo e, nos três primeiros dias, a diária custaria R\$ 150,00, preço da diária fora da promoção. Nos três dias seguintes, seria aplicada uma redução no valor da diária, cuja taxa média de variação, a cada dia, seria de R\$ 20,00. Nos dois dias restantes, seria mantido o preço do sexto dia. Nessas condições, um modelo para a promoção idealizada é apresentado no gráfico a seguir, no qual o valor da diária é função do tempo medido em número de dias.



De acordo com os dados e com o modelo, comparando o preço que um casal pagaria pela hospedagem por sete dias fora da promoção, um casal que adquirir o pacote promocional por oito dias fará uma economia de

- A R\$ 90,00.
- B R\$ 110,00.
- C R\$ 130,00.
- D R\$ 150,00.
- E R\$ 170,00.

53| ENEM 2009 — Uma cooperativa de colheita propôs a um fazendeiro um contrato de trabalho nos seguintes termos: a cooperativa forneceria 12 trabalhadores e 4 máquinas, em um regime de trabalho de 6 horas diárias, capazes de colher 20 hectares de milho por dia, ao custo de R\$ 10,00 por trabalhador por dia de trabalho, e R\$ 1.000,00 pelo aluguel diário de cada máquina. O fazendeiro argumentou que fecharia contrato se a cooperativa colhesse 180 hectares de milho em 6 dias, com gasto inferior a R\$ 25.000,00.

Para atender às exigências do fazendeiro e supondo que o ritmo dos trabalhadores e das máquinas seja constante, a cooperativa deveria

- A manter sua proposta.
- B oferecer 4 máquinas a mais.
- C oferecer 6 trabalhadores a mais.
- D aumentar a jornada de trabalho para 9 horas diárias.
- E reduzir em R\$ 400,00 o valor do aluguel diário de uma máquina.

54| ENEM 2009 – O capim-elefante é uma designação genérica que reúne mais de 200 variedades de capim e se destaca porque tem produtividade de aproximadamente 40 toneladas de massa seca por hectare por ano, no mínimo, sendo, por exemplo, quatro vezes maior que a da madeira de eucalipto. Além disso, seu ciclo de produção é de seis meses, enquanto o primeiro corte da madeira de eucalipto é feito a partir do sexto ano.

Disponível em: <www.rts.org.br/noticias/destaque-2/i-seminario-madeira-energetica-discute-producao-de-carvaovegetal-a-partir-de-capim>. Acesso em: 18 dez. 2008 (com adaptações).

Considere uma região R plantada com capim-elefante que mantém produtividade constante com o passar do tempo. Para se obter a mesma quantidade, em toneladas, de massa seca de eucalipto, após o primeiro ciclo de produção dessa planta, é necessário plantar uma área S que satisfaça à relação

- A S = 4R.
- B S = 6R.
- C S = 12R.
- D S = 36R.
- E S = 48R.

55| ENEM 2009 – Nos últimos anos, o volume de petróleo exportado pelo Brasil tem mostrado expressiva tendência de crescimento, ultrapassando as importações em 2008.

Entretanto, apesar de as importações terem se mantido praticamente no mesmo patamar desde 2001, os recursos gerados com as exportações ainda são inferiores àqueles despendidos com as importações, uma vez que o preço médio por metro cúbico do petróleo importado é superior ao do petróleo nacional. Nos primeiros cinco meses de 2009, foram gastos 2,84 bilhões de dólares com importações e gerada uma receita de 2,24 bilhões de dólares com as exportações. O preço médio por metro cúbico em maio de 2009 foi de 340 dólares para o petróleo importado e de 230 dólares para o petróleo exportado.

O quadro a seguir mostra os dados consolidados de 2001 a 2008 e dos primeiros cinco meses de 2009.

Comércio exterior de petróleo (milhões de metros cúbicos)		
Ano	Importação	Exportação
2001	24,19	6,43
2002	22,06	13,63
2003	19,96	14,03
2004	26,91	13,39
2005	21,97	15,93
2006	20,91	21,36
2007	25,38	24,45
2008	23,53	25,14
2009*	9,00	11,00

*Valores apurados de janeiro a maio de 2009. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 15 jul. 2009 (adaptado).

Considere que as importações e exportações de petróleo de junho a dezembro de 2009 sejam iguais a $\frac{7}{5}$ das importações e exportações, respectivamente, ocorridas de janeiro a maio de 2009. Nesse caso, supondo que os preços para importação e exportação não sofram alterações, qual seria o valor mais aproximado da diferença entre os recursos despendidos com as importações e os recursos gerados com as exportações em 2009?

- A 600 milhões de dólares.
- B 840 milhões de dólares.
- C 1,34 bilhão de dólares.
- D 1,44 bilhão de dólares.
- E 2,00 bilhões de dólares.

56| ENEM 2009 – Na cidade de João e Maria, haverá shows em uma boate. Pensando em todos, a boate propôs pacotes para que os fregueses escolhessem o que seria melhor para si.

Pacote 1: taxa de 40 reais por show.

Pacote 2: taxa de 80 reais mais 10 reais por show.

Pacote 3: taxa de 60 reais para 4 shows, e 15 reais por cada show a mais.

João assistirá a 7 shows e Maria, a 4. As melhores opções para João e Maria são, respectivamente, os pacotes

- A 1 e 2.
- B 2 e 2.
- C 3 e 1.
- D 2 e 1.
- E 3 e 3.

57| ENEM 2009 – Três empresas de táxi W, K e L estão fazendo promoções: a empresa W cobra R\$ 2,40 a cada quilômetro rodado e com um custo inicial de R\$ 3,00; a empresa K cobra R\$ 2,25 a cada quilômetro rodado e uma taxa inicial de R\$ 3,80 e, por fim, a empresa L, que cobra R\$ 2,50 a cada quilômetro rodado e com taxa inicial de R\$ 2,80. Um executivo está saindo de casa e vai de táxi para uma reunião que é a 5 km do ponto de táxi, e sua esposa sairá do hotel e irá para o aeroporto, que fica a 15 km do ponto de táxi.

Assim, os táxis que o executivo e sua esposa deverão pegar, respectivamente, para terem a maior economia são das empresas

- A W e L.
- B W e K.
- C K e L.
- D K e W.
- E K e K.

58| ENEM 2009

A EVOLUÇÃO DA LUZ: AS LÂMPADAS LED JÁ SUBSTITUEM COM GRANDES VANTAGENS A VELHA INVENÇÃO DE THOMAS EDISON.

A tecnologia do LED é bem diferente das lâmpadas incandescentes e das fluorescentes. A lâmpada LED é fabricada com material semicondutor semelhante ao usado nos chips de computador. Quando percorrido por uma corrente elétrica, ele emite luz. O resultado é uma peça muito menor, que consome menos energia e tem uma durabilidade maior. Enquanto uma lâmpada comum tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente de 10.000 horas, a LED rende entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto.

Há um problema, contudo: a lâmpada LED ainda custa mais caro, apesar de seu preço cair pela metade a cada dois anos. Essa tecnologia não está se tornando apenas mais barata. Está também mais eficiente, iluminando mais com a mesma quantidade de energia.

Uma lâmpada incandescente converte em luz apenas 5% da energia elétrica que consome. As lâmpadas LED convertem até 40%. Essa diminuição no desperdício de energia traz benefícios evidentes ao meio ambiente.

A evolução da luz. Veja, 19 dez. 2007. Disponível em: http://veja.abril.com.br/191207/p_118.shtml. Acesso em: 18 out. 2008.

Considerando que a lâmpada LED rende 100 mil horas, a escala de tempo que melhor reflete a duração dessa lâmpada é o:

- A dia.
- B ano.
- C decênio.
- D século.
- E milênio.

59| ENEM 2009 — A resolução das câmeras digitais modernas é dada em *megapixels*, unidade de medida que representa um milhão de pontos. As informações sobre cada um desses pontos são armazenadas, em geral, em 3 *bytes*. Porém, para evitar que as imagens ocupem muito espaço, elas são submetidas a algoritmos de compressão, que reduzem em até 95% a quantidade de *bytes* necessários para armazená-las. Considere 1 KB = 1.000 *bytes*, 1 MB = 1.000 KB, 1 GB = 1.000 MB.

Utilizando uma câmera de 2.0 *megapixels* cujo algoritmo de compressão é de 95%, João fotografou 150 imagens para seu trabalho escolar. Se ele deseja armazená-las de modo que o espaço restante no dispositivo seja o menor espaço possível, ele deve utilizar

- A** um CD de 700 MB.
- B** um pendrive de 1 GB.
- C** um HD externo de 16 GB.
- D** um memory stick de 16 MB.
- E** um cartão de memória de 64 MB.

60| ENEM 2009 —

TÉCNICOS CONCLUEM MAPEAMENTO DO AQUÍFERO GUARANI

O aquífero Guarani localiza-se no subterrâneo dos territórios da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, com extensão total de 1.200.000 quilômetros quadrados, dos quais 840.000 quilômetros quadrados estão no Brasil. O aquífero armazena cerca de 30 mil quilômetros cúbicos de água e é considerado um dos maiores do mundo.

Na maioria das vezes em que são feitas referências à água, são usadas as unidades metro cúbico e litro, e não as unidades já descritas. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) divulgou, por exemplo, um novo reservatório cuja capacidade de armazenagem é de 20 milhões de litros.

Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2009 (adaptado).

Comparando as capacidades do aquífero Guarani e desse novo reservatório da SABESP, a capacidade do aquífero Guarani é

- A** 1,5 x 10² vezes a capacidade do reservatório novo.
- B** 1,5 x 10³ vezes a capacidade do reservatório novo.
- C** 1,5 x 10⁶ vezes a capacidade do reservatório novo.
- D** 1,5 x 10⁸ vezes a capacidade do reservatório novo.
- E** 1,5 x 10⁹ vezes a capacidade do reservatório novo.

61| ENEM 2008 —

A CONTAGEM DE BOIS

Em cada parada ou pouso, para jantar ou dormir, os bois são contados, tanto na chegada quanto na saída. Nesses lugares, há sempre um potreiro, ou seja, determinada área de pasto cercada de arame, ou mangueira, quando a cerca é de madeira. Na porteira de entrada do potreiro, rente à cerca, os peões formam a seringa ou funil, para afinar a fila, e então os bois vão entrando aos poucos na área cercada. Do lado interno, o condutor vai contando; em frente a ele, está o marcador, peão que marca as reses. O condutor conta 50 cabeças e grita: — Talha! O marcador, com o auxílio dos dedos das mãos, vai marcando as talhas. Cada dedo da mão direita corresponde a 1 talha, e da mão esquerda, a 5 talhas. Quando entra o último boi, o marcador diz: — Vinte e cinco talhas! E o condutor completa: — E dezoito cabeças. Isso significa 1.268 bois.

Boiada, comitivas e seus peões. In: *O Estado de São Paulo*, ano VI. ed. 63. 21/12/1952 (com adaptações).

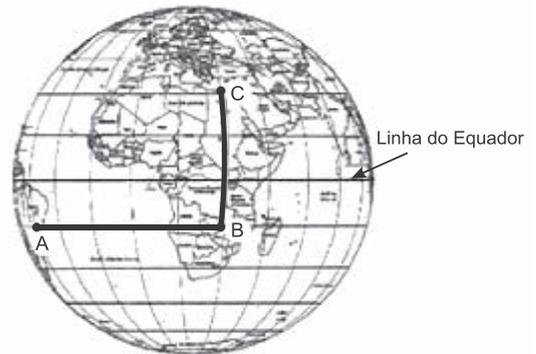
Para contar os 1.268 bois de acordo com o processo descrito no texto, o marcador utilizou

- A** 20 vezes todos os dedos da mão esquerda.
- B** 20 vezes todos os dedos da mão direita.
- C** todos os dedos da mão direita apenas uma vez.
- D** todos os dedos da mão esquerda apenas uma vez.
- E** 5 vezes todos os dedos da mão esquerda e 5 vezes todos os dedos da mão direita.

GEOMETRIA ESPACIAL

01| ENEM 2016 — A figura representa o globo terrestre e nela estão marcados os pontos A, B e C. Os pontos A e B estão localizados sobre um mesmo paralelo, e os pontos B e C, sobre um mesmo meridiano. É traçado um caminho do ponto A até C, pela superfície do globo, passando por B, de forma que o trecho de A até B se dê sobre o paralelo que passa por A e B e, o trecho de B até C se dê sobre o meridiano que passa por B e C.

Considere que o plano α é paralelo à linha do equador na figura.



A projeção ortogonal, no plano α , do caminho traçado no globo pode ser representada por

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

02 | ENEM 2016 — Os alunos de uma escola utilizaram cadeiras iguais às da figura para uma aula ao ar livre. A professora, ao final da aula, solicitou que os alunos fechassem as cadeiras para guardá-las. Depois de guardadas, os alunos fizeram um esboço da vista lateral da cadeira fechada.



Qual e o esboço obtido pelos alunos?

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

03 | ENEM 2016 — Um grupo de escoteiros mirins, numa atividade no parque da cidade onde moram, montou uma barraca conforme a foto da Figura 1. A Figura 2 mostra o esquema da estrutura dessa barraca, em forma de um prisma reto, em que foram usadas hastes metálicas.



Figura 1

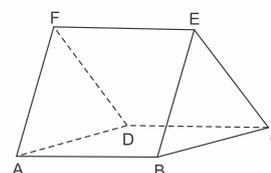


Figura 2

Após a armação das hastes, um dos escoteiros observou um inseto deslocar-se sobre elas, partindo do vértice A em direção ao vértice B, deste em direção ao vértice E e, finalmente, fez o trajeto do vértice E ao C. Considere que todos esses deslocamentos foram feitos pelo caminho de menor distância entre os pontos.

A projeção do deslocamento do inseto no plano que contém a base ABCD é dada por

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

04 | ENEM 2016 — Um lapidador recebeu de um joalheiro a encomenda para trabalhar em uma pedra preciosa cujo formato é o de uma pirâmide, conforme ilustra a Figura 1. Para tanto, o lapidador fará quatro cortes de formatos iguais nos cantos da base. Os cantos retirados correspondem a pequenas pirâmides, nos vértices P, Q, R e S, ao longo dos segmentos tracejados, ilustrados na Figura 2.

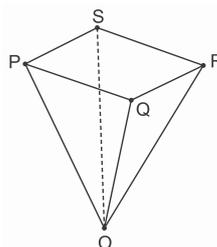


Figura 1

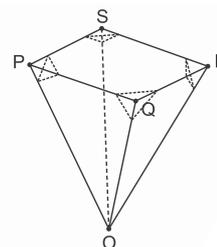


Figura 2

Depois de efetuados os cortes, o lapidador obteve, a partir da pedra maior, uma joia poliédrica cujos números de faces, arestas e vértices são, respectivamente, iguais a

- A 9,20 e 13.
- B 3,24 e 13.
- C 7,15 e 12.
- D 10, 16 e 5.
- E 11, 16 e 5.

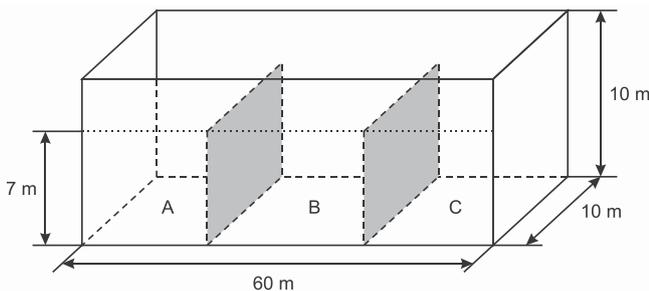
05| ENEM 2016 — O recinto das provas de natação olímpica utiliza a mais avançada tecnologia para proporcionar aos nadadores condições ideais. Isso passa por reduzir o impacto da ondulação e das correntes provocadas pelos nadadores no seu deslocamento. Para conseguir isso, a piscina de competição tem uma profundidade uniforme de 3 m, que ajuda a diminuir a “reflexão” da água (o movimento) contra uma superfície e o regresso no sentido contrário, atingindo os nadadores), além dos já tradicionais 50 m de comprimento e 25 m de largura. Um clube deseja reformar sua piscina de 50 m de comprimento, 20 m de largura e 2 m de profundidade de forma que passe a ter as mesmas dimensões das piscinas olímpicas.

Disponível em: <http://desporto.publico.pt>. Acesso em: 6 ago. 2012.

Após a reforma, a capacidade dessa piscina superará a capacidade da piscina original em um valor mais próximo de

- A 20%
- B 25%
- C 47%
- D 50%
- E 88%

06| ENEM 2016 — Um petroleiro possui reservatório em formato de um paralelepípedo retangular com as dimensões dadas por 60 m x 10 m de base e 10 m de altura. Com o objetivo de minimizar o impacto ambiental de um eventual vazamento, esse reservatório é subdividido em três compartimentos, A, B e C, de mesmo volume, por duas placas de aço retangulares com dimensões de 7 m de altura e 10 m de base, de modo que os compartimentos são interligados, conforme a figura. Assim, caso haja rompimento no casco do reservatório, apenas uma parte de sua carga vazará.



Suponha que ocorra um desastre quando o petroleiro se encontra com sua carga máxima: ele sofre um acidente que ocasiona um furo no fundo do compartimento C.

Para fins de cálculo, considere desprezíveis as espessuras das placas divisórias.

Após o fim do vazamento, o volume de petróleo derramado terá sido de

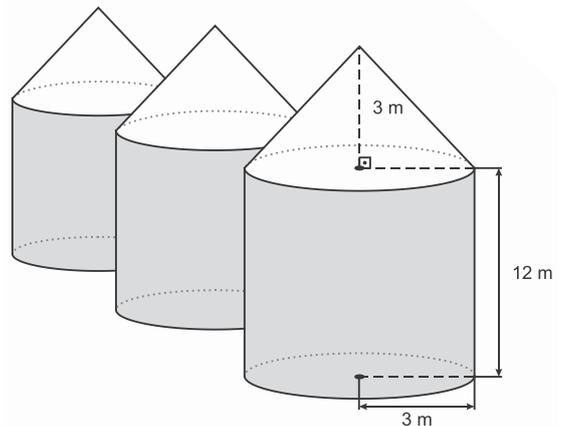
- A $1,4 \times 10^3 \text{ m}^3$
- B $1,8 \times 10^3 \text{ m}^3$
- C $2,0 \times 10^3 \text{ m}^3$
- D $3,2 \times 10^3 \text{ m}^3$
- E $6,0 \times 10^3 \text{ m}^3$

07| ENEM 2016 — É comum os artistas plásticos se apropriarem de entes matemáticos para produzirem, por exemplo, formas e imagens por meio de manipulações. Um artista plástico, em uma de suas obras, pretende retratar os diversos polígonos obtidos pelas intersecções de um plano com uma pirâmide regular de base quadrada.

Segundo a classificação dos polígonos, quais deles são possíveis de serem obtidos pelo artista plástico?

- A Quadrados, apenas.
- B Triângulos e quadrados, apenas.
- C Triângulos, quadrados e trapézios, apenas.
- D Triângulos, quadrados, trapézios e quadriláteros irregulares, apenas.
- E Triângulos, quadrados, trapézios, quadriláteros irregulares e pentágonos, apenas.

08| ENEM 2016 — Em regiões agrícolas, é comum a presença de silos para armazenamento e secagem da produção de grãos, no formato de um cilindro reto, sobreposta por um cone, e dimensões indicadas na figura. O silo fica cheio e o transporte dos grãos é feito em caminhões de carga cuja capacidade é de 20 m^3 . Uma região possui um silo cheio e apenas um caminhão para transportar os grãos para a usina de beneficiamento.



Utilize 3 como aproximação para π .

O número mínimo de viagens que o caminhão precisará fazer para transportar todo o volume de grãos armazenados no silo é

- A 6.
- B 16.
- C 17.
- D 18.
- E 21.

09| ENEM 2016 — Uma indústria de perfumes embala seus produtos, atualmente, em frascos esféricos de raio R , com volume dado por $\frac{4}{3}\pi \cdot (R)^3$.

Observou-se que haverá redução de custos se forem utilizados frascos cilíndricos com raio da base $\frac{R}{3}$, cujo volume será dado por $\pi\left(\frac{R}{3}\right)^2$ sendo h a altura da nova embalagem.

Para que seja mantida a mesma capacidade do frasco esférico, a altura do frasco cilíndrico (em termos de R) deverá ser igual a

- A $2R$.
- B $4R$.
- C $6R$.
- D $9R$.
- E $12R$.

10| ENEM 2016 – A bocha é um esporte jogado em canchas, que são terrenos planos e nivelados, limitados por tablados perimétricos de madeira. O objetivo desse esporte é lançar bochas, que são bolas feitas de um material sintético, de maneira a situá-las o mais perto possível do bolim, que é uma bola menor feita, preferencialmente, de aço, previamente lançada.

A Figura 1 ilustra uma bocha e um bolim que foram jogados em uma cancha. Suponha que um jogador tenha lançado uma bocha, de raio 5 cm, que tenha ficado encostada no bolim, de raio 2 cm, conforme ilustra a Figura 2.

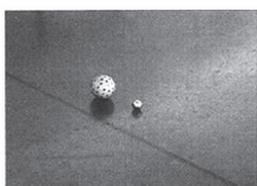


Figura 1

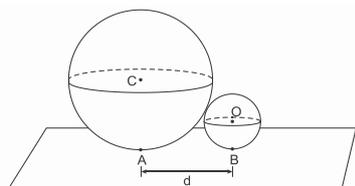


Figura 2

Considere o ponto C como o centro da bocha, e o ponto O como o centro do bolim. Sabe-se que A e B são os pontos em que a bocha e o bolim, respectivamente, tocam o chão da cancha, e que a distância entre A e B é igual a d.

Nessas condições, qual a razão entre d e o raio do bolim?

- A 1
- B $\frac{2\sqrt{10}}{5}$
- C $\frac{\sqrt{10}}{2}$
- D 2
- E $\sqrt{10}$

11| ENEM 2015 – Para o modelo de um troféu foi escolhido um poliedro P, obtido a partir de cortes nos vértices de um cubo. Com um corte plano em cada um dos cantos do cubo, retira-se o canto, que é um tetraedro de arestas menores do que metade da aresta do cubo. Cada face do poliedro P, então, é pintada usando uma cor distinta das demais faces.

Com base nas informações, qual é a quantidade de cores que serão utilizadas na pintura das faces do troféu?

- A 6
- B 8
- C 14
- D 24
- E 30

12| ENEM 2015 – O tampo de vidro de uma mesa quebrou-se e deverá ser substituído por outro que tenha a forma de círculo. O suporte de apoio da mesa tem o formato de um prisma reto, de base em forma de triângulo equilátero com lados medindo 30 cm.

Uma loja comercializa cinco tipos de tampos de vidro circulares com cortes já padronizados, cujos raios medem 18 cm, 26 cm, 30 cm, 35 cm e 60 cm. O proprietário da mesa deseja adquirir nessa loja o tampo de menor diâmetro que seja suficiente para cobrir a base superior do suporte da mesa.

Considere 1,7 como aproximação para $\sqrt{3}$

O tampo a ser escolhido será aquele cujo raio, em centímetros, é igual a

- A 18.
- B 26.
- C 30.
- D 35.
- E 60.

13| ENEM 2015 – Uma empresa necessita colorir parte de suas embalagens, com formato de caixas cúbicas, para que possa colocar produtos diferentes em caixas distintas pela cor, utilizando para isso um recipiente com tinta, conforme Figura 1. Nesse recipiente, mergulhou-se um cubo branco, tal como se ilustra na Figura 2. Desta forma, a parte do cubo que ficou submersa adquiriu a cor da tinta.

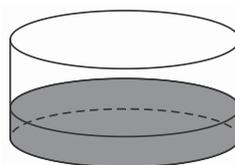


Figura 1

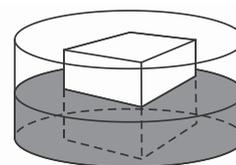
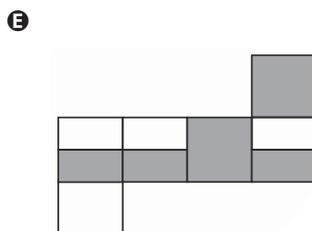
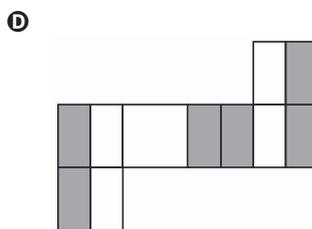
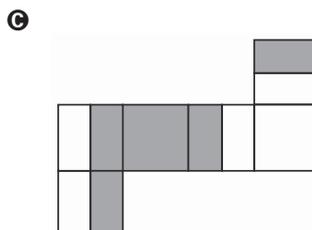
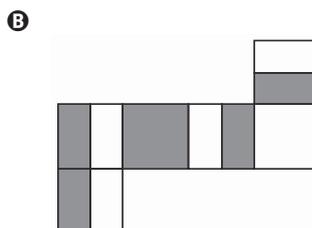
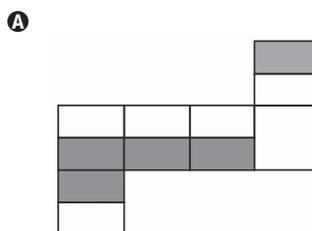


Figura 2

Qual é a planificação desse cubo após submerso?



14| ENEM 2015 – Em uma confeitaria, um cliente comprou um cupcake (pequeno bolo no formato de um tronco de cone regular mais uma cobertura, geralmente composta por um creme), semelhante ao apresentado na figura:



Como o bolinho não seria consumido no estabelecimento, o vendedor verificou que as caixas disponíveis para embalar o doce eram todas em formato de blocos retangulares, cujas medidas estão apresentadas no quadro:

EMBALAGEM	DIMENSÕES (COMPRIMENTO X LARGURA X ALTURA)
I	8,5 cm x 12,2 cm x 9,0 cm
II	10 cm x 11 cm x 15 cm
III	7,2 cm x 8,2 cm x 16 cm
IV	7,5 cm x 7,8 cm x 9,5 cm
V	15 cm x 8 cm x 9 cm

A embalagem mais apropriada para armazenar o doce, de forma a não o deformar e com menor desperdício de espaço na caixa, é

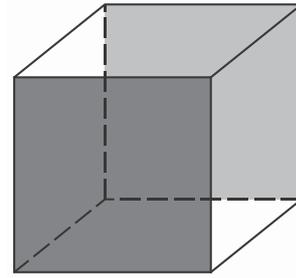
- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

15| ENEM 2015 – Uma fábrica que trabalha com matéria-prima de fibra de vidro possui diversos modelos e tamanhos de caixa-d'água. Um desses modelos é um prisma reto com base quadrada. Com o objetivo de modificar a capacidade de armazenamento de água, está sendo construído um novo modelo, com as medidas das arestas da base duplicadas, sem a alteração da altura, mantendo a mesma forma.

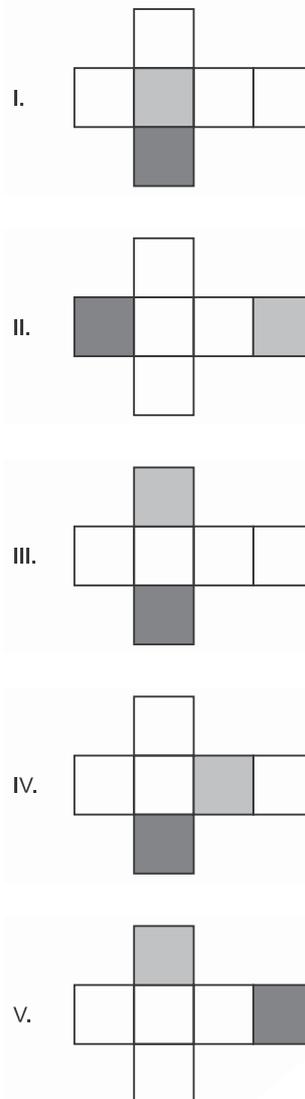
Em relação ao antigo modelo, o volume do novo modelo é

- A oito vezes maior.
- B quatro vezes maior.
- C duas vezes maior.
- D a metade.
- E a quarta parte.

16| ENEM 2015 – Uma empresa que embala seus produtos em caixas de papelão, na forma de hexaedro regular, deseja que seu logotipo seja impresso nas faces opostas pintadas de cinza, conforme a figura:



A gráfica que fará as impressões dos logotipos apresentou as seguintes sugestões planificadas:



Que opção sugerida pela gráfica atende ao desejo da empresa?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

17| ENEM 2015 – Uma fábrica de sorvetes utiliza embalagens plásticas no formato de paralelepípedo retangular reto. Internamente, a embalagem tem 10 cm de altura e base de 20 cm por 10 cm. No processo de confecção do sorvete, uma mistura é colocada na embalagem no estado líquido e, quando levada ao congelador, tem seu volume aumentado em 25%, ficando com consistência cremosa.

Inicialmente é colocada na embalagem uma mistura sabor chocolate com volume de 1.000 cm^3 e, após essa mistura ficar cremosa, será adicionada uma mistura sabor morango, de modo que, ao final do processo de congelamento, a embalagem fique completamente preenchida com sorvete, sem transbordar.

O volume máximo, em cm^3 , da mistura sabor morango que deverá ser colocado na embalagem é

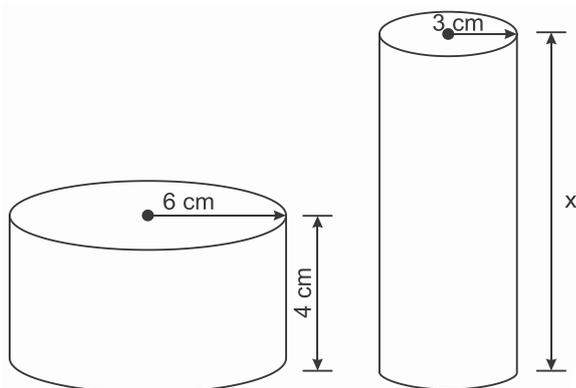
- A 450.
- B 500.
- C 600.
- D 750.
- E 1.000.

18| ENEM 2015 – Ao se perfurar um poço no chão, na forma de um cilindro circular reto, toda a terra retirada é amontoada na forma de um cone circular reto, cujo raio da base é o triplo do raio do poço e a altura é 2,4 metros. Sabe-se que o volume desse cone de terra é 20% maior do que o volume do poço cilíndrico, pois a terra fica mais fofa após ser escavada.

Qual é a profundidade, em metros, desse poço?

- A 1,44
- B 6,00
- C 7,20
- D 8,64
- E 36,00

19| ENEM 2015 – Uma fábrica brasileira de exportação de peixes vende para o exterior atum em conserva, em dois tipos de latas cilíndricas: uma de altura igual a 4 cm e raio 6 cm, e outra de altura desconhecida e raio de 3 cm, respectivamente, conforme figura. Sabe-se que a medida do volume da lata que possui raio maior, V_1 , é 1,6 vezes a medida do volume da lata que possui raio menor, V_2 .



A medida da altura desconhecida vale

- A 8 cm.
- B 10 cm.
- C 16 cm.
- D 20 cm.
- E 40 cm.

20| ENEM 2015 – Para resolver o problema de abastecimento de água foi decidida, numa reunião do condomínio, a construção de uma nova cisterna. A cisterna atual tem formato cilíndrico, com 3 m de altura e 2 m de diâmetro, e estimou-se que a nova cisterna deverá comportar 81 m^3 de água, mantendo o formato cilíndrico e a altura da atual. Após a inauguração da nova cisterna a antiga será desativada.

Utilize 3,0 como aproximação para π .

Qual deve ser o aumento, em metros, no raio da cisterna para atingir o volume desejado?

- A 0,5
- B 1,0
- C 2,0
- D 3,5
- E 8,0

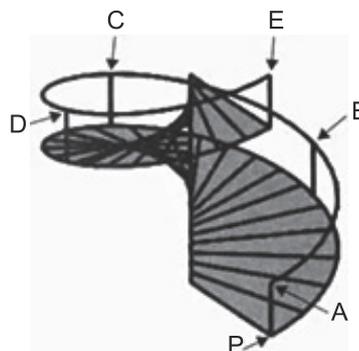
21| ENEM 2015 – Um artesão fabrica vários tipos de potes cilíndricos. Mostrou a um cliente um pote de raio de base a e altura b . Esse cliente, por sua vez, quer comprar um pote com o dobro do volume do pote apresentado. O artesão diz que possui potes com as seguintes dimensões:

- Pote I: raio a e altura $2b$
- Pote II: raio $2a$ e altura b
- Pote III: raio $2a$ e altura $2b$
- Pote IV: raio $4a$ e altura b
- Pote V: raio $4a$ e altura $2b$

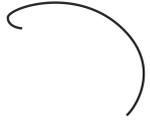
O pote que satisfaz a condição imposta pelo cliente é o

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

22| ENEM 2014 – O acesso entre os dois andares de uma casa é feito através de uma escada circular (escada caracol), representada na figura. Os cinco pontos A, B, C, D, E sobre o corrimão estão igualmente espaçados, e os pontos P, A e E estão em uma mesma reta. Nessa escada, uma pessoa caminha deslizando a mão sobre o corrimão do ponto A até o ponto D.



A figura que melhor representa a projeção ortogonal, sobre o piso da casa (plano), do caminho percorrido pela mão dessa pessoa é:

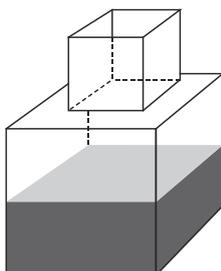
- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

23| ENEM 2014 – Um carpinteiro fabrica portas retangulares maciças, feitas de um mesmo material. Por ter recebido de seus clientes pedidos de portas mais altas, aumentou sua altura em $\frac{1}{8}$, preservando suas espessuras. A fim de manter o custo com o material de cada porta, precisou reduzir a largura.

A razão entre a largura da nova porta e a largura da porta anterior é

- A $\frac{1}{8}$
- B $\frac{7}{8}$
- C $\frac{8}{7}$
- D $\frac{8}{9}$
- E $\frac{9}{8}$

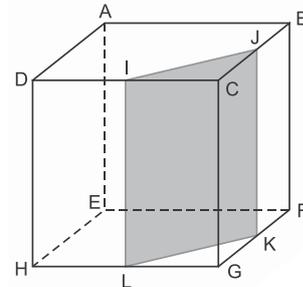
24| ENEM 2014 – Um fazendeiro tem um depósito para armazenar leite formado por duas partes cúbicas que se comunicam, como indicado na figura. A aresta da parte cúbica de baixo tem medida igual ao dobro da medida da aresta da parte cúbica de cima. A torneira utilizada para encher o depósito tem vazão constante e levou 8 minutos para encher metade da parte de baixo.



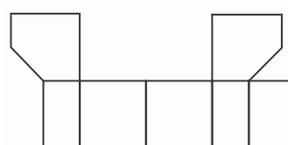
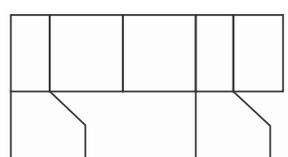
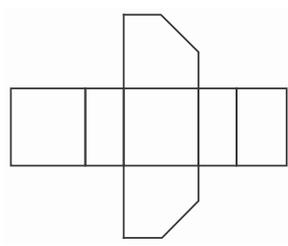
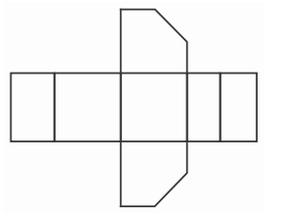
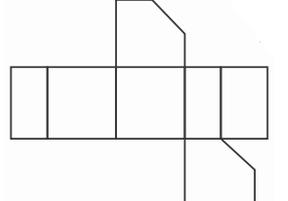
Quantos minutos essa torneira levará para encher completamente o restante do depósito?

- A 8.
- B 10.
- C 16.
- D 18.
- E 24.

25| ENEM 2014 – Corta-se um cubo ABCDEFGH por um plano ortogonal às faces ABCD e EFGH que contém os pontos médios I e J das arestas CD e BC e elimina-se, em seguida, o prisma IJCLKG, obtendo-se o prisma ABJIDEFKLH.

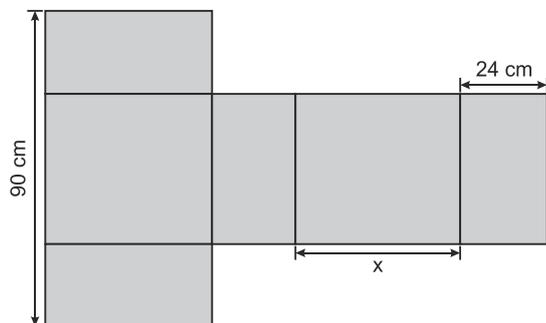


A planificação da superfície do prisma resultante ABJIDEFKLH corresponde à figura

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

26| ENEM 2014 – Conforme regulamento da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), o passageiro que embarcar em voo doméstico poderá transportar bagagem de mão, contudo a soma das dimensões da bagagem (altura + comprimento + largura) não pode ser superior a 115 cm.

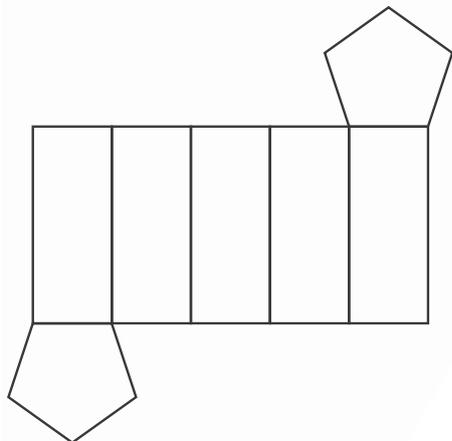
A figura mostra a planificação de uma caixa que tem a forma de um paralelepípedo retângulo.



O maior valor possível para x , em centímetros, para que a caixa permaneça dentro dos padrões permitidos pela Anac é

- A 25.
- B 33.
- C 42.
- D 45.
- E 49.

27| ENEM 2014 – Um lojista adquiriu novas embalagens para presentes que serão distribuídas aos seus clientes. As embalagens foram entregues para serem montadas e têm forma dada pela figura.



Após montadas, as embalagens formarão um sólido com quantas arestas?

- A 10
- B 12
- C 14
- D 15
- E 16

28| ENEM 2014 – A caixa-d'água de uma casa tem a forma de um paralelepípedo reto-retângulo e possui dimensões externas (comprimento, largura e altura) de, respectivamente, 4,0 m, 3,0 m e 2,5 m. É necessária a impermeabilização de todas as faces externas dessa caixa, incluindo a tampa. O fornecedor do impermeabilizante informou ao dono da casa que seu produto é fornecido em galões, de capacidade igual a 4,0 litros. Informou, ainda, que cada litro impermeabiliza uma área de 17.700 cm² e são necessárias 3 demãos de produto para garantir um bom resultado.

Com essas informações, para obter um bom resultado no trabalho de impermeabilização, o dono da casa precisará comprar um número mínimo de galões para a execução desse serviço igual a

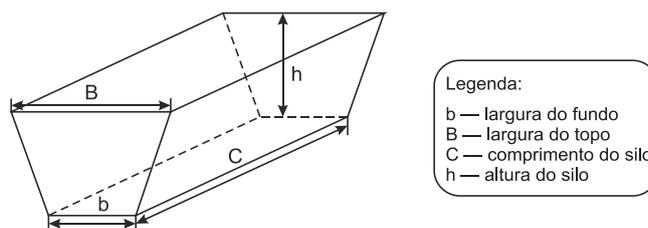
- A 9.
- B 13.
- C 19.
- D 25.
- E 45.

29| ENEM 2014 – O condomínio de um edifício permite que cada proprietário de apartamento construa um armário em sua vaga de garagem. O projeto da garagem, na escala 1 : 100, foi disponibilizado aos interessados já com as especificações das dimensões do armário, que deveria ter o formato de um paralelepípedo retângulo reto, com dimensões, no projeto, iguais a 3 cm, 1 cm e 2 cm.

O volume real do armário, em centímetros cúbicos, será

- A 6.
- B 600.
- C 6.000.
- D 60.000.
- E 6.000.000.

30| ENEM 2014 – Na alimentação de gado de corte, o processo de cortar a forragem, colocá-la no solo, compactá-la e protegê-la com uma vedação denomina-se silagem. Os silos mais comuns são os horizontais, cuja forma é a de um prisma reto trapezoidal, conforme mostrado na figura.



Legenda:

- b — largura do fundo
- B — largura do topo
- C — comprimento do silo
- h — altura do silo

Considere um silo de 2m de altura, 6m de largura de topo e 20m de comprimento. Para cada metro de altura do silo, a largura do topo tem 0,5m a mais do que a largura do fundo. Após a silagem, 1 tonelada de forragem ocupa 2m³ desse tipo de silo.

EMBRAPA. *Gado de corte*. Disponível em: www.cnpqc.embrapa.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Após a silagem, a quantidade máxima de forragem que cabe no silo, em toneladas, é

- A 110.
- B 125.
- C 130.
- D 220.
- E 260.

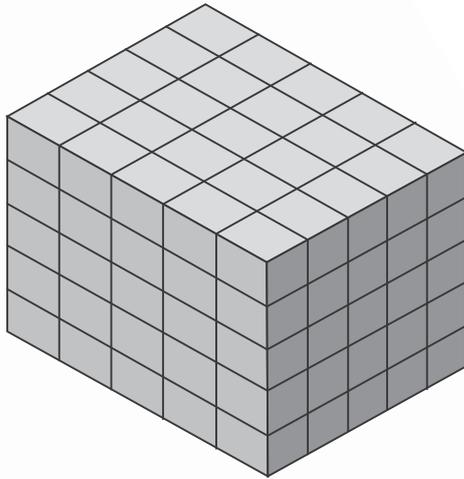
31| ENEM PPL 2014 – Uma pessoa comprou um aquário em forma de um paralelepípedo retângulo reto, com 40 cm de comprimento, 15 cm de largura e 20 cm de altura. Chegando em casa, colocou no aquário uma quantidade de água igual à metade de sua capacidade. A seguir, para enfeitá-lo, irá colocar pedrinhas coloridas, de volume igual a 50 cm³ cada, que ficarão totalmente submersas no aquário.

Após a colocação das pedrinhas, o nível da água deverá ficar a 6 cm do topo do aquário.

O número de pedrinhas a serem colocadas deve ser igual a

- A 48.
- B 72.
- C 84.
- D 120.
- E 168.

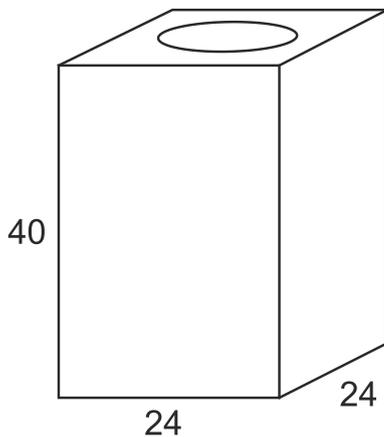
32| ENEM 2014 — Uma fábrica de rapadura vende seus produtos empacotados em uma caixa com as seguintes dimensões: 25 cm de comprimento; 10 cm de altura e 15 cm de profundidade. O lote mínimo de rapaduras vendido pela fábrica é um agrupamento de 125 caixas dispostas conforme a figura.



Qual é o volume do lote mínimo comercializado pela fábrica de rapaduras?

- A** 3.750 cm³
- B** 18.750 cm³
- C** 93.750 cm³
- D** 468.750 cm³
- E** 2.343.750 cm³

33| ENEM 2014 — Uma lata de tinta, com a forma de um paralelepípedo retangular reto, tem as dimensões, em centímetros, mostradas na figura.



Será produzida uma nova lata, com os mesmos formato e volume, de tal modo que as dimensões de sua base sejam 25% maiores que as da lata atual.

Para obter a altura da nova lata, a altura da lata atual deve ser reduzida em

- A** 14,4%
- B** 20%
- C** 32,0%
- D** 36,0%
- E** 64,0%

34| ENEM 2014 — Um agricultor possui em sua fazenda um silo para armazenar sua produção de milho. O silo, que na época da colheita é utilizado em sua capacidade máxima, tem a forma de um paralelepípedo retângulo reto, com os lados da base medindo L metros e altura igual a h metros. O agricultor deseja duplicar a sua produção para o próximo ano e, para isso, irá comprar um novo silo, no mesmo formato e com o dobro da capacidade do atual. O fornecedor de silos enviou uma lista com os tipos disponíveis e cujas dimensões são apresentadas na tabela:

Tipo de silo	Lado (em metros)	Altura (em metros)
I	L	$2h$
II	$2L$	h
III	$2L$	$2h$
IV	$4L$	h
V	L	$4h$

Para atender às suas necessidades, o agricultor deverá escolher o silo de tipo

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

35| ENEM 2014 — Uma empresa que organiza eventos de formatura confecciona canudos de diplomas a partir de folhas de papel quadradas. Para que todos os canudos fiquem idênticos, cada folha é enrolada em torno de um cilindro de madeira de diâmetro d em centímetros, sem folga, dando-se 5 voltas completas em torno de tal cilindro. Ao final, amarra-se um cordão no meio do diploma, bem ajustado, para que não ocorra o desenrolamento, como ilustrado na figura.



Em seguida, retira-se o cilindro de madeira do meio do papel enrolado, finalizando a confecção do diploma. Considere que a espessura da folha de papel original seja desprezível.

Qual é a medida, em centímetros, do lado da folha de papel usado na confecção do diploma?

- A** rd
- B** $2rd$
- C** $4rd$
- D** $5rd$
- E** $10rd$

36| ENEM 2014 — Uma empresa farmacêutica produz medicamentos em pílulas, cada uma na forma de um cilindro com uma semiesfera com o mesmo raio do cilindro em cada uma de suas extremidades. Essas pílulas são moldadas por uma máquina programada para que os cilindros tenham sempre 10mm de comprimento, adequando o raio de acordo com o volume desejado.

Um medicamento é produzido em pílulas com 5mm de raio. Para facilitar a deglutição, deseja-se produzir esse medicamento diminuindo o raio para 4mm, e, por consequência, seu volume. Isso exige a reprogramação da máquina que produz essas pílulas.

Use 3 como valor aproximado para π .

A redução do volume da pílula, em milímetros cúbicos, após a reprogramação da máquina, será igual a

- A** 168.
- B** 304.
- C** 306.
- D** 378.
- E** 514.

37| ENEM 2014 – Para fazer um pião, brinquedo muito apreciado pelas crianças, um artesão utilizará o torno mecânico para trabalhar num pedaço de madeira em formato de cilindro reto, cujas medidas do diâmetro e da altura estão ilustradas na Figura 1. A parte de cima desse pião será uma semiesfera, e a parte de baixo, um cone com altura 4 cm, conforme Figura 2. O vértice do cone deverá coincidir com o centro da base do cilindro.

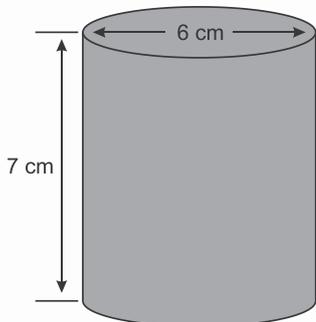


Figura 1

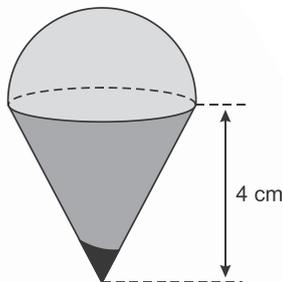


Figura 2

O artesão deseja fazer um pião com a maior altura que esse pedaço de madeira possa proporcionar e de modo a minimizar a quantidade de madeira a ser descartada.

Dados:

O volume de uma esfera de raio r é $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$;

O volume do cilindro de altura h e área da base S é $s \cdot h$;

O volume do cone de altura h e área da base s é $\frac{1}{3} \cdot S \cdot h$;

Por simplicidade, aproxime π para 3.

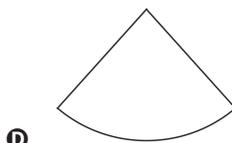
A quantidade de madeira descartada, em centímetros cúbicos, é

- A** 45.
- B** 48.
- C** 72.
- D** 90.
- E** 99.

38| ENEM 2014 – Um sinalizador de trânsito tem o formato de um cone circular reto. O sinalizador precisa ser revestido externamente com adesivo fluorescente, desde sua base (base do cone) até a metade de sua altura, para sinalização noturna. O responsável pela colocação do adesivo precisa fazer o corte do material de maneira que a forma do adesivo corresponda exatamente à parte da superfície lateral a ser revestida.

Qual deverá ser a forma do adesivo?

- A**
- B**
- C**

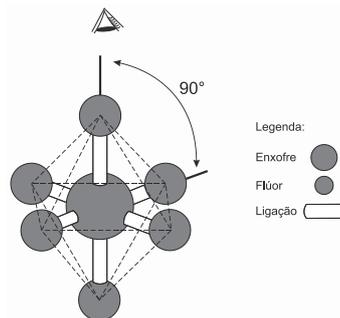


D



E

39| ENEM 2014 – A figura é uma representação tridimensional da molécula do hexafluoreto de enxofre, que tem a forma bipiramidal quadrada, na qual o átomo central de enxofre está cercado por seis átomos de flúor, situados nos seis vértices de um octaedro. O ângulo entre qualquer par de ligações enxofre-flúor adjacentes mede 90° .



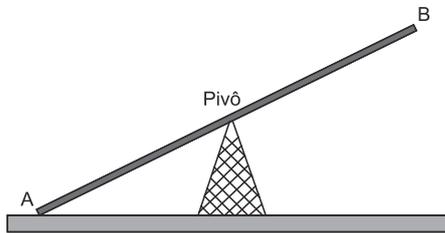
Disponível em: www.portalsaofrancisco.com.br. Acesso em: 2 mar. 2013 (adaptado).

A vista superior da molécula, como representada na figura, é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

40| ENEM 2013 – Gangorra é um brinquedo que consiste de uma tábua longa e estreita equilibrada e fixada no seu ponto central (pivô). Nesse brinquedo, duas pessoas sentam-se nas extremidades e, alternadamente, impulsionam-se para cima, fazendo descer a extremidade oposta, realizando, assim, o movimento da gangorra.

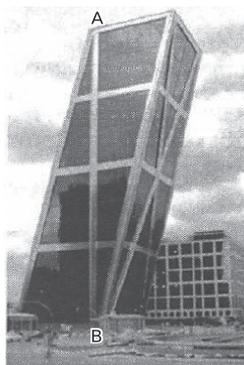
Considere a gangorra representada na figura, em que os pontos A e B são equidistantes do pivô:



A projeção ortogonal da trajetória dos pontos A e B, sobre o plano do chão da gangorra, quando esta se encontra em movimento, é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

41| ENEM 2013 – As torres Puerta de Europa são duas torres inclinadas uma contra a outra, construídas numa avenida de Madri, na Espanha. A inclinação das torres é de 15° com a vertical e elas têm, cada uma, uma altura de 114 m (a altura é indicada na figura como o segmento AB). Estas torres são um bom exemplo de um prisma oblíquo de base quadrada e uma delas pode ser observada na imagem.

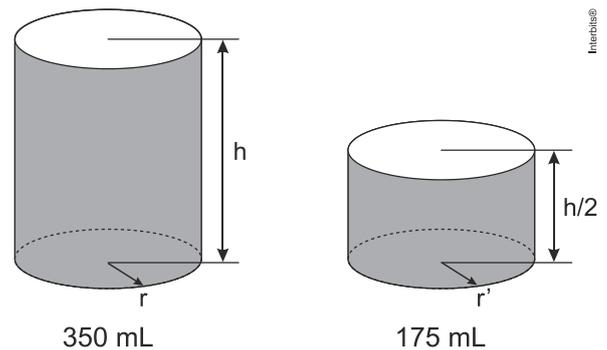


Disponível em: www.flickr.com. Acesso em: 27 mar. 2012

Utilizando 0,26 como valor aproximado para tangente de 15° e duas casas decimais nas operações, descobre-se que a área da base desse prédio ocupa na avenida um espaço

- A** menor que 100m².
- B** entre 100m² e 300m².
- C** entre 300m² e 500m².
- D** entre 500m² e 700m².
- E** maior que 700m².

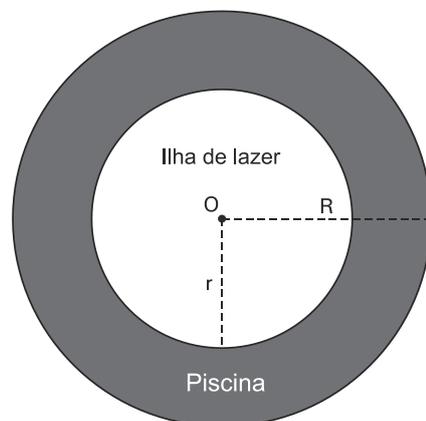
42| ENEM 2013 – Um fabricante de bebidas, numa jogada de marketing, quer lançar no mercado novas embalagens de latas de alumínio para os seus refrigerantes. As atuais latas de 350 mL devem ser substituídas por uma nova embalagem com metade desse volume, conforme mostra a figura:



De acordo com os dados anteriores, qual a relação entre o raio r' da embalagem de 175 mL e o raio r da embalagem de 350 mL?

- A** $r' = \sqrt{r}$
- B** $r' = \frac{r}{2}$
- C** $r' = r$
- D** $r' = 2r$
- E** $r' = \sqrt[3]{2}$

43| ENEM 2013 – Num parque aquático existe uma piscina infantil na forma de um cilindro circular reto, de 1 m de profundidade e volume igual a 12m³, cuja base tem um raio R e centro O . Deseja-se construir uma ilha de lazer seca no interior dessa piscina, também na forma de um cilindro circular reto, cuja base estará no fundo e com centro da base coincidindo com o centro do fundo da piscina, conforme a figura. O raio da ilha de lazer será r . Deseja-se que após a construção dessa ilha, o espaço destinado à água na piscina tenha um volume de, no mínimo, 4m³.

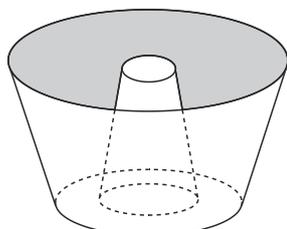


Considere 3 como o valor aproximado para π .

Para satisfazer as condições dadas, o raio máximo da ilha de lazer r , em metros, estará mais próximo de

- A 1,6.
- B 1,7.
- C 2,0.
- D 3,0.
- E 3,8.

44| ENEM 2013 — Uma cozinheira, especialista em fazer bolos, utiliza uma forma no formato representado na figura:

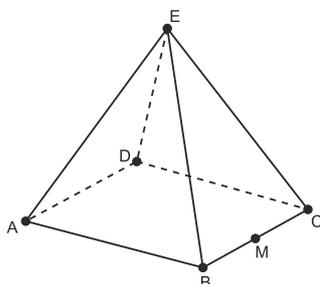


Nela identifica-se a representação de duas figuras geométricas tridimensionais.

Essas figuras são

- A um tronco de cone e um cilindro.
- B um cone e um cilindro.
- C um tronco de pirâmide e um cilindro.
- D dois troncos de cone.
- E dois cilindros.

45| ENEM 2012 — João propôs um desafio a Bruno, seu colega de classe: ele iria descrever um deslocamento pela pirâmide a seguir e Bruno deveria desenhar a projeção desse deslocamento no plano da base da pirâmide.



O deslocamento descrito por João foi: mova-se pela pirâmide, sempre em linha reta, do ponto A ao ponto E, a seguir do ponto E ao ponto M, e depois de M a C.

O desenho que Bruno deve fazer é

- A
- B

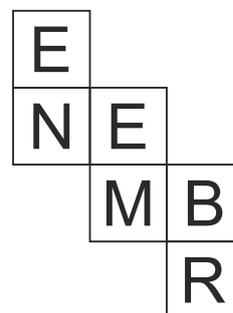
- C
- D
- E

46| ENEM 2012 — Em um terreno, deseja-se instalar uma piscina com formato de um bloco retangular de altura 1 m e base de dimensões 20m x 10 m. Nas faces laterais e no fundo desta piscina será aplicado um líquido para a impermeabilização. Esse líquido deve ser aplicado na razão de 1 L para cada 1 m² de área a ser impermeabilizada. O fornecedor A vende cada lata de impermeabilizante de 10 L por R\$ 100,00, e o B vende cada lata de 15 L por R\$ 145,00.

Determine a quantidade de latas de impermeabilizante que deve ser comprada e o fornecedor a ser escolhido, de modo a se obter o menor custo.

- A Fabricante A, 26 latas.
- B Fabricante A, 46 latas.
- C Fabricante B, 17 latas.
- D Fabricante B, 18 latas.
- E Fabricante B, 31 latas.

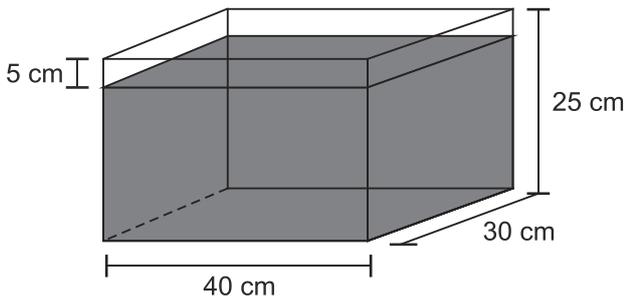
47| ENEM 2012 — Em uma aula de matemática, a professora propôs que os alunos construíssem um cubo a partir da planificação em uma folha de papel, representada na figura a seguir.



Após a construção do cubo, apoiou-se sobre a mesa a face com a letra M. As faces paralelas deste cubo são representadas pelos pares de letras

- A E-N, E-M e B-R.
- B B-N, E-E e M-R.
- C E-M, B-N e E-R.
- D B-E, E-R e M-N.
- E E-N, B-M e E-R.

48| ENEM 2012 – Alguns objetos, durante a sua fabricação, necessitam passar por um processo de resfriamento. Para que isso ocorra, uma fábrica utiliza um tanque de resfriamento, como mostrado na figura.



O que aconteceria com o nível da água se colocássemos no tanque um objeto cujo volume fosse de $2\,400\text{ cm}^3$?

- A O nível subiria 0,2 cm, fazendo a água ficar com 20,2 cm de altura.
- B O nível subiria 1 cm, fazendo a água ficar com 21 cm de altura.
- C O nível subiria 2 cm, fazendo a água ficar com 22 cm de altura.
- D O nível subiria 8 cm, fazendo a água transbordar.
- E O nível subiria 20 cm, fazendo a água transbordar.

49| ENEM 2012 – O Museu do Louvre, localizado em Paris, na França, é um dos museus mais visitados do mundo. Uma de suas atrações é a Pirâmide de Vidro, construída no final da década de 1980. A seguir tem-se, na Figura 1, uma foto da Pirâmide de Vidro do Louvre e, na Figura 2, uma pirâmide reta de base quadrada que a ilustra.



Figura 1

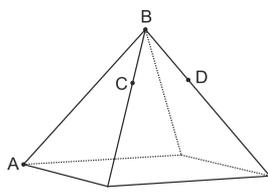


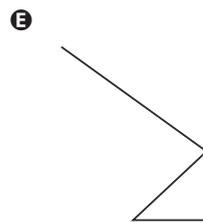
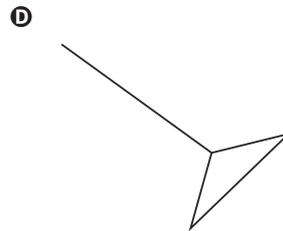
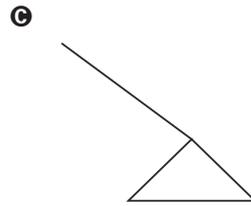
Figura 2

Considere os pontos A, B, C, D como na Figura 2. Suponha que alguns reparos devem ser efetuados na pirâmide. Para isso, uma pessoa fará o seguinte deslocamento: 1) partir do ponto A e ir até o ponto B, deslocando-se pela aresta AB; 2) ir de B até C, deslocando-se pela aresta que contém esses dois pontos; 3) ir de C até D, pelo caminho de menor comprimento; 4) deslocar-se de D até B pela aresta que contém esses dois pontos.

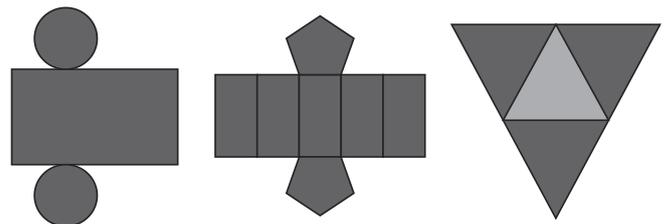
Disponível em: <http://viagenslacoste.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012.

A projeção do trajeto da pessoa no plano da base da pirâmide é melhor representada por

- A
- B



50| ENEM 2012 – Maria quer inovar em sua loja de embalagens e decidiu vender caixas com diferentes formatos. Nas imagens apresentadas estão as planificações dessas caixas.



Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?

- A Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- B Cone, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- C Cone, tronco de pirâmide e prisma.
- D Cilindro, tronco de pirâmide e prisma.
- E Cilindro, prisma e tronco de cone.

51| ENEM 2012 – Uma prefeitura possui modelos de lixeira de forma cilíndrica, sem tampa, com raio medindo 10 cm e altura de 50 cm. Para fazer uma compra adicional, solicita à empresa fabricante um orçamento de novas lixeiras, com a mesma forma e outras dimensões. A prefeitura só irá adquirir as novas lixeiras se a capacidade de cada uma for no mínimo dez vezes maior que o modelo atual e seu custo unitário não ultrapassar R\$ 20,00. O custo de cada lixeira é proporcional à sua área total e o preço do material utilizado na sua fabricação é de R\$ 0,20 para cada 100 cm^2 . A empresa apresenta um orçamento discriminando o custo unitário e as dimensões, com o raio sendo o triplo do anterior e a altura aumentada em 10 cm. (Aproxime π para 3.)

O orçamento dessa empresa é rejeitado pela prefeitura, pois

- A o custo de cada lixeira ficou em R\$ 21,60.
- B o custo de cada lixeira ficou em R\$ 27,00.
- C o custo de cada lixeira ficou em R\$ 32,40.
- D a capacidade de cada lixeira ficou 3 vezes maior.
- E capacidade de cada lixeira ficou 9 vezes maior.

52| ENEM 2012 – O globo da morte é uma atração muito usada em circos. Ele consiste em uma espécie de jaula em forma de uma superfície esférica feita de aço, onde motoqueiros andam com suas motos por dentro. A seguir, tem-se, na Figura 1, uma foto de um globo da morte e, na Figura 2, uma esfera que ilustra um globo da morte.

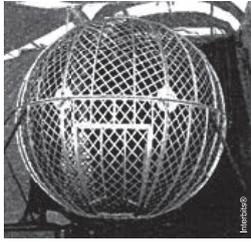


Figura 1

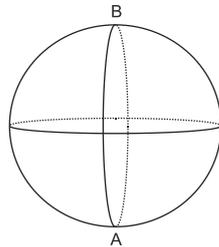


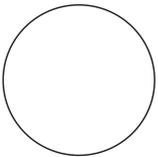
Figura 2

Na Figura 2, o ponto A está no plano do chão onde está colocado o globo da morte e o segmento AB passa pelo centro da esfera e é perpendicular ao plano do chão. Suponha que há um foco de luz direcionado para o chão colocado no ponto B e que um motoqueiro faça um trajeto dentro da esfera, percorrendo uma circunferência que passa pelos pontos A e B.

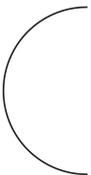
Disponível em: www.baixaki.com.br. Acesso em: 29 fev. 2012.

A imagem do trajeto feito pelo motoqueiro no plano do chão é melhor representada por

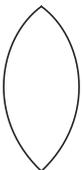
A



B



C



D



E



53| ENEM 2012 – Nas empresas em geral, são utilizados dois tipos de copos plásticos descartáveis, ambos com a forma de troncos de cones circulares retos:

- copos pequenos, para a ingestão de café: raios das bases iguais a 2,4 cm e 1,8 cm e altura igual a 3,6 cm;

- copos grandes, para a ingestão de água: raios das bases iguais a 3,6 cm e 2,4 cm e altura igual a 8,0 cm.

Uma dessas empresas resolve substituir os dois modelos de copos descartáveis, fornecendo para cada um de seus funcionários canecas com a forma de um cilindro circular reto de altura igual a 6 cm e raio da base de comprimento igual a y centímetros. Tais canecas serão usadas tanto para beber café como para beber água.

Sabe-se que o volume de um tronco de cone circular reto, cujos raios das bases são respectivamente iguais a R e r e a altura é h , é dado pela expressão:

$$V_{\text{troncodecone}} = \frac{\pi h}{3}(R^2 + r^2 + Rr)$$

O raio y da base dessas canecas deve ser tal que y^2 seja, no mínimo, igual a

- A** 2,664 cm.
- B** 7,412 cm.
- C** 12,160 cm.
- D** 14,824 cm.
- E** 19,840 cm.

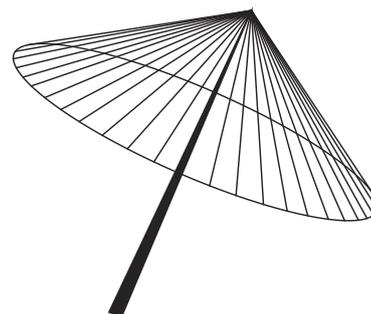
54| ENEM 2011 – É possível usar água ou comida para atrair as aves e observá-las. Muitas pessoas costumam usar água com açúcar, por exemplo, para atrair beija-flores. Mas é importante saber que, na hora de fazer a mistura, você deve sempre usar uma parte de açúcar para cinco partes de água. Além disso, em dias quentes, precisa trocar a água de duas a três vezes, pois com o calor ela pode fermentar e, se for ingerida pela ave, pode deixá-la doente. O excesso de açúcar, ao cristalizar, também pode manter o bico da ave fechado, impedindo-a de se alimentar. Isso pode até matá-la.

Ciência Hoje das Crianças. FNDE; Instituto Ciência Hoje, n. 166, mar 1996.

Pretende-se encher completamente um copo com a mistura para atrair beija-flores. O copo tem formato cilíndrico, e suas medidas são 10 cm de altura e 4 cm de diâmetro. A quantidade de água que deve ser utilizada na mistura é cerca de (utilize $\pi = 3$)

- A** 20 mL.
- B** 24 mL.
- C** 100 mL.
- D** 120 mL.
- E** 600 mL.

55| ENEM 2011 – A figura seguinte mostra um modelo de sombrinha muito usado em países orientais.



Disponível em: <http://mdmat.psyco.ufrgs.br>. Acesso em: 1 maio 2010.

Esta figura é uma representação de uma superfície de revolução chamada de

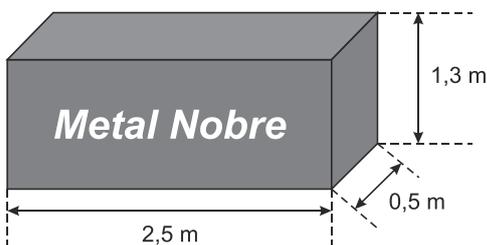
- A pirâmide.
- B semiesfera.
- C cilindro.
- D tronco de cone.
- E cone.

56| ENEM 2010 — Para confeccionar, em madeira, um cesto de lixo que comporá o ambiente decorativo de uma sala de aula, um marceneiro utilizará, para as faces laterais, retângulos e trapézios isósceles e, para o fundo, um quadrilátero, com os lados de mesma medida e ângulos retos.

Qual das figuras representa o formato de um cesto que possui as características estabelecidas?

- A 
- B 
- C 
- D 
- E 

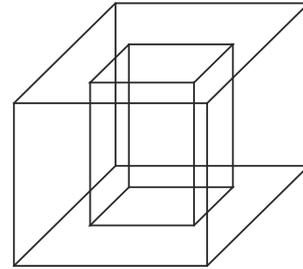
57| ENEM 2010 — A siderúrgica “Metal Nobre” produz diversos objetos maciços utilizando o ferro. Um tipo especial de peça feita nessa companhia tem o formato de um paralelepípedo retangular, de acordo com as dimensões indicadas na figura que segue.



O produto das três dimensões indicadas na peça resultaria na medida da grandeza

- A massa.
- B volume.
- C superfície.
- D capacidade.
- E comprimento.

58| ENEM 2010 — Um porta-lápis de madeira foi construído no formato cúbico, seguindo o modelo ilustrado a seguir. O cubo de dentro e vazio. A aresta do cubo maior mede 12 cm e a do cubo menor, que é interno, mede 8 cm.



O volume de madeira utilizado na confecção desse objeto foi de

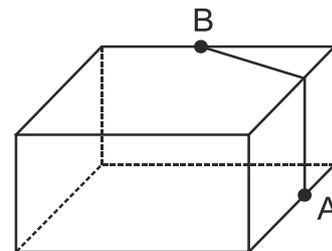
- A 12 cm³.
- B 64 cm³.
- C 96 cm³.
- D 1 216 cm³.
- E 1 728 cm³.

59| ENEM 2010 — Uma fábrica produz barras de chocolates no formato de paralelepípedos e de cubos, com o mesmo volume. As arestas da barra de chocolate no formato de paralelepípedo medem 3 cm de largura, 18 cm de comprimento e 4 cm de espessura.

Analisando as características das figuras geométricas descritas, a medida das arestas dos chocolates que têm o formato de cubo é igual a

- A 5 cm.
- B 6 cm.
- C 12 cm.
- D 24 cm.
- E 25 cm.

60| ENEM 2010 — A figura seguinte ilustra um salão de um clube onde estão destacados os pontos A e B.



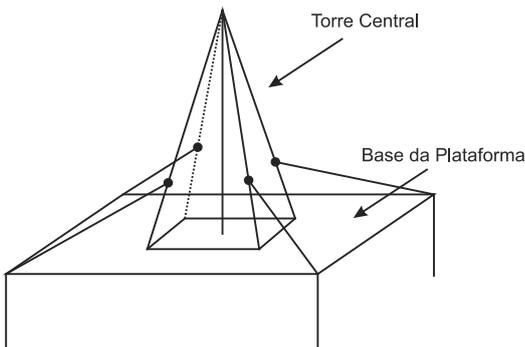
Nesse salão, o ponto em que chega o sinal da TV a cabo fica situado em A. A fim de instalar um telão para a transmissão dos jogos de futebol da Copa do Mundo, esse sinal deverá ser levado até o ponto B por meio de um cabeamento que seguirá na parte interna da parede e do teto.

O menor comprimento que esse cabo deverá ter para ligar os pontos A e B poderá ser obtido por meio da seguinte representação no plano:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

61| ENEM 2010 – Devido aos fortes ventos, uma empresa exploradora de petróleo resolveu reforçar a segurança de suas plataformas marítimas, colocando cabos de aço para melhor afixar a torre central.

Considere que os cabos ficarão perfeitamente esticados e terão uma extremidade no ponto médio das arestas laterais da torre central (pirâmide quadrangular regular) e a outra no vértice da base da plataforma (que é um quadrado de lados paralelos aos lados da base da torre central e centro coincidente com o centro da base da pirâmide), como sugere a ilustração.



Se a altura e a aresta da base da torre central medem, respectivamente, 24 m e $6\sqrt{2}$ m e o lado da base da plataforma mede $19\sqrt{2}$ m, então a medida, em metros, de cada cabo será igual a

- A** $\sqrt{288}$
- B** $\sqrt{313}$
- C** $\sqrt{328}$
- D** $\sqrt{400}$
- E** $\sqrt{505}$

62| ENEM 2010 – João tem uma loja onde fabrica e vende moedas de chocolate com diâmetro de 4 cm e preço de R\$ 1,50 a unidade. Pedro vai a essa loja e, após comer várias moedas de chocolate, sugere ao João que ele faça moedas com 8 cm de diâmetro e mesma espessura e cobre R\$ 3,00 a unidade.

Considerando que o preço da moeda depende apenas da quantidade de chocolate, João

- A** aceita a proposta de Pedro, pois, se dobra o diâmetro, o preço também deve dobrar.
- B** rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 12,00.
- C** rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 7,50.
- D** rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 6,00.
- E** rejeita a proposta de Pedro, pois o preço correto seria R\$ 4,50.

63| ENEM 2010 – No manejo sustentável de florestas, é preciso muitas vezes obter o volume da tora que pode ser obtida a partir de uma árvore. Para isso, existe um método prático, em que se mede a circunferência da árvore à altura do peito de um homem (1,30 m), conforme indicado na figura. A essa medida denomina-se “rodo” da árvore. O quadro a seguir indica a fórmula para se *cubar*, ou seja, obter o volume da tora em m^3 a partir da medida do rodo e da altura da árvore.

	<p>O volume da tora em m^3 é dado por</p> <p>$V = \text{rodo}^2 \times \text{altura} \times 0,06$</p> <p>O rodo e a altura da árvore devem ser medidos em metros. O coeficiente 0,06 foi obtido experimentalmente.</p>
--	---

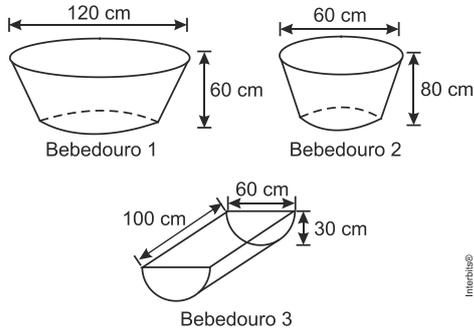
Um técnico em manejo florestal recebeu a missão de *cubar*, abater e transportar cinco toras de madeira, de duas espécies diferentes, sendo

- 3 toras da espécie I, com 3 m de rodo, 12 m de comprimento e densidade 0,77 toneladas/ m^3 ;
- 2 toras da espécie II, com 4 m de rodo, 10 m de comprimento e densidade 0,78 toneladas/ m^3 .

Após realizar seus cálculos, o técnico solicitou que enviassem caminhões para transportar uma carga de, aproximadamente,

- A** 29,9 toneladas.
- B** 31,1 toneladas.
- C** 32,4 toneladas.
- D** 35,3 toneladas.
- E** 41,8 toneladas.

64| ENEM 2010 – Alguns testes de preferência por bebedouros de água foram realizados com bovinos, envolvendo três tipos de bebedouros, de formatos e tamanhos diferentes. Os bebedouros 1 e 2 têm a forma de um tronco de cone circular reto, de altura igual a 60 cm, e diâmetro da base superior igual a 120 cm e 60 cm, respectivamente. O bebedouro 3 é um semicilindro, com 30 cm de altura, 100 cm de comprimento e 60 cm de largura. Os três recipientes estão ilustrados na figura.



A escolha do bebedouro. In: *Biotemas*. V.22, no. 4, 2009 (adaptado).

Considerando que nenhum dos recipientes tenha tampa, qual das figuras a seguir representa uma planificação para o bebedouro 3?

- A
- B
- C
- D
- E

65| ENEM 2010 – Para construir uma manilha de esgoto, um cilindro com 2 m de diâmetro e 4 m de altura (de espessura desprezível), foi envolvido homogeneamente por uma camada de concreto, contendo 20 cm de espessura.

Supondo que cada metro cúbico de concreto custe R\$ 10,00 e tomando 3,1 como valor aproximado de π , então o preço dessa manilha é igual a

- A R\$ 230,40.
- B R\$ 124,00.
- C R\$ 104,16.
- D R\$ 54,56.
- E R\$ 49,60.

66| ENEM 2010 – Certa marca de suco é vendida no mercado em embalagens tradicionais de forma cilíndrica. Relançando a marca, o fabricante pôs à venda embalagens menores, reduzindo a embalagem tradicional à terça parte de sua capacidade.

Por questões operacionais, a fábrica que fornece as embalagens manteve a mesma forma, porém reduziu à metade o valor do raio da base da embalagem tradicional na construção da nova embalagem. Para atender à solicitação de redução da capacidade, após a redução no raio, foi necessário determinar a altura da nova embalagem.

Que expressão relaciona a medida da altura da nova embalagem de suco (a) com a altura da embalagem tradicional (h)?

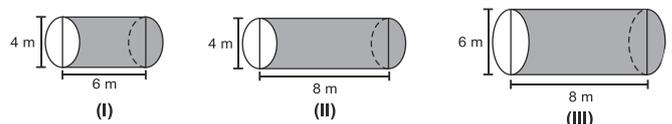
- A $a = \frac{h}{12}$
- B $a = \frac{h}{6}$
- C $a = \frac{2h}{3}$
- D $a = \frac{4h}{3}$
- E $a = \frac{4h}{9}$

67| ENEM 2010 – Uma empresa de refrigerantes, que funciona sem interrupções, produz um volume constante de 1 800 000 cm³ de líquido por dia. A máquina de encher garrafas apresentou um defeito durante 24 horas. O inspetor de produção percebeu que o líquido chegou apenas à altura de 12 cm dos 20 cm previstos em cada garrafa. A parte inferior da garrafa em que foi depositado o líquido tem forma cilíndrica com raio da base de 3 cm. Por questões de higiene, o líquido já engarrafado não será reutilizado.

Utilizando $\pi \approx 3$, no período em que a máquina apresentou defeito, aproximadamente quantas garrafas foram utilizadas?

- A 555
- B 5555
- C 1333
- D 13333
- E 133333

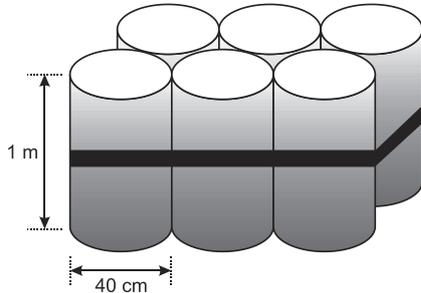
68| ENEM 2010 – Uma empresa vende tanques de combustíveis de formato cilíndrico, em três tamanhos, com medidas indicadas nas figuras. O preço do tanque é diretamente proporcional à medida da área da superfície lateral do tanque. O dono de um posto de combustível deseja encomendar um tanque com menor custo por metro cúbico de capacidade de armazenamento.



Qual dos tanques devera ser escolhido pelo dono do posto? (Considere $\pi \approx 3$)

- A I, pela relação área/capacidade de armazenamento de $\frac{1}{3}$.
- B I, pela relação área/capacidade de armazenamento de $\frac{4}{3}$.
- C II, pela relação área/capacidade de armazenamento de $\frac{3}{4}$.
- D III, pela relação área/capacidade de armazenamento de $\frac{2}{3}$.
- E III, pela relação área/capacidade de armazenamento de $\frac{7}{12}$.

69| ENEM 2010 – O administrador de uma cidade, implantando uma política de reutilização de materiais descartados, aproveitou milhares de tambores cilíndricos dispensados por empresas da região e montou kits com seis tambores para o abastecimento de água em casas de famílias de baixa renda, conforme a figura seguinte. Além disso, cada família envolvida com o programa irá pagar somente R\$ 2,50 por metro cúbico utilizado.



Uma família que utilizar 12 vezes a capacidade total do kit em um mês pagará a quantia de

(considere $\pi \cong 3$)

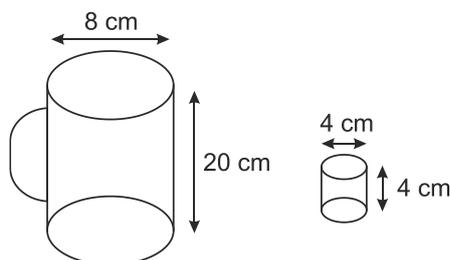
- A** R\$ 86,40.
- B** R\$ 21,60.
- C** R\$ 8,64.
- D** R\$ 7,20.
- E** R\$ 1,80.

70| ENEM 2010 – Um fabricante de creme de leite comercializa seu produto em embalagens cilíndricas de diâmetro da base medindo 4 cm e altura 13,5 cm. O rótulo de cada uma custa R\$ 0,60. Esse fabricante comercializará o referido produto em embalagens ainda cilíndricas de mesma capacidade, mas com a medida do diâmetro da base igual à da altura.

Levando-se em consideração exclusivamente o gasto com o rótulo, o valor que o fabricante deverá pagar por esse rótulo é de

- A** R\$ 0,20, pois haverá uma redução de $\frac{2}{3}$ na superfície da embalagem coberta pelo rótulo.
- B** R\$ 0,40, pois haverá uma redução de $\frac{1}{3}$ na superfície da embalagem coberta pelo rótulo.
- C** R\$ 0,60, pois não haverá alteração na capacidade da embalagem.
- D** R\$ 0,80, pois haverá um aumento de $\frac{1}{3}$ na superfície da embalagem coberta pelo rótulo.
- E** R\$ 1,00, pois haverá um aumento de $\frac{2}{3}$ na superfície da embalagem coberta pelo rótulo.

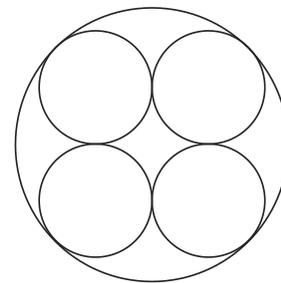
71| ENEM 2010 – Dona Maria, diarista na casa da família Teixeira, precisa fazer café para servir as vinte pessoas que se encontram numa reunião na sala. Para fazer o café, Dona Maria dispõe de uma leiteira cilíndrica e copinhos plásticos, também cilíndricos.



Com o objetivo de não desperdiçar café, a diarista deseja colocar a quantidade mínima de água na leiteira para encher os vinte copinhos pela metade. Para que isso ocorra, Dona Maria deverá

- A** encher a leiteira até a metade, pois ela tem um volume 20 vezes maior que o volume do copo.
- B** encher a leiteira toda de água, pois ela tem um volume 20 vezes maior que o volume do copo.
- C** encher a leiteira toda de água, pois ela tem um volume 10 vezes maior que o volume do copo.
- D** encher duas leiteiras de água, pois ela tem um volume 10 vezes maior que o volume do copo.
- E** encher cinco leiteiras de água, pois ela tem um volume 10 vezes maior que o volume do copo.

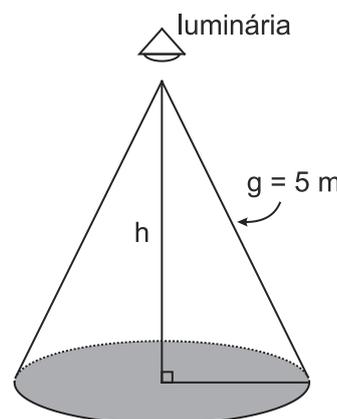
72| ENEM 2010 – Uma fábrica de tubos acondiciona tubos cilíndricos menores dentro de outros tubos cilíndricos. A figura mostra uma situação em que quatro tubos cilíndricos estão acondicionados perfeitamente em um tubo com raio maior



Suponha que você seja o operador da máquina que produzirá os tubos maiores em que serão colocados, sem ajustes ou folgas, quatro tubos cilíndricos internos. Se o raio da base de cada um dos cilindros menores for igual a 6 cm, a máquina por você operada deverá ser ajustada para produzir tubos maiores, com raio da base igual a

- A** 12 cm
- B** $12\sqrt{2}$ cm
- C** $24\sqrt{2}$ cm
- D** $6(1 + \sqrt{2})$ cm
- E** $12(1 + \sqrt{2})$ cm

73| ENEM 2010 – Um arquiteto está fazendo um projeto de iluminação de ambiente e necessita saber a altura que deverá instalar a luminária ilustrada na figura



Sabendo-se que a luminária deverá iluminar uma área circular de $28,26 \text{ m}^2$, considerando $\pi \cong 3,14$, a altura h será igual a

- A 3 m.
- B 4 m.
- C 5 m.
- D 9 m.
- E 16 m.

74] ENEM 2010 – Se pudéssemos reunir em esferas toda a água do planeta, os diâmetros delas seriam:

 1385 km	Toda água do planeta 1,39 bilhões de km^3
 406 km	Água doce do planeta 35,03 milhões de km^3
 272 km	Água doce subterrânea 10,53 milhões de km^3
 58 km	Água doce superficial 104,59 mil km^3

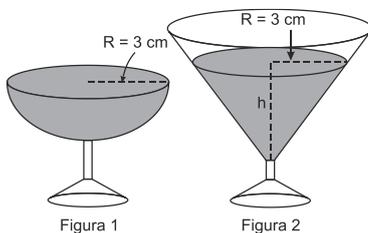
Guia do Estudante: Atualidades e Vestibulares+ENEM.
Abril. São Paulo, 2009.

A razão entre o volume da esfera que corresponde à água doce superficial e o volume da esfera que corresponde à água doce do planeta é

- A $\frac{1}{343}$
- B $\frac{1}{49}$
- C $\frac{1}{7}$
- D $\frac{29}{136}$
- E $\frac{136}{203}$

75] ENEM 2010 – Em um casamento, os donos da festa serviam champanhe aos seus convidados em taças com formato de um hemisfério (Figura 1), porém um acidente na cozinha culminou na quebra de grande parte desses recipientes.

Para substituir as taças quebradas, utilizou-se um outro tipo com formato de cone (Figura 2). No entanto, os noivos solicitaram que o volume de champanhe nos dois tipos de taças fosse igual.



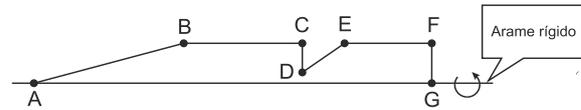
Considere:

$$V_{\text{esfera}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ e } V_{\text{cone}} = \frac{1}{3} \pi R^2 h$$

Sabendo que a taça com o formato de hemisfério e servida completamente cheia, a altura do volume de champanhe que deve ser colocado na outra taça, em centímetros, é de

- A 1,33.
- B 6,00.
- C 12,00.
- D 56,52.
- E 113,04.

76] ENEM 2010 – Numa feira de artesanato, uma pessoa constrói formas geométricas de aviões, bicicletas, carros e outros engenhos com arame inextensível. Em certo momento, ele construiu uma forma tendo como eixo de apoio outro arame retilíneo e rígido, cuja aparência é mostrada na

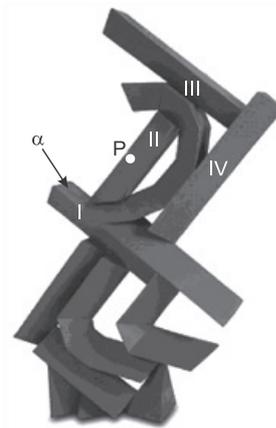


Ao girar tal forma em torno do eixo, formou-se a imagem de um foguete, que pode ser pensado como composição, por justaposição, de diversos sólidos básicos de revolução.

Sabendo que, a figura, os pontos B, C, E e F são colineares, $AB = 4FG$, $BC = 3FG$, $EF = 2FG$, e utilizando-se daquela forma de pensar o foguete, a decomposição deste, no sentido da ponta para a cauda, é formada pela seguinte sequência de sólidos:

- A pirâmide, cilindro reto, cone reto, cilindro reto.
- B cilindro reto, tronco de cone, cilindro reto, cone equilátero.
- C cone reto, cilindro reto, tronco de cone e cilindro equilátero.
- D cone equilátero, cilindro reto, pirâmide, cilindro.
- E cone, cilindro equilátero, tronco de pirâmide, cilindro.

77] ENEM 2009 – Suponha que, na escultura do artista Emanuel Araújo, mostrada na figura a seguir, todos os prismas numerados em algarismos romanos são retos, com bases triangulares, e que as faces laterais do poliedro II são perpendiculares à sua própria face superior, que, por sua vez, é um triângulo congruente ao triângulo base dos prismas. Além disso, considere que os prismas I e III são perpendiculares ao prisma IV e ao poliedro II.



Disponível em: www.escriitoridearte.com.br.
Acesso em: 28 jul. 2009.

Imagine um plano paralelo à face α do prisma I, mas que passe pelo ponto P pertencente à aresta do poliedro II, indicado na figura. A interseção desse plano imaginário com a escultura contém

- A dois triângulos congruentes com lados correspondentes paralelos.
- B dois retângulos congruentes e com lados correspondentes paralelos.
- C dois trapézios congruentes com lados correspondentes perpendiculares.
- D dois paralelogramos congruentes com lados correspondentes paralelos.
- E dois quadriláteros congruentes com lados correspondentes perpendiculares.

78| ENEM 2009 – Com o objetivo de trabalhar com seus alunos o conceito de volume de sólidos, um professor fez o seguinte experimento: pegou uma caixa de polietileno, na forma de um cubo com 1 metro de lado, e colocou nela 600 litros de água. Em seguida, colocou, dentro da caixa com água, um sólido que ficou completamente submerso.

Considerando que, ao colocar o sólido dentro da caixa, a altura do nível da água passou a ser 80 cm, qual era o volume do sólido?

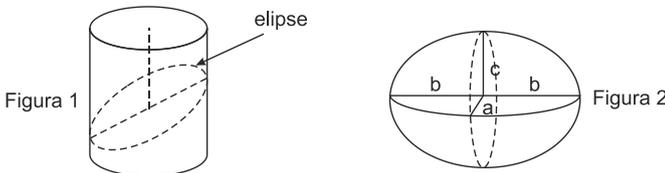
- A 0,2 m³
- B 0,48 m³
- C 4,8 m³
- D 20 m³
- E 48 m³

79| ENEM 2009 – Uma empresa que fabrica esferas de aço, de 6 cm de raio, utiliza caixas de madeira, na forma de um cubo, para transportá-las.

Sabendo que a capacidade da caixa é de 13.824 cm³, então o número máximo de esferas que podem ser transportadas em uma caixa é igual a

- A 4.
- B 8.
- C 16.
- D 24.
- E 32.

80| ENEM 2009 – Uma elipse é uma seção plana de um cilindro circular reto, em que o plano que intersecta o cilindro é oblíquo ao eixo do cilindro (Figura 1). É possível construir um sólido de nome elipsoide que, quando seccionado por três planos perpendiculares entre si, mostram elipses de diferentes semieixos a, b e c, como na Figura 2. O volume de um elipsoide de semieixos a, b e c é dado por $V = \frac{4}{3} \pi abc$.



Considere que um agricultor produz melancias, cujo formato é aproximadamente um elipsoide, e ele deseja embalar e exportar suas melancias em caixas na forma de um paralelepípedo retângulo. Para melhor acondicioná-las, o agricultor preencherá o espaço vazio da caixa com material amortecedor de impactos (palha de arroz/serragem/bolinhas de isopor).

Suponha que sejam a, b e c, em cm, as medidas dos semieixos do elipsoide que modela as melancias, e que sejam 2a, 2b e 2c, respectivamente, as medidas das arestas da caixa.

Nessas condições, qual é o volume de material amortecedor necessário em cada caixa?

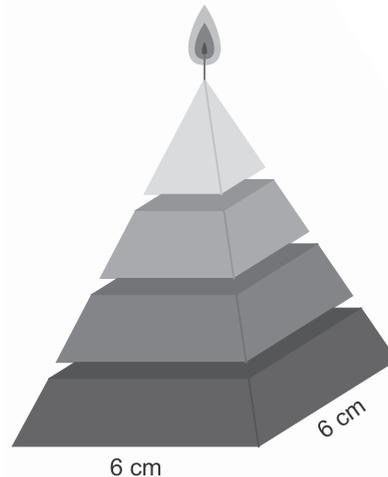
- A $V = 8abc \text{ cm}^3$
- B $V = \frac{4}{3} \pi abc \text{ cm}^3$
- C $V = abc \left(8 + \frac{4\pi}{3} \right) \text{ cm}^3$
- D $V = abc \left(8 - \frac{4\pi}{3} \right) \text{ cm}^3$
- E $V = abc \left(\frac{4\pi}{3} - 8 \right) \text{ cm}^3$

81| ENEM 2009 – Considere um caminhão que tenha uma carroceria na forma de um paralelepípedo retângulo, cujas dimensões internas são 5,1 m de comprimento, 2,1 m de largura e 2,1 m de altura. Suponha que esse caminhão foi contratado para transportar 240 caixas na forma de cubo com 1 m de aresta cada uma e que essas caixas podem ser empilhadas para o transporte.

Qual é o número mínimo de viagens necessárias para realizar esse transporte?

- A 10 viagens.
- B 11 viagens.
- C 12 viagens.
- D 24 viagens.
- E 27 viagens.

82| ENEM 2009 – Uma fábrica produz velas de parafina em forma de pirâmide quadrangular regular com 19 cm de altura e 6 cm de aresta da base. Essas velas são formadas por 4 blocos de mesma altura – 3 troncos de pirâmide de bases paralelas e 1 pirâmide na parte superior –, espaçados de 1 cm entre eles, sendo que a base superior de cada bloco é igual à base inferior do bloco sobreposto, com uma haste de ferro passando pelo centro de cada bloco, unindo-os, conforme a figura.



Se o dono da fábrica resolver diversificar o modelo, retirando a pirâmide da parte superior, que tem 1,5 cm de aresta na base, mas mantendo o mesmo molde, quanto ele passará a gastar com parafina para fabricar uma vela?

- A 156 cm³.
- B 189 cm³.
- C 192 cm³.
- D 216 cm³.
- E 540 cm³.

83| ENEM 2009 – Um artesão construiu peças de artesanato interceptando uma pirâmide de base quadrada com um plano. Após fazer um estudo das diferentes peças que poderia obter, ele concluiu que uma delas poderia ter uma das faces pentagonal.

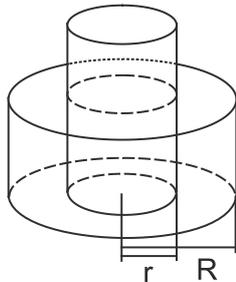
Qual dos argumentos a seguir justifica a conclusão do artesão?

- A Uma pirâmide de base quadrada tem 4 arestas laterais e a interseção de um plano com a pirâmide intercepta suas arestas laterais. Assim, esses pontos formam um polígono de 4 lados.
- B Uma pirâmide de base quadrada tem 4 faces triangulares e, quando um plano intercepta essa pirâmide, divide cada face em um triângulo e um trapézio. Logo, um dos polígonos tem 4 lados.

- C** Uma pirâmide de base quadrada tem 5 faces e a interseção de uma face com um plano é um segmento de reta. Assim, se o plano interceptar todas as faces, o polígono obtido nessa interseção tem 5 lados.
- D** O número de lados de qualquer polígono obtido como interseção de uma pirâmide com um plano é igual ao número de faces da pirâmide. Como a pirâmide tem 5 faces, o polígono tem 5 lados.
- E** O número de lados de qualquer polígono obtido interceptando-se uma pirâmide por um plano é igual ao número de arestas laterais da pirâmide. Como a pirâmide tem 4 arestas laterais, o polígono tem 4 lados.

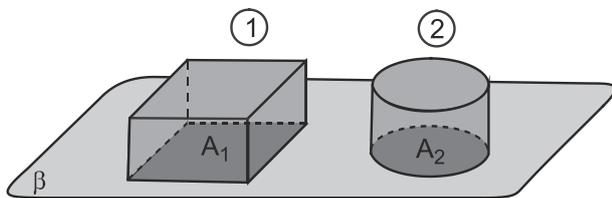
84| ENEM 2009 – Em uma praça pública, há uma fonte que é formada por dois cilindros, um de raio r e altura h_1 , e o outro de raio R e altura h_2 . O cilindro do meio enche e, após transbordar, começa a encher o outro.

Se $R = r\sqrt{2}$ e $h_2 = \frac{h_1}{3}$ e, para encher o cilindro do meio, foram necessários 30 minutos, então, para se conseguir encher essa fonte e o segundo cilindro, de modo que fique completamente cheio, serão necessários



- A** 20 minutos.
- B** 30 minutos.
- C** 40 minutos.
- D** 50 minutos.
- E** 60 minutos.

85| ENEM 2009 – Em uma padaria, há dois tipos de forma de bolo, formas 1 e 2, como mostra a figura abaixo.



Sejam L o lado da base da forma quadrada, r o raio da base da forma redonda, A_1 e A_2 as áreas das bases das formas 1 e 2, e V_1 e V_2 os seus volumes, respectivamente. Se as formas têm a mesma altura h , para que elas comportem a mesma quantidade de massa de bolo, qual é a relação entre r e L ?

- A** $L = r$
- B** $L = 2r$
- C** $L = rr$
- D** $L = r\sqrt{\pi}$
- E** $L = \frac{(\pi r^2)}{2}$

86| ENEM 2009 – Um vasilhame na forma de um cilindro circular reto de raio da base de 5 cm e altura de 30 cm está parcialmente ocupado por $625\pi\text{cm}^3$ de álcool. Suponha que sobre o vasilhame seja fixado um funil na forma de um cone circular reto de raio da base de 5 cm e altura de 6 cm, conforme ilustra a figura 1. O conjunto, como mostra a figura 2, é virado para baixo, sendo H a distância da superfície do álcool até o fundo do vasilhame.

$$\text{Volume do cone: } V_{\text{cone}} = \frac{\pi r^2 h}{3}$$

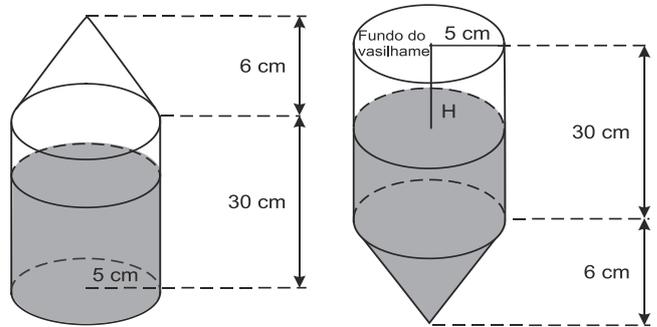


Figura 1

Figura 2

Considerando-se essas informações, qual é o valor da distância H ?

- A** 5 cm.
- B** 7 cm.
- C** 8 cm.
- D** 12 cm.
- E** 18 cm.

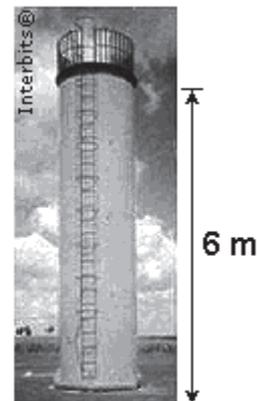
87| ENEM 2009 – Um artista plástico construiu, com certa quantidade de massa modeladora, um cilindro circular reto cujo diâmetro da base mede 24 cm e cuja altura mede 15 cm. Antes que a massa secasse, ele resolveu transformar aquele cilindro em uma esfera.

$$\text{Volume da esfera: } V_{\text{esfera}} = \frac{4\pi r^3}{3}$$

Analisando as características das figuras geométricas envolvidas, conclui-se que o raio R da esfera assim construída é igual a

- A** 15
- B** 12
- C** 24
- D** $\sqrt[3]{60}$
- E** $6\sqrt[3]{30}$

88| ENEM 2008 – A figura abaixo mostra um reservatório de água na forma de um cilindro circular reto, com 6 m de altura. Quando está completamente cheio, o reservatório é suficiente para abastecer, por um dia, 900 casas cujo consumo médio diário é de 500 litros de água.



Suponha que, um certo dia, após uma campanha de conscientização do uso da água, os moradores das 900 casas abastecidas por esse reservatório tenham feito economia de 10% no consumo de água. Nessa situação,

- A** a quantidade de água economizada foi de 4,5 m³
- B** a altura do nível da água que sobrou no reservatório, no final do dia, foi igual a 60 cm.
- C** a quantidade de água economizada seria suficiente para abastecer, no máximo, 90 casas cujo consumo diário fosse de 450 litros.
- D** os moradores dessas casas economizariam mais de R\$ 200,00, se o custo de 1 m³ de água para o consumidor fosse igual a R\$ 2,50.
- E** um reservatório de mesma forma e altura, mas com raio da base 10% menor que o representado, teria água suficiente para abastecer todas as casas.

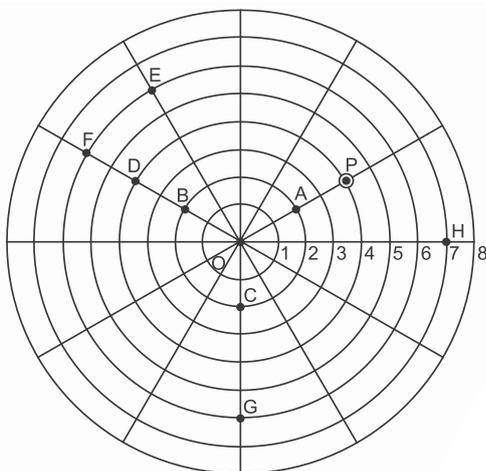
TRIGONOMETRIA

01| ENEM PPL 2015 – Um técnico precisa consertar o termostato do aparelho de ar-condicionado de um escritório, que está desregulado. A temperatura T , em graus Celsius, no escritório, varia de acordo com a função $T(h) = A + B \sin\left(\frac{\pi}{12}(h - 12)\right)$ sendo h o tempo, medido em horas, a partir da meia-noite ($0 \leq h \leq 24$) e A e B os parâmetros que o técnico precisa regular. Os funcionários do escritório pediram que a temperatura máxima fosse 26 °C, a mínima 18 °C, e que durante a tarde a temperatura fosse menor do que durante a manhã.

Quais devem ser os valores de A e de B para que o pedido dos funcionários seja atendido?

- A** $A = 18$ e $B = 8$
- B** $A = 22$ e $B = -4$
- C** $A = 22$ e $B = 4$
- D** $A = 26$ e $B = -8$
- E** $A = 26$ e $B = 8$

02| ENEM 2015 – No jogo mostrado na figura, uma bolinha desloca-se somente de duas formas: ao longo de linhas retas ou por arcos de circunferências centradas no ponto O e raios variando de 1 a 8. Durante o jogo, a bolinha que estiver no ponto P deverá realizar a seguinte sequência de movimentos: 2 unidades no mesmo sentido utilizado para ir do ponto O até o ponto A e, no sentido anti-horário, um arco de circunferência cujo ângulo central é 120°.



Após a sequência de movimentos descrita, a bolinha estará no ponto

- A** B.
- B** D.
- C** E.
- D** F.
- E** G.

03| ENEM 2015 – Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), produtos sazonais são aqueles que apresentam ciclos bem definidos de produção, consumo e preço. Resumidamente, existem épocas do ano em que a sua disponibilidade nos mercados varejistas ora é escassa, com preços elevados, ora é abundante, com preços mais baixos, o que ocorre no mês de produção máxima da safra.

A partir de uma série histórica, observou-se que o preço P , em reais, do quilograma de um certo produto sazonal pode ser descrito pela função $P(x) = 8 + 5 \cos\left(\frac{\pi x - \pi}{6}\right)$, onde x representa o mês do ano, sendo $x = 1$ associado ao mês de janeiro, $x = 2$ ao mês de fevereiro, e assim sucessivamente, até $x = 12$ associado ao mês de dezembro.

Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado).

Na safra, o mês de produção máxima desse produto é

- A** janeiro.
- B** abril.
- C** junho.
- D** julho.
- E** outubro.

04| ENEM PPL 2014 – Uma pessoa usa um programa de computador que descreve o desenho da onda sonora correspondente a um som escolhido. A equação da onda é dada, num sistema de coordenadas cartesianas, por $y = a \cdot \sin[b(x + c)]$, em que os parâmetros a , b , c são positivos. O programa permite ao usuário provocar mudanças no som, ao fazer alterações nos valores desses parâmetros. A pessoa deseja tornar o som mais agudo e, para isso, deve diminuir o período da onda.

O(s) único(s) parâmetro(s) que necessita(m) ser alterado(s) é(são)

- A** a.
- B** b.
- C** c.
- D** a e b.
- E** b e c.

05| ENEM 2013 – As torres Puerta de Europa são duas torres inclinadas uma contra a outra, construídas numa avenida de Madri, na Espanha. A inclinação das torres é de 15° com a vertical e elas têm, cada uma, uma altura de 114 m (a altura é indicada na figura como o segmento AB). Estas torres são um bom exemplo de um prisma oblíquo de base quadrada e uma delas pode ser observada na imagem.

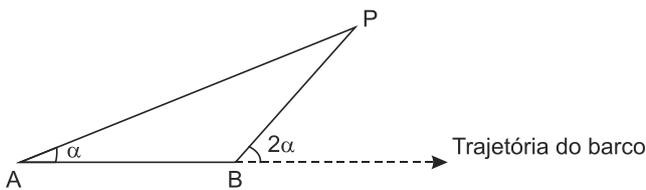


Disponível em: www.flickr.com. Acesso em: 27 mar. 2012

Utilizando 0,26 como valor aproximado para tangente de 15° e duas casas decimais nas operações, descobre-se que a área da base desse prédio ocupa na avenida um espaço

- A menor que 100m^2 .
- B entre 100m^2 e 300m^2 .
- C entre 300m^2 e 500m^2 .
- D entre 500m^2 e 700m^2 .
- E maior que 700m^2 .

06| ENEM 2011 – Para determinar a distância de um barco até a praia, um navegante utilizou o seguinte procedimento: a partir de um ponto A, mediu o ângulo visual a fazendo mira em um ponto fixo P da praia. Mantendo o barco no mesmo sentido, ele seguiu até um ponto B de modo que fosse possível ver o mesmo ponto P da praia, no entanto sob um ângulo visual 2α . A figura ilustra essa situação:

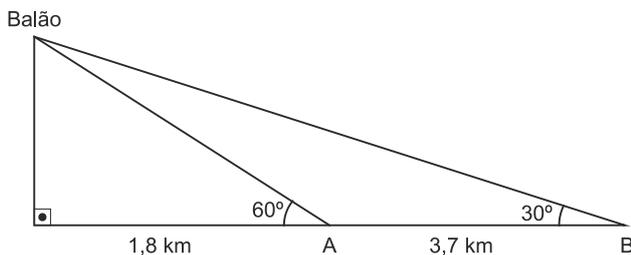


Suponha que o navegante tenha medido o ângulo $\alpha = 30^\circ$ e, ao chegar ao ponto B, verificou que o barco havia percorrido a distância $AB = 2000$ m. Com base nesses dados e mantendo a mesma trajetória, a menor distância do barco até o ponto fixo P será

- A 1000 m.
- B $1000\sqrt{3}$ m.
- C $2000\frac{\sqrt{3}}{3}$ m.
- D 2000 m.
- E $2000\sqrt{3}$ m.

07| ENEM 2010 – Um balão atmosférico, lançado em Bauru (343 quilômetros a Noroeste de São Paulo), na noite do último domingo, caiu nesta segunda-feira em Cuiabá Paulista, na região de Presidente Prudente, assustando agricultores da região. O artefato faz parte do programa Projeto Hibiscus, desenvolvido por Brasil, França, Argentina, Inglaterra e Itália, para a medição do comportamento da camada de ozônio, e sua descida se deu após o cumprimento do tempo previsto de medição.

Disponível em: <http://www.correiodobrasil.com.br>. Acesso em: 02 maio 2010.



Na data do acontecido, duas pessoas avistaram o balão. Uma estava a 1,8 km da posição vertical do balão e o avistou sob um ângulo de 60° ; a outra estava a 5,5 km da posição vertical do balão, alinhada com a primeira, e no mesmo sentido, conforme se vê na figura, e o avistou sob um ângulo de 30° .

Qual a altura aproximada em que se encontrava o balão?

- A 1,8 km
- B 1,9 km
- C 3,1 km
- D 3,7 km
- E 5,5 km

08| ENEM 2010 – Um satélite de telecomunicações, t minutos após ter atingido sua órbita, está a r quilômetros de distância do centro da Terra. Quando r assume seus valores máximo e mínimo, diz-se que o satélite atingiu o *apogeu* e o *perigeu*, respectivamente. Suponha que, para esse satélite, o valor de r em função de t seja dado por

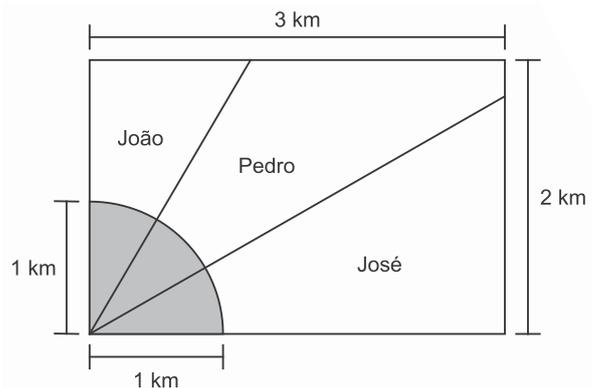
$$r(t) = \frac{5865}{1 + 0,15 \cdot \cos(0,06t)}$$

Um cientista monitora o movimento desse satélite para controlar o seu afastamento do centro da Terra. Para isso, ele precisa calcular a soma dos valores de r , no *apogeu* e no *perigeu*, representada por S .

O cientista deveria concluir que, periodicamente, S atinge o valor de

- A 12 765 km.
- B 12 000 km.
- C 11 730 km.
- D 10 965 km.
- E 5 865 km.

09| ENEM 2009 Ao morrer, o pai de João, Pedro e José deixou como herança um terreno retangular de 3 km x 2 km que contém uma área de extração de ouro delimitada por um quarto de círculo de raio 1 km a partir do canto inferior esquerdo da propriedade. Dado o maior valor da área de extração de ouro, os irmãos acordaram em repartir a propriedade de modo que cada um ficasse com a terça parte da área de extração, conforme mostra a figura.

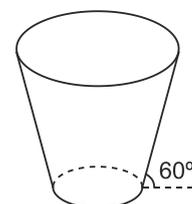


Em relação à partilha proposta, constata-se que a porcentagem da área do terreno que coube a João corresponde, aproximadamente, a

Considere: $\frac{\sqrt{3}}{3} = 0,58$.

- A 50%.
- B 43%.
- C 37%.
- D 33%.
- E 19%.

10| ENEM 2009 Uma empresa precisa comprar uma tampa para o seu reservatório, que tem a forma de um tronco de cone circular reto, conforme mostrado na figura.

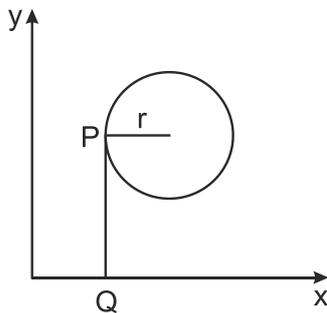


Considere que a base do reservatório tenha raio $r = 2\sqrt{3}$ m e que sua lateral faça um ângulo de 60° com o solo.

Se a altura do reservatório é 12 m, a tampa a ser comprada deverá cobrir uma área de

- A $12rm^2$.
- B $108rm^2$.
- C $(12 + 2\sqrt{3})2rm^2$.
- D $300rm^2$.
- E $(24 + 2\sqrt{3})2rm^2$.

11| ENEM 2009 – Considere um ponto P em uma circunferência de raio r no plano cartesiano. Seja Q a projeção ortogonal de P sobre o eixo x, como mostra a figura, e suponha que o ponto P percorra, no sentido anti-horário, uma distância $d \leq r$ sobre a circunferência.



Então, o ponto Q percorrerá, no eixo x, uma distância dada por

- A $r(1 - \sin \frac{d}{r})$
- B $r(1 - \cos \frac{d}{r})$
- C $r(1 - \operatorname{tg} \frac{d}{r})$
- D $r \operatorname{sen}(\frac{r}{d})$
- E $r \cos(\frac{r}{d})$

ANÁLISE COMBINATÓRIA E PROBABILIDADE

01| ENEM 2016 – O tênis é um esporte em que a estratégia de jogo a ser adotada depende, entre outros fatores, de o adversário ser canhoto' ou destro.

Um clube tem um grupo de 10 tenistas, sendo que 4 são canhotos e 6 são destros. O técnico do clube deseja realizar uma partida de exibição entre dois desses jogadores, porém, não poderão ser ambos canhotos.

Qual o número de possibilidades de escolha dos tenistas para a partida de exibição?

- A $\frac{10!}{2! \times 8!} - \frac{4!}{2! \times 2!}$
- B $\frac{10!}{8!} - \frac{4!}{2!}$
- C $\frac{10!}{2! \times 8!} - 2$
- D $\frac{6!}{4!} + 4 \times 4$
- E $\frac{6!}{4!} + 6 \times 4$

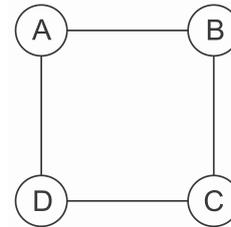
02| ENEM 2016 – Para cadastrar-se em um site, uma pessoa precisa escolher uma senha composta por quatro caracteres, sendo dois algarismos e duas letras (maiúsculas ou minúsculas). As letras e os algarismos podem estar em qualquer posição. Essa pessoa sabe que o alfabeto é composto por vinte e seis letras e que uma letra maiúscula difere da minúscula em uma senha.

Disponível em: www.infowester.com. Acesso em: 14 dez. 2012.

O número total de senhas possíveis para o cadastramento nesse site é dado por

- A $10^2 \cdot 26^2$
- B $10^2 \cdot 52^2$
- C $10^2 \cdot 52^2 \cdot \frac{4!}{2!}$
- D $10^2 \cdot 26^2 \cdot \frac{4!}{2! \cdot 2!}$
- E $10^2 \cdot 52^2 \cdot \frac{4!}{2! \cdot 2!}$

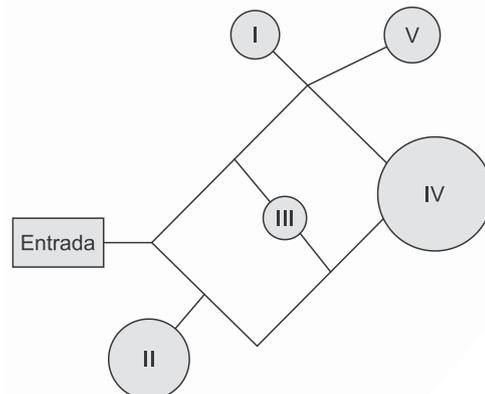
03| ENEM 2016 – Para estimular o raciocínio de sua filha, um pai fez o seguinte desenho e o entregou à criança juntamente com três lápis de cores diferentes. Ele deseja que a menina pinte somente os círculos, de modo que aqueles que estejam ligados por um segmento tenham cores diferentes.



De quantas maneiras diferentes a criança pode fazer o que o pai pediu?

- A 6
- B 12
- C 18
- D 24
- E 72

04| ENEM 2016 – Um adolescente vai a um parque de diversões tendo, prioritariamente, o desejo de ir a um brinquedo que se encontra na área IV, dentre as áreas I, II, III, IV e V existentes. O esquema ilustra o mapa do parque, com a localização da entrada, das cinco áreas com os brinquedos disponíveis e dos possíveis caminhos para se chegar a cada área. O adolescente não tem conhecimento do mapa do parque e decide ir caminhando da entrada até chegar à área IV.



Suponha que relativamente a cada ramificação, as opções existentes de percurso pelos caminhos apresentem iguais probabilidades de escolha, que a caminhada foi feita escolhendo ao acaso os caminhos existentes e que, ao tomar um caminho que chegue a uma área distinta da IV, o adolescente necessariamente passa por ela ou retorna. Nessas condições, a probabilidade de ele chegar à área IV sem passar por outras áreas e sem retornar é igual a

- A $\frac{1}{96}$
- B $\frac{1}{64}$
- C $\frac{5}{24}$
- D $\frac{1}{4}$
- E $\frac{5}{12}$

05| ENEM 2016 – Um casal, ambos com 30 anos de idade, pretende fazer um plano de previdência privada. A seguradora pesquisada, para definir o valor do recolhimento mensal, estima a probabilidade de que pelo menos um deles esteja vivo daqui a 50 anos, tomando por base dados da população, que indicam que 20% dos homens e 30% das mulheres de hoje alcançarão a idade de 80 anos.

Qual é essa probabilidade?

- A 50%
- B 44%
- C 38%
- D 25%
- E 6%

06| ENEM 2016 – O quadro apresenta cinco cidades de um estado, com seus respectivos números de habitantes e quantidade de pessoas infectadas com o vírus da gripe. Sabe-se que o governo desse estado destinará recursos financeiros a cada cidade, em valores proporcionais à probabilidade de uma pessoa, escolhida ao acaso na cidade, estar infectada.

Cidade	I	II	III	IV	V
Habitantes	180.000	100.000	110.000	165.000	175.000
Infectados	7.800	7.500	9.000	6.500	11.000

Qual dessas cidades receberá maior valor de recursos financeiros?

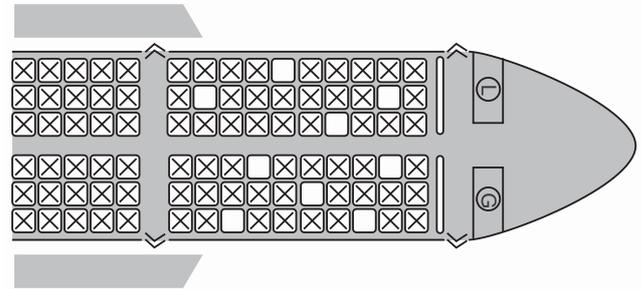
- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

07| ENEM 2016 – Uma caixa contém uma cédula de R\$ 5,00, uma de R\$ 20,00 e duas de R\$ 50,00 de modelos diferentes. Retira-se aleatoriamente uma cédula dessa caixa, anota-se o seu valor e devolve-se a cédula à caixa. Em seguida, repete-se o procedimento anterior.

A probabilidade de que a soma dos valores anotados seja pelo menos igual a R\$ 55,00 é

- A $\frac{1}{2}$
- B $\frac{1}{4}$
- C $\frac{3}{4}$
- D $\frac{2}{9}$
- E $\frac{5}{9}$

08| ENEM 2015 – Uma família composta por sete pessoas adultas, após decidir o itinerário de sua viagem, consultou o site de uma empresa aérea e constatou que o voo para a data escolhida estava quase lotado. Na figura, disponibilizada pelo site as poltronas ocupadas estão marcadas com X e as únicas poltronas disponíveis são as mostradas em branco.



Disponível em: www.gebh.net. Acesso em: 30 out. 2013 (adaptado).

O número de formas distintas de se acomodar a família nesse voo é calculado por

- A $\frac{9!}{2!}$
- B $\frac{9!}{7! \times 2!}$
- C $7!$
- D $\frac{5!}{2!} \times 4!$
- E $\frac{5!}{4!} \times \frac{4!}{3!}$

09| ENEM 2015 – Numa cidade, cinco escolas de samba (I, II, III, IV e V) participaram do desfile de Carnaval. Quatro quesitos são julgados, cada um por dois jurados, que podem atribuir somente uma dentre as notas 6, 7, 8, 9 ou 10. A campeã será a escola que obtiver mais pontuação na soma de todas as notas emitidas. Em caso de empate, a campeã será a que alcançar a maior soma das notas atribuídas pelos jurados no quesito Enredo e Harmonia. A tabela mostra as notas do desfile desse ano no momento em que faltava somente a divulgação das notas do jurado B no quesito Bateria.

Quesitos	1. Fantasia e Alegoria		2. Evolução e Conjunto		3. Enredo e Harmonia		4. Bateria		Total
	A	B	A	B	A	B	A	B	
Jurado									
Escola I	6	7	8	8	9	9	8		55
Escola II	9	8	10	9	10	10	10		66
Escola III	8	8	7	8	6	7	6		50
Escola IV	9	10	10	10	9	10	10		68
Escola V	8	7	9	8	6	8	8		54

Quantas configurações distintas das notas a serem atribuídas pelo jurado B no quesito Bateria tornariam campeã a Escola II?

- A 21
- B 90
- C 750
- D 1.250
- E 3.125

10| ENEM 2015 – Uma competição esportiva envolveu 20 equipes com 10 atletas cada. Uma denúncia à organização dizia que um dos atletas havia utilizado substância proibida.

Os organizadores, então, decidiram fazer um exame antidoping. Foram propostos três modos diferentes para escolher os atletas que irão realizá-lo:

Modo I: sortear três atletas dentre todos os participantes;

Modo II: sortear primeiro uma das equipes e, desta, sortear três atletas;

Modo III: sortear primeiro três equipes e, então, sortear um atleta de cada uma dessas três equipes.

Considere que todos os atletas têm igual probabilidade de serem sorteados e que $P(I)$, $P(II)$ e $P(III)$ sejam as probabilidades de o atleta que utilizou a substância proibida seja um dos escolhidos para o exame no caso do sorteio ser feito pelo modo I, II ou III.

Comparando-se essas probabilidades, obtém-se

- A** $P(I) < P(III) < P(II)$
- B** $P(II) < P(I) < P(III)$
- C** $P(I) < P(II) = P(III)$
- D** $P(I) = P(II) < P(III)$
- E** $P(I) = P(II) = P(III)$

11| ENEM 2015 – No próximo final de semana, um grupo de alunos participará de uma aula de campo. Em dias chuvosos, aulas de campo não podem ser realizadas. A ideia é que essa aula seja no sábado, mas, se estiver chovendo no sábado, a aula será adiada para o domingo. Segundo a meteorologia, a probabilidade de chover no sábado é de 30% e a de chover no domingo é de 25%.

A probabilidade de que a aula de campo ocorra no domingo é de

- A** 5,0%
- B** 7,5%
- C** 22,5%
- D** 30,0%
- E** 75,0%

12| ENEM 2015 – Em uma escola, a probabilidade de um aluno compreender e falar inglês é de 30%. Três alunos dessa escola, que estão em fase final de seleção de intercâmbio, aguardam, em uma sala, serem chamados para uma entrevista. Mas, ao invés de chamá-los um a um, o entrevistador entra na sala e faz, oralmente, uma pergunta em inglês que pode ser respondida por qualquer um dos alunos.

A probabilidade de o entrevistador ser entendido e ter sua pergunta oralmente respondida em inglês é

- A** 23,7%
- B** 30,0%
- C** 44,1%
- D** 65,7%
- E** 90,0%

13| ENEM 2015 – Em uma central de atendimento, cem pessoas receberam senhas numeradas de 1 até 100. Uma das senhas é sorteada ao acaso.

Qual é a probabilidade de a senha sorteada ser um número de 1 a 20?

- A** $\frac{1}{100}$
- B** $\frac{19}{100}$
- C** $\frac{20}{100}$
- D** $\frac{21}{100}$
- E** $\frac{80}{100}$

14| ENEM 2015 – Um protocolo tem como objetivo firmar acordos e discussões internacionais para conjuntamente estabelecer metas de redução de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. O quadro mostra alguns dos países que assinaram o protocolo, organizados de acordo com o continente ao qual pertencem.

Países da América do Norte	Países da Ásia
Estados Unidos da América	China
Canadá	Índia
México	Japão

Em um dos acordos firmados, ao final do ano, dois dos países relacionados serão escolhidos aleatoriamente, um após o outro, para verificar se as metas de redução do protocolo estão sendo praticadas.

A probabilidade de o primeiro país escolhido pertencer à América do Norte e o segundo pertencer ao continente asiático é

- A** $\frac{1}{9}$
- B** $\frac{1}{4}$
- C** $\frac{3}{10}$
- D** $\frac{2}{3}$
- E** 1

15| ENEM 2015 – O HPV é uma doença sexualmente transmissível. Uma vacina com eficácia de 98% foi criada com o objetivo de prevenir a infecção por HPV e, dessa forma, reduzir o número de pessoas que venham a desenvolver câncer de colo de útero. Uma campanha de vacinação foi lançada em 2014 pelo SUS, para um público-alvo de meninas de 11 a 13 anos de idade. Considera-se que, em uma população não vacinada, o HPV acomete 50% desse público ao longo de suas vidas. Em certo município, a equipe coordenadora da campanha decidiu vacinar meninas entre 11 e 13 anos de idade em quantidade suficiente para que a probabilidade de uma menina nessa faixa etária, escolhida ao acaso, vir a desenvolver essa doença seja, no máximo, de 5,9%. Houve cinco propostas de cobertura, de modo a atingir essa meta:

Proposta I: vacinação de 90% do público-alvo.

Proposta II: vacinação de 55,8% do público-alvo.

Proposta III: vacinação de 88,2% do público-alvo.

Proposta IV: vacinação de 49% do público-alvo.

Proposta V: vacinação de 95,9% do público-alvo.

Para diminuir os custos, a proposta escolhida deveria ser também aquela que vacinasse a menor quantidade possível de pessoas.

Disponível em: www.virushpv.com.br. Acesso em: 30 ago. 2014 (adaptado)

A proposta implementada foi a de número

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

16| ENEM 2015 – Um bairro residencial tem cinco mil moradores, dos quais mil são classificados como vegetarianos. Entre os vegetarianos, 40% são esportistas, enquanto que, entre os não vegetarianos, essa porcentagem cai para 20%.

Uma pessoa desse bairro, escolhida ao acaso, é esportista.

A probabilidade de ela ser vegetariana é

- A $\frac{2}{25}$
- B $\frac{1}{5}$
- C $\frac{1}{4}$
- D $\frac{1}{3}$
- E $\frac{5}{6}$

17| ENEM 2014 – Um cliente de uma videolocadora tem o hábito de alugar dois filmes por vez. Quando os devolve, sempre pega outros dois filmes e assim sucessivamente. Ele soube que a videolocadora recebeu alguns lançamentos, sendo 8 filmes de ação, 5 de comédia e 3 de drama e, por isso, estabeleceu uma estratégia para ver todos esses 16 lançamentos. Inicialmente alugará, em cada vez, um filme de ação e um de comédia. Quando se esgotarem as possibilidades de comédia, o cliente alugará um filme de ação e um de drama, até que todos os lançamentos sejam vistos e sem que nenhum filme seja repetido.

De quantas formas distintas a estratégia desse cliente poderá ser posta em prática?

- A $20 \times 8! + (3!)^2$
- B $8! \times 5! \times 3!$
- C $\frac{8! \times 5! \times 3!}{2^8}$
- D $\frac{8! \times 5! \times 3!}{2^2}$
- E $\frac{16!}{2^8}$

18| ENEM 2014 – Um procedimento padrão para aumentar a capacidade do número de senhas de banco é acrescentar mais caracteres a essa senha. Essa prática, além de aumentar as possibilidades de senha, gera um aumento na segurança. Deseja-se colocar dois novos caracteres na senha de um banco, um no início e outro no final. Decidiu-se que esses novos caracteres devem ser vogais e o sistema conseguirá diferenciar maiúsculas de minúsculas.

Com essa prática, o número de senhas possíveis ficará multiplicado por

- A 100.
- B 90.
- C 80.
- D 25.
- E 20.

19| ENEM 2014 – O psicólogo de uma empresa aplica um teste para analisar a aptidão de um candidato a determinado cargo. O teste consiste em uma série de perguntas cujas respostas devem ser verdadeiro ou falso e termina quando o psicólogo fizer a décima pergunta ou quando o candidato der a segunda resposta errada. Com base em testes anteriores, o psicólogo sabe que a probabilidade de o candidato errar uma resposta é 0,20.

A probabilidade de o teste terminar na quinta pergunta é

- A 0,02048.
- B 0,08192.
- C 0,24000.
- D 0,40960.
- E 0,49152.

20| ENEM 2014 – A probabilidade de um empregado permanecer em uma dada empresa particular por 10 anos ou mais é de $\frac{1}{6}$. Um homem e uma mulher começam a trabalhar nessa companhia no mesmo dia. Suponha que não haja nenhuma relação entre o trabalho dele e o dela, de modo que seus tempos de permanência na firma são independentes entre si.

A probabilidade de ambos, homem e mulher, permanecerem nessa empresa por menos de 10 anos é de

- A $\frac{60}{36}$
- B $\frac{25}{36}$
- C $\frac{24}{36}$
- D $\frac{12}{36}$
- E $\frac{1}{36}$

21| ENEM 2014 – Para analisar o desempenho de um método diagnóstico, realizam-se estudos em populações contendo pacientes sadios e doentes. Quatro situações distintas podem acontecer nesse contexto de teste:

1. Paciente TEM a doença e o resultado do teste é POSITIVO.
2. Paciente TEM a doença e o resultado do teste é NEGATIVO.
3. Paciente NÃO TEM a doença e o resultado do teste é POSITIVO.
4. Paciente NÃO TEM a doença e o resultado do teste é NEGATIVO.

Um índice de desempenho para avaliação de um teste diagnóstico é a sensibilidade, definida como a probabilidade de o resultado do teste ser POSITIVO se o paciente estiver com a doença.

O quadro refere-se a um teste diagnóstico para a doença A, aplicado em uma amostra composta por duzentos indivíduos.

Resultado do Teste	Doença A	
	Presente	Ausente
Positivo	95	15
Negativo	5	85

BENSEÑOR, I. M.; LOTUFO, P. A. *Epidemiologia: abordagem prática*. São Paulo: Sarvier, 2011 (adaptado).

Conforme o quadro do teste proposto, a sensibilidade dele é de

- A 47,5%
- B 85,0%
- C 86,3%
- D 94,4%
- E 95,0%

22| ENEM 2014 – O número de frutos de uma determinada espécie de planta se distribui de acordo com as probabilidades apresentadas no quadro.

Número de frutos	Probabilidade
0	0,65
1	0,15
20	0,13
3	0,03
4	0,03
5 ou mais	0,01

A probabilidade de que, em tal planta, existam, pelo menos, dois frutos é igual a

- A 3%.
- B 7%.
- C 13%.
- D 16%.
- E 20%.

23| ENEM 2013 – Considere o seguinte jogo de apostas:

Numa cartela com 60 números disponíveis, um apostador escolhe de 6 a 10 números. Dentre os números disponíveis, serão sorteados apenas 6. O apostador será premiado caso os 6 números sorteados estejam entre os números escolhidos por ele numa mesma cartela.

O quadro apresenta o preço de cada cartela, de acordo com a quantidade de números escolhidos.

Quantidade de números escolhidos em uma cartela	Preço da cartela (R\$)
6	2,00
7	12,00
8	40,00
9	125,00
10	250,00

Cinco apostadores, cada um com R\$500,00 para apostar, fizeram as seguintes opções:

- Arthur: 250 cartelas com 6 números escolhidos;
- Bruno: 41 cartelas com 7 números escolhidos e 4 cartelas com 6 números escolhidos;
- Caio: 12 cartelas com 8 números escolhidos e 10 cartelas com 6 números escolhidos;
- Douglas: 4 cartelas com 9 números escolhidos;
- Eduardo: 2 cartelas com 10 números escolhidos.

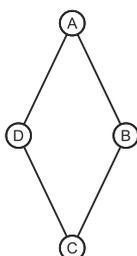
Os dois apostadores com maiores probabilidades de serem premiados são

- A Caio e Eduardo.
- B Arthur e Eduardo.
- C Bruno e Caio.
- D Arthur e Bruno.
- E Douglas e Eduardo.

24| ENEM 2013 – Um artesão de joias tem a sua disposição pedras brasileiras de três cores: vermelhas, azuis e verdes.

Ele pretende produzir joias constituídas por uma liga metálica, a partir de um molde no formato de um losango não quadrado com pedras nos seus vértices, de modo que dois vértices consecutivos tenham sempre pedras de cores diferentes.

A figura ilustra uma joia, produzida por esse artesão, cujos vértices A, B, C e D correspondem às posições ocupadas pelas pedras.



Com base nas informações fornecidas, quantas joias diferentes, nesse formato, o artesão poderá obter?

- A 6
- B 12
- C 18
- D 24
- E 36

25| ENEM 2013 – Um banco solicitou aos seus clientes a criação de uma senha pessoal de seis dígitos, formada somente por algarismos de 0 a 9, para acesso à conta-corrente pela internet.

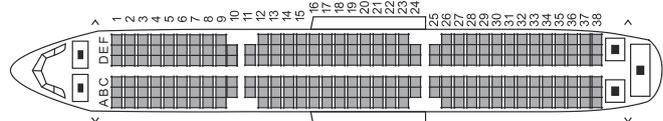
Entretanto, um especialista em sistemas de segurança eletrônica recomendou à direção do banco recadastrar seus usuários, solicitando, para cada um deles, a criação de uma nova senha com seis dígitos, permitindo agora o uso das 26 letras do alfabeto, além dos algarismos de 0 a 9. Nesse novo sistema, cada letra maiúscula era considerada distinta de sua versão minúscula. Além disso, era proibido o uso de outros tipos de caracteres.

Uma forma de avaliar uma alteração no sistema de senhas é a verificação do coeficiente de melhora, que é a razão do novo número de possibilidades de senhas em relação ao antigo.

O coeficiente de melhora da alteração recomendada é

- A $\frac{62^6}{10^6}$
- B $\frac{62!}{10!}$
- C $\frac{62!4!}{10!56!}$
- D $62! - 10!$
- E $62^6 - 10^6$

26| ENEM 2013 – Uma empresa aérea lança uma promoção de final de semana para um voo comercial. Por esse motivo, o cliente não pode fazer reservas e as poltronas serão sorteadas aleatoriamente. A figura mostra a posição dos assentos no avião:



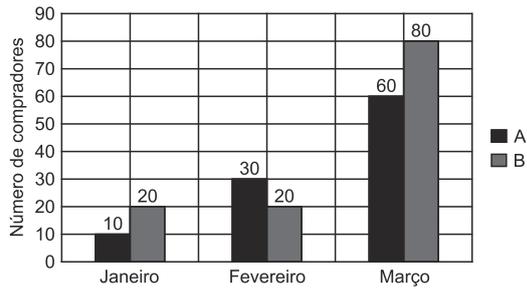
Avião com 38 fileiras de poltronas.

Por ter pavor de sentar entre duas pessoas, um passageiro decide que só viajará se a chance de pegar uma dessas poltronas for inferior a 30%.

Avaliando a figura, o passageiro desiste da viagem, porque a chance de ele ser sorteado com uma poltrona entre duas pessoas é mais aproximada de

- A 31%.
- B 33%.
- C 35%.
- D 68%.
- E 69%.

27| ENEM 2013 – Uma loja acompanhou o número de compradores de dois produtos, A e B, durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2012. Com isso, obteve este gráfico:

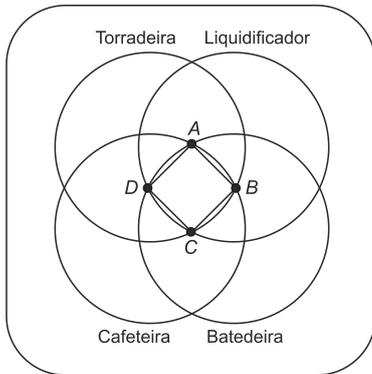


A loja sorteará um brinde entre os compradores do produto A e outro brinde entre os compradores do produto B.

Qual a probabilidade de que os dois sorteados tenham feito suas compras em fevereiro de 2012?

- A $\frac{1}{20}$
- B $\frac{3}{242}$
- C $\frac{5}{22}$
- D $\frac{6}{25}$
- E $\frac{7}{15}$

28| ENEM 2013 – Ao realizar uma compra em uma loja de departamentos, o cliente tem o direito de participar de um jogo de dardo, no qual, de acordo com a região do alvo acertada, ele pode ganhar um ou mais prêmios. Caso o cliente acerte fora de todos os quatro círculos, ele terá o direito de repetir a jogada, até que acerte uma região que dê o direito de ganhar pelo menos um prêmio. O alvo é o apresentado na figura:



Ao acertar uma das regiões do alvo, ele terá direito ao(s) prêmio(s) indicado(s) nesta região. Há ainda o prêmio extra, caso o cliente acerte o dardo no quadrado ABCD. João Maurício fez uma compra nessa loja e teve o direito de jogar o dardo. A quantidade de prêmios que João Maurício tem a menor probabilidade de ganhar, sabendo que ele jogou o dardo aleatoriamente, é exatamente:

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

29| ENEM 2013 – Numa escola com 1200 alunos foi realizada uma pesquisa sobre o conhecimento desses em duas línguas estrangeiras, inglês e espanhol.

Nessa pesquisa constatou-se que 600 alunos falam inglês, 500 falam espanhol e 300 não falam qualquer um desses idiomas.

Escolhendo-se um aluno dessa escola ao acaso e sabendo-se que ele não fala inglês, qual a probabilidade de que esse aluno fale espanhol?

- A $\frac{1}{2}$
- B $\frac{5}{8}$
- C $\frac{1}{4}$
- D $\frac{5}{6}$
- E $\frac{5}{14}$

30| ENEM 2013 – Uma fábrica de parafusos possui duas máquinas, I e II, para a produção de certo tipo de parafuso.

Em setembro, a máquina I produziu $\frac{54}{100}$ do total de parafusos produzidos pela fábrica. Dos parafusos produzidos por essa máquina, $\frac{25}{1000}$ eram defeituosos. Por sua vez, $\frac{38}{1000}$ dos parafusos produzidos no mesmo mês pela máquina II eram defeituosos.

O desempenho conjunto das duas máquinas é classificado conforme o quadro, em que P indica a probabilidade de um parafuso escolhido ao acaso ser defeituoso.

$0 \leq P < \frac{2}{100}$	Excelente
$\frac{2}{100} \leq P < \frac{4}{100}$	Bom
$\frac{4}{100} \leq P < \frac{6}{100}$	Regular
$\frac{6}{100} \leq P < \frac{8}{100}$	Ruim
$\frac{8}{100} \leq P \leq 1$	Péssimo

O desempenho conjunto dessas máquinas, em setembro, pode ser classificado como

- A excelente.
- B bom.
- C regular.
- D ruim.
- E péssimo.

31| ENEM 2013 – Uma fábrica possui duas máquinas que produzem o mesmo tipo de peça. Diariamente a máquina M produz 2.000 peças e a máquina N produz 3.000 peças. Segundo o controle de qualidade da fábrica, sabe-se que 60 peças, das 2.000 produzidas pela máquina M, apresentam algum tipo de defeito, enquanto que 120 peças, das 3.000 produzidas pela máquina N, também apresentam defeitos. Um trabalhador da fábrica escolhe ao acaso uma peça, e esta é defeituosa.

Nessas condições, qual a probabilidade de que a peça defeituosa escolhida tenha sido produzida pela máquina M?

- A $\frac{3}{100}$
- B $\frac{1}{25}$
- C $\frac{1}{3}$
- D $\frac{3}{7}$
- E $\frac{2}{3}$

32| ENEM 2012 – O diretor de uma escola convidou os 280 alunos de terceiro ano a participarem de uma brincadeira. Suponha que existem 5 objetos e 6 personagens numa casa de 9 cômodos; um dos personagens esconde um dos objetos em um dos cômodos da casa. O objetivo da brincadeira é adivinhar qual objeto foi escondido por qual personagem e em qual cômodo da casa o objeto foi escondido.

Todos os alunos decidiram participar. A cada vez um aluno é sorteado e dá a sua resposta. As respostas devem ser sempre distintas das anteriores, e um mesmo aluno não pode ser sorteado mais de uma vez. Se a resposta do aluno estiver correta, ele é declarado vencedor e a brincadeira é encerrada.

O diretor sabe que algum aluno acertará a resposta porque há

- A 10 alunos a mais do que possíveis respostas distintas.
- B 20 alunos a mais do que possíveis respostas distintas.
- C 119 alunos a mais do que possíveis respostas distintas.
- D 260 alunos a mais do que possíveis respostas distintas.
- E 270 alunos a mais do que possíveis respostas distintas.

33| ENEM 2012 – O designer português Miguel Neiva criou um sistema de símbolos que permite que pessoas daltônicas identifiquem cores. O sistema consiste na utilização de símbolos que identificam as cores primárias (azul, amarelo e vermelho). Além disso, a justaposição de dois desses símbolos permite identificar cores secundárias (como o verde, que é o amarelo combinado com o azul). O preto e o branco são identificados por pequenos quadrados: o que simboliza o preto é cheio, enquanto o que simboliza o branco é vazio. Os símbolos que representam preto e branco também podem ser associados aos símbolos que identificam cores, significando se estas são claras ou escuras.

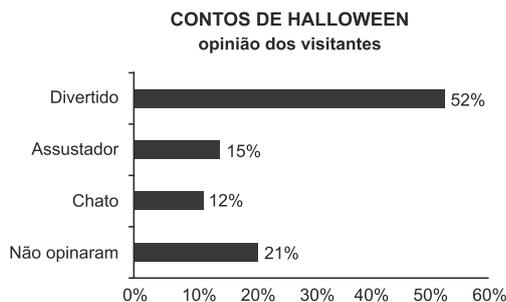
Folha de Sao Paulo. Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 18 fev. 2012. (adaptado)

De acordo com o texto, quantas cores podem ser representadas pelo sistema proposto?

- A 14
- B 18
- C 20
- D 21
- E 23

34| ENEM 2012 – Em um blog de variedades, músicas, mantras e informações diversas, foram postados “Contos de Halloween”. Após a leitura, os visitantes poderiam opinar, assinalando suas reações em “Divertido”, “Assustador” ou “Chato”. Ao final de uma semana, o blog registrou que 500 visitantes distintos acessaram esta postagem.

O gráfico a seguir apresenta o resultado da enquete.



O administrador do blog irá sortear um livro entre os visitantes que opinaram na postagem “Contos de Halloween”.

Sabendo que nenhum visitante votou mais de uma vez, a probabilidade de uma pessoa escolhida ao acaso entre as que opinaram ter assinalado que o conto “Contos de Halloween” é “Chato” é mais aproximada por

- A 0,09.
- B 0,12.
- C 0,14.
- D 0,15.
- E 0,18.

35| ENEM 2012 – José, Paulo e Antônio estão jogando dados não viciados, nos quais, em cada uma das seis faces, há um número de 1 a 6. Cada um deles jogará dois dados simultaneamente. José acredita que, após jogar seus dados, os números das faces voltadas para cima lhe darão uma soma igual a 7. Já Paulo acredita que sua soma será igual a 4 e Antônio acredita que sua soma será igual a 8.

Com essa escolha, quem tem a maior probabilidade de acertar sua respectiva soma é

- A Antônio, já que sua soma é a maior de todas as escolhidas.
- B José e Antônio, já que há 6 possibilidades tanto para a escolha de José quanto para a escolha de Antônio, e há apenas 4 possibilidades para a escolha de Paulo.
- C José e Antônio, já que há 3 possibilidades tanto para a escolha de José quanto para a escolha de Antônio, e há apenas 2 possibilidades para a escolha de Paulo.
- D José, já que ha 6 possibilidades para formar sua soma, 5 possibilidades para formar a soma de Antônio e apenas 3 possibilidades para formar a soma de Paulo.
- E Paulo, já que sua soma é a menor de todas.

36| ENEM 2012 – Em um jogo há duas urnas com 10 bolas de mesmo tamanho em cada uma. A tabela a seguir indica as quantidades de bolas de cada cor em cada urna.

Cor	Urna 1	Urna 2
Amarela	4	0
Azul	3	1
Branca	2	2
Verde	1	3
Vermelha	0	4

Uma jogada consiste em:

- 1º) o jogador apresenta um palpite sobre a cor da bola que será retirada por ele da urna 2;
- 2º) ele retira, aleatoriamente, uma bola da urna 1 e a coloca na urna 2, misturando-a com as que lá estão;
- 3º) em seguida ele retira, também aleatoriamente, uma bola da urna 2;
- 4º) se a cor da última bolsa retirada for a mesma do palpite inicial, ele ganha o jogo.

Qual cor deve ser escolhida pelo jogador para que ele tenha a maior probabilidade de ganhar?

- A Azul
- B Amarela
- C Branca
- D Verde
- E Vermelha

37| ENEM 2012 – Uma coleta de dados em mais de 5 mil sites da internet apresentou os conteúdos de interesse de cada faixa etária. Na tabela a seguir, estão os dados obtidos para a faixa etária de 0 a 17 anos.

Preferências	Porcentagem
Música	22,5
Blogs	15,0
Serviços Web*	10,2
Games	10,0
Horóscopo	9,0
Game on-line	7,4
Educação **	6,5
Teen	4,0
Compras	3,4
Outras	12,0

* Serviços web: aplicativos on-line, emoticons, mensagens para redes sociais, entre outros.

** Sites sobre vestibular, ENEM, páginas com material de pesquisa escolar.

Considere que esses dados refletem os interesses dos brasileiros desta faixa etária.

Disponível em: www.navegg.com. Acesso em: 12 nov. 2012 (adaptado).

Selecione, ao acaso, uma pessoa desta faixa etária, a probabilidade de que ela não tenha preferência por horóscopo é

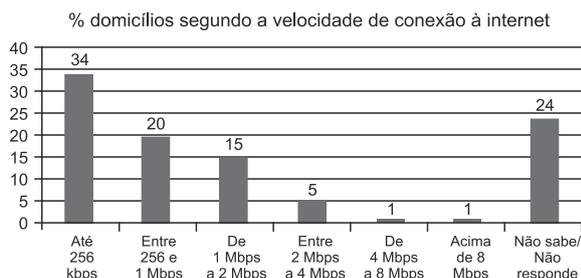
- A 0,09.
- B 0,10.
- C 0,11.
- D 0,79.
- E 0,91.

38| ENEM 2011 – O setor de recursos humanos de uma empresa vai realizar uma entrevista com 120 candidatos a uma vaga de contador. Por sorteio, eles pretendem atribuir a cada candidato um número, colocar a lista de números em ordem numérica crescente e usá-la para convocar os interessados. Acontece que, por um defeito do computador, foram gerados números com 5 algarismos distintos e, em nenhum deles, apareceram dígitos pares.

Em razão disso, a ordem de chamada do candidato que tiver recebido o número 75.913 é

- A 24.
- B 31.
- C 32.
- D 88.
- E 89.

39| ENEM 2011 – O gráfico mostra a velocidade de conexão à internet utilizada em domicílios no Brasil. Esses dados são resultado da mais recente pesquisa, de 2009, realizada pelo Comitê Gestor da Internet (CGI).

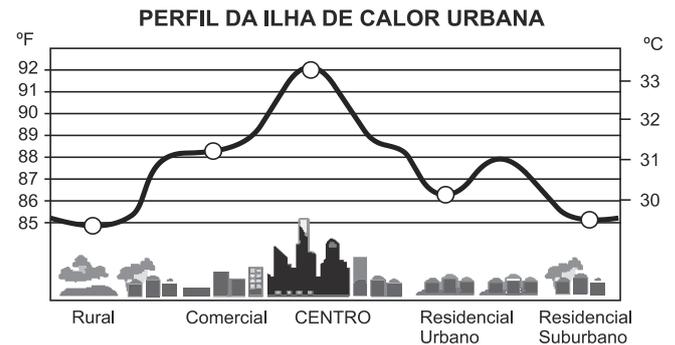


Disponível em: <http://agencia.ipea.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Escolhendo-se, aleatoriamente, um domicílio pesquisado, qual a chance de haver banda larga de conexão de pelo menos 1 Mbps neste domicílio?

- A 0,45
- B 0,42
- C 0,30
- D 0,22
- E 0,15

40| ENEM 2011 – Rafael mora no Centro de uma cidade e decidiu se mudar, por recomendações médicas, para uma das regiões: Rural, Comercial, Residencial Urbano ou Residencial Suburbano. A principal recomendação médica foi com as temperaturas das “ilhas de calor” da região, que deveriam ser inferiores a 31°C. Tais temperaturas são apresentadas no gráfico:



Escolhendo, aleatoriamente, uma das outras regiões para morar, a probabilidade de ele escolher uma região que seja adequada às recomendações médicas é

- A $\frac{1}{5}$
- B $\frac{1}{4}$
- C $\frac{2}{5}$
- D $\frac{3}{5}$
- E $\frac{3}{4}$

41| ENEM 2011 – Todo o país passa pela primeira fase de campanha de vacinação contra a gripe suína (H1N1). Segundo um médico infectologista do Instituto Emílio Ribas, de São Paulo, a imunização “deve mudar”, no país, a história da epidemia. Com a vacina, de acordo com ele, o Brasil tem a chance de barrar uma tendência do crescimento da doença, que já matou 17 mil no mundo. A tabela apresenta dados específicos de um único posto de vacinação.

CAMPANHA DE VACINAÇÃO CONTRA A GRIPE SUÍNA

Datas da vacinação	Público-alvo	Quantidade de pessoas vacinadas
8 a 19 de março	Trabalhadores da saúde e indígenas	42
22 de março a 2 de abril	Portadores de doenças crônicas	22
5 a 23 de abril	Adultos saudáveis entre 20 e 29 anos	56
24 de abril a 7 de maio	População com mais de 60 anos	30
10 a 21 de maio	Adultos saudáveis entre 30 e 39 anos	50

Disponível em: <http://img.terra.com.br>. Acesso em 26 abr. 2010 (adaptado).

Escolhendo-se aleatoriamente uma pessoa atendida nesse posto de vacinação, a probabilidade de ela ser portadora de doença crônica é

- A 8%.
- B 9%.
- C 11%.
- D 12%.
- E 22%.

42| ENEM 2011 — Em um jogo disputado em uma mesa de sinuca, há 16 bolas: 1 branca e 15 coloridas, as quais, de acordo com a coloração, valem de 1 a 15 pontos (um valor para cada bola colorida).

O jogador acerta o taco na bola branca de forma que esta acerte as outras, com o objetivo de acertar duas das quinze bolas em quaisquer caçapas. Os valores dessas duas bolas são somados e devem resultar em um valor escolhido pelo jogador antes do início da jogada.

Arthur, Bernardo e Caio escolhem os números 12, 17 e 22 como sendo resultados de suas respectivas somas. Com essa escolha, quem tem a maior probabilidade de ganhar o jogo é

- A Arthur, pois a soma que escolheu é a menor.
- B Bernardo, pois há 7 possibilidades de compor a soma escolhida por ele, contra 4 possibilidades para a escolha de Arthur e 4 possibilidades para a escolha de Caio.
- C Bernardo, pois há 7 possibilidades de compor a soma escolhida por ele, contra 5 possibilidades para a escolha de Arthur e 4 possibilidades para a escolha de Caio.
- D Caio, pois há 10 possibilidades de compor a soma escolhida por ele, contra 5 possibilidades para a escolha de Arthur e 8 possibilidades para a escolha de Bernardo.
- E Caio, pois a soma que escolheu é a maior.

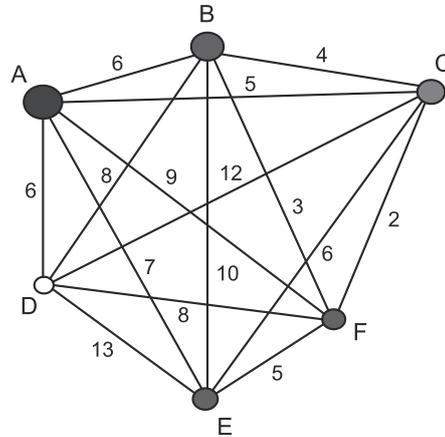
43| ENEM 2010 — Considere que um professor de arqueologia tenha obtido recursos para visitar 5 museus, sendo 3 deles no Brasil e 2 fora do país. Ele decidiu restringir sua escolha aos museus nacionais e internacionais relacionados na tabela a seguir.

Museus nacionais	Museus internacionais
Masp — São Paulo	Louvre — Paris
MAM — São Paulo	Prado — Madri
Ipiranga — São Paulo	British Museum — Londres
Imperial — Petrópolis	Metropolitan — Nova York

De acordo com os recursos obtidos, de quantas maneiras diferentes esse professor pode escolher os 5 museus para visitar?

- A 6
- B 8
- C 20
- D 24
- E 36

44| ENEM 2010 — João mora na cidade A e precisa visitar cinco clientes, localizados em cidades diferentes da sua. Cada trajeto possível pode ser representado por uma sequência de 7 letras. Por exemplo, o trajeto ABCDEFA, informa que ele sairá da cidade A, visitando as cidades B, C, D, E e F nesta ordem, voltando para a cidade A. Além disso, o número indicado entre as letras informa o custo do deslocamento entre as cidades. A figura mostra o custo de deslocamento entre cada uma das cidades.



Como João quer economizar, ele precisa determinar qual o trajeto de menor custo para visitar os cinco clientes.

Examinando a figura, percebe que precisa considerar somente parte das sequências, pois os trajetos ABCDEFA e AFEDCBA têm o mesmo custo. Ele gasta 1 min30s para examinar uma sequência e descartar sua simétrica, conforme apresentado.

O tempo mínimo necessário para João verificar todas as sequências possíveis no problema é de

- A 60 min.
- B 90 min.
- C 120 min.
- D 180 min.
- E 360 min.

45| ENEM 2010 — Os estilos musicais preferidos pelos jovens brasileiros são o samba, o rock e a MPB. O quadro a seguir registra o resultado de uma pesquisa relativa à preferência musical de um grupo de 1 000 alunos de uma escola.

Alguns alunos disseram não ter preferência por nenhum desses três estilos.

Preferência musical	rock	samba	MPB	rock e samba
número de alunos	200	180	200	70

Preferência musical	rock e MPB	samba e MPB	rock, samba e MPB
número de alunos	60	50	20

Se for selecionado ao acaso um estudante no grupo pesquisado, qual é a probabilidade de ele preferir somente MPB?

- A 2%
- B 5%
- C 6%
- D 11%
- E 20%

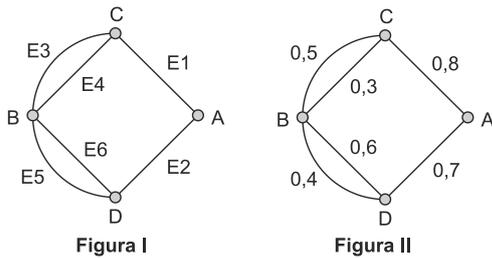
46| ENEM 2010 – Para verificar e analisar o grau de eficiência de um teste que poderia ajudar no retrocesso de uma doença numa comunidade, uma equipe de biólogos aplicou-o em um grupo de 500 ratos, para detectar a presença dessa doença. Porém, o teste não é totalmente eficaz podendo existir ratos saudáveis com resultado positivo e ratos doentes com resultado negativo. Sabe-se, ainda, que 100 ratos possuem a doença, 20 ratos são saudáveis com resultado positivo e 40 ratos são doentes com resultado negativo.

Um rato foi escolhido ao acaso, e verificou-se que o seu resultado deu negativo. A probabilidade de esse rato ser saudável é

- A $\frac{1}{5}$
- B $\frac{4}{5}$
- C $\frac{19}{21}$
- D $\frac{19}{25}$
- E $\frac{21}{25}$

47| ENEM 2010 – A figura I abaixo mostra um esquema das principais vias que interligam a cidade A com a cidade B. Cada número indicado na figura II representa a probabilidade de pegar um engarrafamento quando se passa na via indicada,

Assim, há uma probabilidade de 30% de se pegar engarrafamento no deslocamento do ponto C ao o ponto B, passando pela estrada E4, e de 50%, quando se passa por E3. Essas probabilidades são independentes umas das outras.



Paula deseja se deslocar da cidade A para a cidade B usando exatamente duas das vias indicadas, percorrendo um trajeto com a menor probabilidade de engarrafamento possível.

O melhor trajeto para Paula é

- A E1E3.
- B E1E4.
- C E2E4.
- D E2E5.
- E E2E6.

48| ENEM 2010 – Grandes times nacionais e internacionais utilizam dados estatísticos para a definição do time que sairá jogando numa partida. Por exemplo, nos últimos treinos, dos chutes a gol feito pelo jogador I, ele converteu 45 chutes em gol. Enquanto isso, o jogador II acertou 50 gols. Quem deve ser selecionado para estar no time no próximo jogo, já que os dois jogam na mesma posição?

A decisão parece simples, porém deve-se levar em conta quantos chutes a gol cada um teve oportunidade de executar. Se o jogador I chutou 60 bolas a gol e o jogador II chutou 75, quem deveria ser escolhido?

- A O jogador I, porque acertou $\frac{3}{4}$ dos chutes, enquanto o jogador II acertou $\frac{2}{3}$ dos chutes.
- B O jogador I, porque acertou $\frac{4}{3}$ dos chutes, enquanto o jogador II acertou $\frac{2}{3}$ dos chutes.

- C O jogador I, porque acertou $\frac{3}{4}$ dos chutes, enquanto o jogador II acertou $\frac{3}{2}$ dos chutes.
- D O jogador I, porque acertou $\frac{12}{25}$ dos chutes, enquanto o jogador II acertou $\frac{2}{3}$ dos chutes.
- E O jogador I, porque acertou $\frac{9}{25}$ dos chutes, enquanto o jogador II acertou $\frac{2}{5}$ dos chutes.

49| ENEM 2010 – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o poder germinativo de duas culturas de cebola, conforme a tabela.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DUAS CULTURAS DE CEBOLA

Culturas	Germinação		TOTAL
	Germinaram	Não Germinaram	
A	392	8	400
B	381	19	400
TOTAL	773	27	800

BUSSAB, W. O.; MORETIN, L. G. Estatística para as ciências agrárias e biológicas (adaptado).

Desejando-se fazer uma avaliação do poder germinativo de uma das culturas de cebola, uma amostra foi retirada ao acaso. Sabendo-se que a amostra escolhida germinou, a probabilidade de essa amostra pertencer à Cultura A é de

- A $\frac{8}{27}$
- B $\frac{19}{27}$
- C $\frac{381}{773}$
- D $\frac{392}{773}$
- E $\frac{392}{800}$

50| ENEM 2010 – O diretor de um colégio leu numa revista que os pés das mulheres estavam aumentando. Há alguns anos, a média do tamanho dos calçados das mulheres era de 35,5 e, hoje, é de 37,0. Embora não fosse uma informação científica, ele ficou curioso e fez uma pesquisa com as funcionárias do seu colégio, obtendo o quadro a seguir:

TAMANHO DOS CALÇADOS	NUMERO DE FUNCIONÁRIAS
39,0	1
38,0	10
37,0	3
36,0	5
35,0	6

Escolhendo uma funcionária ao acaso e sabendo que ela tem calçado maior que 36,0, a probabilidade de ela calçar 38,0 é

- A $\frac{1}{3}$
- B $\frac{1}{5}$
- C $\frac{2}{5}$
- D $\frac{5}{7}$
- E $\frac{5}{14}$

51| ENEM 2010 — Em uma reserva florestal existem 263 espécies de peixes, 122 espécies de mamíferos, 93 espécies de répteis, 1 132 espécies de borboletas e 656 espécies de aves.

Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Se uma espécie animal for capturada ao acaso, qual a probabilidade de ser uma borboleta?

- A** 63,31%
- B** 60,18%
- C** 56,52%
- D** 49,96%
- E** 43,27%

52| ENEM 2009 — A população brasileira sabe, pelo menos intuitivamente, que a probabilidade de acertar as seis dezenas da mega sena não é zero, mas é quase.

Mesmo assim, milhões de pessoas são atraídas por essa loteria, especialmente quando o prêmio se acumula em valores altos. Até junho de 2009, cada aposta de seis dezenas, pertencentes ao conjunto {01, 02, 03, ..., 59, 60}, custava R\$ 1,50.

Disponível em: www.caixa.gov.br. Acesso em: 7 jul. 2009.

Considere que uma pessoa decida apostar exatamente R\$ 126,00 e que esteja mais interessada em acertar apenas cinco das seis dezenas da mega sena, justamente pela dificuldade desta última. Nesse caso, é melhor que essa pessoa faça 84 apostas de seis dezenas diferentes, que não tenham cinco números em comum, do que uma única aposta com nove dezenas, porque a probabilidade de acertar a quina no segundo caso em relação ao primeiro é, aproximadamente,

- A** $1\frac{1}{2}$ vez menor.
- B** $2\frac{1}{2}$ vezes menor.
- C** 4 vezes menor.
- D** 9 vezes menor.
- E** 14 vezes menor.

53| ENEM 2009 — Doze times se inscreveram em um torneio de futebol amador. O jogo de abertura do torneio foi escolhido da seguinte forma: primeiro foram sorteados 4 times para compor o Grupo A. Em seguida, entre os times do Grupo A, foram sorteados 2 times para realizar o jogo de abertura do torneio, sendo que o primeiro deles jogaria em seu próprio campo, e o segundo seria o time visitante.

A quantidade total de escolhas possíveis para o Grupo A e a quantidade total de escolhas dos times do jogo de abertura podem ser calculadas através de

- A** uma combinação e um arranjo, respectivamente.
- B** um arranjo e uma combinação, respectivamente.
- C** um arranjo e uma permutação, respectivamente.
- D** duas combinações.
- E** dois arranjos.

54| ENEM 2009 — Em um concurso realizado em uma lanchonete, apresentavam-se ao consumidor quatro cartas voltadas para baixo, em ordem aleatória, diferenciadas pelos algarismos 0, 1, 2 e 5. O consumidor selecionava uma nova ordem ainda com as cartas voltadas para baixo. Ao desvirá-las, verificava-se quais delas continham o algarismo na posição correta dos algarismos do número 12,50 que era o valor, em reais, do trio-promoção. Para cada algarismo na posição acertada, ganhava-se R\$ 1,00 de desconto. Por exemplo, se a segunda carta da sequência escolhida pelo consumidor fosse 2 e a terceira fosse 5, ele ganharia R\$ 2,00 de desconto.

Qual é a probabilidade de um consumidor não ganhar qualquer desconto?

- A** $\frac{1}{24}$
- B** $\frac{3}{24}$
- C** $\frac{1}{3}$
- D** $\frac{1}{4}$
- E** $\frac{1}{2}$

55| ENEM 2009 — O controle de qualidade de uma empresa fabricante de telefones celulares aponta que a probabilidade de um aparelho de determinado modelo apresentar defeito de fabricação é de 0,2%. Se uma loja acaba de vender 4 aparelhos desse modelo para um cliente, qual é a probabilidade de esse cliente sair da loja com exatamente dois aparelhos defeituosos?

- A** $2 \times (0,2\%)^4$.
- B** $4 \times (0,2\%)^2$.
- C** $6 \times (0,2\%)^2 \times (99,8\%)^2$.
- D** $4 \times (0,2\%)$.
- E** $6 \times (0,2\%) \times (99,8\%)$.

56| ENEM 2009 — Um casal decidiu que vai ter 3 filhos. Contudo, quer exatamente 2 filhos homens e decide que, se a probabilidade fosse inferior a 50%, iria procurar uma clínica para fazer um tratamento específico para garantir que teria os dois filhos homens.

Após os cálculos, o casal concluiu que a probabilidade de ter exatamente 2 filhos homens é

- A** 66,7%, assim ele não precisará fazer um tratamento.
- B** 50%, assim ele não precisará fazer um tratamento.
- C** 7,5%, assim ele não precisará fazer um tratamento.
- D** 25%, assim ele precisará procurar uma clínica para fazer um tratamento.
- E** 37,5%, assim ele precisará procurar uma clínica para fazer um tratamento.

57| ENEM 2009 — Em um determinado semáforo, as luzes completam um ciclo de verde, amarelo e vermelho em 1 minuto e 40 segundos. Desse tempo, 25 segundos são para a luz verde, 5 segundos para a amarela e 70 segundos para a vermelha. Ao se aproximar do semáforo, um veículo tem uma determinada probabilidade de encontrá-lo na luz verde, amarela ou vermelha. Se essa aproximação for de forma aleatória, pode-se admitir que a probabilidade de encontrá-lo com uma dessas cores é diretamente proporcional ao tempo em que cada uma delas fica acesa.

Suponha que um motorista passa por um semáforo duas vezes ao dia, de maneira aleatória e independente uma da outra. Qual é a probabilidade de o motorista encontrar esse semáforo com a luz verde acesa nas duas vezes em que passar?

- A** $\frac{1}{25}$
- B** $\frac{1}{16}$
- C** $\frac{1}{9}$
- D** $\frac{1}{3}$
- E** $\frac{1}{2}$

58| ENEM 2009 — No quadro seguinte, são informados os turnos em que foram eleitos os prefeitos das capitais de todos os estados brasileiros em 2004.

	cidade	turno
1	Aracaju (SE)	1°
2	Belém (PA)	2°
3	Belo Horizonte (MG)	1°
4	Boa Vista (RR)	1°
5	Campo Grande (MS)	1°
6	Cuiabá (MT)	2°
7	Curitiba (PR)	2°
8	Florianópolis (SC)	2°
9	Fortaleza (CE)	2°
10	Goiânia (GO)	2°
11	João Pessoa (PB)	1°
12	Macapá (AP)	1°
13	Maceió (AL)	2°

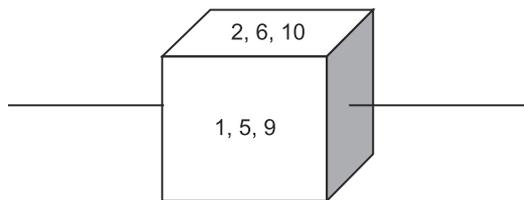
	cidade	turno
14	Manaus (AM)	2°
15	Natal (RN)	2°
16	Palmas (TO)	1°
17	Porto Alegre (RS)	2°
18	Porto Velho (RO)	2°
19	Recife (PE)	1°
20	Rio Branco (AC)	1°
21	Rio de Janeiro (RJ)	1°
22	Salvador (BA)	2°
23	São Luís (MA)	1°
24	São Paulo (SP)	2°
25	Terezina (PI)	2°
26	Vitória (ES)	2°

Fonte: TSE. Almanaque ABRIL: Brasil 2005. São Paulo: Abril, 2005.

Na região Norte, a frequência relativa de eleição dos prefeitos no 2º turno foi, aproximadamente,

- A 42,86%.
- B 44,44%.
- C 50,00%.
- D 57,14%.
- E 57,69%.

59| ENEM 2009 — Em um cubo, com faces em branco, foram gravados os números de 1 a 12, utilizando-se o seguinte procedimento: o número 1 foi gravado na face superior do dado, em seguida o dado foi girado, no sentido anti-horário, em torno do eixo indicado na figura abaixo, e o número 2 foi gravado na nova face superior, seguinte, conforme o esquema abaixo.



O procedimento continuou até que foram gravados todos os números. Observe que há duas faces que ficaram em branco.

Ao se jogar aleatoriamente o dado apresentado, a probabilidade de que a face sorteada tenha a soma máxima é

- A $\frac{1}{6}$.
- B $\frac{1}{4}$.
- C $\frac{1}{3}$.
- D $\frac{1}{2}$.
- E $\frac{2}{3}$.

60| ENEM 2009 — Um médico está estudando um novo medicamento que combate um tipo de câncer em estágios avançados. Porém, devido ao forte efeito dos seus componentes, a cada dose administrada há uma chance de 10% de que o paciente sofra algum dos efeitos colaterais observados no estudo, tais como dores de cabeça, vômitos ou mesmo agravamento dos sintomas da doença. O médico oferece tratamentos compostos por 3, 4, 6, 8 ou 10 doses do medicamento, de acordo com o risco que o paciente pretende assumir.

Se um paciente considera aceitável um risco de até 35% de chances de que ocorra algum dos efeitos colaterais durante o tratamento, qual é o maior número admissível de doses para esse paciente?

- A 3 doses.
- B 4 doses.
- C 6 doses.
- D 8 doses.
- E 10 doses.

61| ENEM 2009 — Dados do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) revelaram que no biênio 2004/2005, nas rodovias federais, os atropelamentos com morte ocuparam o segundo lugar no ranking de mortalidade por acidente.

A cada 34 atropelamentos, ocorreram 10 mortes. Cerca de 4 mil atropelamentos/ano, um a cada duas horas, aproximadamente.

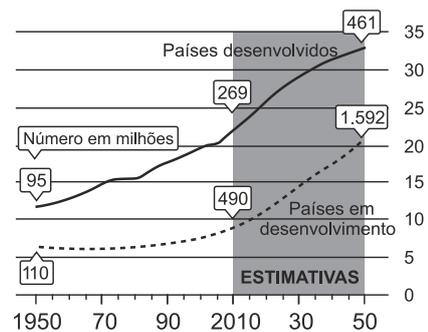
Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 6 jan. 2009.

De acordo com os dados, se for escolhido aleatoriamente para investigação mais detalhada um dos atropelamentos ocorridos no biênio 2004/2005, a probabilidade de ter sido um atropelamento sem morte é

- A $\frac{2}{17}$
- B $\frac{5}{17}$
- C $\frac{2}{5}$
- D $\frac{3}{5}$
- E $\frac{12}{17}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A população mundial está ficando mais velha, os índices de natalidade diminuíram e a expectativa de vida aumentou. No gráfico seguinte, são apresentados dados obtidos por pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), a respeito da quantidade de pessoas com 60 anos ou mais em todo o mundo. Os números da coluna da direita representam as faixas percentuais. Por exemplo, em 1950 havia 95 milhões de pessoas com 60 anos ou mais nos países desenvolvidos, número entre 10% e 15% da população total nos países desenvolvidos.



Fonte: *Perspectivas da População Mundial*, ONU, 2009.

Disponível em: www.economist.com. Acesso em: 9 jul. 2009 (adaptado).

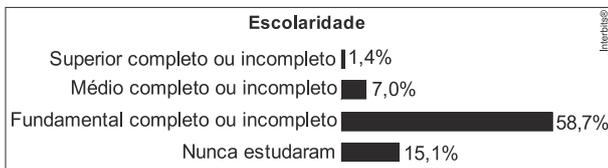
62| ENEM 2009 – Em 2050, a probabilidade de se escolher, aleatoriamente, uma pessoa com 60 anos ou mais de idade, na população dos países desenvolvidos, será um número mais próximo de

- A $\frac{1}{2}$
- B $\frac{7}{20}$
- C $\frac{8}{25}$
- D $\frac{1}{5}$
- E $\frac{3}{25}$

63| ENEM 2008

A VIDA NA RUA COMO ELA É

O Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) realizou, em parceria com a ONU, uma pesquisa nacional sobre a população que vive na rua, tendo sido ouvidas 31.922 pessoas em 71 cidades brasileiras. Nesse levantamento, constatou-se que a maioria dessa população sabe ler e escrever (74%), que apenas 15,1% vivem de esmolas e que, entre os moradores de rua que ingressaram no ensino superior, 0,7% se diplomou. Outros dados da pesquisa são apresentados nos quadros a seguir.



Istoé, 7/5/2008, p. 21 (com adaptações).

No universo pesquisado, considere que P seja o conjunto das pessoas que vivem na rua por motivos de alcoolismo/drogas e Q seja o conjunto daquelas cujo motivo para viverem na rua é a decepção amorosa. Escolhendo-se ao acaso uma pessoa no grupo pesquisado e supondo-se que seja igual a 40% a probabilidade de que essa pessoa faça parte do conjunto P ou do conjunto Q, então a probabilidade de que ela faça parte do conjunto interseção de P e Q é igual a

- A 12%.
- B 16%.
- C 20%.
- D 36%.
- E 52%.

CONJUNTOS

01| ENEM 2016 – Até novembro de 2011, não havia uma lei específica que punisse fraude em concursos públicos. Isso dificultava o enquadramento dos fraudadores em algum artigo específico do Código Penal, fazendo com que eles escapassem da Justiça mais facilmente. Entretanto, com o sancionamento da Lei 12.550/11, é considerado crime utilizar ou divulgar indevidamente o conteúdo sigiloso de concurso público, com pena de reclusão de 12 a 48 meses (1 a 4 anos). Caso esse crime seja cometido por um funcionário público, a pena sofrerá um aumento de $\frac{1}{3}$.

Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 15 ago. 2012.

Se um funcionário público for condenado por fraudar um concurso público, sua pena de reclusão poderá variar de

- A 4 a 16 meses.
- B 16 a 52 meses.
- C 16 a 64 meses.
- D 24 a 60 meses.
- E 28 a 64 meses.

02| ENEM 2016 – Nas construções prediais são utilizados tubos de diferentes medidas para a instalação da rede de água. Essas medidas são conhecidas pelo seu diâmetro, muitas vezes medido em polegada. Alguns desses tubos, com medidas em polegada, são os tubos de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$ e $\frac{5}{4}$.

Colocando os valores dessas medidas em ordem crescente, encontramos

- A $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{4}$
- B $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{8}$
- C $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{4}$
- D $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{1}{2}$
- E $\frac{5}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$

03| ENEM 2016 – Para que o pouso de um avião seja autorizado em um aeroporto, a aeronave deve satisfazer, necessariamente, as seguintes condições de segurança:

- I. a envergadura da aeronave (maior distância entre as pontas das asas do avião) deve ser, no máximo, igual à medida da largura da pista;
- II. o comprimento da aeronave deve ser inferior a 60 m;
- III. a carga máxima (soma das massas da aeronave e sua carga) não pode exceder 110 t.

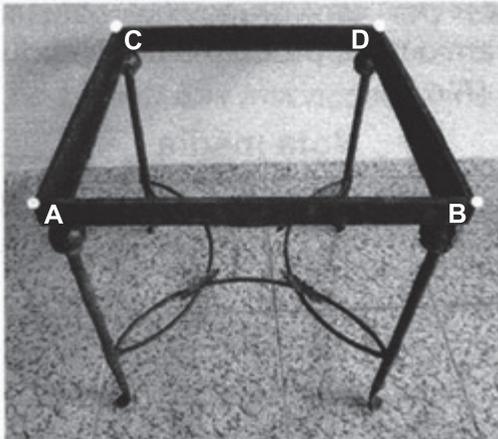
Suponha que a maior pista desse aeroporto tenha 0,045 km de largura, e que os modelos de aviões utilizados pelas empresas aéreas, que utilizam esse aeroporto, sejam dados pela tabela.

Modelo	Dimensões (comprimento x envergadura)	Carga máxima
A	44,57 m x 34,10 m	110.000 kg
B	44,00 m x 34,00 m	95.000 kg
C	44,50 m x 39,50 m	121.000 kg
D	61,50 m x 34,33 m	79.010 kg
E	44,00 m x 34,00 m	120.000 kg

Os únicos aviões aptos a pousar nesse aeroporto, de acordo com as regras de segurança, são os de modelos

- A A e C.
- B A e B.
- C B e D.
- D B e E.
- E C e E.

04| ENEM 2016 – O proprietário de um restaurante deseja comprar um tampo de vidro retangular para a base de uma mesa, como ilustra a figura.



Sabe-se que a base da mesa, considerando a borda externa, tem a forma de um retângulo, cujos lados medem $AC = 105$ cm e $AB = 120$ cm.

Na loja onde será feita a compra do tampo, existem cinco tipos de opções de tampos, de diferentes dimensões, e todos com a mesma espessura, sendo:

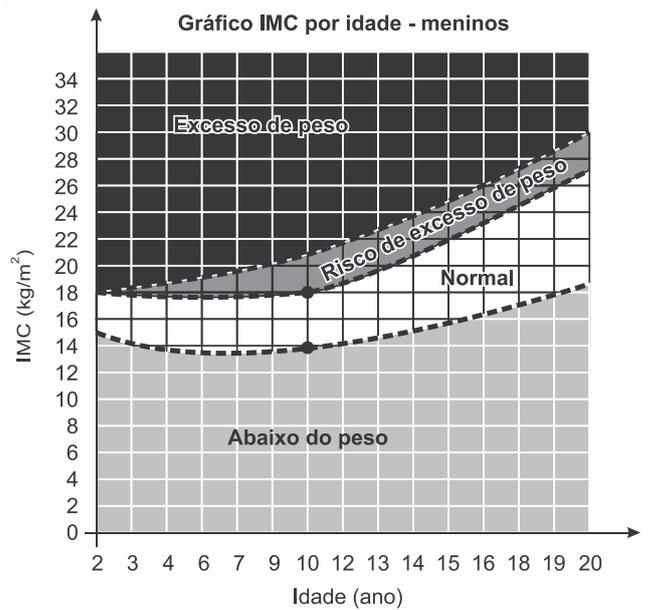
- Tipo 1: 110 cm x 125 cm
- Tipo 2: 115 cm x 125 cm
- Tipo 3: 115 cm x 130 cm
- Tipo 4: 120 cm x 130 cm
- Tipo 5: 120 cm x 135 cm

O proprietário avalia, para comodidade dos usuários, que se deve escolher o tampo de menor área possível que satisfaça a condição: ao colocar o tampo sobre a base, de cada lado da borda externa da base da mesa, deve sobrar uma região, correspondendo a uma moldura em vidro, limitada por um mínimo de 4 cm e máximo de 8 cm fora da base da mesa, de cada lado.

Segundo as condições anteriores, qual é o tipo de tampo de vidro que o proprietário avaliou que deve ser escolhido?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

05| ENEM 2016 – O Índice de Massa Corporal (IMC) pode ser considerado uma alternativa prática, fácil e barata para a medição direta de gordura corporal. Seu valor pode ser obtido pela fórmula $IMC = \frac{Massa}{(Altura)^2}$, na qual a massa é em quilograma e a altura, em metro. As crianças, naturalmente, começam a vida com um alto índice de gordura corpórea, mas vão ficando mais magras conforme envelhecem, por isso os cientistas criaram um IMC especialmente para as crianças e jovens adultos, dos dois aos vinte anos de idade, chamado de IMC por idade.



Uma mãe resolveu calcular o IMC de seu filho, um menino de dez anos de idade, com 1,20 m de altura e 30,92 kg.

Disponível em: <http://saude.hsw.uol.com>. Acesso em: 31 jul. 2012.

Para estar na faixa considerada normal de IMC, os valores mínimo e máximo que esse menino precisa emagrecer, em quilograma, devem ser, respectivamente,

- A 1,12 e 5,12.
- B 2,68 e 12,28.
- C 3,47 e 7,47.
- D 5,00 e 1,076.
- E 7,77 e 11,77.

06| ENEM 2016 – O quadro apresenta a ordem de colocação dos seis primeiros países em um dia de disputa nas Olimpíadas. A ordenação é feita de acordo com as quantidades de medalhas de ouro, prata e bronze, respectivamente.

País	Ouro	Prata	Bronze	Total
1° China	9	5	3	17
2° EUA	5	7	4	16
3° França	3	1	3	7
4° Argentina	3	2	2	7
5° Itália	2	6	2	10
6° Brasil	2	5	3	10

Se as medalhas obtidas por Brasil e Argentina fossem reunidas para formar um único país hipotético, qual a posição ocupada por esse país?

- A 1ª.
- B 2ª.
- C 3ª.
- D 4ª.
- E 5ª.

07| ENEM 2016 – A tabela apresenta parte do resultado de um espermograma (exame que analisa as condições físicas e composição do sêmen humano).

Espermograma						
Características	Padrão	30/11/2009	23/03/2010	09/08/2011	23/08/2011	06/03/2012
Volume (mL)	2,0 a 5,0	2,5	2,5	2,0	4,0	2,0
Tempo de liquefação (min)	Até 60	35	50	60	59	70
pH	7,2 a 7,8	7,5	7,5	8,0	7,6	8,0
Espermatozoide (unidade / mL)	> 20 000 000	9 400 000	27 000 000	12 800 000	24 200 000	10 200 000
Leucócito (unidade / mL)	Até 1 000	2 800	1 000	1 000	900	1 400
Hemácia (unidade / mL)	Até 1 000	800	1 200	200	800	800

Para analisar o exame, deve-se comparar os resultados obtidos em diferentes datas com o valor padrão de cada característica avaliada.

O paciente obteve um resultado dentro dos padrões no exame realizado no dia

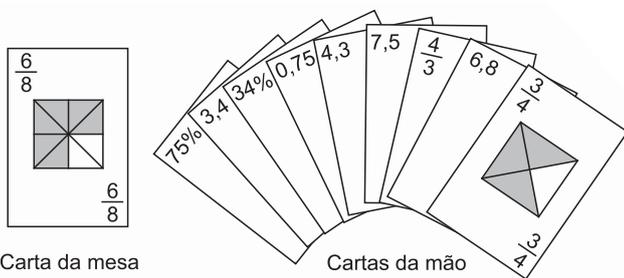
- A 30/11/2009.
- B 23/03/2010.
- C 09/08/2011.
- D 23/08/2011.
- E 06/03/2012.

08| ENEM 2015 – Deseja-se comprar lentes para óculos. As lentes devem ter espessuras mais próximas possíveis da medida 3 mm. No estoque de uma loja, há lentes de espessuras: 3,10 mm; 3,021 mm; 2,96 mm; 2,099 mm e 3,07 mm.

Se as lentes forem adquiridas nessa loja, a espessura escolhida será, em milímetros, de

- A 2,099.
- B 2,96.
- C 3,021.
- D 3,07.
- E 3,10.

09| ENEM 2015 – No contexto da matemática recreativa, utilizando diversos materiais didáticos para motivar seus alunos, uma professora organizou um jogo com um tipo de baralho modificado. No início do jogo, vira-se uma carta do baralho na mesa e cada jogador recebe em mãos nove cartas. Deseja-se formar pares de cartas, sendo a primeira carta a da mesa e a segunda, uma carta na mão do jogador, que tenha um valor equivalente àquele descrito na carta da mesa. O objetivo do jogo é verificar qual jogador consegue o maior número de pares. Iniciado o jogo, a carta virada na mesa e as cartas da mão de um jogador são como no esquema:



Segundo as regras do jogo, quantas cartas da mão desse jogador podem formar um par com a carta da mesa?

- A 9
- B 7
- C 5
- D 4
- E 3

10| ENEM 2014 – André, Carlos e Fábio estudam em uma mesma escola e desejam saber quem mora mais perto da escola. André mora a cinco vinte avos de um quilômetro da escola. Carlos mora a seis quartos de um quilômetro da escola. Já Fábio mora a quatro sextos de um quilômetro da escola.

A ordenação dos estudantes de acordo com a ordem decrescente das distâncias de suas respectivas casas à escola é

- A André, Carlos e Fábio.
- B André, Fábio e Carlos.
- C Carlos, André e Fábio.
- D Carlos, Fábio e André.
- E Fábio, Carlos e André.

11| ENEM 2014 – Um estudante se cadastrou numa rede social na internet que exibe o índice de popularidade do usuário. Esse índice é a razão entre o número de admiradores do usuário e o número de pessoas que visitam seu perfil na rede.

Ao acessar seu perfil hoje, o estudante descobriu que seu índice de popularidade é 0,3121212... O índice revela que as quantidades relativas de admiradores do estudante e pessoas que visitam seu perfil são

- A 103 em cada 330.
- B 104 em cada 333.
- C 104 em cada 3.333.
- D 139 em cada 330.
- E 1.039 em cada 3.330.

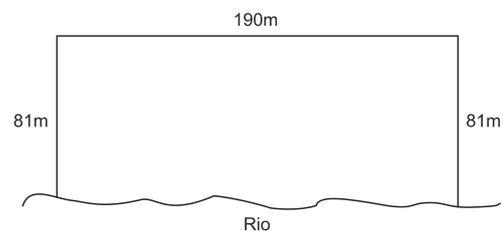
12| ENEM 2014 – Um clube de futebol abriu inscrições para novos jogadores. Inscreveram-se 48 candidatos. Para realizar uma boa seleção, deverão ser escolhidos os que cumpram algumas exigências:

os jogadores deverão ter mais de 14 anos, estatura igual ou superior à mínima exigida e bom preparo físico. Entre os candidatos, $\frac{7}{8}$ têm mais de 14 anos e foram pré-selecionados. Dos pré-selecionados, $\frac{1}{2}$ têm estatura igual ou superior à mínima exigida e, destes, $\frac{2}{3}$ têm bom preparo físico.

A quantidade de candidatos selecionados pelo clube de futebol foi

- A 12.
- B 14.
- C 16.
- D 32.
- E 42.

13| ENEM 2013 – Para o reflorestamento de uma área, deve-se cercar totalmente, com tela, os lados de um terreno, exceto o lado margeado pelo rio, conforme a figura. Cada rolo de tela que será comprado para confecção da cerca contém 48 metros de comprimento.

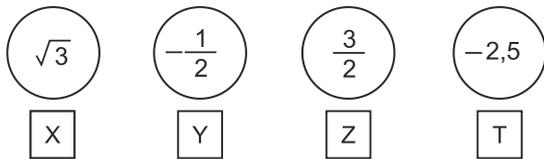


A quantidade mínima de rolos que deve ser comprada para cercar esse terreno é

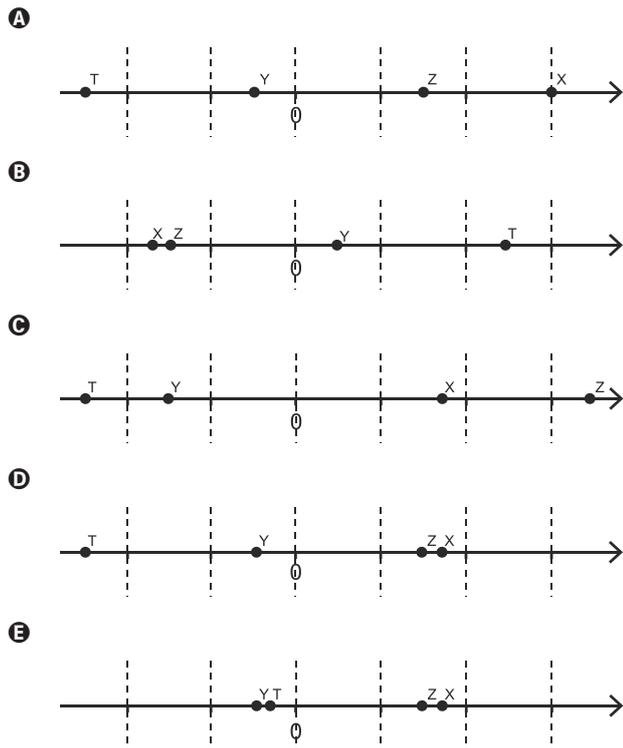
- A 6.
- B 7.
- C 8.
- D 11.
- E 12.

14| ENEM 2013 – Em um jogo educativo, o tabuleiro é uma representação da reta numérica e o jogador deve posicionar as fichas contendo números reais corretamente no tabuleiro, cujas linhas pontilhadas equivalham a 1 (uma) unidade de medida. Cada acerto vale 10 pontos.

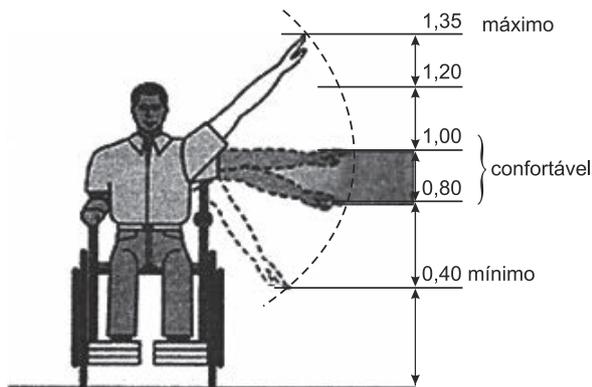
Na sua vez de jogar, Clara recebe as seguintes fichas:



Para que Clara atinja 40 pontos nessa rodada, a figura que representa seu jogo, após a colocação das fichas no tabuleiro, é:



15| ENEM 2012 – Num projeto da parte elétrica de um edifício residencial a ser construído, consta que as tomadas deverão ser colocadas a 0,20 m acima do piso, enquanto os interruptores de luz deverão ser colocados a 1,47 m acima do piso. Um cadeirante, potencial comprador de um apartamento desse edifício, ao ver tais medidas, alerta para o fato de que elas não contemplarão suas necessidades. Os referenciais de alturas (em metros) para atividades que não exigem o uso de força são mostrados na figura seguinte.



Uma proposta substitutiva, relativa às alturas de tomadas e interruptores, respectivamente, que atenderá àquele potencial comprador é

- A 0,20 m e 1,45 m.
- B 0,20 m e 1,40 m.
- C 0,25 m e 1,35 m.
- D 0,25 m e 1,30 m.
- E 0,45 m e 1,20 m.

16| ENEM 2010 – Para dificultar o trabalho de falsificadores, foi lançada uma nova família de cédulas do real. Com tamanho variável – quanto maior o valor, maior a nota – o dinheiro novo terá vários elementos de segurança. A estreia será entre abril e maio, quando começam a circular as notas de R\$ 50,00 e R\$ 100,00. As cédulas atuais têm 14 cm de comprimento e 6,5 cm de largura. A maior cédula será a de R\$ 100,00, com 1,6 cm a mais no comprimento e 0,5 cm maior na largura.

Disponível em: <http://br.noticias.yahoo.com>. Acesso em: 20 abr. 2010 (adaptado).

Quais serão as dimensões da nova nota de R\$ 100,00?

- A 15,6 cm de comprimento e 6 cm de largura.
- B 15,6 cm de comprimento e 6,5 cm de largura.
- C 15,6 cm de comprimento e 7 cm de largura.
- D 15,9 cm de comprimento e 6,5 cm de largura.
- E 15,9 cm de comprimento e 7 cm de largura.

17| ENEM 2010 – Desde 2005, o Banco Central não fabrica mais a nota de R\$ 1,00 e, desde então, só produz dinheiro nesse valor em moedas. Apesar de ser mais caro produzir uma moeda, a durabilidade do metal é 30 vezes maior que a do papel. Fabricar uma moeda de R\$ 1,00 custa R\$ 0,26, enquanto uma nota custa R\$ 0,17, entretanto, a cédula dura de oito a onze meses.

Disponível em: <http://noticias.r7.com>. Acesso em: 26 abr. 2010.

Com R\$ 1 000,00 destinados a fabricar moedas, o Banco Central conseguiria fabricar, aproximadamente, quantas cédulas a mais?

- A 1667
- B 2036
- C 3846
- D 4300
- E 5882

18| ENEM 2009 – Uma pesquisa foi realizada para tentar descobrir, do ponto de vista das mulheres, qual é o perfil da parceira ideal procurada pelo homem do séc. XXI. Alguns resultados estão apresentados no quadro abaixo.

O QUE AS MULHERES PENSAM QUE OS HOMENS PREFEREM	
72% das mulheres têm certeza de que os homens odeiam ir ao shopping	65% pensam que os homens preferem mulheres que façam todas as tarefas da casa
No entanto, apenas 39% dos homens disseram achar a atividade insuportável	No entanto, 84% deles disseram acreditar que as tarefas devem ser divididas entre o casal

Correio Braziliense, 29 jun. 2008 (adaptado).

Se a pesquisa foi realizada com 300 mulheres, então a quantidade delas que acredita que os homens odeiam ir ao shopping e pensa que eles preferem que elas façam todas as tarefas da casa é

- A inferior a 80.
- B superior a 80 e inferior a 100.
- C superior a 100 e inferior a 120.
- D superior a 120 e inferior a 140.
- E superior a 140.

FUNÇÕES

01| ENEM 2016 – Um túnel deve ser lacrado com uma tampa de concreto. A seção transversal do túnel e a tampa de concreto têm contornos de um arco de parábola e mesmas dimensões. Para determinar o custo da obra, um engenheiro deve calcular a área sob o arco parabólico em questão. Usando o eixo horizontal no nível do chão e o eixo de simetria da parábola como eixo vertical, obteve a seguinte equação para a parábola:

$$y = 9 - x^2, \text{ sendo } x \text{ e } y \text{ medidos em metros.}$$

Sabe-se que a área sob uma parábola como esta é igual a $\frac{2}{3}$ da área do retângulo cujas dimensões são, respectivamente, iguais à base e à altura da entrada do túnel.

Qual é a área da parte frontal da tampa de concreto, em metro quadrado?

- A 18
- B 20
- C 36
- D 45
- E 54

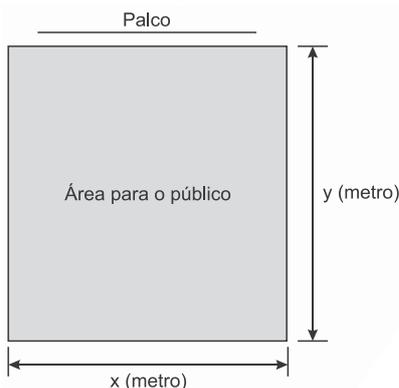
02| ENEM 2016 – Para evitar uma epidemia, a Secretaria de Saúde de uma cidade dedetizou todos os bairros, de modo a evitar a proliferação do mosquito da dengue. Sabe-se que o número f de infectados é dado pela função $f(t) = -2t^2 + 120t$ (em que t é expresso em dia e $t = 0$ é o dia anterior à primeira infecção) e que tal expressão é válida para os 60 primeiros dias da epidemia.

A Secretaria de Saúde decidiu que uma segunda dedetização deveria ser feita no dia em que o número de infectados chegasse à marca de 1.600 pessoas, e uma segunda dedetização precisou acontecer.

A segunda dedetização começou no

- A 19° dia.
- B 20° dia.
- C 29° dia.
- D 30° dia.
- E 60° dia.

03| ENEM 2016 – Dispondo de um grande terreno, uma empresa de entretenimento pretende construir um espaço retangular para shows e eventos, conforme a figura.



A área para o público será cercada com dois tipos de materiais:

- nos lados paralelos ao palco será usada uma tela do tipo A, mais resistente, cujo valor do metro linear é R\$ 20,00;
- nos outros dois lados será usada uma tela do tipo B, comum, cujo metro linear custa R\$ 5,00.

A empresa dispõe de R\$ 5.000,00 para comprar todas as telas, mas quer fazer de tal maneira que obtenha a maior área possível para o público. A quantidade de cada tipo de tela que a empresa deve comprar é

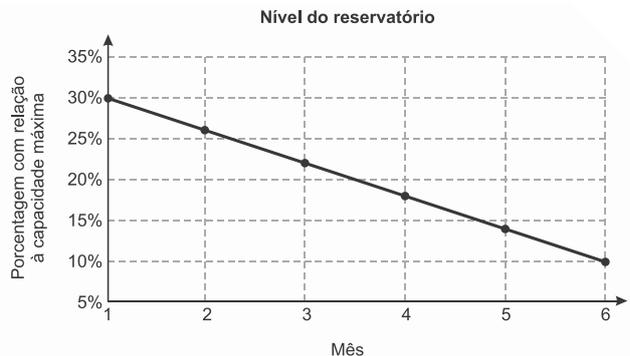
- A 50,0 m da tela tipo A e 500,0 m da tela tipo B.
- B 62,5 m da tela tipo A e 250,0 m da tela tipo B.
- C 100,0 m da tela tipo A e 600,0 m da tela tipo B.
- D 125,0 m da tela tipo A e 500,0 m da tela tipo B.
- E 200,0 m da tela tipo A e 200,0 m da tela tipo B.

04| ENEM 2016 – Um produtor de maracujá usa uma caixa-d'água, com volume V , para alimentar o sistema de irrigação de seu pomar. O sistema capta água através de um furo no fundo da caixa a uma vazão constante. Com a caixa-d'água cheia, o sistema foi acionado às 7 h da manhã de segunda-feira. Às 13 h do mesmo dia, verificou-se que já haviam sido usados 15% do volume da água existente na caixa. Um dispositivo eletrônico interrompe o funcionamento do sistema quando o volume restante na caixa é de 5% do volume total, para reabastecimento.

Supondo que o sistema funcione sem falhas, a que horas o dispositivo eletrônico interromperá o funcionamento?

- A Às 15 h de segunda-feira.
- B Às 11 h de terça-feira.
- C Às 14 h de terça-feira.
- D Às 4 h de quarta-feira.
- E Às 21 h de terça-feira.

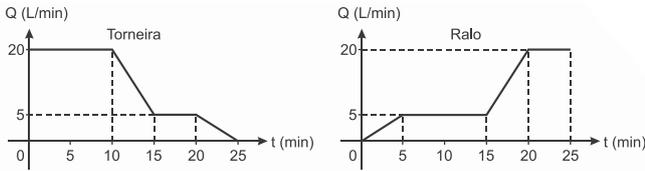
05| ENEM 2016 – Um dos grandes desafios do Brasil é o gerenciamento dos seus recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos. Existe uma demanda crescente por água e o risco de racionamento não pode ser descartado. O nível de água de um reservatório foi monitorado por um período, sendo o resultado mostrado no gráfico. Suponha que essa tendência linear observada no monitoramento se prolongue pelos próximos meses.



Nas condições dadas, qual o tempo mínimo, após o sexto mês, para que o reservatório atinja o nível zero de sua capacidade?

- A 2 meses e meio.
- B 3 meses e meio.
- C 1 mês e meio.
- D 4 meses.
- E 1 mês.

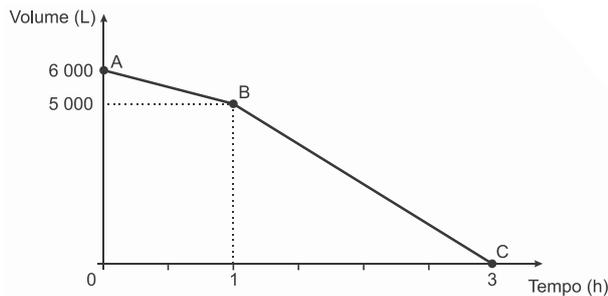
06| ENEM 2016 – Um reservatório é abastecido com água por uma torneira e um ralo faz a drenagem da água desse reservatório. Os gráficos representam as vazões Q , em litro por minuto, do volume de água que entra no reservatório pela torneira e do volume que sai pelo ralo, em função do tempo t , em minuto.



Em qual intervalo de tempo, em minuto, o reservatório tem uma vazão constante de enchimento?

- A** De 0 a 10.
- B** De 5 a 10.
- C** De 5 a 15.
- D** De 15 a 25.
- E** De 0 a 25.

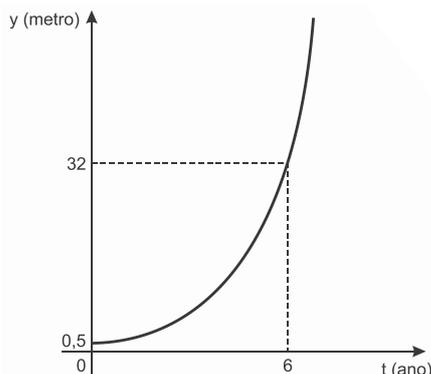
07| ENEM 2016 – Uma cisterna de 6.000 L foi esvaziada em um período de 3 h. Na primeira hora foi utilizada apenas uma bomba, mas nas duas horas seguintes, a fim de reduzir o tempo de esvaziamento, outra bomba foi ligada junto com a primeira. O gráfico, formado por dois segmentos de reta, mostra o volume de água presente na cisterna, em função do tempo.



Qual é a vazão, em litro por hora, da bomba que foi ligada no início da segunda hora?

- A** 1.000
- B** 1.250
- C** 1.500
- D** 2.000
- E** 2.500

08| ENEM 2016 – Admita que um tipo de eucalipto tenha expectativa de crescimento exponencial, nos primeiros anos após seu plantio, modelado pela função $y(t) = a^{t-1}$, na qual y representa a altura da planta em metro, t é considerado em ano, e a é uma constante maior que 1. O gráfico representa a função y .



Admita ainda que $y(0)$ fornece a altura da muda quando plantada, e deseja-se cortar os eucaliptos quando as mudas crescerem 7,5 m após o plantio.

O tempo entre a plantação e o corte, em ano, é igual a

- A** 3.
- B** 4.
- C** 6.
- D** $\log_2 7$.
- E** $\log_2 15$.

09| ENEM 2016 – O governo de uma cidade está preocupado com a possível epidemia de uma doença infectocontagiosa causada por bactéria. Para decidir que medidas tomar, deve calcular a velocidade de reprodução da bactéria. Em experiências laboratoriais de uma cultura bacteriana, inicialmente com 40 mil unidades, obteve-se a fórmula para a população:

$$p(t) = 40 \cdot 2^{3t}$$

em que t é o tempo, em hora, e $p(t)$ é a população, em milhares de bactérias.

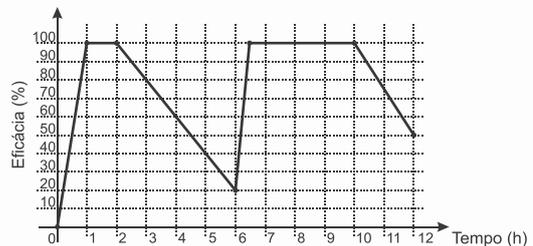
Em relação à quantidade inicial de bactérias, após 20 min, a população será

- A** reduzida a um terço.
- B** reduzida à metade.
- C** reduzida a dois terços.
- D** duplicada.
- E** triplicada.

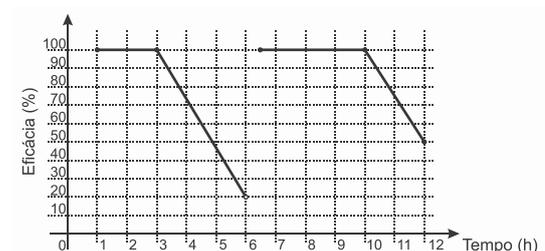
10| ENEM 2016 – Uma empresa farmacêutica fez um estudo da eficácia (em porcentagem) de um medicamento durante 12 h de tratamento em um paciente. O medicamento foi administrado em duas doses, com espaçamento de 6 h entre elas. Assim que foi administrada a primeira dose, a eficácia do remédio cresceu linearmente durante 1 h, até atingir a máxima eficácia (100%), e permaneceu em máxima eficácia durante 2 h. Após essas 2 h em que a eficácia foi máxima, ela passou a diminuir linearmente, atingindo 20% de eficácia ao completar as 6 h iniciais de análise. Nesse momento, foi administrada a segunda dose, que passou a aumentar linearmente, atingindo a máxima eficácia após 0,5 h e permanecendo em 100% por 3,5 h. Nas horas restantes da análise, a eficácia decresceu linearmente, atingindo ao final do tratamento 50% de eficácia.

Considerando as grandezas tempo (em hora), no eixo das abscissas; e eficácia do medicamento (em porcentagem), no eixo das ordenadas, qual é o gráfico que representa tal estudo?

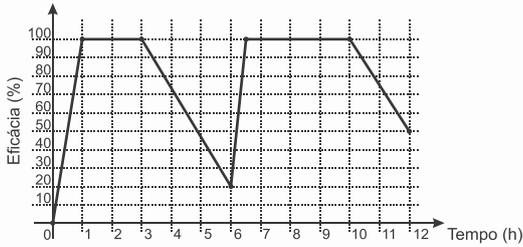
A



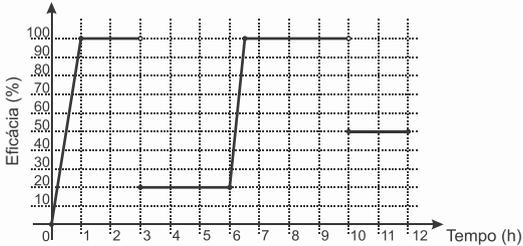
B



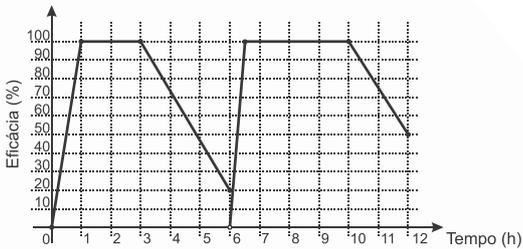
C



D



E



11| ENEM 2016 – A volemia (V) de um indivíduo é a quantidade total de sangue em seu sistema circulatório (coração, artérias, veias e capilares). Ela é útil quando se pretende estimar o número total (N) de hemácias de uma pessoa, a qual é obtida multiplicando-se a volemia (V) pela concentração (C) de hemácias no sangue, isto é, $N = V \times C$. Num adulto normal essa concentração é de 5.200.000 hemácias por mL de sangue, conduzindo a grandes valores de N . Uma maneira adequada de informar essas grandes quantidades é utilizar a notação científica, que consiste em expressar N na forma $N = Q \times 10^n$, sendo $1 \leq Q < 10$ e n um número inteiro.

Considere um adulto normal, com volemia de 5.000 mL.

<http://perflin.com>. Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado)

Qual a quantidade total de hemácias desse adulto, em notação científica?

- A** $2,6 \times 10^{-10}$
- B** $2,6 \times 10^{-9}$
- C** $2,6 \times 10^9$
- D** $2,6 \times 10^{10}$
- E** $2,6 \times 10^{11}$

12| ENEM 2015 – Um estudante está pesquisando o desenvolvimento de certo tipo de bactéria. Para essa pesquisa, ele utiliza uma estufa para armazenar as bactérias. A temperatura no interior dessa estufa, em graus Celsius, é dada pela expressão $T(h) = -h^2 + 22h - 85$, em que h representa as horas do dia. Sabe-se que o número de bactérias é o maior possível quando a estufa atinge sua temperatura máxima e, nesse momento, ele deve retirá-las da estufa. A tabela associa intervalos de temperatura, em graus Celsius, com as classificações: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Intervalos de temperatura (°C)	Classificação
$T < 0$	Muito baixa
$0 \leq T \leq 17$	Baixa
$17 < T < 30$	Média
$30 \leq T \leq 43$	Alta
$T > 43$	Muito alta

Quando o estudante obtém o maior número possível de bactérias, a temperatura no interior da estufa está classificada como

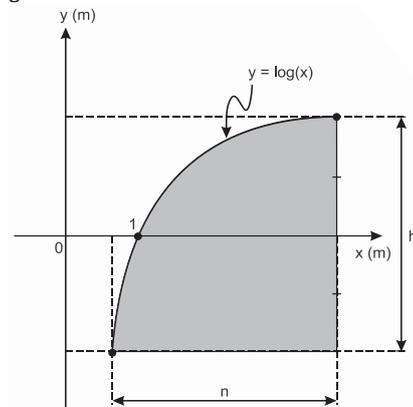
- A** muito baixa.
- B** baixa.
- C** média.T
- D** alta.
- E** muito alta.

13| ENEM 2015 – O sindicato de trabalhadores de uma empresa sugere que o piso salarial da classe seja de R\$ 1.800,00, propondo um aumento percentual fixo por cada ano dedicado ao trabalho. A expressão que corresponde à proposta salarial (s), em função do tempo de serviço (t), em anos, é $s(t) = 1.800 \cdot (1,03)^t$.

De acordo com a proposta do sindicato, o salário de um profissional dessa empresa com 2 anos de tempo de tempo de serviço será, em reais,

- A** 7.416,00.
- B** 3.819,24.
- C** 3.709,62.
- D** 3.708,00.
- E** 1909,62.

14| ENEM 2015 – Um engenheiro projetou um automóvel cujos vidros das portas dianteiras foram desenhados de forma que suas bordas superiores fossem representadas pela curva de equação $y = \log(x)$, conforme a figura.



A forma do vidro foi concebida de modo que o eixo x sempre divida ao meio a altura h do vidro e a base do vidro seja paralela ao eixo x . Obedecendo a essas condições, o engenheiro determinou uma expressão que fornece a altura h do vidro em função da medida n de sua base, em metros.

A expressão algébrica que determina a altura do vidro é

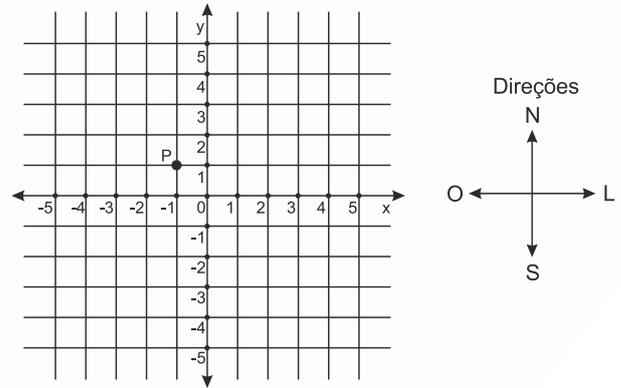
- A** $\log\left(\frac{n + \sqrt{n^2 + 4}}{2}\right) - \log\left(\frac{n - \sqrt{n^2 + 4}}{2}\right)$
- B** $\log\left(1 + \frac{n}{2}\right) - \log\left(1 - \frac{n}{2}\right)$
- C** $\log\left(1 + \frac{n}{2}\right) + \log\left(1 - \frac{n}{2}\right)$
- D** $\log\left(\frac{n + \sqrt{n^2 + 4}}{2}\right)$
- E** $2 \log\left(\frac{n + \sqrt{n^2 + 4}}{2}\right)$

15| ENEM 2015 – Após realizar uma pesquisa de mercado, uma operadora de telefonia celular ofereceu aos clientes que utilizavam até 500 ligações ao mês o seguinte plano mensal: um valor fixo de R\$ 12,00 para os clientes que fazem até 100 ligações ao mês. Caso o cliente faça mais de 100 ligações, será cobrado um valor adicional de R\$ 0,10 por ligação, a partir da 101ª até a 300ª; e caso realize entre 300 e 500 ligações, será cobrado um valor fixo mensal de R\$ 32,00.

Com base nos elementos apresentados, o gráfico que melhor representa a relação entre o valor mensal pago nesse plano e o número de ligações feitas é:

- A**
-
- B**
-
- C**
-
- D**
-
- E**
-

16| ENEM 2014 – Alunos de um curso de engenharia desenvolveram um robô “anfíbio” que executa saltos somente nas direções norte, sul, leste e oeste. Um dos alunos representou a posição inicial desse robô, no plano cartesiano, pela letra P, na ilustração.



A direção norte-sul é a mesma do eixo y, sendo que o sentido norte é o sentido de crescimento de y, e a direção leste-oeste é a mesma do eixo x, sendo que o sentido leste é o sentido de crescimento de x.

Em seguida, esse aluno deu os seguintes comandos de movimentação para o robô: 4 norte, 2 leste e 3 sul, nos quais os coeficientes numéricos representam o número de saltos do robô nas direções correspondentes, e cada salto corresponde a uma unidade do plano cartesiano.

Depois de realizar os comandos dados pelo aluno, a posição do robô, no plano cartesiano, será

- A** (0; 2).
- B** (0; 3).
- C** (1; 2).
- D** (1; 4).
- E** (2; 1).

17| ENEM 2014 – Um professor, depois de corrigir as provas de sua turma, percebeu que várias questões estavam muito difíceis. Para compensar, decidiu utilizar uma função polinomial f, de grau menor que 3, para alterar as notas x da prova para notas y = f(x), da seguinte maneira:

- A nota zero permanece zero.
- A nota 10 permanece 10.
- A nota 5 passa a ser 6.

A expressão da função y = f(x) a ser utilizada pelo professor é

- A** $y = -\frac{1}{25}x^2 + \frac{7}{5}x$.
- B** $y = -\frac{1}{10}x^2 + 2x$.
- C** $y = -\frac{1}{24}x^2 + \frac{7}{12}x$.
- D** $y = \frac{4}{5}x + 2$.
- E** $y = x$.

18| ENEM 2014 – Os sistemas de cobrança dos serviços de táxi nas cidades A e B são distintos. Uma corrida de táxi na cidade A é calculada pelo valor fixo da bandeirada, que é de R\$ 3,45, mais R\$ 2,05 por quilômetro rodado. Na cidade B, a corrida é calculada pelo valor fixo da bandeirada, que é de R\$ 3,60, mais R\$ 1,90 por quilômetro rodado.

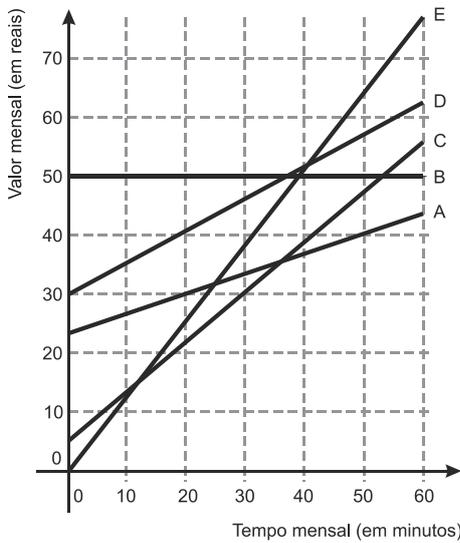
Uma pessoa utilizou o serviço de táxi nas duas cidades para percorrer a mesma distância de 6 km.

Qual o valor que mais se aproxima da diferença, em reais, entre as médias do custo por quilômetro rodado ao final das duas corridas?

- A 0,75
- B 0,45
- C 0,38
- D 0,33
- E 0,13

19| ENEM 2014 – No Brasil há várias operadoras e planos de telefonia celular.

Uma pessoa recebeu 5 propostas (A, B, C, D e E) de planos telefônicos. O valor mensal de cada plano está em função do tempo mensal das chamadas, conforme o gráfico.

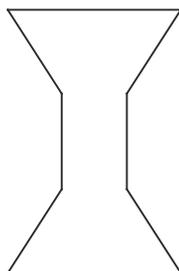


Essa pessoa pretende gastar exatamente R\$ 30,00 por mês com telefone.

Dos planos telefônicos apresentados, qual é o mais vantajoso, em tempo de chamada, para o gasto previsto para essa pessoa?

- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

20| ENEM 2014 – Para comemorar o aniversário de uma cidade, um artista projetou uma escultura transparente e oca, cujo formato foi inspirado em uma ampulheta. Ela é formada por três partes de mesma altura: duas são troncos de cone iguais e a outra é um cilindro. A figura é a vista frontal dessa escultura.



No topo da escultura foi ligada uma torneira que verte água, para dentro dela, com vazão constante.

O gráfico que expressa a altura (h) da água na escultura em função do tempo (t) decorrido é

- A
- B
- C
- D
- E

21| ENEM 2013 – Uma pequena fábrica vende seus bonés em pacotes com quantidades de unidades variáveis. O lucro obtido é dado pela expressão $L(x) = -x^2 + 12x - 20$, onde x representa a quantidade de bonés contidos no pacote. A empresa pretende fazer um único tipo de empacotamento, obtendo um lucro máximo. Para obter o lucro máximo nas vendas, os pacotes devem conter uma quantidade de bonés igual a

- A 4.
- B 6.
- C 9.
- D 10.
- E 14.

22| ENEM 2013 – O proprietário de uma casa de espetáculos observou que, colocando o valor da entrada a R\$10,00, sempre contava com 1.000 pessoas a cada apresentação, faturando R\$10.000,00 com a venda dos ingressos. Entretanto, percebeu também que, a partir de R\$10,00, a cada R\$2,00 que ele aumentava no valor da entrada, recebia para os espetáculos 40 pessoas a menos.

Nessas condições, considerando P o número de pessoas presentes em um determinado dia e F o faturamento com a venda dos ingressos, a expressão que relaciona o faturamento em função do número de pessoas é dada por:

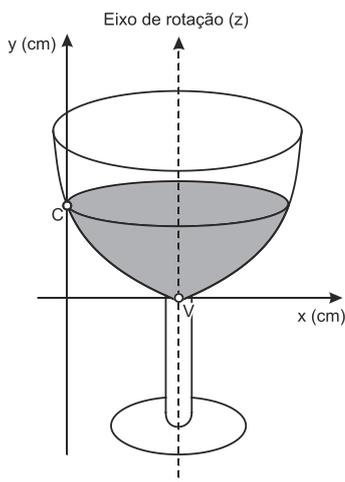
- A $F = \frac{-P^2}{20} + 60P$
- B $F = \frac{P^2}{20} - 60P$
- C $F = -P^2 + 1200P$
- D $F = \frac{-P^2}{20} + 60$
- E $F = -P^2 - 1220P$

23| ENEM 2013 – A temperatura T de um forno (em graus centígrados) é reduzida por um sistema a partir do instante de seu desligamento ($t = 0$) e varia de acordo com a expressão $T(t) = -\frac{t^2}{4} + 400$, com t em minutos. Por motivos de segurança, a trava do forno só é liberada para abertura quando o forno atinge a temperatura de 39° .

Qual o tempo mínimo de espera, em minutos, após se desligar o forno, para que a porta possa ser aberta?

- A 19,0
- B 19,8
- C 20,0
- D 38,0
- E 39,0

24| ENEM 2013 – A parte interior de uma taça foi gerada pela rotação de uma parábola em torno de um eixo z , conforme mostra a figura.

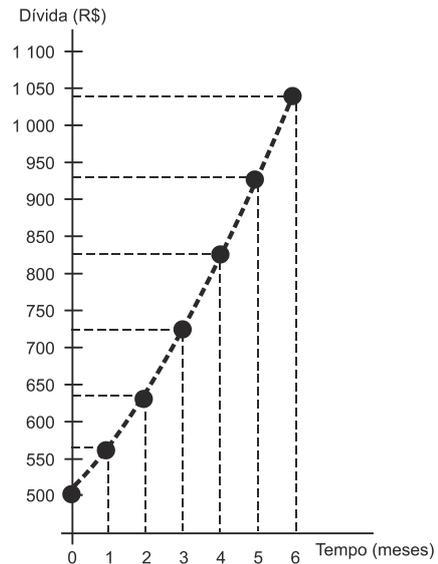


A função real que expressa a parábola, no plano cartesiano da figura, é dada pela lei $f(x) = \frac{3}{2}x^2 - 6x + C$, onde C é a medida da altura do líquido contido na taça, em centímetros. Sabe-se que o ponto V , na figura, representa o vértice da parábola, localizado sobre o eixo x .

Nessas condições, a altura do líquido contido na taça, em centímetros, é

- A 1.
- B 2.
- C 4.
- D 5.
- E 6.

25| ENEM 2013 – Um trabalhador possui um cartão de crédito que, em determinado mês, apresenta o saldo devedor a pagar no vencimento do cartão, mas não contém parcelamentos a acrescentar em futuras faturas. Nesse mesmo mês, o trabalhador é demitido. Durante o período de desemprego, o trabalhador deixa de utilizar o cartão de crédito e também não tem como pagar as faturas, nem a atual nem as próximas, mesmo sabendo que, a cada mês, incidirão taxas de juros e encargos por conta do não pagamento da dívida. Ao conseguir um novo emprego, já completados 6 meses de não pagamento das faturas, o trabalhador procura renegociar sua dívida. O gráfico mostra a evolução do saldo devedor.



Com base no gráfico, podemos constatar que o saldo devedor inicial, a parcela mensal de juros e a taxa de juros são

- A R\$ 500,00; constante e inferior a 10% ao mês.
- B R\$ 560,00; variável e inferior a 10% ao mês.
- C R\$ 500,00; variável e superior a 10% ao mês.
- D R\$ 560,00; constante e superior a 10% ao mês.
- E R\$ 500,00; variável e inferior a 10% ao mês.

26| ENEM 2013 – Em um experimento, uma cultura de bactérias tem sua população reduzida pela metade a cada hora, devido à ação de um agente bactericida.

Neste experimento, o número de bactérias em função do tempo pode ser modelado por uma função do tipo

- A afim.
- B seno.
- C cosseno.
- D logarítmica crescente.
- E exponencial.

27| ENEM 2013 – Certa empresa de telefonia oferece a seus clientes dois pacotes de serviço:

- Pacote laranja

Oferece 300 minutos mensais de ligação local e o usuário deve pagar R\$ 143,00 por mês. Será cobrado o valor de R\$ 0,40 por minuto que exceder o valor oferecido.

- Pacote azul

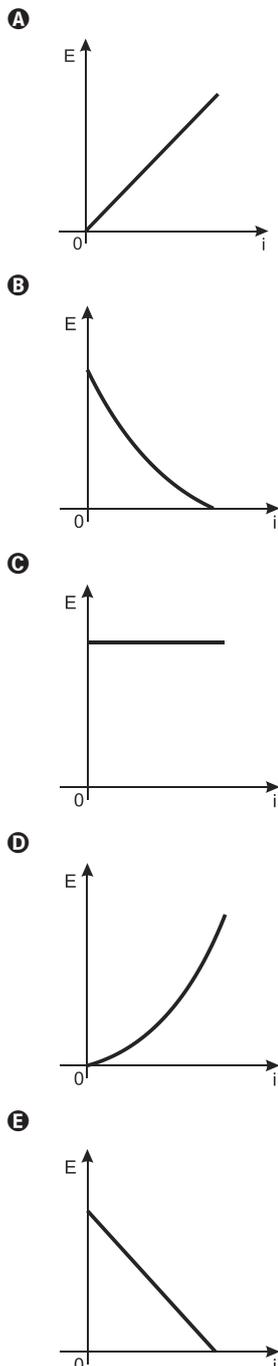
Oferece 100 minutos mensais de ligação local e o usuário deve pagar mensalmente R\$ 80,00. Será cobrado o valor de R\$ 0,90 por minuto que exceder o valor oferecido.

Para ser mais vantajoso contratar o pacote laranja, comparativamente ao pacote azul, o número mínimo de minutos de ligação que o usuário deverá fazer é

- A 70.
- B 126.
- C 171.
- D 300.
- E 400.

28| ENEM 2012 – Existem no mercado chuveiros elétricos de diferentes potências, que representam consumos e custos diversos. A potência (P) de um chuveiro elétrico é dada pelo produto entre sua resistência elétrica (R) e o quadrado da corrente elétrica (i) que por ele circula. O consumo de energia elétrica (E), por sua vez, é diretamente proporcional à potência do aparelho.

Considerando as características apresentadas, qual dos gráficos a seguir representa a relação entre a energia consumida (E) por um chuveiro elétrico e a corrente elétrica (i) que circula por ele?



29| ENEM 2012 – O apresentador de um programa de auditório propôs aos participantes de uma competição a seguinte tarefa: cada participante teria 10 minutos para recolher moedas douradas colocadas aleatoriamente em um terreno destinado à realização da competição. A pontuação dos competidores seria calculada ao final do tempo destinado a cada um dos participantes, no qual as moedas coletadas por eles seriam contadas e a pontuação de cada um seria calculada, subtraindo do número de moedas coletadas uma porcentagem de valor igual ao número de moedas coletadas. Dessa forma, um participante que coletasse 60 moedas teria sua pontuação calculada da seguinte forma: pontuação = $60 - 36$ (60% de 60) = 24. O vencedor da prova seria o participante que alcançasse a maior pontuação. Qual será o limite máximo de pontos que um competidor pode alcançar nessa prova?

- A 0
- B 25
- C 50
- D 75
- E 100

30| ENEM 2012 – As curvas de oferta e de demanda de um produto representam, respectivamente, as quantidades que vendedores e consumidores estão dispostos a comercializar em função do preço do produto. Em alguns casos, essas curvas podem ser representadas por retas. Suponha que as quantidades de oferta e de demanda de um produto sejam, respectivamente, representadas pelas equações:

$$Q_o = -20 + 4P$$

$$Q_d = 46 - 2P$$

em que Q_o é quantidade de oferta, Q_d é a quantidade de demanda e P é o preço do produto.

A partir dessas equações, de oferta e de demanda, os economistas encontram o preço de equilíbrio de mercado, ou seja, quando Q_o e Q_d se igualam.

Para a situação descrita, qual o valor do preço de equilíbrio?

- A 5
- B 11
- C 13
- D 23
- E 33

31| ENEM 2012 – A tabela seguinte apresenta a média, em kg, de resíduos domiciliares produzidos anualmente por habitante, no período de 1995 a 2005.

Produção de resíduos domiciliares por habitante em um país	
ANO	kg
1995	460
2000	500
2005	540

Se essa produção continuar aumentando, mantendo o mesmo padrão observado na tabela, a previsão de produção de resíduos domiciliares, por habitante no ano de 2020, em kg, será

- A 610.
- B 640.
- C 660.
- D 700.
- E 710.

32| ENEM 2012 – Certo vendedor tem seu salário mensal calculado da seguinte maneira: ele ganha um valor fixo de R\$750,00, mais uma comissão de R\$3,00 para cada produto vendido. Caso ele venda mais de 100 produtos, sua comissão passa a ser de R\$9,00 para cada produto vendido, a partir do 101º produto vendido.

Com essas informações, o gráfico que melhor representa a relação entre salário e o número de produtos vendidos é

- A**
-
- B**
-
- C**
-
- D**
-
- E**
-

33| ENEM 2011 – As frutas que antes se compravam por dúzias, hoje em dia, podem ser compradas por quilogramas, existindo também a variação dos preços de acordo com a época de produção. Considere que, independente da época ou variação de preço, certa fruta custa R\$ 1,75 o quilograma. Dos gráficos a seguir, o que representa o preço m pago em reais pela compra de n quilogramas desse produto é

- A**
-
- B**
-
- C**
-
- D**
-
- E**
-

34| ENEM 2011 – O prefeito de uma cidade deseja construir uma rodovia para dar acesso a outro município. Para isso, foi aberta uma licitação na qual concorreram duas empresas. A primeira cobrou R\$ 100.000,00 por km construído (n), acrescidos de um valor fixo de R\$ 350.000,00, enquanto a segunda cobrou R\$ 120.000,00 por km construído (n), acrescidos de um valor fixo de R\$ 150.000,00. As duas empresas apresentam o mesmo padrão de qualidade dos serviços prestados, mas apenas uma delas poderá ser contratada. Do ponto de vista econômico, qual equação possibilitaria encontrar a extensão da rodovia que tornaria indiferente para a prefeitura escolher qualquer uma das propostas apresentadas?

- A $100n + 350 = 120n + 150$
- B $100n + 150 = 120n + 350$
- C $100(n + 350) = 120(n + 150)$
- D $100(n + 350.000) = 120(n + 150.000)$
- E $350(n + 100.000) = 150(n + 120.000)$

35| ENEM 2011 – O saldo de contratações no mercado formal no setor varejista da região metropolitana de São Paulo registrou alta. Comparando as contratações deste setor no mês de fevereiro com as de janeiro deste ano, houve incremento de 4.300 vagas no setor, totalizando 880.605 trabalhadores com carteira assinada.

Disponível em: <http://www.folha.uol.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2010 (adaptado).

Suponha que o incremento de trabalhadores no setor varejista seja sempre o mesmo nos seis primeiros meses do ano. Considerando-se que y e x representam, respectivamente, as quantidades de trabalhadores no setor varejista e os meses, janeiro sendo o primeiro, fevereiro, o segundo, e assim por diante, a expressão algébrica que relaciona essas quantidades nesses meses é

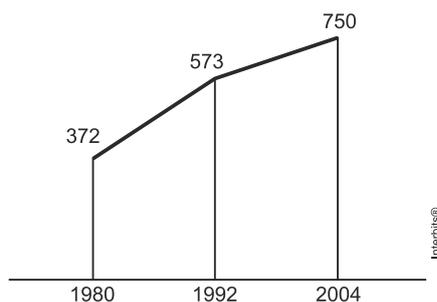
- A $y = 4300x$
- B $y = 884\,905x$
- C $y = 872\,005 + 4300x$
- D $y = 876\,305 + 4300x$
- E $y = 880\,605 + 4300x$

36| ENEM 2010 – Um laticínio possui dois reservatórios de leite. Cada reservatório é abastecido por uma torneira acoplada a um tanque resfriado. O volume, em litros, desses reservatórios depende da quantidade inicial de leite no reservatório e do tempo t , em horas, em que as duas torneiras ficam abertas. Os volumes são dados pelas funções $V_1(t) = 250t^3 - 100t + 3000$ e $V_2(t) = 150t^3 + 69t + 3000$

Depois de aberta cada torneira, o volume de leite de um reservatório é igual ao do outro no instante $t = 0$ e, também, no tempo t igual a

- A 1,3 h.
- B 1,69 h.
- C 10,0 h.
- D 13,0 h.
- E 16,9 h.

37| ENEM 2010 – O gráfico mostra o número de favelas no município do Rio de Janeiro entre 1980 e 2004, considerando que a variação nesse número entre os anos considerados é linear.

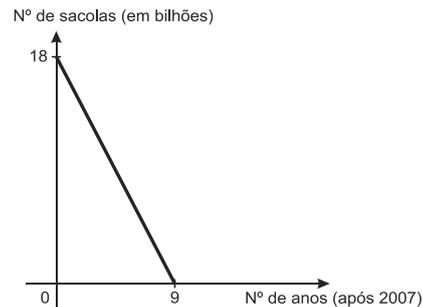


Favela Tem Memória. Época. Nº 621, 12 abr. 2010 (adaptado).

Se o padrão na variação do período 2004/2010 se mantiver nos próximos 6 anos, e sabendo que o número de favelas em 2010 é 968, então o número de favelas em 2016 será

- A menor que 1150.
- B 218 unidades maior que em 2004.
- C maior que 1150 e menor que 1200.
- D 177 unidades maior que em 2010.
- E maior que 1200.

38| ENEM 2010 – As sacolas plásticas sujam florestas, rios e oceanos e quase sempre acabam matando por asfixia peixes, baleias e outros animais aquáticos. No Brasil, em 2007, foram consumidas 18 bilhões de sacolas plásticas. Os supermercados brasileiros se prepararam para acabar com as sacolas plásticas até 2016. Observe o gráfico a seguir, em que se considera a origem como o ano de 2007.



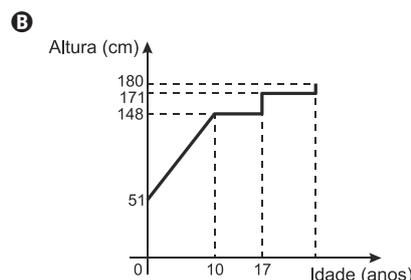
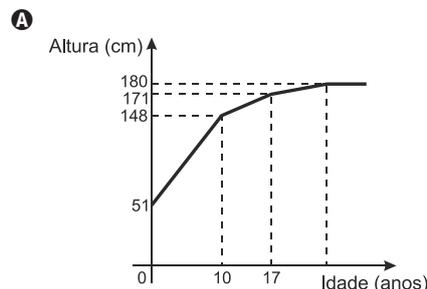
LUCENA, M. Guerra às sacolinhas. Galileu, nº 225, 2010.

De acordo com as informações, quantos bilhões de sacolas plásticas serão consumidos em 2011?

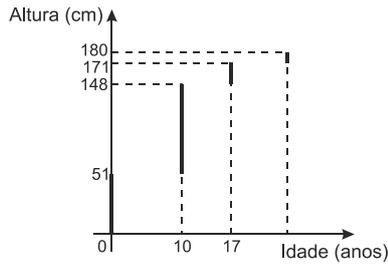
- A 4,0
- B 6,5
- C 7,0
- D 8,0
- E 10,0

39| ENEM 2010 – Acompanhando o crescimento do filho, um casal constatou que, de 0 a 10 anos, a variação da sua altura se dava de forma mais rápida do que dos 10 aos 17 anos e, a partir de 17 anos, essa variação passava a ser cada vez menor, até se tornar imperceptível. Para ilustrar essa situação, esse casal fez um gráfico relacionando as alturas do filho nas idades consideradas.

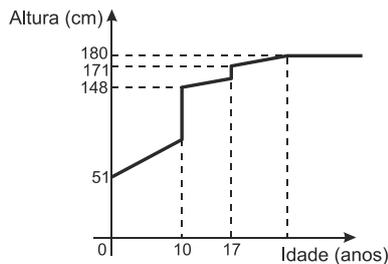
Que gráfico melhor representa a altura do filho desse casal em função da idade?



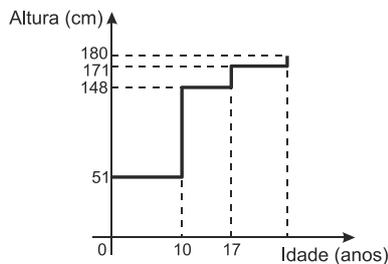
C



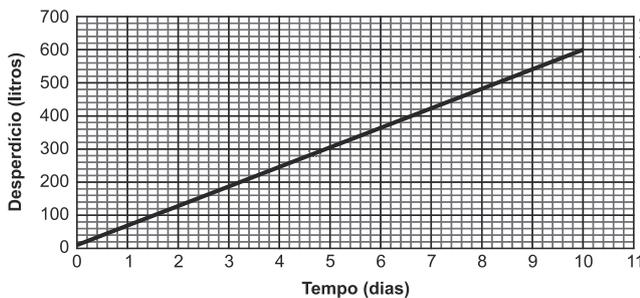
D



E



40] ENEM 2010 – Uma torneira gotejando diariamente é responsável por grandes desperdícios de água. Observe o gráfico que indica o desperdício de uma torneira:



Se y representa o desperdício de água, em litros, e x representa o tempo, em dias, a relação entre x e y é

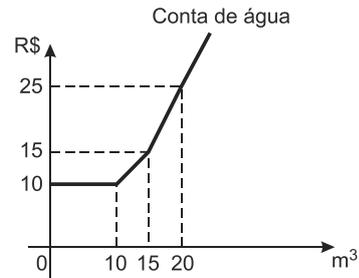
- A $y = 2x$
- B $y = \frac{1}{2}x$
- C $y = 60x$
- D $y = 60x + 1$
- E $y = 80x + 50$

41] ENEM 2010 – Em fevereiro, o governo da Cidade do México, metrópole com uma das maiores frotas de automóveis do mundo, passou a oferecer à população bicicletas como opção de transporte. Por uma anuidade de 24 dólares, os usuários têm direito a 30 minutos de uso livre por dia. O ciclista pode retirar em uma estação e devolver em qualquer outra e, se quiser estender a pedalada, paga 3 dólares por hora extra.

A expressão que relaciona o valor f pago pela utilização da bicicleta por um ano, quando se utilizam x horas extras nesse período é

- A $f(x) = 3x$
- B $f(x) = 24$
- C $f(x) = 27$
- D $f(x) = 3x + 24$
- E $f(x) = 24x + 3$

42] ENEM 2010 – Certo município brasileiro cobra a conta de água de seus habitantes de acordo com o gráfico. O valor a ser pago depende do consumo mensal em m^3 .



Se um morador pagar uma conta de R\$ 19,00, isso significa que ele consumiu

- A 16 m^3 de água.
- B 17 m^3 de água.
- C 18 m^3 de água.
- D 19 m^3 de água.
- E 20 m^3 de água.

43] ENEM 2009 – Um posto de combustível vende 10.000 litros de álcool por dia a R\$ 1,50 cada litro. Seu proprietário percebeu que, para cada centavo de desconto que concedia por litro, eram vendidos 100 litros a mais por dia. Por exemplo, no dia em que o preço do álcool foi R\$ 1,48, foram vendidos 10.200 litros.

Considerando x o valor, em centavos, do desconto dado no preço de cada litro, e V o valor, em R\$, arrecadado por dia com a venda do álcool, então a expressão que relaciona V e x é

- A $V = 10.000 + 50x - x^2$.
- B $V = 10.000 + 50x + x^2$.
- C $V = 15.000 - 50x - x^2$.
- D $V = 15.000 + 50x - x^2$.
- E $V = 15.000 - 50x + x^2$.

44] ENEM 2009 – A empresa WQTU Cosmético vende um determinado produto x , cujo custo de fabricação de cada unidade é dado por $3x^2 + 232$, e o seu valor de venda é expresso pela função $180x - 116$. A empresa vendeu 10 unidades do produto x , contudo a mesma deseja saber quantas unidades precisa vender para obter um lucro máximo.

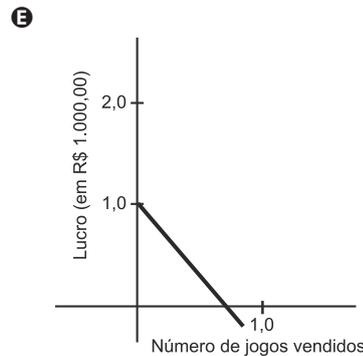
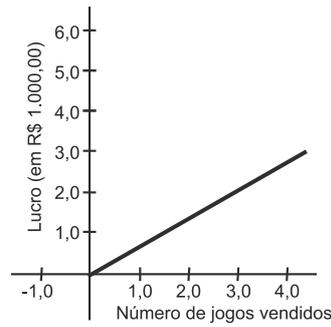
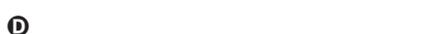
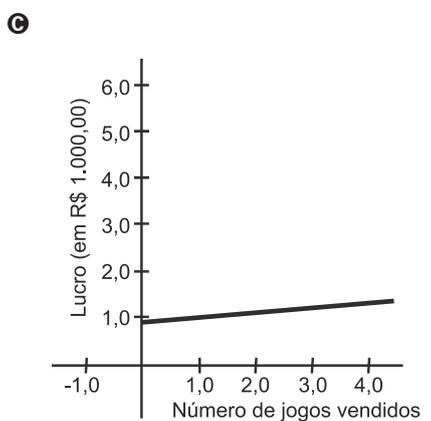
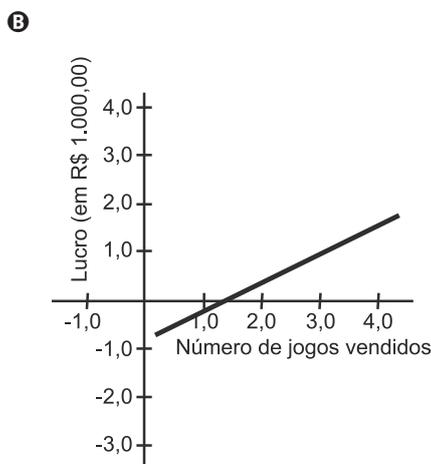
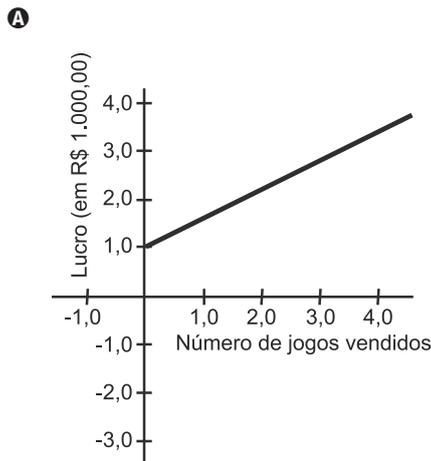
A quantidade máxima de unidades a serem vendidas pela empresa WQTU para a obtenção do maior lucro é

- A 10
- B 30
- C 58
- D 116
- E 232

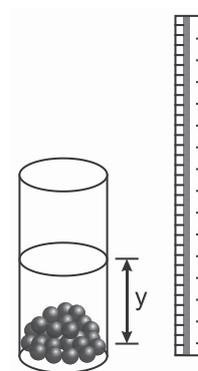
45| ENEM 2009 – Uma empresa produz jogos pedagógicos para computadores, com custos fixos de R\$ 1.000,00 e custos variáveis de R\$ 100,00 por unidade de jogo produzida. Desse modo, o custo total para x jogos produzidos é dado por $C(x) = 1 + 0,1x$ (em R\$ 1.000,00).

A gerência da empresa determina que o preço de venda do produto seja de R\$ 700,00. Com isso a receita bruta para x jogos produzidos é dada por $R(x) = 0,7x$ (em R\$ 1.000,00). O lucro líquido, obtido pela venda de x unidades de jogos, é calculado pela diferença entre a receita bruta e os custos totais.

O gráfico que modela corretamente o lucro líquido dessa empresa, quando são produzidos x jogos, é



46| ENEM 2009 – Um experimento consiste em colocar certa quantidade de bolas de vidro idênticas em um copo com água até certo nível e medir o nível da água, conforme ilustrado na figura a seguir. Como resultado do experimento, concluiu-se que o nível da água é função do número de bolas de vidro que são colocadas dentro do copo.



O quadro a seguir mostra alguns resultados do experimento realizado.

NÚMERO DE BOLAS (X)	NÍVEL DA ÁGUA (Y)
5	6,35 cm
10	6,70 cm
15	7,05 cm

Disponível em: www.penta.ufrgs.br. Acesso em: 13 jan. 2009 (adaptado).

Qual a expressão algébrica que permite calcular o nível da água (y) em função do número de bolas (x)?

- A** $y = 30x$.
- B** $y = 25x + 20,2$.
- C** $y = 1,27x$.
- D** $y = 0,7x$.
- E** $y = 0,07 + 6$.

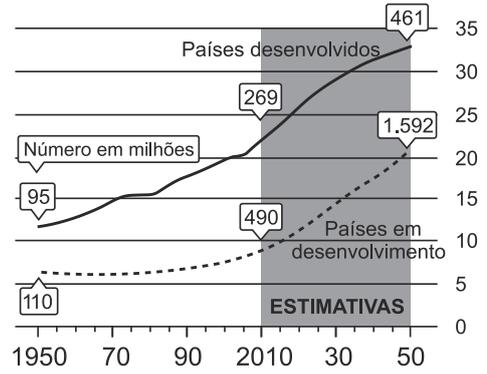
47] ENEM 2009 – Paulo emprestou R\$ 5.000,00 a um amigo, a uma taxa de juros simples de 3% ao mês. Considere x o número de meses do empréstimo e $M(x)$ o montante a ser devolvido para Paulo no final de x meses.

Nessas condições, a representação gráfica correta para $M(x)$ é

- A
- B
- C
- D
- E

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A população mundial está ficando mais velha, os índices de natalidade diminuíram e a expectativa de vida aumentou. No gráfico seguinte, são apresentados dados obtidos por pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), a respeito da quantidade de pessoas com 60 anos ou mais em todo o mundo. Os números da coluna da direita representam as faixas percentuais. Por exemplo, em 1950 havia 95 milhões de pessoas com 60 anos ou mais nos países desenvolvidos, número entre 10% e 15% da população total nos países desenvolvidos.



Fonte: *Perspectivas da População Mundial*, ONU, 2009.

Disponível em: www.economist.com. Acesso em: 9 jul. 2009 (adaptado).

48] ENEM 2009 – Suponha que o modelo exponencial $y = 363 e^{0,03x}$, em que $x = 0$ corresponde ao ano 2000, $x = 1$ corresponde ao ano 2001, e assim sucessivamente, e que y é a população em milhões de habitantes no ano x , seja usado para estimar essa população com 60 anos ou mais de idade nos países em desenvolvimento entre 2010 e 2050. Desse modo, considerando $e^{0,3} = 1,35$, estima-se que a população com 60 anos ou mais estará, em 2030, entre

- A 490 e 510 milhões.
- B 550 e 620 milhões.
- C 780 e 800 milhões.
- D 810 e 860 milhões.
- E 870 e 910 milhões.

49] ENEM 2008 – A figura a seguir representa o boleto de cobrança da mensalidade de uma escola, referente ao mês de junho de 2008.

Banco S.A.	
Pagável em qualquer agência bancária até a data de vencimento	vencimento 30/06/2008
Cedente Escola de Ensino Médio	Agência/cód. cedente
Data documento 02/06/2008	Nosso número
Uso do banco	(=) Valor documento R\$ 500,00
Instruções	(-) Descontos
Observação : no caso de pagamento em atraso, cobrar multa de R\$ 10,00 mais 40 centavos por dia de atraso.	(-) Outras deduções
	(+) Mora/Multa
	(+) Outros acréscimos
	(-) Valor Cobrado

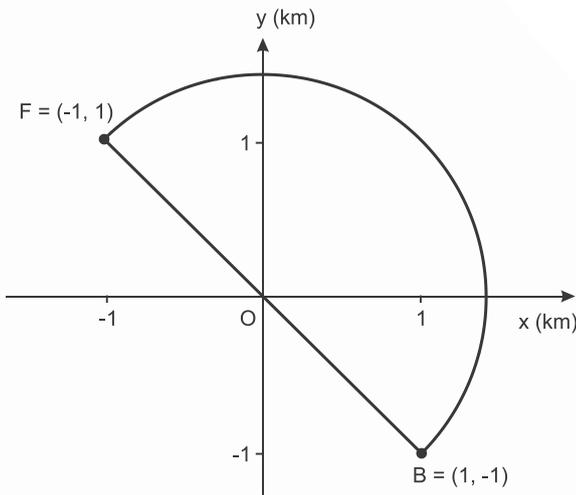
Se $M(x)$ é o valor, em reais, da mensalidade a ser paga, em que x é o número de dias em atraso, então

- A $M(x) = 500 + 0,4x$.
- B $M(x) = 500 + 10x$.
- C $M(x) = 510 + 0,4x$.
- D $M(x) = 510 + 40x$.
- E $M(x) = 500 + 10,4x$.

GEOMETRIA ANALÍTICA

01] ENEM 2016 – Em uma cidade será construída uma galeria subterrânea que receberá uma rede de canos para o transporte de água de uma fonte (F) até o reservatório de um novo bairro (B).

Após avaliações, foram apresentados dois projetos para o trajeto de construção da galeria: um segmento de reta que atravessaria outros bairros ou uma semicircunferência que contornaria esses bairros, conforme ilustrado no sistema de coordenadas xOy da figura, em que a unidade de medida nos eixos é o quilômetro.



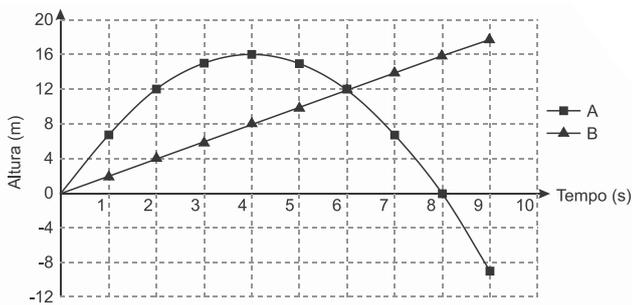
Estudos de viabilidade técnica mostraram que, pelas características do solo, a construção de 1 m de galeria via segmento de reta demora 1,0 h, enquanto que 1 m de construção de galeria via semicircunferência demora 0,6 h. Há urgência em disponibilizar água para esse bairro.

Use 3 como aproximação para π e 1,4 como aproximação para $\sqrt{2}$.

O menor tempo possível, em hora, para conclusão da construção da galeria, para atender às necessidades de água do bairro, é de

- A 1.260.
- B 2.520.
- C 2.800.
- D 3.600.
- E 4.000.

02| ENEM 2016 – Para uma feira de ciências, dois projéteis de foguetes, A e B, estão sendo construídos para serem lançados. O planejamento é que eles sejam lançados juntos, com o objetivo de o projétil B interceptar o A quando esse alcançar sua altura máxima. Para que isso aconteça, um dos projéteis descreverá uma trajetória parabólica, enquanto o outro irá descrever uma trajetória supostamente retilínea. O gráfico mostra as alturas alcançadas por esses projéteis em função do tempo, nas simulações realizadas.

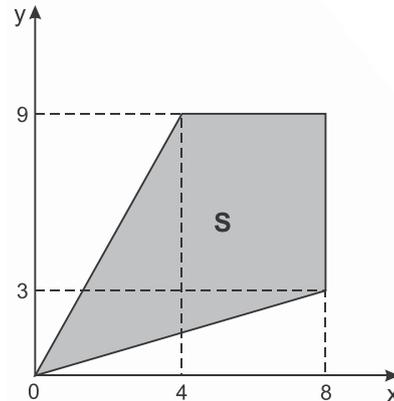


Com base nessas simulações, observou-se que a trajetória do projétil B deveria ser alterada para que o objetivo fosse alcançado.

Para alcançar o objetivo, o coeficiente angular da reta que representa a trajetória de B deverá

- A diminuir em 2 unidades.
- B diminuir em 4 unidades.
- C aumentar em 2 unidades.
- D aumentar em 4 unidades.
- E aumentar em 8 unidades.

03| ENEM 2016 – Uma região de uma fábrica deve ser isolada, pois nela os empregados ficam expostos a riscos de acidentes. Essa região está representada pela porção de cor cinza (quadrilátero de área S) na figura.



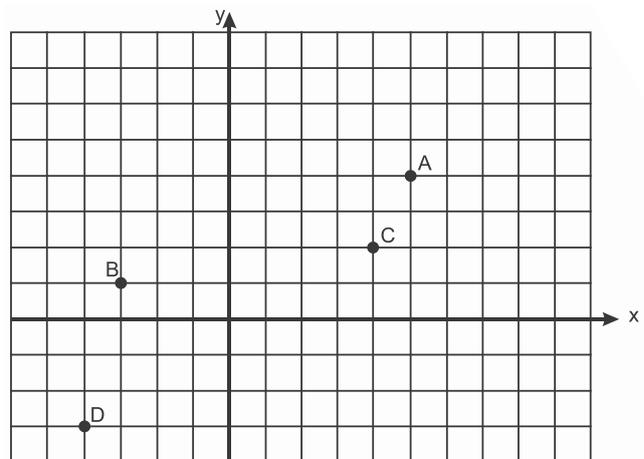
Para que os funcionários sejam orientados sobre a localização da área isolada, cartazes informativos serão afixados por toda a fábrica. Para confeccioná-los, programador utilizará um software que permite desenhar essa região a partir de um conjunto de desigualdades algébricas.

As desigualdades que devem ser utilizadas no referido software, para o desenho da região de isolamento, são

- A $3y - x \leq 0; 2y - x \geq 0; y \leq 8; x \leq 9$
- B $3y - x \leq 0; 2y - x \geq 0; y \leq 9; x \leq 8$
- C $3y - x \geq 0; 2y - x \leq 0; y \leq 9; x \leq 8$
- D $4y - 9x \leq 0; 8y - 3x \geq 0; y \leq 8; x \leq 9$
- E $4y - 9x \leq 0; 8y - 3x \geq 0; y \leq 9; x \leq 8$

04| ENEM 2015 – Considere que os quarteirões de um bairro tenham sido desenhados no sistema cartesiano, sendo a origem o cruzamento das duas ruas mais movimentadas desse bairro. Nesse desenho, as ruas têm suas larguras desconsideradas e todos os quarteirões são quadrados de mesma área e a medida de seu lado é a unidade do sistema.

A seguir há uma representação dessa situação, em que os pontos A, B, C e D representam estabelecimentos comerciais desse bairro.



1 quarteirão:

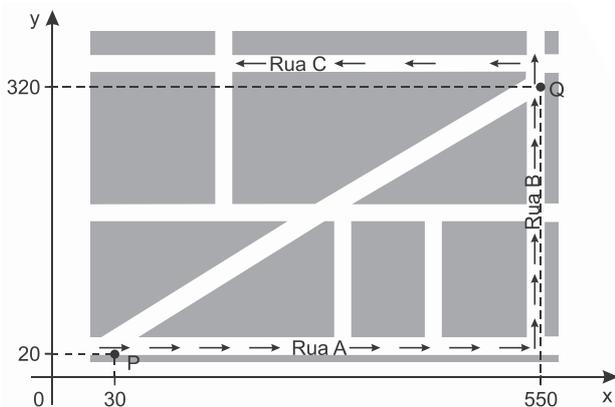
Suponha que uma rádio comunitária, de fraco sinal, garanta área de cobertura para todo estabelecimento que se encontre num ponto cujas coordenadas satisfaçam à inequação: $x^2 + y^2 - 2x - 4y - 31 \leq 0$.

A fim de avaliar a qualidade do sinal, e proporcionar uma futura melhora, a assistência técnica da rádio realizou uma inspeção para saber quais estabelecimentos estavam dentro da área de cobertura, pois estes conseguem ouvir a rádio enquanto os outros não.

Os estabelecimentos que conseguem ouvir a rádio são apenas

- A A e C.
- B B e C.
- C B e D.
- D A, B e C.
- E B, C e D.

05| ENEM 2015 – Devido ao aumento do fluxo de passageiros, uma empresa de transporte coletivo urbano está fazendo estudos para a implantação de um novo ponto de parada em uma determinada rota. A figura mostra o percurso, indicado pelas setas, realizado por um ônibus nessa rota e a localização de dois de seus atuais pontos de parada, representados por P e Q.

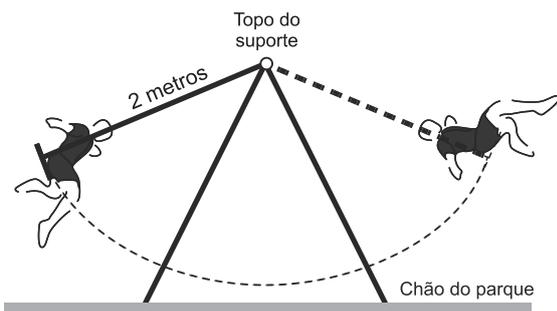


Os estudos indicam que o novo ponto T deverá ser instalado, nesse percurso, entre as paradas já existentes P e Q, de modo que as distâncias percorridas pelo ônibus entre os pontos P e T e entre os pontos T e Q sejam iguais.

De acordo com os dados, as coordenadas do novo ponto de parada são

- A (290; 20).
- B (410; 0).
- C (410; 20).
- D (440; 0).
- E (440; 20).

06| ENEM 2014 – A figura mostra uma criança brincando em um balanço no parque. A corda que prende o assento do balanço ao topo do suporte mede 2 metros. A criança toma cuidado para não sofrer um acidente, então se balança de modo que a corda não chegue a alcançar a posição horizontal.

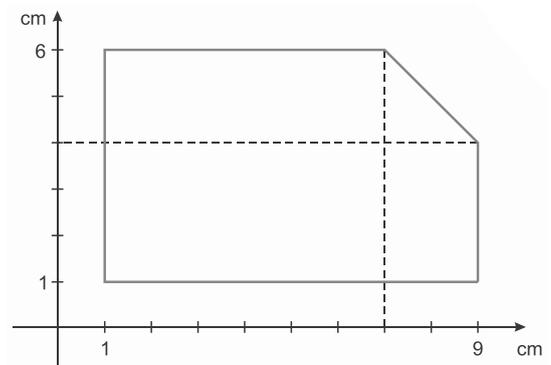


Na figura, considere o plano cartesiano que contém a trajetória do assento do balanço, no qual a origem está localizada no topo do suporte do balanço, o eixo X é paralelo ao chão do parque, e o eixo Y tem orientação positiva para cima.

A curva determinada pela trajetória do assento do balanço é parte do gráfico da função

- A $f(x) = -\sqrt{2 - x^2}$
- B $f(x) = \sqrt{2 - x^2}$
- C $f(x) = x^2 - 2$
- D $f(x) = -\sqrt{4 - x^2}$
- E $f(x) = \sqrt{4 - x^2}$

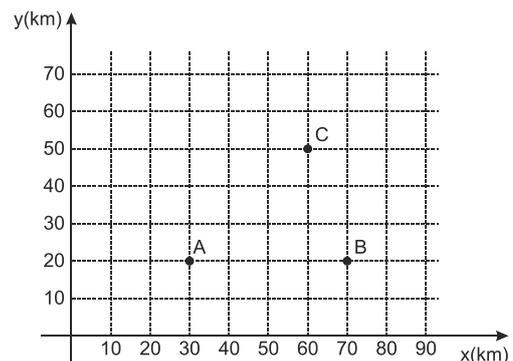
07| ENEM 2014 – Um construtor pretende murar um terreno e, para isso, precisa calcular o seu perímetro. O terreno está representado no plano cartesiano, conforme a figura, no qual foi usada a escala 1 : 500. Use 2,8 como aproximação para $\sqrt{8}$.



De acordo com essas informações, o perímetro do terreno, em metros, é

- A 110.
- B 120.
- C 124.
- D 130.
- E 144.

08| ENEM 2013 – Nos últimos anos, a televisão tem passado por uma verdadeira revolução, em termos de qualidade de imagem, som e interatividade com o telespectador. Essa transformação se deve à conversão do sinal analógico para o sinal digital. Entretanto, muitas cidades ainda não contam com essa nova tecnologia. Buscando levar esses benefícios a três cidades, uma emissora de televisão pretende construir uma nova torre de transmissão, que envie sinal às antenas A, B e C, já existentes nessas cidades. As localizações das antenas estão representadas no plano cartesiano:



A torre deve estar situada em um local equidistante das três antenas.

O local adequado para a construção dessa torre corresponde ao ponto de coordenadas

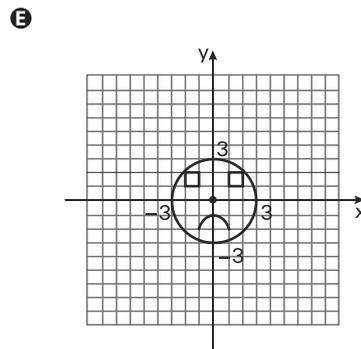
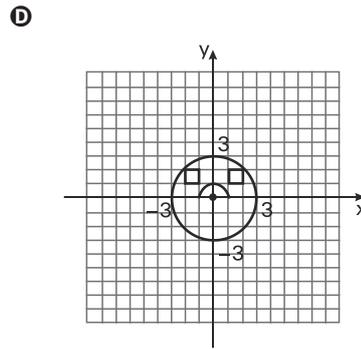
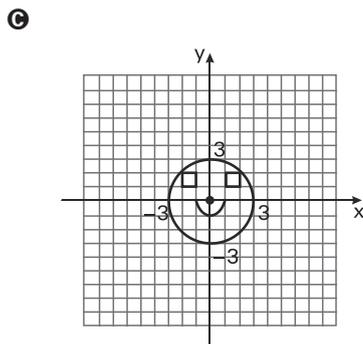
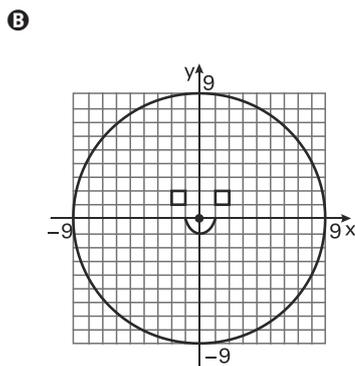
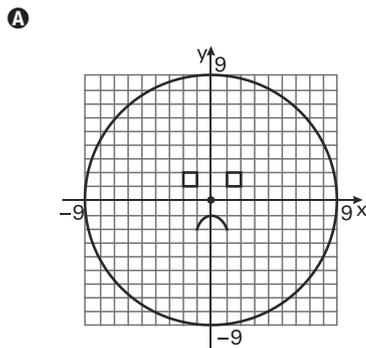
- A (65 ; 35).
- B (53 ; 30).
- C (45 ; 35).
- D (50 ; 20).
- E (50 ; 30).

09| ENEM 2013 – Durante uma aula de Matemática, o professor sugere aos alunos que seja fixado um sistema de coordenadas cartesianas (x, y) e represente na lousa a descrição de cinco conjuntos algébricos, I, II, III, IV e V, como se segue:

- I. é a circunferência de equação $x^2 + y^2 = 9$;
- II. é a parábola de equação $y = -x^2 - 1$, com x variando de -1 a 1 ;
- III. é o quadrado formado pelos vértices $(-2, 1)$, $(-1, 1)$, $(-1, 2)$ e $(-2, 2)$;
- IV. é o quadrado formado pelos vértices $(1, 1)$, $(2, 1)$, $(2, 2)$ e $(1, 2)$;
- V. é o ponto $(0, 0)$.

A seguir, o professor representa corretamente os cinco conjuntos sobre uma mesma malha quadriculada, composta de quadrados com lados medindo uma unidade de comprimento, cada, obtendo uma figura.

Qual destas figuras foi desenhada pelo professor?



10| ENEM 2012 – Os procedimentos de decolagem e pouso de uma aeronave são os momentos mais críticos de operação, necessitando de concentração total da tripulação e da torre de controle dos aeroportos. Segundo levantamento da Boeing, realizado em 2009, grande parte dos acidentes aéreos com vítimas ocorre após iniciar-se a fase de descida da aeronave. Desta forma, é essencial para os procedimentos adequados de segurança monitorar-se o tempo de descida da aeronave.

A tabela mostra a altitude y de uma aeronave, registrada pela torre de controle, t minutos após o início dos procedimentos de pouso.

tempo t (em minutos)	0	5	10	15	20
altitude y (em metros)	10000	8000	6000	4000	2000

Considere que, durante todo o procedimento de pouso, a relação entre y e t é linear.

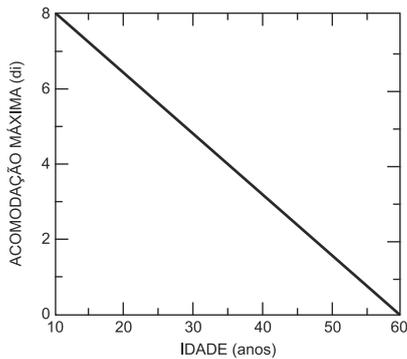
Disponível em www.meioaereo.com.

De acordo com os dados apresentados, a relação entre y e t é dada por

- A $y = -400t$
- B $y = -2000t$
- C $y = 8000 - 400t$
- D $y = 10000 - 400t$
- E $y = 10000 - 2000t$

11| ENEM 2012 – O cristalino, que é uma lente do olho humano, tem função de fazer ajuste fino na focalização, ao que se chama acomodação. À perda da capacidade de acomodação com a idade chamamos presbiopia. A acomodação pode ser determinada por meio da convergência do cristalino. Sabe-se que a convergência de uma lente, para pequena distância focal em metros, tem como unidade de medida a diopria (di).

A presbiopia, representada por meio da relação entre convergência máxima C_{max} (em di) e a idade T (em anos), mostrada na figura seguinte.



COSTA, E. V.; FÁRIA LEITE, C. A. F. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 20, n. 3, set, 1998.

Considerando esse gráfico, as grandezas convergência máxima C_{\max} e idade T estão relacionadas algebricamente pela expressão

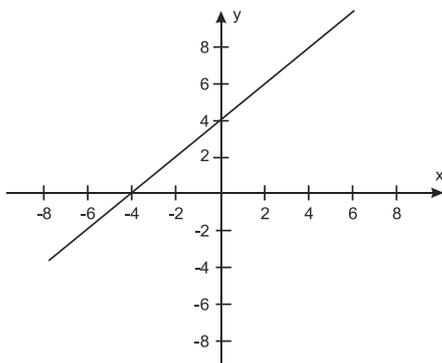
- A $C_{\max} = 2^{-T}$
- B $C_{\max} = T^2 - 70T + 600$
- C $C_{\max} = \log_2(T^2 - 70T + 600)$
- D $C_{\max} = 0,16T + 9,6$
- E $C_{\max} = -0,16T + 9,6$

12| ENEM 2012 — Uma família deseja realizar um jantar comemorativo de um casamento e dispõe para isso de um salão de festas de um clube, onde a área disponível para acomodação das mesas é de 500 m^2 . As 100 mesas existentes no salão encontram-se normalmente agrupadas duas a duas, comportando 6 cadeiras. A área de cada mesa é de 1 m^2 e o espaço necessário em torno deste agrupamento, para acomodação das cadeiras e para circulação, é de 6 m^2 . As mesas podem ser dispostas de maneira isolada, comportando 4 pessoas cada. Nessa situação, o espaço necessário para acomodação das cadeiras e para circulação é de 4 m^2 . O número de convidados previsto para o evento é de 400 pessoas.

Para poder acomodar todos os convidados sentados, com as mesas existentes e dentro da área disponível para acomodação das mesas e cadeiras, como deverão ser organizadas as mesas?

- A Todas deverão ser separadas.
- B Todas mantidas no agrupamento original de duas mesas.
- C Um terço das mesas separadas e dois terços agrupadas duas a duas.
- D Um quarto das mesas separadas e o restante em agrupamento de duas a duas.
- E Sessenta por cento das mesas separadas e quarenta por cento agrupadas duas a duas.

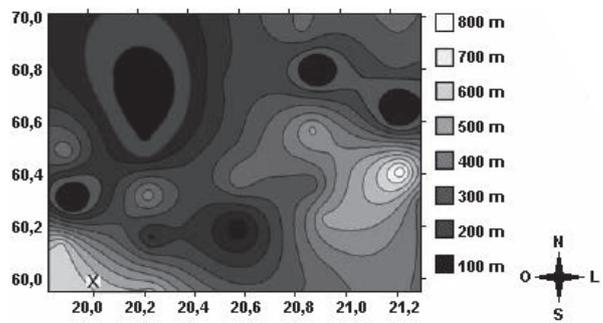
13| ENEM 2011 — Um bairro de uma cidade foi planejado em uma região plana, com ruas paralelas e perpendiculares, delimitando quadras de mesmo tamanho. No plano de coordenadas cartesianas seguinte, esse bairro localiza-se no segundo quadrante, e as distâncias nos eixos são dadas em quilômetros.



A reta de equação $y = x + 4$ representa o planejamento do percurso da linha do metrô subterrâneo que atravessará o bairro e outras regiões da cidade. No ponto $P = (-5, 5)$, localiza-se um hospital público. A comunidade solicitou ao comitê de planejamento que fosse prevista uma estação do metrô de modo que sua distância ao hospital, medida em linha reta, não fosse maior que 5 km. Atendendo ao pedido da comunidade, o comitê argumentou corretamente que isso seja automaticamente satisfeito, pois já estava prevista a construção de uma estação no ponto

- A (-5,0).
- B (-3,1).
- C (-2,1).
- D (0,4).
- E (2,6).

14| ENEM 2010 — A figura a seguir é a representação de uma região por meio de curvas de nível, que são curvas fechadas representando a altitude da região, com relação ao nível do mar. As coordenadas estão expressas em graus de acordo com a longitude, no eixo horizontal, e a latitude, no eixo vertical. A escala em tons de cinza desenhada à direita está associada à altitude da região.



Um pequeno helicóptero usado para reconhecimento sobrevoa a região a partir do ponto $X = (20; 60)$. O helicóptero segue o percurso:

$$0,8^\circ \text{L} \rightarrow 0,5^\circ \text{N} \rightarrow 0,2^\circ \text{O} \rightarrow 0,1^\circ \text{S} \rightarrow 0,4^\circ \text{N} \rightarrow 0,3^\circ \text{L}$$

De acordo com as orientações, o helicóptero pousou em um local cuja altitude é

- A menor ou igual a 200 m.
- B maior que 200 m e menor ou igual a 400 m.
- C maior que 400 m e menor ou igual a 600 m.
- D maior que 600 m e menor ou igual a 800 m.
- E maior que 800 m.

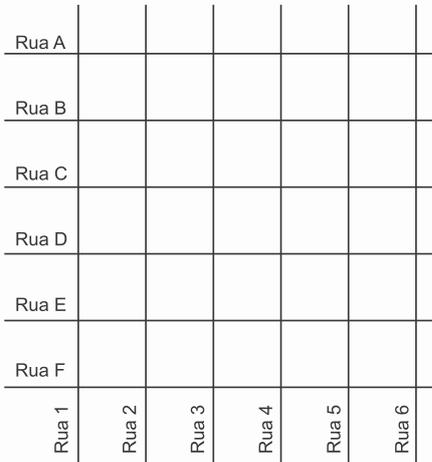
GEOMETRIA PLANA

01| ENEM 2016 — A prefeitura de uma cidade detectou que as galerias pluviais, que possuem seção transversal na forma de um quadrado de lado 2 m, são insuficientes para comportar o escoamento da água em caso de enchentes. Por essa razão, essas galerias foram reformadas e passaram a ter seções quadradas de lado igual ao dobro das anteriores, permitindo uma vazão de $400 \text{ m}^3/\text{s}$. O cálculo da vazão V (em m^3/s) é dado pelo produto entre a área por onde passa a água (em m^2) e a velocidade da água (em m/s).

Supondo que a velocidade da água não se alterou, qual era a vazão máxima nas galerias antes das reformas?

- A $25 \text{ m}^3/\text{s}$
- B $50 \text{ m}^3/\text{s}$
- C $100 \text{ m}^3/\text{s}$
- D $200 \text{ m}^3/\text{s}$
- E $300 \text{ m}^3/\text{s}$

02| ENEM 2016 – Uma família resolveu comprar um imóvel num bairro cujas ruas estão representadas na figura. As ruas com nomes de letras são paralelas entre si e perpendiculares às ruas identificadas com números. Todos os quarteirões são quadrados, com as mesmas medidas, e todas as ruas têm a mesma largura, permitindo caminhar somente nas direções vertical e horizontal. Desconsidere a largura das ruas.

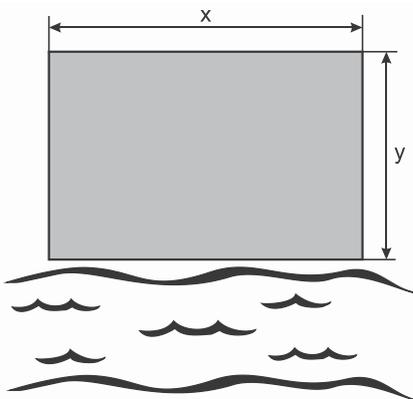


A família pretende que esse imóvel tenha a mesma distância de percurso até o local de trabalho da mãe, localizado na rua 6 com a rua E, o consultório do pai, na rua 2 com a rua E, e a escola das crianças, na rua 4 com a rua A.

Com base nesses dados, o imóvel que atende as pretensões da família deverá ser localizado no encontro das ruas

- A 3 e C.
- B 4 e C.
- C 4 e D.
- D 4 e E.
- E 5 e C.

03| ENEM 2016 – Um terreno retangular de lados cujas medidas, em metro, são x e y será cercado para a construção de um parque de diversões. Um dos lados do terreno encontra-se às margens de um rio. Observe a figura.

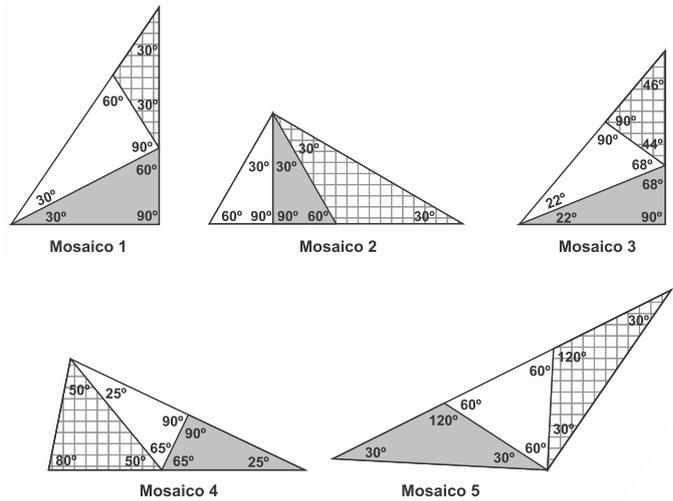


Para cercar todo o terreno, o proprietário gastará R\$ 7.500,00. O material da cerca custa R\$ 4,00 por metro para os lados do terreno paralelos ao rio, e R\$ 2,00 por metro para os demais lados.

Nessas condições, as dimensões do terreno e o custo total do material podem ser relacionados pela equação

- A $4(2x + y) = 7.500$
- B $4(x + 2y) = 7.500$
- C $2(x + y) = 7.500$
- D $2(4x + y) = 7.500$
- E $2(2x + y) = 7.500$

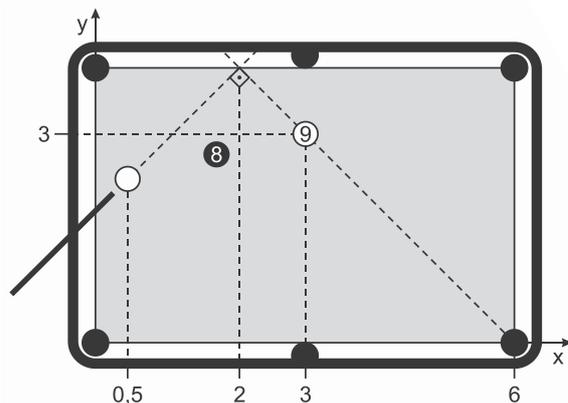
04| ENEM 2016 – Pretende-se construir um mosaico com o formato de um triângulo retângulo, dispondo-se de três peças, sendo duas delas triângulos congruentes e a terceira um triângulo isósceles. A figura apresenta cinco mosaicos formados por três peças.



Na figura, o mosaico que tem as características daquele que se pretende construir é o

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

05| ENEM 2016 – m sua vez de jogar, um jogador precisa dar uma tacada na bola branca, de forma a acertar a bola 9 e fazê-la cair em uma das caçapas de uma mesa de bilhar. Como a bola 8 encontra-se entre a bola branca e a bola 9, esse jogador adota a estratégia de dar uma tacada na bola branca em direção a uma das laterais da mesa, de forma que, ao rebater, ela saia em uma trajetória retilínea, formando um ângulo de 90° com a trajetória da tacada, conforme ilustrado na figura.



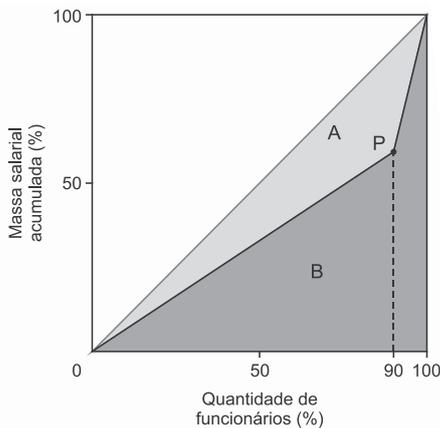
Com essa estratégia, o jogador conseguiu encaixar a bola 9. Considere um sistema cartesiano de eixos sobre o plano da mesa, no qual o ponto de contato da bola com a mesa define sua posição nesse sistema. As coordenadas do ponto que representa a bola 9 são (3; 3), o centro da caçapa de destino tem coordenadas (6; 0) e a abscissa da bola branca é 0,5, como representados na figura.

Se a estratégia deu certo, a ordenada da posição original da bola branca era

- A 1,3.
- B 1,5.
- C 2,1.
- D 2,2.
- E 2,5.

06| ENEM 2016 – A distribuição de salários pagos em uma empresa pode ser analisada destacando-se a parcela do total da massa salarial que é paga aos 10% que recebem os maiores salários. Isso pode ser representado na forma de um gráfico formado por dois segmentos de reta, unidos em um ponto P, cuja abscissa tem valor igual a 90, como ilustrado na figura.

No eixo horizontal do gráfico tem-se o percentual de funcionários, ordenados de forma crescente pelos valores de seus salários, e no eixo vertical tem-se o percentual do total da massa salarial de todos os funcionários.



O Índice de Gini, que mede o grau de concentração de renda de um determinado grupo, pode ser calculado pela razão $\frac{A}{A+B}$, em que A e B são as medidas das áreas indicadas no gráfico.

A empresa tem como meta tornar seu Índice de Gini igual ao do país, que é 0,3. Para tanto, precisa ajustar os salários de modo a alterar o percentual que representa a parcela recebida pelos 10% dos funcionários de maior salário em relação ao total da massa salarial.

Disponível em: www.ipea.gov.br. Acesso em: 4 maio 2016 (adaptado).

Para atingir a meta desejada, o percentual deve ser

- A 40%
- B 20%
- C 60%
- D 30%
- E 70%

07| ENEM 2016 – Um senhor, pai de dois filhos, deseja comprar dois terrenos, com áreas de mesma medida, um para cada filho. Um dos terrenos visitados já está demarcado e, embora não tenha um formato convencional (como se observa na Figura B), agradou ao filho mais velho e, por isso, foi comprado. O filho mais novo possui um projeto arquitetônico de uma casa que quer construir, mas, para isso, precisa de um terreno na forma retangular (como mostrado na Figura A) cujo comprimento seja 7 m maior do que a largura.

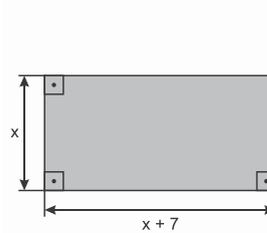


Figura A

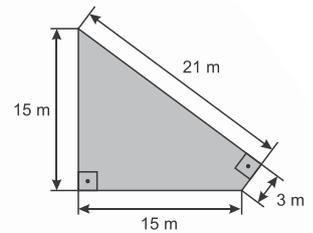
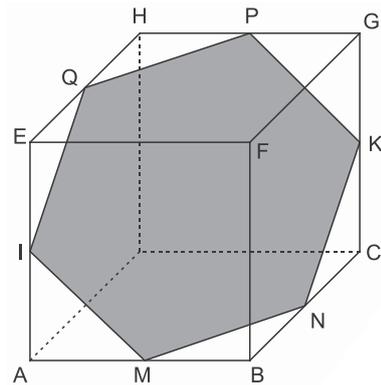


Figura B

Para satisfazer o filho mais novo, esse senhor precisa encontrar um terreno retangular cujas medidas, em metro, do comprimento e da largura sejam iguais, respectivamente, a

- A 7,5 e 14,5.
- B 9,0 e 16,0.
- C 9,3 e 16,6.
- D 10,0 e 17,0.
- E 13,5 e 20,5.

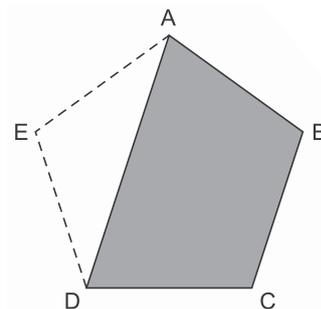
08| ENEM 2016 – Um artista utilizou uma caixa cúbica transparente para a confecção de sua obra, que consistiu em construir um polígono IMNKPQ, no formato de um hexágono regular, disposto no interior da caixa. Os vértices desse polígono estão situados em pontos médios de arestas da caixa. Um esboço da sua obra pode ser visto na figura.



Considerando as diagonais do hexágono, distintas de IK, quantas têm o mesmo comprimento de IK?

- A 1
- B 2
- C 4
- D 8
- E 9

09| ENEM 2016 – Um gessoiro que trabalhava na reforma de uma casa lidava com placas de gesso com formato de pentágono regular quando percebeu que uma peça estava quebrada, faltando uma parte triangular, conforme mostra a figura.



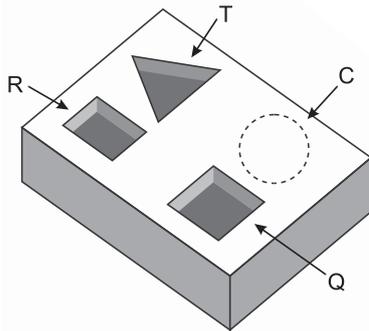
Para recompor a peça, ele precisou refazer a parte triangular que faltava e, para isso, anotou as medidas dos ângulos $x = \widehat{E\hat{A}D}$, $y = \widehat{E\hat{D}A}$ e $z = \widehat{A\hat{E}D}$ do triângulo ADE.

As medidas x , y e z , em graus, desses ângulos são, respectivamente,

- A 18, 18 e 108.
- B 24, 48 e 108.
- C 36, 36 e 108.
- D 54, 54 e 72.
- E 60, 60 e 60.

10| ENEM 2016 – Um marceneiro está construindo um material didático que corresponde ao encaixe de peças de madeira com 10 cm de altura e formas geométricas variadas, num bloco de madeira em que cada peça se posicione na perfuração com seu formato correspondente, conforme ilustra a figura. O bloco de madeira já possui três perfurações prontas de bases distintas: uma quadrada (Q), de lado 4 cm, uma retangular (R), com base 3 cm e altura 4 cm, e uma em forma de um triângulo equilátero (T), de lado 6,8 cm. Falta realizar uma perfuração de base circular (C).

O marceneiro não quer que as outras peças caibam na perfuração circular e nem que a peça de base circular caiba nas demais perfurações e, para isso, escolherá o diâmetro do círculo que atenda a tais condições. Procurou em suas ferramentas uma serra copo (broca com formato circular) para perfurar a base em madeira, encontrando cinco exemplares, com diferentes medidas de diâmetros, como segue: (I) 3,8 cm; (II) 4,7 cm; (III) 5,6 cm; (IV) 7,2 cm e (V) 9,4 cm.



Considere 1,4 e 1,7 como aproximações para $\sqrt{2}$ e $\sqrt{3}$, respectivamente.

Para que seja atingido o seu objetivo, qual dos exemplares de serra copo o marceneiro deverá escolher?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

11| ENEM 2016 – Um ciclista A usou uma bicicleta com rodas com diâmetros medindo 60 cm e percorreu, com ela, 10 km. Um ciclista B usou outra bicicleta com rodas cujos diâmetros mediam 40 cm e percorreu, com ela, 5 km.

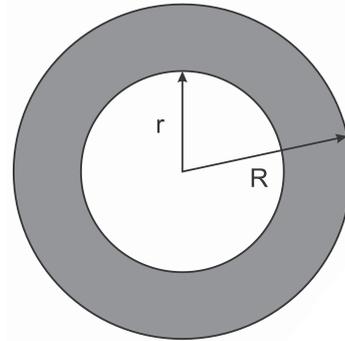
Considere 3,14 como aproximação para π .

A relação entre o número de voltas efetuadas pelas rodas da bicicleta do ciclista A e o número de voltas efetuadas pelas rodas da bicicleta do ciclista B é dada por

- A $\frac{1}{2}$
- B $\frac{2}{3}$

- C $\frac{3}{4}$
- D $\frac{4}{3}$
- E $\frac{3}{2}$

12| ENEM 2016 – No projeto de arborização de uma praça está prevista a construção de um canteiro circular. Esse canteiro será constituído de uma área central e de uma faixa circular ao seu redor, conforme ilustra a figura.



Deseja-se que a área central seja igual à área da faixa circular sombreada.

A relação entre os raios do canteiro (R) e da área central (r) deverá ser

- A $R = 2r$
- B $R = r\sqrt{2}$
- C $R = \frac{r^2 + 2r}{2}$
- D $R = r^2 + 2r$
- E $R = \frac{3}{2}r$

13| ENEM 2015 – Uma família fez uma festa de aniversário e enfeitou o local da festa com bandeirinhas de papel. Essas bandeirinhas foram feitas da seguinte maneira: inicialmente, recortaram as folhas de papel em forma de quadrado, como mostra a Figura 1. Em seguida, dobraram as folhas quadradas ao meio sobrepondo os lados BC e AD, de modo que C e D coincidam, e o mesmo ocorra com A e B, conforme ilustrado na Figura 2. Marcaram os pontos médios O e N, dos lados FG e AF, respectivamente, e o ponto M do lado AD, de modo que AM seja igual a um quarto de AD. A seguir, fizeram cortes sobre as linhas pontilhadas ao longo da folha dobrada.

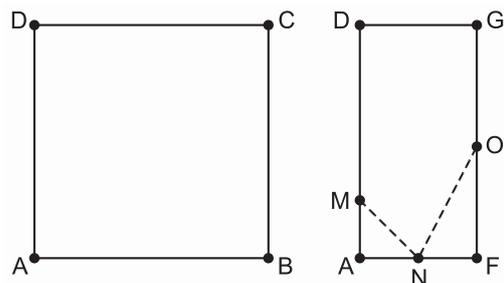
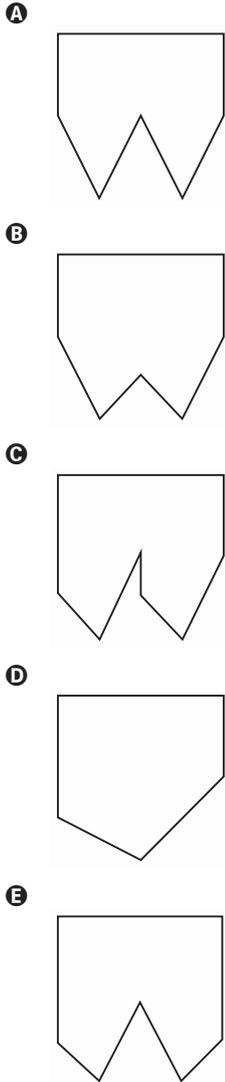


Figura 1

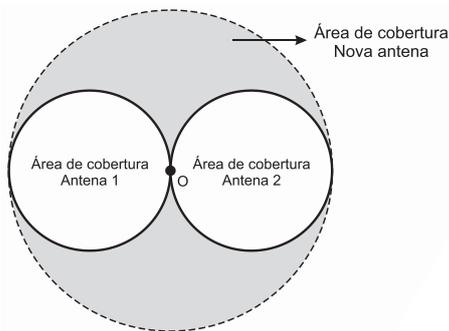
Figura 2

Após os cortes, a folha é aberta e a bandeirinha está pronta.

A figura que representa a forma da bandeirinha pronta é



14| ENEM 2015 – Uma empresa de telefonia celular possui duas antenas que serão substituídas por uma nova, mais potente. As áreas de cobertura das antenas que serão substituídas são círculos de raio 2 km, cujas circunferências se tangenciam no ponto O, como mostra a figura.



O ponto O indica a posição da nova antena, e sua região de cobertura será um círculo cuja circunferência tangenciará externamente as circunferências das áreas de cobertura menores.

Com a instalação da nova antena, a medida da área de cobertura, em quilômetros quadrados, foi ampliada em

- A 8π .
- B 12π .

- C 16π .
- D 32π .
- E 64π .

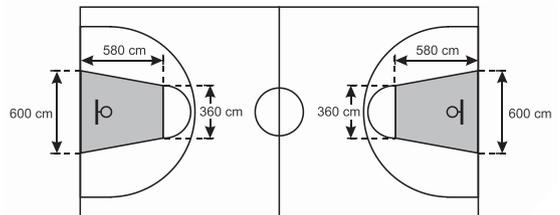
15| ENEM 2015 – O banheiro de uma escola pública, com paredes e piso em formato retangular, medindo 5 metros de largura, 4 metros de comprimento e 3 metros de altura, precisa de revestimento no piso e nas paredes internas, excluindo a área da porta, que mede 1 metro de largura por 2 metros de altura. Após uma tomada de preços com cinco fornecedores, foram verificadas as seguintes combinações de azulejos para as paredes e de lajotas para o piso, com os preços dados em reais por metro quadrado, conforme a tabela.

Fornecedor	Azulejo (R\$/m ²)	Lajota (R\$/m ²)
A	31,00	31,00
B	33,00	30,00
C	29,00	39,00
D	30,00	33,00
E	40,00	29,00

Desejando-se efetuar a menor despesa total, deverá ser escolhido o fornecedor

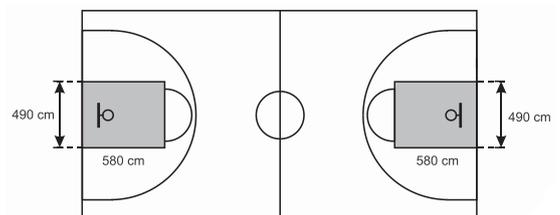
- A A.
- B B.
- C C.
- D D.
- E E.

16| ENEM 2015 – O Esquema I mostra a configuração de uma quadra de basquete. Os trapézios em cinza, chamados de garrafões, correspondem a áreas restritivas.



Esquema I: área restritiva antes de 2010

Visando atender as orientações do Comitê Central da Federação Internacional de Basquete (Fiba) em 2010, que unificou as marcações das diversas ligas, foi prevista uma modificação nos garrafões das quadras, que passariam a ser retângulos, como mostra o Esquema II.

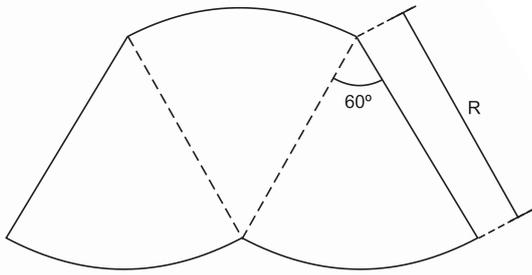


Esquema II: área restritiva a partir de 2010

Após executadas as modificações previstas, houve uma alteração na área ocupada por cada garrafão, que corresponde a um(a)

- A aumento de 5.800 cm^2 .
- B aumento de 75.400 cm^2 .
- C aumento de 214.600 cm^2 .
- D diminuição de 63.800 cm^2 .
- E diminuição de 272.600 cm^2 .

17| ENEM 2015 – O proprietário de um parque aquático deseja construir uma piscina em suas dependências. A figura representa a vista superior dessa piscina, que é formada por três setores circulares idênticos, com ângulo central igual a 60° . O raio R deve ser um número natural.



O parque aquático já conta com uma piscina em formato retangular com dimensões 50 m x 24 m.

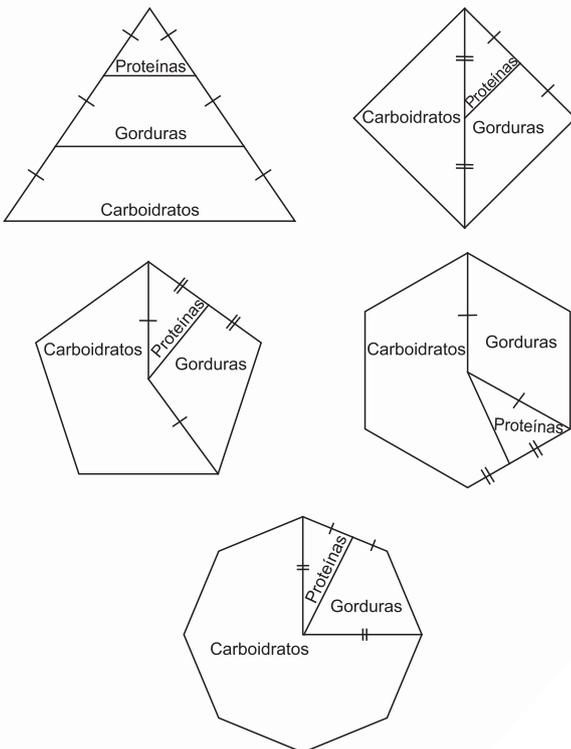
O proprietário quer que a área ocupada pela nova piscina seja menor que a ocupada pela piscina já existente.

Considere 3,0 como aproximação para π .

O maior valor possível para R , em metros, deverá ser

- A** 16.
- B** 28.
- C** 29.
- D** 31.
- E** 49.

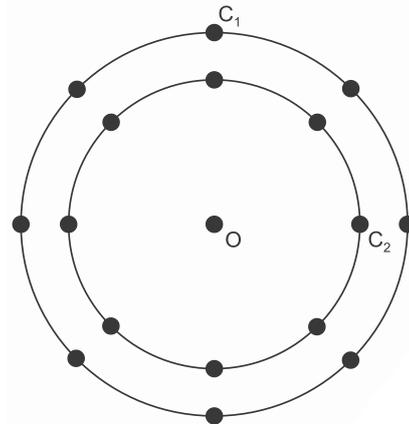
18| ENEM 2015 – Para uma alimentação saudável, recomenda-se ingerir, em relação ao total de calorias diárias, 60% de carboidratos, 10% de proteínas e 30% de gorduras. Uma nutricionista, para melhorar a visualização dessas porcentagens, quer dispor esses dados em um polígono. Ela pode fazer isso em um triângulo equilátero, um losango, um pentágono regular, um hexágono regular ou um octógono regular, desde que o polígono seja dividido em regiões cujas áreas sejam proporcionais às porcentagens mencionadas. Ela desenhou as seguintes figuras:



Entre esses polígonos, o único que satisfaz as condições necessárias para representar a ingestão correta de diferentes tipos de alimentos é o

- A** triângulo.
- B** losango.
- C** pentágono.
- D** hexágono.
- E** octógono.

19| ENEM 2015 – A figura é uma representação simplificada do carrossel de um parque de diversões, visto de cima. Nessa representação, os cavalos estão identificados pelos pontos escuros, e ocupam circunferências de raios 3 m e 4 m, respectivamente, ambas centradas no ponto O . Em cada sessão de funcionamento, o carrossel efetua 10 voltas.



Quantos metros uma criança sentada no cavalo C_1 percorrerá a mais do que uma criança no cavalo C_2 , em uma sessão? Use 3,0 como aproximação para π .

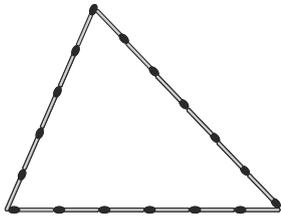
- A** 55,5
- B** 60,0
- C** 175,5
- D** 235,5
- E** 240,0

20| ENEM 2015 – O prefeito de uma cidade deseja promover uma festa popular no parque municipal para comemorar o aniversário de fundação do município. Sabe-se que esse parque possui formato retangular, com 120 m de comprimento por 150 m de largura. Além disso, para segurança das pessoas presentes no local, a polícia recomenda que a densidade média, num evento dessa natureza, não supere quatro pessoas por metro quadrado.

Seguindo as recomendações de segurança estabelecidas pela polícia, qual é o número máximo de pessoas que poderão estar presentes na festa?

- A** 1.000
- B** 4.500
- C** 18.000
- D** 72.000
- E** 120.000

21| ENEM 2014 – Uma criança deseja criar triângulos utilizando palitos de fósforo de mesmo comprimento. Cada triângulo será construído com exatamente 17 palitos e pelo menos um dos lados do triângulo deve ter o comprimento de exatamente 6 palitos. A figura ilustra um triângulo construído com essas características.



A quantidade máxima de triângulos não congruentes dois a dois que podem ser construídos é

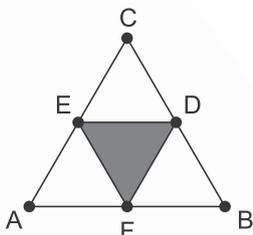
- A 3.
- B 5.
- C 6.
- D 8.
- E 10.

22| ENEM 2014 – Diariamente, uma residência consome 20.160 Wh. Essa residência possui 100 células solares retangulares (dispositivos capazes de converter a luz solar em energia elétrica) de dimensões 6cm x 8cm. Cada uma das tais células produz, ao longo do dia, 24 Wh por centímetro de diagonal. O proprietário dessa residência quer produzir, por dia, exatamente a mesma quantidade de energia que sua casa consome.

Qual deve ser a ação desse proprietário para que ele atinja o seu objetivo?

- A Retirar 16 células.
- B Retirar 40 células.
- C Acrescentar 5 células.
- D Acrescentar 20 células.
- E Acrescentar 40 células.

23| ENEM 2014 – Um artista deseja pintar em um quadro uma figura na forma de triângulo equilátero ABC de lado 1 metro. Com o objetivo de dar um efeito diferente em sua obra, o artista traça segmentos que unem os pontos médios D, E e F dos lados BC, AC e AB, respectivamente, colorindo um dos quatro triângulos menores, como mostra a figura.



Qual é a medida da área pintada, em metros quadrados, do triângulo DEF?

- A $\frac{1}{16}$
- B $\frac{\sqrt{3}}{16}$
- C $\frac{1}{8}$

D $\frac{\sqrt{3}}{8}$

E $\frac{\sqrt{3}}{4}$

24| ENEM 2014 – Um construtor precisa revestir o piso de uma sala retangular. Para essa tarefa, ele dispõe de dois tipos de cerâmicas:

- I. cerâmica em forma de quadrado de lado 20 cm, que custa R\$ 8,00 por unidade;
- II. cerâmica em forma de triângulo retângulo isósceles de catetos com 20 cm, que custa R\$ 6,00 por unidade.

A sala tem largura de 5 m e comprimento de 6 m.

O construtor deseja gastar a menor quantia possível com a compra de cerâmica. Sejam x o número de peças de cerâmica de forma quadrada e y o número de peças de cerâmica de forma triangular.

Isso significa, então, encontrar valores para x e y tais que $0,04x + 0,02y \leq 30$ e que tomem o menor possível valor de

- A $8x + 6y$.
- B $6x + 8y$.
- C $0,32x + 0,12y$.
- D $0,32x + 0,02y$.
- E $0,04x + 0,12y$.

25| ENEM 2014 – Uma pessoa possui um espaço retangular de lados 11,5m e 14m no quintal de sua casa e pretende fazer um pomar doméstico de maçãs. Ao pesquisar sobre o plantio dessa fruta, descobriu que as mudas de maçã devem ser plantadas em covas com uma única muda e com espaçamento mínimo de 3 metros entre elas e as laterais do terreno. Ela sabe que conseguirá plantar um número maior de mudas em seu pomar se dispuser as covas em filas alinhadas paralelamente ao lado de maior extensão.

O número máximo de mudas que essa pessoa poderá plantar no espaço disponível é

- A 4.
- B 8.
- C 9.
- D 12.
- E 20.

26| ENEM 2014 – Um homem, determinado a melhorar sua saúde, resolveu andar diariamente numa praça circular que há em frente à sua casa. Todos os dias ele dá exatamente 15 voltas em torno da praça, que tem 50 m de raio.

Use 3 como aproximação para π .

Qual é a distância percorrida por esse homem em sua caminhada diária?

- A 0,30 km
- B 0,75 km
- C 1,50 km
- D 2,25 km
- E 4,50 km

27| ENEM 2014 – O símbolo internacional de acesso, mostrado na figura, anuncia local acessível para o portador de necessidades especiais. Na concepção desse símbolo, foram empregados elementos gráficos geométricos elementares.



Regras de acessibilidade ao meio físico para o deficiente.

Disponível em: www.ibdd.org.br. Acesso em: 28 jun. 2011 (adaptado).

Os elementos geométricos que constituem os contornos das partes claras da figura são

- A retas e círculos.
- B retas e circunferências.
- C arcos de circunferências e retas.
- D coroas circulares e segmentos de retas.
- E arcos de circunferências e segmentos de retas.

28| ENEM 2013 – Um programa de edição de imagens possibilita transformar figuras em outras mais complexas. Deseja-se construir uma nova figura a partir da original. A nova figura deve apresentar simetria em relação ao ponto O.

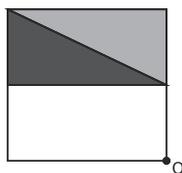
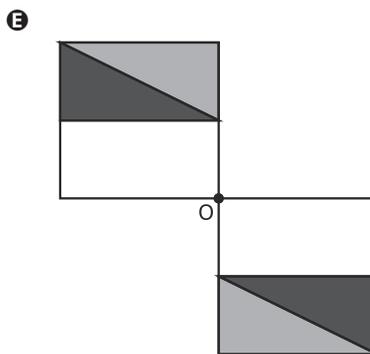
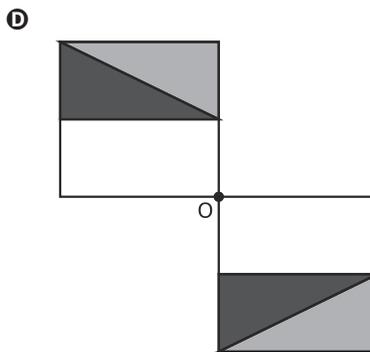


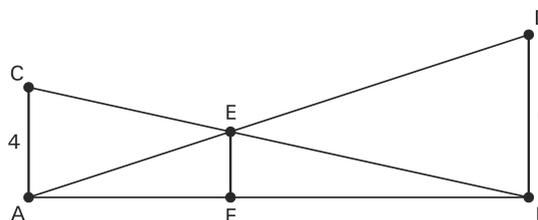
Figura original

A imagem que representa a nova figura é:

- A
- B
- C



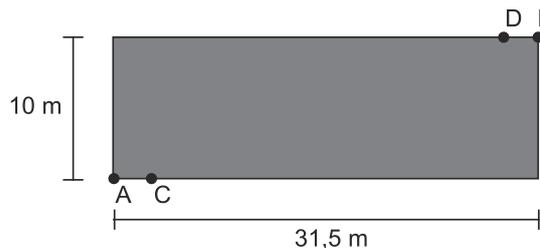
29| ENEM 2013 – O dono de um sítio pretende colocar uma haste de sustentação para melhor firmar dois postes de comprimentos iguais a 6m e 4m. A figura representa a situação real na qual os postes são descritos pelos segmentos AC e BD e a haste é representada pelo EF, todos perpendiculares ao solo, que é indicado pelo segmento de reta AB. Os segmentos AD e BC representam cabos de aço que serão instalados.



Qual deve ser o valor do comprimento da haste EF?

- A 1 m
- B 2 m
- C 2,4 m
- D 3 m
- E $2\sqrt{6}$ m

30| ENEM 2013 – O proprietário de um terreno retangular medindo 10 m por 31,5 m deseja instalar lâmpadas nos pontos C e D, conforme ilustrado na figura:



Cada lâmpada ilumina uma região circular de 5 m de raio. Os segmentos AC e BD medem 2,5 m. O valor em m^2 mais aproximado da área do terreno iluminada pelas lâmpadas é

(Aproxime $\sqrt{3}$ para 1,7 e π para 3.)

- A 30.
- B 34.
- C 50.
- D 61.
- E 69.

31| ENEM 2013 – Em uma casa, há um espaço retangular medindo 4 m por 6 m, onde se pretende colocar um piso de cerâmica resistente e de bom preço. Em uma loja especializada, há cinco possibilidades de pisos que atendem às especificações desejadas, apresentadas no quadro:

Tipo do piso	Forma	Preço do piso (em reais)
I	Quadrado de lado medindo 20 cm	15,00
II	Retângulo medindo 30 cm por 20 cm	20,00
III	Quadrado de lado medindo 25 cm	25,00
IV	Retângulo medindo 16 cm por 25 cm	20,00
V	Quadrado de lado medindo 40 cm	60,00

Levando-se em consideração que não há perda de material, dentre os pisos apresentados, aquele que implicará o menor custo para a colocação no referido espaço é o piso

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

32| ENEM 2013 – Uma fábrica de fórmicas produz placas quadradas de lados de medida igual a y centímetros. Essas placas são vendidas em caixas com N unidades e, na caixa, é especificada a área máxima S que pode ser coberta pelas N placas.

Devido a uma demanda do mercado por placas maiores, a fábrica triplicou a medida dos lados de suas placas e conseguiu reuni-las em uma nova caixa, de tal forma que a área coberta S não fosse alterada.

A quantidade X , de placas do novo modelo, em cada nova caixa será igual a:

- A $\frac{N}{9}$
- B $\frac{N}{6}$
- C $\frac{N}{3}$
- D $3N$
- E $9N$

33| ENEM 2013 – A cerâmica constitui-se em um artefato bastante presente na história da humanidade. Uma de suas várias propriedades é a retração (contração), que consiste na evaporação da água existente em um conjunto ou bloco cerâmico quando submetido a uma determinada temperatura elevada. Essa elevação de temperatura, que ocorre durante o processo de cozimento, causa uma redução de até 20% nas dimensões lineares de uma peça.

Disponível em: www.arq.ufsc.br. Acesso em: 3 mar. 2012.

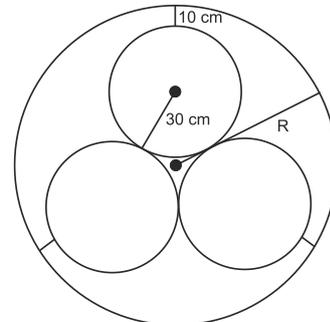
Suponha que uma peça, quando moldada em argila, possuía uma base retangular cujos lados mediam 30 cm e 15 cm. Após o cozimento, esses lados foram reduzidos em 20%.

Em relação à área original, a área da base dessa peça, após o cozimento, ficou reduzida em

- A 4%.
- B 20%.

- C 36%.
- D 64%.
- E 96%.

34| ENEM 2013 – Em um sistema de dutos, três canos iguais, de raio externo 30 cm, são soldados entre si e colocados dentro de um cano de raio maior, de medida R . Para posteriormente ter fácil manutenção, é necessário haver uma distância de 10 cm entre os canos soldados e o cano de raio maior. Essa distância é garantida por um espaçador de metal, conforme a figura:

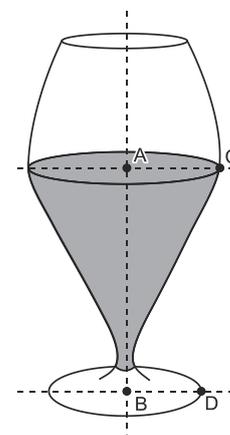


Utilize 1,7 como aproximação para $\sqrt{3}$.

O valor de R , em centímetros, é igual a

- A 64,0.
- B 65,5.
- C 74,0.
- D 81,0.
- E 91,0.

35| ENEM 2013 – Um restaurante utiliza, para servir bebidas, bandejas com base quadradas. Todos os copos desse restaurante têm o formato representado na figura:

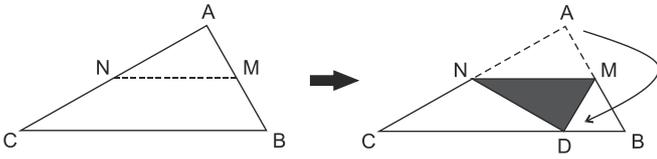


Considere que $\overline{AC} = \frac{7}{5} \overline{BD}$ e que l é a medida de um dos lados da base da bandeja.

Qual deve ser o menor valor da razão $\frac{l}{BD}$ para que uma bandeja tenha capacidade de portar exatamente quatro copos de uma só vez?

- A 2
- B $\frac{14}{5}$
- C 4
- D $\frac{24}{5}$
- E $\frac{28}{5}$

36| ENEM 2012 – Um professor, ao fazer uma atividade de origami (dobraduras) com seus alunos, pede para que estes dobrem um pedaço de papel em forma triangular, como na figura a seguir, de modo que M e N sejam pontos médios respectivamente de AB e AC, e D, ponto do lado BC, indica a nova posição do vértice A do triângulo ABC.



Se ABC é um triângulo qualquer, após a construção, são exemplos de triângulos isósceles os triângulos

- A** CMA e CMB.
- B** CAD e ADB.
- C** NAM e NDM.
- D** CND e DMB.
- E** CND e NDM.

37| ENEM 2012 – Em uma das paredes de um depósito existem compartimentos de mesmo tamanho para armazenamento de caixas de dimensões frontais a e b. A terceira dimensão da caixa coincide com a profundidade de cada um dos compartimentos. Inicialmente as caixas são arrumadas, em cada um deles, como representado na Figura 1. A fim de aproveitar melhor o espaço, uma nova proposta de disposição das caixas foi idealizada e está indicada na Figura 2. Essa nova proposta possibilitaria o aumento do número de caixas armazenadas de 10 para 12 e a eliminação de folgas.

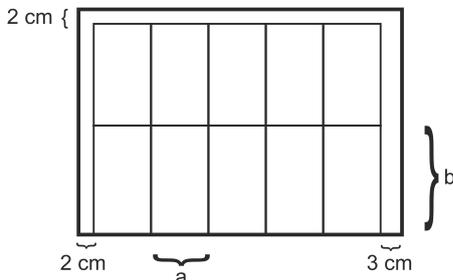


Figura 1

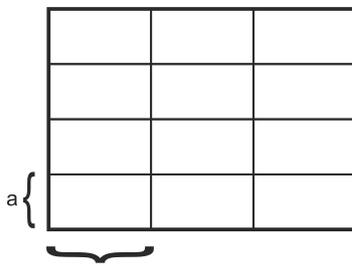


Figura 2

É possível ocorrer a troca de arrumação segundo a nova proposta?

- A** Não, porque a segunda proposta deixa uma folga de 4 cm na altura do compartimento, que é de 12 cm, o que permitiria colocar um número maior de caixas.
- B** Não, porque, para aceitar a segunda proposta, seria necessário praticamente dobrar a altura e reduzir à metade a largura do compartimento.

- C** Sim, porque a nova disposição das caixas ficaria acomodada perfeitamente no compartimento de 20 cm de altura por 27 cm de largura.
- D** Sim, pois efetivamente aumentaria o número de caixas e reduziria o número de folgas para apenas uma de 2 cm na largura do compartimento.
- E** Sim, porque a nova disposição de caixas ficaria acomodada perfeitamente no compartimento de 32 cm de altura por 45 cm de largura.

38| ENEM 2012 – Em 20 de fevereiro de 2011 ocorreu a grande erupção do vulcão Bulusan nas Filipinas. A sua localização geográfica no globo terrestre é dada pelo GPS (sigla em inglês para Sistema de Posicionamento Global) com longitude de $124^{\circ} 3' 0''$ a leste do Meridiano de Greenwich.

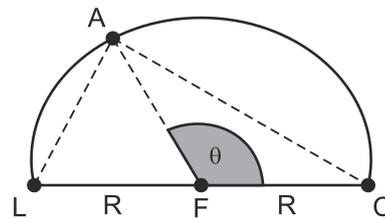
Dado: 1° equivale a $60'$ e $1'$ equivale a $60''$.

PAVARIN, G. *Galileu*, fev. 2012 (adaptado)

A representação angular da localização do vulcão com relação a sua longitude da forma decimal é

- A** $124,02^{\circ}$.
- B** $124,05^{\circ}$.
- C** $124,20^{\circ}$.
- D** $124,30^{\circ}$.
- E** $124,50^{\circ}$.

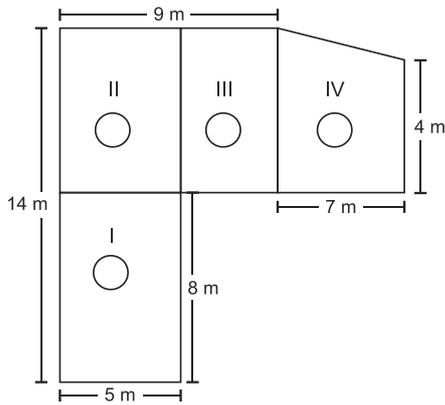
39| ENEM 2012 – Durante seu treinamento, um atleta percorre metade de uma pista circular de raio R, conforme figura a seguir. A sua largada foi dada na posição representada pela letra L, a chegada está representada pela letra C e a letra A representa o atleta. O segmento LC é um diâmetro da circunferência e o centro da circunferência está representado pela letra F. Sabemos que, em qualquer posição que o atleta esteja na pista, os segmentos LA e AC são perpendiculares. Seja θ o ângulo que o segmento AF faz com segmento FC.



Quantos graus mede o ângulo θ quando o segmento AC medir R durante a corrida?

- A** 15 graus
- B** 30 graus
- C** 60 graus
- D** 90 graus
- E** 120 graus

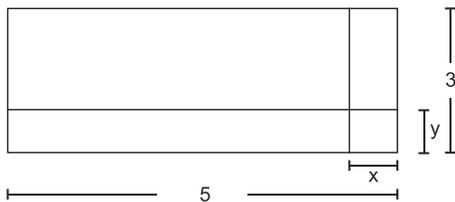
40| ENEM 2012 – Jorge quer instalar aquecedores no seu salão de beleza para melhorar o conforto dos seus clientes no inverno. Ele estuda a compra de unidades de dois tipos de aquecedores: modelo A, que consome 600 g/h (gramas por hora) de gás propano e cobre 35 m^2 de área, ou modelo B, que consome 750 g/h de gás propano e cobre 45 m^2 de área. O fabricante indica que o aquecedor deve ser instalado em um ambiente com área menor do que a da sua cobertura. Jorge vai instalar uma unidade por ambiente e quer gastar o mínimo possível com gás. A área do salão que deve ser climatizada encontra-se na planta seguinte (ambientes representados por três retângulos é um trapézio).



Avaliando-se todas as informações, serão necessários

- A quatro unidades do tipo A e nenhuma unidade do tipo B.
- B três unidades do tipo A e uma unidade do tipo B.
- C duas unidades do tipo A e duas unidades do tipo B.
- D uma unidade do tipo A e três unidades do tipo B.
- E nenhuma unidade do tipo A e quatro unidades do tipo B.

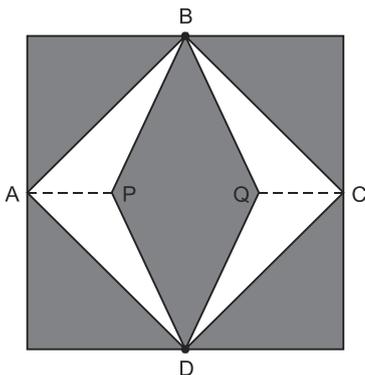
41| ENEM 2012 – Um forro retangular de tecido traz em sua etiqueta a informação de que encolherá após a primeira lavagem, mantendo, entretanto, seu formato. A figura a seguir mostra as medidas originais do forro e o tamanho do encolhimento (x) no comprimento e (y) na largura. A expressão algébrica que representa a área do forro após ser lavado é $(5 - x)(3 - y)$.



Nessas condições, a área perdida do forro, após a primeira lavagem, será expressa por:

- A $2xy$
- B $15 - 3x$
- C $15 - 5y$
- D $-5y - 3x$
- E $5y + 3x - xy$

42| ENEM 2012 – Para decorar a fachada de um edifício, um arquiteto projetou a colocação de vitrais compostos de quadrados de lado medindo 1 m, conforme a figura a seguir.



Nesta figura, os pontos A, B, C e D são pontos médios dos lados do quadrado e os segmentos AP e QC medem $1/4$ da medida do lado do quadrado. Para confeccionar um vitral, são usados dois tipos de materiais: um para a parte sombreada da figura, que custa R\$ 30,00 o m^2 , e outro para a parte mais clara (regiões ABPDA e BCDQB), que custa R\$ 50,00 o m^2 .

De acordo com esses dados, qual é o custo dos materiais usados na fabricação de um vitral?

- A R\$ 22,50
- B R\$ 35,00
- C R\$ 40,00
- D R\$ 42,50
- E R\$ 45,00

43| ENEM 2012 – Vitor deseja revestir uma sala retangular de dimensões 3m x 4m, usando um tipo de peça de cerâmica. Em uma pesquisa inicial, ele selecionou cinco tipos de peças disponíveis, nos seguintes formatos e dimensões:

- Tipo I: quadrados, com 0,5 m de lado.
- Tipo II: triângulos equiláteros, com 0,5 m de lado.
- Tipo III: retângulos, com dimensões 0,5m x 0,6m.
- Tipo IV: triângulos retângulos isósceles, cujos catetos medem 0,5 m.
- Tipo V: quadrados, com 0,6 m de lado.

Analisando a pesquisa, o mestre de obras recomendou que Vitor escolhesse um tipo de piso que possibilitasse a utilização do menor número de peças e não acarretasse sobreposições ou cortes nas cerâmicas.

Qual o tipo de piso o mestre de obras recomendou que fosse comprado?

- A Tipo I.
- B Tipo II.
- C Tipo III.
- D Tipo IV.
- E Tipo V.

44| ENEM 2012 – Em exposições de artes plásticas, é usual que estátuas sejam expostas sobre plataformas giratórias. Uma medida de segurança é que a base da escultura esteja integralmente apoiada sobre a plataforma. Para que se providencie o equipamento adequado, no caso de uma base quadrada que será fixada sobre uma plataforma circular, o auxiliar técnico do evento deve estimar a medida R do raio adequado para a plataforma em termos da medida L do lado da base da estatuá.

Qual relação entre R e L o auxiliar técnico deverá apresentar de modo que a exigência de segurança seja cumprida?

- A $R \geq L/\sqrt{2}$
- B $R \geq 2L/\pi$
- C $R \geq L/\sqrt{\pi}$
- D $R \geq L/2$
- E $R \geq L/(2\sqrt{2})$

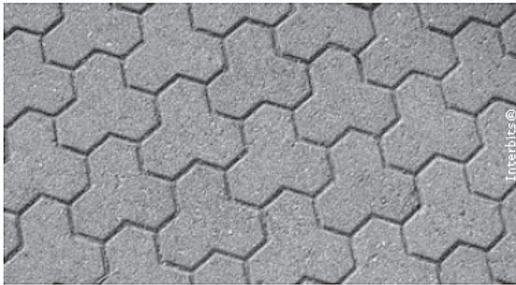
45| ENEM 2011 – Em uma certa cidade, os moradores de um bairro carente de espaços de lazer reivindicam à prefeitura municipal a construção de uma praça. A prefeitura concorda com a solicitação e afirma que irá construí-la em formato retangular devido às características técnicas do terreno. Restrições de natureza orçamentária impõem que sejam gastos, no máximo, 180 m de tela para cercar a praça. A prefeitura apresenta aos moradores desse bairro as medidas dos terrenos disponíveis para a construção da praça:

- Terreno 1: 55 m por 45 m
- Terreno 2: 55 m por 55 m
- Terreno 3: 60 m por 30 m
- Terreno 4: 70 m por 20 m
- Terreno 5: 95 m por 85 m

Para optar pelo terreno de maior área, que atenda às restrições impostas pela prefeitura, os moradores deverão escolher o terreno

- A** 01.
- B** 02.
- C** 3.
- D** 4.
- E** 5.

46| ENEM 2011

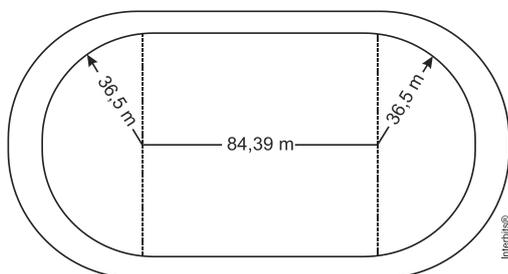


Disponível em: <http://www.dlaadia.pr.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2010.

O polígono que dá forma a essa calçada é invariante por rotações, em torno de seu centro, de

- A** 45°.
- B** 60°.
- C** 90°.
- D** 120°.
- E** 180°.

47| ENEM 2011 – O atletismo é um dos esportes que mais se identificam com o espírito olímpico. A figura ilustra uma pista de atletismo. A pista é composta por oito raias e tem largura de 9,76 m. As raias são numeradas do centro da pista para a extremidade e são construídas de segmentos de retas paralelas e arcos de circunferência. Os dois semicírculos da pista são iguais.

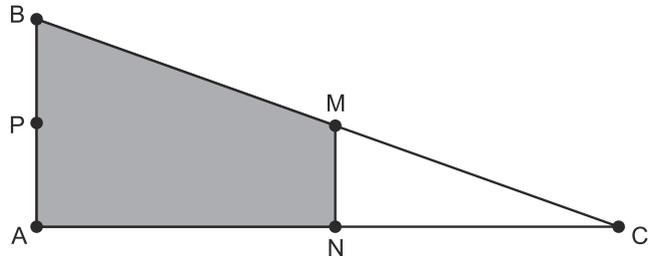


BIEMBENGUT, M. S. *Modelação Matemática como método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus*. 1990. Dissertação de Mestrado, IGCE/UNESP, Rio Claro, 1990 (adaptado).

Se os atletas partissem do mesmo ponto, dando uma volta completa, em qual das raias o corredor estaria sendo beneficiado?

- A** 1
- B** 4
- C** 5
- D** 7
- E** 8

48| ENEM 2010 – Em canteiros de obras de construção civil é comum perceber trabalhadores realizando medidas de comprimento e de ângulos e fazendo demarcações por onde a obra deve começar ou se erguer. Em um desses canteiros foram feitas algumas marcas no chão plano. Foi possível perceber que, das seis estacas colocadas, três eram vértices de um triângulo retângulo e as outras três eram os pontos médios dos lados desse triângulo, conforme pode ser visto na figura, em que as estacas foram indicadas por letras.



A região demarcada pelas estacas A, B, M e N deveria ser calçada com concreto.

Nessas condições, a área a ser calçada corresponde

- A** a mesma área do triângulo AMC.
- B** a mesma área do triângulo BNC.
- C** a metade da área formada pelo triângulo ABC.
- D** ao dobro da área do triângulo MNC.
- E** ao triplo da área do triângulo MNC.

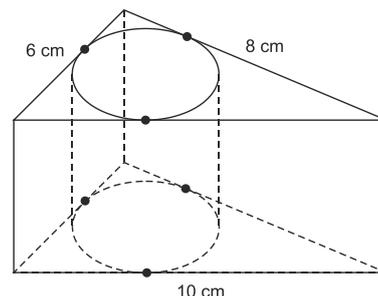
49| ENEM 2010 – A loja Telas & Molduras cobra 20 reais por metro quadrado de tela, 15 reais por metro linear de moldura, mais uma taxa fixa de entrega de 10 reais.

Uma artista plástica precisa encomendar telas e molduras a essa loja, suficientes para 8 quadros retangulares (25 cm x 50 cm). Em seguida, fez uma segunda encomenda, mas agora para 8 quadros retangulares (50 cm x 100 cm).

O valor da segunda encomenda será

- A** o dobro do valor da primeira encomenda, porque a altura e a largura dos quadros dobraram.
- B** maior do que o valor da primeira encomenda, mas não o dobro.
- C** a metade do valor da primeira encomenda, porque a altura e a largura dos quadros dobraram.
- D** menor do que o valor da primeira encomenda, mas não a metade.
- E** igual ao valor da primeira encomenda, porque o custo de entrega será o mesmo.

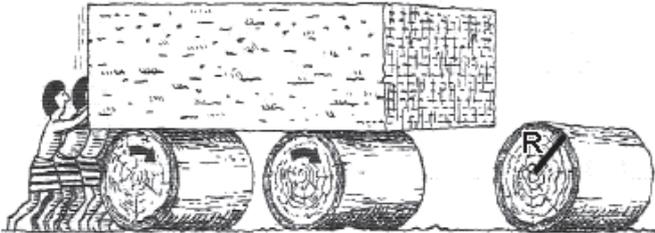
50| ENEM 2010 – Uma metalúrgica recebeu uma encomenda para fabricar, em grande quantidade, uma peça com o formato de um prisma reto com base triangular, cujas dimensões da base são 6 cm, 8 cm e 10 cm e cuja altura é 10 cm. Tal peça deve ser vazada de tal maneira que a perfuração na forma de um cilindro circular reto seja tangente às suas faces laterais, conforme mostra a figura.



O raio da perfuração da peça é igual a

- A 1 cm.
- B 2 cm.
- C 3 cm.
- D 4 cm.
- E 5 cm.

51| ENEM 2010 – A ideia de usar rolos circulares para deslocar objetos pesados provavelmente surgiu com os antigos egípcios ao construírem as pirâmides.



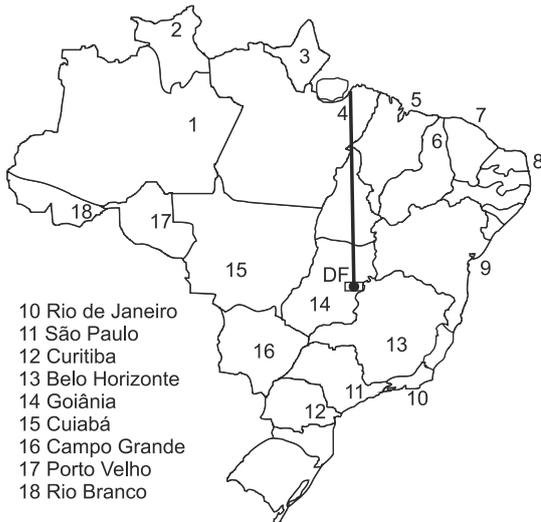
BOLT, Brian. *Atividades matemáticas*. Ed. Graziava.

Representando por R o raio da base dos rolos cilíndricos, em metros, a expressão do deslocamento horizontal Y do bloco de pedra em função de R , após o rolo ter dado uma volta completa sem deslizar, é

- A $Y = R$.
- B $Y = 2R$.
- C $Y = \pi R$.
- D $Y = 2\pi R$.
- E $Y = 4\pi R$.

52| ENEM 2009 – Rotas aéreas são como pontes que ligam cidades, estados ou países. O mapa a seguir mostra os estados brasileiros e a localização de algumas capitais identificadas pelos números. Considere que a direção seguida por um avião AI que partiu de Brasília – DF, sem escalas, para Belém, no Pará, seja um segmento de reta com extremidades em DF e em 4.

Mapa do Brasil e algumas Capitais



SIQUEIRA, S. *Brasil Regiões*. Disponível em: www.santiagosiqueira.pro.br. Acesso em: 28 jul. 2009 (adaptado).

Suponha que um passageiro de nome Carlos pegou um avião All, que seguiu a direção que forma um ângulo de 135° graus no sentido horário com a rota Brasília – Belém e pousou em alguma das capitais brasileiras. Ao desembarcar, Carlos fez uma conexão e embarcou em um avião AIII, que seguiu a direção que forma um ângulo reto, no sentido anti-horário, com a direção seguida pelo avião All ao partir

de Brasília-DF. Considerando que a direção seguida por um avião é sempre dada pela semirreta com origem na cidade de partida e que passa pela cidade destino do avião, pela descrição dada, o passageiro Carlos fez uma conexão em

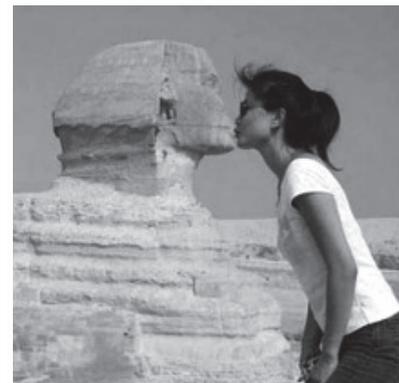
- A Belo Horizonte, e em seguida embarcou para Curitiba.
- B Belo Horizonte, e em seguida embarcou para Salvador.
- C Boa Vista, e em seguida embarcou para Porto Velho.
- D Goiânia, e em seguida embarcou para o Rio de Janeiro.
- E Goiânia, e em seguida embarcou para Manaus.

53| ENEM 2009 – A rampa de um hospital tem na sua parte mais elevada uma altura de 2,2 metros. Um paciente ao caminhar sobre a rampa percebe que se deslocou 3,2 metros e alcançou uma altura de 0,8 metro.

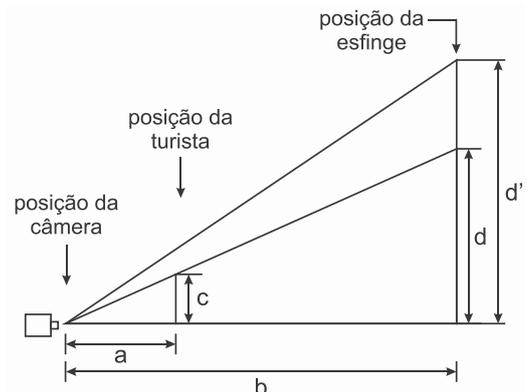
A distância em metros que o paciente ainda deve caminhar para atingir o ponto mais alto da rampa é

- A 1,16 metros.
- B 3,0 metros.
- C 5,4 metros.
- D 5,6 metros.
- E 7,04 metros.

54| ENEM 2009 – A fotografia mostra uma turista aparentemente beijando a esfinge de Gizé, no Egito. A figura a seguir mostra como, na verdade, foram posicionadas a câmera fotográfica, a turista e a esfinge.



Fotografia obtida da internet.

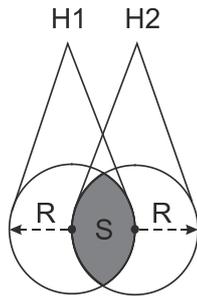


Medindo-se com uma régua diretamente na fotografia, verifica-se que a medida do queixo até o alto da cabeça da turista é igual a $\frac{2}{3}$ da medida do queixo da esfinge até o alto da sua cabeça. Considere que essas medidas na realidade são representadas por d e d' , respectivamente, que a distância da esfinge à lente da câmera fotográfica, localizada no plano horizontal do queixo da turista e da esfinge, é representada por b , e que a distância da turista à mesma lente, por a .

A razão entre b e a será dada por

- A $\frac{b}{a} = \frac{d'}{c}$
- B $\frac{b}{a} = \frac{2d}{3c}$
- C $\frac{b}{a} = \frac{3d'}{2c}$
- D $\frac{b}{a} = \frac{2d'}{3c}$
- E $\frac{b}{a} = \frac{2d'}{c}$

55| ENEM 2009 – Dois holofotes iguais, situados em H_1 e H_2 , respectivamente, iluminam regiões circulares, ambas de raio R . Essas regiões se sobrepõem e determinam uma região S de maior intensidade luminosa, conforme figura.



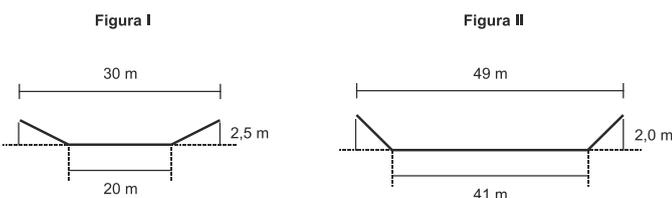
Área do setor circular: $A_{sc} = \frac{\alpha R^2}{2}$, α em radianos.

A área da região S , em unidades de área, é igual a

- A $\frac{2\pi R^2}{3} - \frac{\sqrt{3} R^2}{2}$
- B $\frac{(2\pi - 3\sqrt{3}) R^2}{12}$
- C $\frac{\pi R^2}{12} - \frac{R^2}{8}$
- D $\frac{\pi R^2}{2}$
- E $\frac{\pi R^2}{3}$

56| ENEM 2009 – A vazão do rio Tietê, em São Paulo, constitui preocupação constante nos períodos chuvosos. Em alguns trechos, são construídas canaletas para controlar o fluxo de água. Uma dessas canaletas, cujo corte vertical determina a forma de um trapézio isósceles, tem as medidas especificadas na figura I. Neste caso, a vazão da água é de $1.050 \text{ m}^3/\text{s}$. O cálculo da vazão, Q em m^3/s , envolve o produto da área A do setor transversal (por onde passa a água), em m^2 , pela velocidade da água no local, v , em m/s , ou seja, $Q = Av$.

Planeja-se uma reforma na canaleta, com as dimensões especificadas na figura II, para evitar a ocorrência de enchentes.



Disponível em: www2.uel.br.

Na suposição de que a velocidade da água não se alterará, qual a vazão esperada para depois da reforma na canaleta?

- A $90 \text{ m}^3/\text{s}$.
- B $750 \text{ m}^3/\text{s}$.
- C $1.050 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D $1.512 \text{ m}^3/\text{s}$.
- E $2.009 \text{ m}^3/\text{s}$.

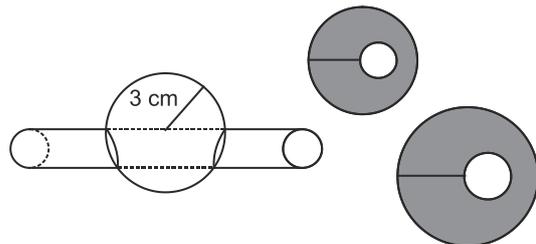
57| ENEM 2009 – Uma fotografia tirada em uma câmera digital é formada por um grande número de pontos, denominados pixels. Comercialmente, a resolução de uma câmera digital é especificada indicando os milhões de pixels, ou seja, os megapixels de que são constituídas as suas fotos.

Ao se imprimir uma foto digital em papel fotográfico, esses pontos devem ser pequenos para que não sejam distinguíveis a olho nu. A resolução de uma impressora é indicada pelo termo dpi (*dot per inch*), que é a quantidade de pontos que serão impressos em uma linha com uma polegada de comprimento. Uma foto impressa com 300 dpi, que corresponde a cerca de 120 pontos por centímetro, terá boa qualidade visual, já que os pontos serão tão pequenos, que o olho não será capaz de vê-los separados e passará a ver um padrão contínuo.

Para se imprimir uma foto retangular de 15 cm por 20 cm, com resolução de pelo menos 300 dpi, qual é o valor aproximado de megapixels que a foto terá?

- A 1,00 megapixel.
- B 2,52 megapixels.
- C 2,70 megapixels.
- D 3,15 megapixels.
- E 4,32 megapixels.

58| ENEM 2009 – Um chefe de cozinha utiliza um instrumento cilíndrico afiado para retirar parte do miolo de uma laranja. Em seguida, ele fatia toda a laranja em seções perpendiculares ao corte feito pelo cilindro. Considere que o raio do cilindro e da laranja sejam iguais a 1 cm e a 3 cm, respectivamente.



A área da maior fatia possível é

- A duas vezes a área da secção transversal do cilindro.
- B três vezes a área da secção transversal do cilindro.
- C quatro vezes a área da secção transversal do cilindro.
- D seis vezes a área da secção transversal do cilindro.
- E oito vezes a área da secção transversal do cilindro.

59| ENEM 2009 – Uma pessoa de estatura mediana pretende fazer um albrado em torno do campo de futebol de seu bairro. No dia da medida do terreno, esqueceu de levar a trena para realizar a medição. Para resolver o problema, a pessoa cortou uma vara de comprimento igual a sua altura. O formato do campo é retangular e foi constatado que ele mede 53 varas de comprimento e 30 varas de largura.

Uma região R tem área A_R , dada em m^2 , de mesma medida do campo de futebol, descrito acima.

A expressão algébrica que determina a medida da vara em metros é

- A $\text{Vara} = \sqrt{\frac{A_R}{1500}} \text{ m.}$
- B $\text{Vara} = \sqrt{\frac{A_R}{1590}} \text{ m.}$
- C $\text{Vara} = \frac{1590}{A_R} \text{ m.}$
- D $\text{Vara} = \frac{A_R}{1500} \text{ m.}$
- E $\text{Vara} = \frac{A_R}{1590} \text{ m.}$

60| ENEM 2009 – O quadro apresenta informações da área aproximada de cada bioma brasileiro.

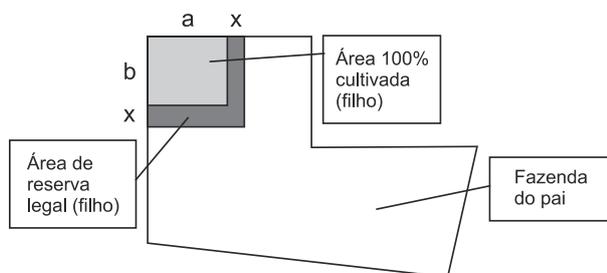
BIOMAS CONTINENTAIS BRASILEIROS	ÁREA APROXIMADA (KM ²)	ÁREA / TOTAL BRASIL
Amazônia	4.196.943	49,29%
Cerrado	2.036.448	23,92%
Mata atlântica	1.110.182	13,04%
Caatinga	844.453	9,92%
Pampa	176.496	2,07%
Pantanal	150.355	1,76%
Área Total Brasil	8.514.877	

Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 jul. 2009 (adaptado).

É comum em conversas informais, ou mesmo em noticiários, o uso de múltiplos da área de um campo de futebol (com as medidas de 120 m x 90 m) para auxiliar a visualização de áreas consideradas extensas. Nesse caso, qual é o número de campos de futebol correspondente à área aproximada do bioma Pantanal?

- A 1.400
- B 14.000
- C 140.000
- D 1.400.000
- E 14.000.000

61| ENEM 2009 – Um fazendeiro doa, como incentivo, uma área retangular de sua fazenda para seu filho, que está indicada na figura como 100% cultivada. De acordo com as leis, deve-se ter uma reserva legal de 20% de sua área total. Assim, o pai resolve doar mais uma parte para compor a reserva para o filho, conforme a figura.



De acordo com a figura anterior, o novo terreno do filho cumpre a lei, após acrescentar uma faixa de largura x metros contornando o terreno cultivado, que se destinará à reserva legal (filho). O dobro da largura x da faixa é

- A $10\%(a + b)^2$
- B $10\%(a \cdot b)^2$
- C $\sqrt{a + b} - (a + b)$
- D $\sqrt{(a + b)^2 + ab} - (a + b)$
- E $\sqrt{(a + b)^2 + ab} + (a + b)$

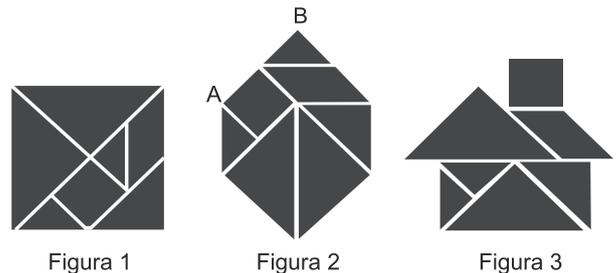
62| ENEM 2009 O governo cedeu terrenos para que famílias construíssem suas residências com a condição de que no mínimo 94% da área do terreno fosse mantida como área de preservação ambiental. Ao receber o terreno retangular ABCD, em que $AB = \frac{BC}{2}$, Antônio demarcou uma área quadrada no vértice A, para a construção de sua residência, de acordo com o desenho, no qual $AE = \frac{AB}{5}$ é lado do quadrado.



Nesse caso, a área definida por Antônio atingiria exatamente o limite determinado pela condição se ele

- A duplicasse a medida do lado do quadrado.
- B triplicasse a medida do lado do quadrado.
- C triplicasse a área do quadrado.
- D ampliasse a medida do lado do quadrado em 4%.
- E ampliasse a área do quadrado em 4%.

63| ENEM 2008 – O *tangram* é um jogo oriental antigo, uma espécie de quebra-cabeça, constituído de sete peças: 5 triângulos retângulos e isósceles, 1 paralelogramo e 1 quadrado. Essas peças são obtidas recortando-se um quadrado de acordo com o esquema da figura 1. Utilizando-se todas as sete peças, é possível representar uma grande diversidade de formas, como as exemplificadas nas figuras 2 e 3.



Se o lado AB do hexágono mostrado na figura 2 mede 2 cm, então a área da figura 3, que representa uma “casinha”, é igual a

- A 4 cm².
- B 8 cm².
- C 12 cm².
- D 14 cm².
- E 16 cm².

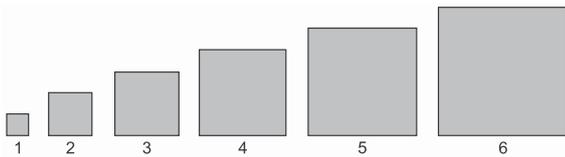
PROGRESSÕES

01| ENEM 2016 – Sob a orientação de um mestre de obras, João e Pedro trabalharam na reforma de um edifício. João efetuou reparos na parte hidráulica nos andares 1, 3, 5, 7, e assim sucessivamente, de dois em dois andares. Pedro trabalhou na parte elétrica nos andares 1, 4, 7, 10, e assim sucessivamente, de três em três andares. Coincidentemente, terminaram seus trabalhos no último andar. Na conclusão da reforma, o mestre de obras informou, em seu relatório, o número de andares do edifício. Sabe-se que, ao longo da execução da obra, em exatamente 20 andares, foram realizados reparos nas partes hidráulica e elétrica por João e Pedro.

Qual é o número de andares desse edifício?

- A** 40
- B** 60
- C** 100
- D** 115
- E** 120

02| ENEM 2016 – Em um trabalho escolar, João foi convidado a calcular as áreas de vários quadrados diferentes, dispostos em sequência, da esquerda para a direita, como mostra a figura.



O primeiro quadrado da sequência tem lado medindo 1 cm, o segundo quadrado tem lado medindo 2 cm, o terceiro 3 cm e assim por diante. O objetivo do trabalho é identificar em quanto a área de cada quadrado da sequência excede a área do quadrado anterior. A área do quadrado que ocupa a posição n , na sequência, foi representada por A_n .

Para $n \geq 2$, o valor da diferença $A_n - A_{n-1}$, em centímetro quadrado, é igual a

- A** $2n - 1$
- B** $2n + 1$
- C** $-2n + 1$
- D** $(n - 1)^2$
- E** $n^2 - 1$

03| ENEM 2016 – Com o objetivo de trabalhar a concentração e a sincronia de movimentos dos alunos de uma de suas turmas, um professor de educação física dividiu essa turma em três grupos (A, B e C) e estipulou a seguinte atividade: os alunos do grupo A deveriam bater palmas a cada 2 s, os alunos do grupo B deveriam bater palmas a cada 3 s e os alunos do grupo C deveriam bater palmas a cada 4 s.

O professor zerou o cronômetro e os três grupos começaram a bater palmas quando ele registrou 1 s. Os movimentos prosseguiram até o cronômetro registrar 60 s.

Um estagiário anotou no papel a sequência formada pelos instantes em que os três grupos bateram palmas simultaneamente.

Qual é o termo geral da sequência anotada?

- A** $12n$, com n um número natural, tal que $1 \leq n \leq 5$.
- B** $24n$, com n um número natural, tal que $1 \leq n \leq 2$.
- C** $12(n - 1)$, com n um número natural, tal que $1 \leq n \leq 6$.
- D** $12(n - 1) + 1$, com n um número natural, tal que $1 \leq n \leq 5$.
- E** $24(n - 1) + 1$, com n um número natural, tal que $1 \leq n \leq 3$.

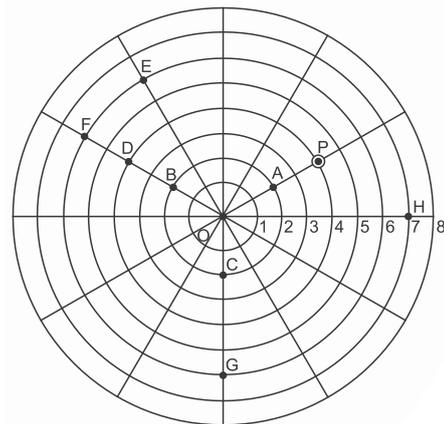
04| ENEM 2015 – Um técnico precisa consertar o termostato do aparelho de ar-condicionado de um escritório, que está desregulado.

A temperatura T , em graus Celsius, no escritório, varia de acordo com a função $T(h) = A + B \sin\left(\frac{\pi}{12}(h - 12)\right)$, sendo h o tempo, medido em horas, a partir da meia-noite ($0 \leq h \leq 24$) e A e B os parâmetros que o técnico precisa regular. Os funcionários do escritório pediram que a temperatura máxima fosse 26°C , a mínima 18°C , e que durante a tarde a temperatura fosse menor do que durante a manhã.

Quais devem ser os valores de A e de B para que o pedido dos funcionários seja atendido?

- A** $A = 18$ e $B = 8$
- B** $A = 22$ e $B = -4$
- C** $A = 22$ e $B = 4$
- D** $A = 26$ e $B = -8$
- E** $A = 26$ e $B = 8$

05| ENEM 2015 – No jogo mostrado na figura, uma bolinha desloca-se somente de duas formas: ao longo de linhas retas ou por arcos de circunferências centradas no ponto O e raios variando de 1 a 8. Durante o jogo, a bolinha que estiver no ponto P deverá realizar a seguinte sequência de movimentos: 2 unidades no mesmo sentido utilizado para ir do ponto O até o ponto A , e, no sentido anti-horário, um arco de circunferência cujo ângulo central é 120° .



Após a sequência de movimentos descrita, a bolinha estará no ponto

- A** B.
- B** D.
- C** E.
- D** F.
- E** G.

06| ENEM 2015 – Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), produtos sazonais são aqueles que apresentam ciclos bem definidos de produção, consumo e preço. Resumidamente, existem épocas do ano em que a sua disponibilidade nos mercados varejistas ora é escassa, com preços elevados, ora é abundante, com preços mais baixos, o que ocorre no mês de produção máxima da safra.

A partir de uma série histórica, observou-se que o preço P , em reais, do quilograma de um certo produto sazonal pode ser descrito pela função $P(x) = 8 + 5 \cos\left(\frac{\pi x - \pi}{6}\right)$, onde x representa o mês do ano, sendo $x = 1$ associado ao mês de janeiro, $x = 2$ ao mês de fevereiro, e assim sucessivamente, até $x = 12$ associado ao mês de dezembro.

Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado).

Na safra, o mês de produção máxima desse produto é

- A janeiro.
- B abril.
- C junho.
- D julho.
- E outubro.

07| ENEM 2014 – Um ciclista participará de uma competição e treinará alguns dias da seguinte maneira: no primeiro dia, pedalará 60 km; no segundo dia, a mesma distância do primeiro mais r km; no terceiro dia, a mesma distância do segundo mais r km; e, assim, sucessivamente, sempre pedalando a mesma distância do dia anterior mais r km. No último dia, ele deverá percorrer 180 km, completando o treinamento com um total de 1560 km.

A distância r que o ciclista deverá pedalar a mais a cada dia, em km, é

- A 3.
- B 7.
- C 10.
- D 13.
- E 20.

08| ENEM 2014 – Uma pessoa usa um programa de computador que descreve o desenho da onda sonora correspondente a um som escolhido. A equação da onda é dada, num sistema de coordenadas cartesianas, por $y = a \cdot \text{sen}[b(x + c)]$, em que os parâmetros A , b , c são positivos. O programa permite ao usuário provocar mudanças no som, ao fazer alterações nos valores desses parâmetros. A pessoa deseja tornar o som mais agudo e, para isso, deve diminuir o período da onda.

O(s) único(s) parâmetro(s) que necessita(m) ser alterado(s) é(são)

- A a.
- B b.
- C c.
- D a e b.
- E b e c.

09| ENEM 2013 – As projeções para a produção de arroz no período de 2012–2021, em uma determinada região produtora, apontam para uma perspectiva de crescimento constante da produção anual. O quadro apresenta a quantidade de arroz, em toneladas, que será produzida nos primeiros anos desse período, de acordo com essa projeção.

Ano	Projeção da produção (t)
2012	50,25
2013	51,50
2014	52,75
2015	54,00

A quantidade total de arroz, em toneladas, que deverá ser produzida no período de 2012 a 2021 será de

- A 497,25.
- B 500,85.
- C 502,87.
- D 558,75.
- E 563,25.

10| ENEM 2013 – Para um principiante em corrida, foi estipulado o seguinte plano de treinamento diário: correr 300 metros no primeiro dia e aumentar 200 metros por dia, a partir do segundo. Para contabilizar seu rendimento, ele utilizará um *chip*, preso ao seu tênis, para medir a distância percorrida nos treinos. Considere que esse *chip* armazene, em sua memória, no máximo 9,5 km de corrida/caminhada, devendo ser colocado no momento do início do treino e descartado após esgotar o espaço para reserva de dados.

Se esse atleta utilizar o *chip* desde o primeiro dia de treinamento, por quantos dias consecutivos esse *chip* poderá armazenar a quilometragem desse plano de treino diário?

- A 7
- B 8
- C 9
- D 12
- E 13

11| ENEM 2013 As torres Puerta de Europa são duas torres inclinadas uma contra a outra, construídas numa avenida de Madri, na Espanha. A inclinação das torres é de 15° com a vertical e elas têm, cada uma, uma altura de 114 m (a altura é indicada na figura como o segmento AB). Estas torres são um bom exemplo de um prisma oblíquo de base quadrada e uma delas pode ser observada na imagem.



Disponível em: www.flickr.com. Acesso em: 27 mar. 2012

Utilizando 0,26 como valor aproximado para tangente de 15° e duas casas decimais nas operações, descobre-se que a área da base desse prédio ocupa na avenida um espaço

- A menor que 100m^2 .
- B entre 100m^2 e 300m^2 .
- C entre 300m^2 e 500m^2 .
- D entre 500m^2 e 700m^2 .
- E maior que 700m^2 .

12| ENEM 2012 Jogar baralho é uma atividade que estimula o raciocínio. Um jogo tradicional é a Paciência, que utiliza 52 cartas. Inicialmente são formadas sete colunas com as cartas. A primeira coluna tem uma carta, a segunda tem duas cartas, a terceira tem três cartas, a quarta tem quatro cartas, e assim sucessivamente até a sétima coluna, a qual tem sete cartas, e o que sobra forma o monte, que são as cartas não utilizadas nas colunas.

A quantidade de cartas que forma o monte é

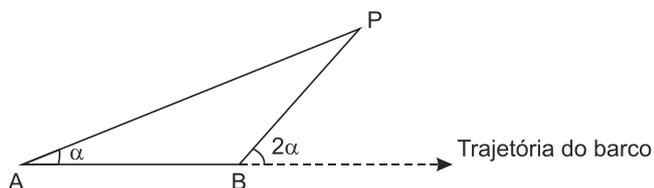
- A 21.
- B 24.
- C 26.
- D 28.
- E 31.

13| ENEM 2011 O número mensal de passagens de uma determinada empresa aérea aumentou no ano passado nas seguintes condições: em janeiro foram vendidas 33 000 passagens; em fevereiro, 34 500; em março, 36 000. Esse padrão de crescimento se mantém para os meses subsequentes.

Quantas passagens foram vendidas por essa empresa em julho do ano passado?

- A 38 000
- B 40 500
- C 41 000
- D 42 000
- E 48 000

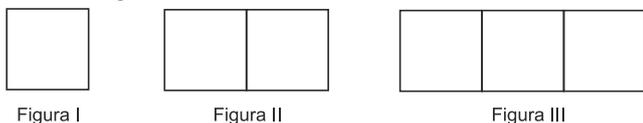
14| ENEM 2011 Para determinar a distância de um barco até a praia, um navegante utilizou o seguinte procedimento: a partir de um ponto A, mediu o ângulo visual a fazendo mira em um ponto fixo P da praia. Mantendo o barco no mesmo sentido, ele seguiu até um ponto B de modo que fosse possível ver o mesmo ponto P da praia, no entanto sob um ângulo visual 2α . A figura ilustra essa situação:



Suponha que o navegante tenha medido o ângulo $\alpha = 30^\circ$ e, ao chegar ao ponto B, verificou que o barco havia percorrido a distância $AB = 2000$ m. Com base nesses dados e mantendo a mesma trajetória, a menor distância do barco até o ponto fixo P será

- A 1000 m.
- B $1000\sqrt{3}$ m.
- C $2000\frac{\sqrt{3}}{3}$ m.
- D 2000 m.
- E $2000\sqrt{3}$ m.

15| ENEM 2010 Uma professora realizou uma atividade com seus alunos utilizando canudos de refrigerante para montar figuras, onde cada lado foi representado por um canudo. A quantidade de canudos (C) de cada figura depende da quantidade de quadrados (Q) que formam cada figura. A estrutura de formação das figuras está representada a seguir.



Que expressão fornece a quantidade de canudos em função da quantidade de quadrados de cada figura?

- A $C = 4Q$
- B $C = 3Q + 1$
- C $C = 4Q - 1$
- D $C = Q + 3$
- E $C = 4Q - 2$

16| ENEM 2010 – O trabalho em empresas exige dos profissionais conhecimentos de diferentes áreas. Na semana passada, todos os funcionários de uma dessas empresas estavam envolvidos na tarefa de determinar a quantidade de estrelas que seriam utilizadas na confecção de um painel de Natal.

Um dos funcionários apresentou um esboço das primeiras cinco linhas do painel, que terá, no total, 150 linhas.



Após avaliar o esboço, cada um dos funcionários esboçou sua resposta:

Funcionário I: aproximadamente 200 estrelas.

Funcionário II: aproximadamente 6 000 estrelas.

Funcionário III: aproximadamente 12 000 estrelas.

Funcionário IV: aproximadamente 22 500 estrelas.

Funcionário V: aproximadamente 22 800 estrelas.

Qual funcionário apresentou um resultado mais próximo da quantidade de estrelas necessária?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

17| ENEM 2010 – Nos últimos anos, a corrida de rua cresce no Brasil. Nunca se falou tanto no assunto como hoje, e a quantidade de adeptos aumenta progressivamente, afinal, correr traz inúmeros benefícios para a saúde física e mental, além de ser um esporte que não exige um alto investimento financeiro.

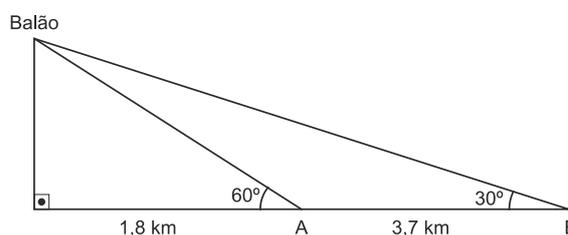
Disponível em: <http://www.webrun.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010.

Um corredor estipulou um plano de treinamento diário, correndo 3 quilômetros no primeiro dia e aumentando 500 metros por dia, a partir do segundo. Contudo, seu médico cardiologista autorizou essa atividade até que o corredor atingisse, no máximo, 10 km de corrida em um mesmo dia de treino. Se o atleta cumprir a recomendação médica e praticar o treinamento estipulado corretamente em dias consecutivos, pode-se afirmar que esse planejamento de treino só poderá ser executado em, exatamente,

- A 12 dias.
- B 13 dias.
- C 14 dias.
- D 15 dias.
- E 16 dias.

18| ENEM 2010 Um balão atmosférico, lançado em Bauru (343 quilômetros a Noroeste de São Paulo), na noite do último domingo, caiu nesta segunda-feira em Cuiabá Paulista, na região de Presidente Prudente, assustando agricultores da região. O artefato faz parte do programa Projeto Hibiscus, desenvolvido por Brasil, França, Argentina, Inglaterra e Itália, para a medição do comportamento da camada de ozônio, e sua descida se deu após o cumprimento do tempo previsto de medição.

Disponível em: <http://www.correiodobrasil.com.br>. Acesso em: 02 maio 2010.



Na data do acontecido, duas pessoas avistaram o balão. Uma estava a 1,8 km da posição vertical do balão e o avistou sob um ângulo de 60° ; a outra estava a 5,5 km da posição vertical do balão, alinhada com a primeira, e no mesmo sentido, conforme se vê na figura, e o avistou sob um ângulo de 30° .

Qual a altura aproximada em que se encontrava o balão?

- A 1,8 km
- B 1,9 km
- C 3,1 km
- D 3,7 km
- E 5,5 km

19| ENEM 2010 Um satélite de telecomunicações, t minutos após ter atingido sua órbita, está a r quilômetros de distância do centro da Terra. Quando r assume seus valores máximo e mínimo, diz-se que o satélite atingiu o *apogeu* e o *perigeu*, respectivamente. Suponha que, para esse satélite, o valor de r em função de t seja dado por

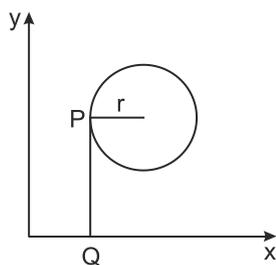
$$r(t) = \frac{5865}{1 + 0,15 \cdot \cos(0,06t)}$$

Um cientista monitora o movimento desse satélite para controlar o seu afastamento do centro da Terra. Para isso, ele precisa calcular a soma dos valores de r , no *apogeu* e no *perigeu*, representada por S .

O cientista deveria concluir que, periodicamente, S atinge o valor de

- A 12 765 km.
- B 12 000 km.
- C 11 730 km.
- D 10 965 km.
- E 5 865 km.

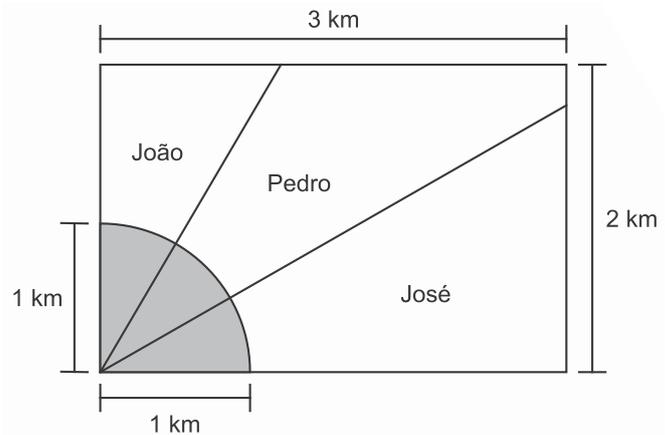
20| ENEM 2009 Considere um ponto P em uma circunferência de raio r no plano cartesiano. Seja Q a projeção ortogonal de P sobre o eixo x , como mostra a figura, e suponha que o ponto P percorra, no sentido anti-horário, uma distância $d \leq r$ sobre a circunferência.



Então, o ponto Q percorrerá, no eixo x , uma distância dada por

- A $r(1 - \operatorname{sen} \frac{d}{r})$.
- B $r(1 - \operatorname{sen} \frac{d}{r})$.
- C $r(1 - \operatorname{tg} \frac{d}{r})$.
- D $r \operatorname{sen}(\frac{r}{d})$.
- E $r \operatorname{cos}(\frac{r}{d})$.

21| ENEM 2009 Ao morrer, o pai de João, Pedro e José deixou como herança um terreno retangular de 3 km x 2 km que contém uma área de extração de ouro delimitada por um quarto de círculo de raio 1 km a partir do canto inferior esquerdo da propriedade. Dado o maior valor da área de extração de ouro, os irmãos acordaram em repartir a propriedade de modo que cada um ficasse com a terça parte da área de extração, conforme mostra a figura.

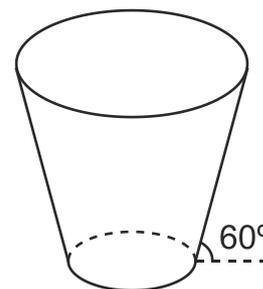


Em relação à partilha proposta, constata-se que a porcentagem da área do terreno que coube a João corresponde, aproximadamente, a

Considere: $\frac{\sqrt{3}}{3} = 0,58$.

- A 50%.
- B 43%.
- C 37%.
- D 33%.
- E 19%.

22| ENEM 2009 – Uma empresa precisa comprar uma tampa para o seu reservatório, que tem a forma de um tronco de cone circular reto, conforme mostrado na figura.



Considere que a base do reservatório tenha raio $r = 2\sqrt{3}$ m e que sua lateral faça um ângulo de 60° com o solo.

Se a altura do reservatório é 12 m, a tampa a ser comprada deverá cobrir uma área de

- A $12\pi \text{ m}^2$.
- B $108\pi \text{ m}^2$.
- C $(12 + 2\sqrt{3})2\pi \text{ m}^2$.
- D $300\pi \text{ m}^2$.
- E $(24 + 2\sqrt{3})2\pi \text{ m}^2$.

ESTATÍSTICA

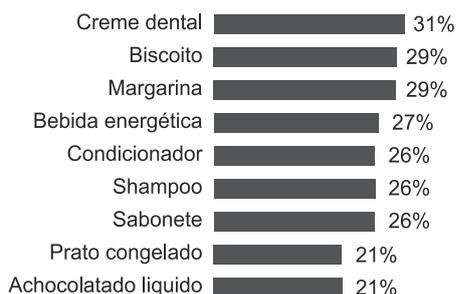
01| ENEM 2012

QUANDO A PROPAGANDA É DECISIVA NA TROCA DE MARCAS

Todo supermercadista sabe que, quando um produto está na mídia, a procura pelos consumidores aumenta. Mas, em algumas categorias, a influência da propaganda é maior, de acordo com pesquisa feita com 400 pessoas pela consultoria YYY e com exclusividade para o supermercado XXX.

O levantamento mostrou que, mesmo não sendo a razão o fator mais apontado para trocar de marca, não se pode ignorar a força das campanhas publicitárias. Em algumas categorias, um terço dos respondentes atribuem a mudança à publicidade. Para Nicanor Guerreiro, a propaganda estabelece uma relação mais “emocional” da marca com o público. “Todos sentimos necessidade de consumir produtos que sejam ‘aceitos’ pelas outras pessoas. Por isso, a comunicação faz o papel de endosso das marcas”, afirma. O executivo ressalta, no entanto, que nada disso adianta se o produto não cumprir as promessas transmitidas nas ações de comunicação. Um dos objetivos da propaganda é tornar o produto aspiracional, despertando o desejo de experimentá-lo. O que o consumidor deseja é o que a loja vende. E é isso o que o supermercadista precisa ter sempre em mente. Veja o gráfico:

Categorias em que a influência da propaganda na troca de marcas atinge mais de 20% dos consumidores



Disponível em: www.riovermelho.net. Acesso em: 3 mar. 2012 (adaptado).

De acordo com o texto e com as informações fornecidas pelo gráfico, para aumentar as vendas de produtos, é necessário que

- A** a campanha seja centrada em produtos alimentícios, a fim de aumentar o percentual de troca atual que se apresenta como o mais baixo.
- B** a preferência de um produto ocorra por influência da propaganda devido à necessidade emocional das marcas.
- C** a propaganda influencie na troca de marca e que o consumidor valorize a qualidade do produto.
- D** os produtos mais vendidos pelo comércio não sejam divulgados para o público como tal.
- E** as marcas de qualidade inferior constituam o foco da publicidade por serem mais econômicas.

02| ENEM 2016 Preocupada com seus resultados, uma empresa fez um balanço dos lucros obtidos nos últimos sete meses, conforme dados do quadro.

Mês	I	II	III	IV	V	VI	VII
Lucro (em milhões de reais)	37	33	35	22	30	35	25

Avaliando os resultados, o conselho diretor da empresa decidiu comprar, nos dois meses subsequentes, a mesma quantidade de matéria-prima comprada no mês em que o lucro mais se aproximou da média dos lucros mensais dessa empresa nesse período de sete meses.

Nos próximos dois meses, essa empresa deverá comprar a mesma quantidade de matéria-prima comprada no mês

- A** I.
- B** II.
- C** IV.
- D** V.
- E** VII.

03| ENEM 2016 Um posto de saúde registrou a quantidade de vacinas aplicadas contra febre amarela nos últimos cinco meses:

- 1º mês: 21;
- 2º mês: 22;
- 3º mês: 25;
- 4º mês: 31;
- 5º mês: 21.

No início do primeiro mês, esse posto de saúde tinha 228 vacinas contra febre amarela em estoque. A política de reposição do estoque prevê a aquisição de novas vacinas, no início do sexto mês, de tal forma que a quantidade inicial em estoque para os próximos meses seja igual a 12 vezes a média das quantidades mensais dessas vacinas aplicadas nos últimos cinco meses.

Para atender essas condições, a quantidade de vacinas contra febre amarela que o posto de saúde deve adquirir no início do sexto mês é

- A** 156.
- B** 180.
- C** 192.
- D** 264.
- E** 288.

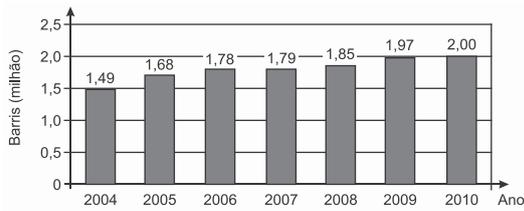
04| ENEM 2016 A permanência de um gerente em uma empresa está condicionada à sua produção no semestre. Essa produção é avaliada pela média do lucro mensal do semestre. Se a média for, no mínimo, de 30 mil reais, o gerente permanece no cargo, caso contrário, ele será despedido. O quadro mostra o lucro mensal, em milhares de reais, dessa empresa, de janeiro a maio do ano em curso.

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
21	35	21	30	38

Qual deve ser o lucro mínimo da empresa no mês de junho, em milhares de reais, para o gerente continuar no cargo no próximo semestre?

- A** 26
- B** 29
- C** 30
- D** 31
- E** 35

05| ENEM 2016 – O gráfico mostra a média de produção diária de petróleo no Brasil, em milhão de barris, no período de 2004 a 2010.



Estimativas feitas naquela época indicavam que a média de produção diária de petróleo no Brasil, em 2012, seria 10% superior à média dos três últimos anos apresentados no gráfico.

Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br>. Acesso em: 2 ago. 2012.

Se as estimativas tivessem sido confirmadas, a média de produção diária de petróleo no Brasil, em milhão de barris, em 2012, teria sido igual a

- A 1,940.
- B 2,134.
- C 2,167.
- D 2,420.
- E 6,402.

06| ENEM 2016 – Em uma cidade, o número de casos de dengue confirmados aumentou consideravelmente nos últimos dias. A prefeitura resolveu desenvolver uma ação contratando funcionários para ajudar no combate à doença, os quais orientarão os moradores a eliminarem criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue. A tabela apresenta o número atual de casos confirmados, por região da cidade.

Região	Casos confirmados
Oeste	237
Centro	262
Norte	158
Sul	159
Noroeste	160
Leste	278
Centro-Oeste	300
Centro-Sul	278

A prefeitura optou pela seguinte distribuição dos funcionários a serem contratados:

- I. 10 funcionários para cada região da cidade cujo número de casos seja maior que a média dos casos confirmados.
- II. 7 funcionários para cada região da cidade cujo número de casos seja menor ou igual à média dos casos confirmados.

Quantos funcionários a prefeitura deverá contratar para efetivar a ação?

- A 59
- B 65
- C 68
- D 71
- E 80

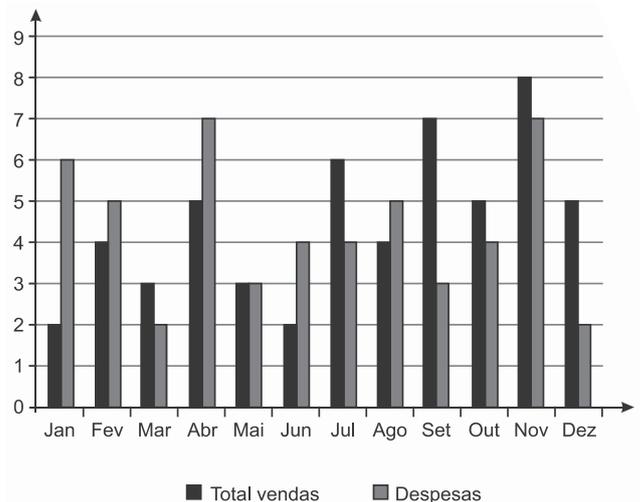
07| ENEM 2016 – Um vendedor de assinaturas de TV a cabo teve, nos 7 primeiros meses do ano, uma média mensal de 84 assinaturas vendidas. Devido a uma reestruturação da empresa, foi exigido que todos os vendedores tivessem, ao final do ano, uma média mensal de 99 assinaturas vendidas.

Diante disso, o vendedor se viu forçado a aumentar sua média mensal de vendas nos 5 meses restantes do ano.

Qual deverá ser a média mensal de vendas do vendedor, nos próximos 5 meses, para que ele possa cumprir a exigência da sua empresa?

- A 91
- B 105
- C 114
- D 118
- E 120

08| ENEM 2016 – Uma empresa registrou seu desempenho em determinado ano por meio do gráfico, com dados mensais do total de vendas e despesas.



O lucro mensal é obtido pela subtração entre o total de vendas e despesas, nesta ordem.

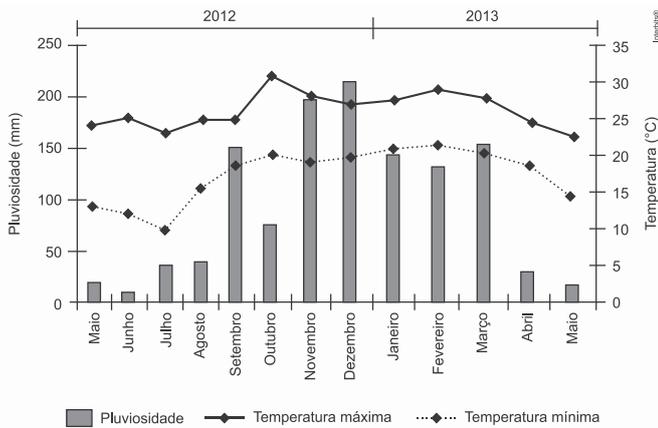
Quais os três meses do ano em que foram registrados os maiores lucros?

- A Julho, setembro e dezembro.
- B Julho, setembro e novembro.
- C Abril, setembro e novembro.
- D Janeiro, setembro e dezembro.
- E Janeiro, abril e junho.

09| ENEM 2016 O cultivo de uma flor rara só é viável se do mês do plantio para o mês subsequente o clima da região possuir as seguintes peculiaridades:

- a variação do nível de chuvas (pluviosidade), nesses meses, não for superior a 50 mm;
- a temperatura mínima, nesses meses, for superior a 15 °C;
- ocorrer, nesse período, um leve aumento não superior a 5 °C na temperatura máxima.

Um floricultor, pretendendo investir no plantio dessa flor em sua região, fez uma consulta a um meteorologista que lhe apresentou o gráfico com as condições previstas para os 12 meses seguintes nessa região.



Com base nas informações do gráfico, o floricultor verificou que poderia plantar essa flor rara.

O mês escolhido para o plantio foi

- A janeiro.
- B fevereiro.
- C agosto.
- D novembro.
- E dezembro.

10| ENEM 2016 – Uma pessoa está disputando um processo de seleção para uma vaga de emprego em um escritório. Em uma das etapas desse processo, ela tem de digitar oito textos. A quantidade de erros dessa pessoa, em cada um dos textos digitados, é dada na tabela.

Texto	Número de erros
I	2
II	0
III	2
IV	2
V	6
VI	3
VII	4
VIII	5

Nessa etapa do processo de seleção, os candidatos serão avaliados pelo valor da mediana do número de erros.

A mediana dos números de erros cometidos por essa pessoa é igual a

- A 2,0.
- B 2,5.
- C 3,0.
- D 3,5.
- E 4,0.

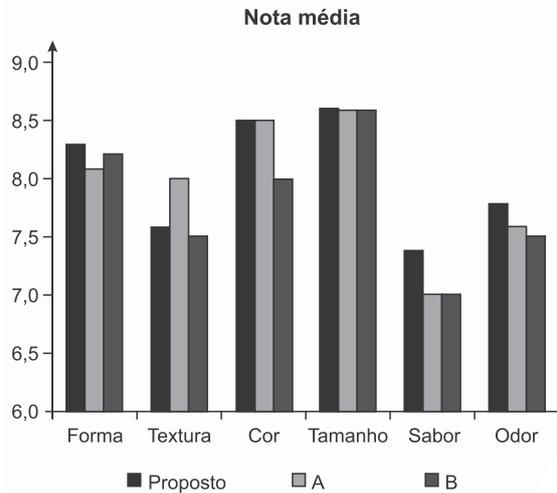
11| ENEM 2016 Ao iniciar suas atividades, um ascensorista registra tanto o número de pessoas que entram quanto o número de pessoas que saem do elevador em cada um dos andares do edifício onde ele trabalha. O quadro apresenta os registros do ascensorista durante a primeira subida do térreo, de onde partem ele e mais três pessoas, ao quinto andar do edifício.

Número de pessoas	Térreo	1º andar	2º andar	3º andar	4º andar	5º andar
que entram no elevador	4	4	1	2	2	2
que saem do elevador	0	3	1	2	0	6

Com base no quadro, qual é a moda do número de pessoas no elevador durante a subida do térreo ao quinto andar?

- A 2
- B 3
- C 4
- D 5
- E 6

12| ENEM 2016 – A diretoria de uma empresa de alimentos resolveu apresentar para seus acionistas uma proposta de novo produto. Nessa reunião, foram apresentadas as notas médias dadas por um grupo de consumidores que experimentaram o novo produto e dois produtos similares concorrentes (A e B).



A característica que dá a maior vantagem relativa ao produto proposto e que pode ser usada, pela diretoria, para incentivar a sua produção é a

- A textura.
- B cor.
- C tamanho.
- D sabor.
- E odor.

13| ENEM 2016 O procedimento de perda rápida de “peso” é comum entre os atletas dos esportes de combate. Para participar de um torneio, quatro atletas da categoria até 66 kg, Peso-Pena, foram submetidos a dietas balanceadas e atividades físicas. Realizaram três “pesagens” antes do início do torneio. Pelo regulamento do torneio, a primeira luta deverá ocorrer entre o atleta mais regular e o menos regular quanto aos “pesos”. As informações com base nas pesagens dos atletas estão no quadro.

Atleta	1ª pesagem (kg)	2ª pesagem (kg)	3ª pesagem (kg)	Média	Mediana	Desvio-padrão
I	78	72	66	72	72	4,90
II	83	65	65	71	65	8,49
III	75	70	65	70	70	4,08
IV	80	77	62	73	77	7,87

Após as três “pesagens”, os organizadores do torneio informaram aos atletas quais deles se enfrentariam na primeira luta.

A primeira luta foi entre os atletas

- A I e III.
- B I e IV.
- C II e III.
- D II e IV.
- E III e IV.

14| ENEM 2015 – Cinco amigos marcaram uma viagem à praia em dezembro. Para economizar, combinaram de ir num único carro. Cada amigo anotou quantos quilômetros seu carro fez, em média, por litro de gasolina, nos meses de setembro, outubro e novembro. Ao final desse trimestre, calcularam a média dos três valores obtidos para escolherem o carro mais econômico, ou seja, o que teve a maior média. Os dados estão representados na tabela:

Carro	Desempenho médio mensal (km/litro)		
	Setembro	Outubro	Novembro
I	6,2	9,0	9,3
II	6,7	6,8	9,5
III	8,3	8,7	9,0
IV	8,5	7,5	8,5
V	8,0	8,0	8,0

Qual carro os amigos deverão escolher para a viagem?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

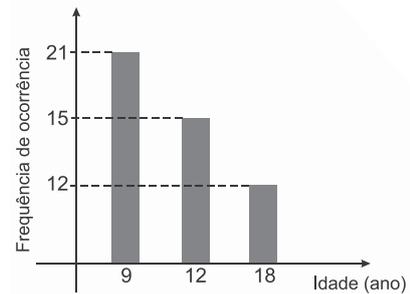
15| ENEM 2015 Um concurso é composto por cinco etapas. Cada etapa vale 100 pontos. A pontuação final de cada candidato e a média de suas notas nas cinco etapas. A classificação obedece à ordem decrescente das pontuações finais. O critério de desempate baseia-se na maior pontuação na quinta etapa.

Candidato	Média nas quatro primeiras etapas	Pontuação na quinta etapa
A	90	60
B	85	85
C	80	95
D	60	90
E	60	100

A ordem de classificação final desse concurso é

- A A, B, C, E, D.
- B B, A, C, E, D.
- C C, B, E, A, D.
- D C, B, E, D, A.
- E E, C, D, B, A.

16| ENEM 2015 – Uma pessoa, ao fazer uma pesquisa com alguns alunos de um curso, coletou as idades dos entrevistados e organizou esses dados em um gráfico.



Qual a moda das idades, em anos, dos entrevistados?

- A 9
- B 12
- C 13
- D 15
- E 21

17| ENEM 2015 Em uma seletiva para a final dos 100 metros livres de natação, numa olimpíada, os atletas, em suas respectivas raias, obtiveram os seguintes tempos:

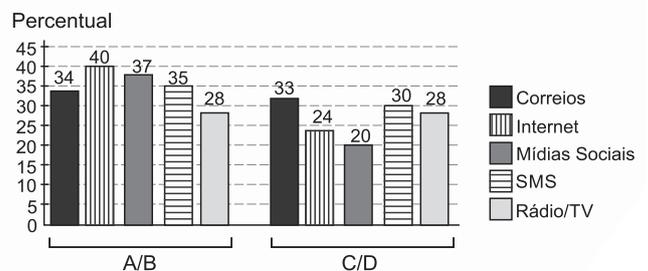
Raia	1	2	3	4	5	6	7	8
Tempo (segundo)	20,90	20,90	20,50	20,80	20,60	20,60	20,90	20,96

A mediana dos tempos apresentados no quadro é

- A 20,70.
- B 20,77.
- C 20,80.
- D 20,85.
- E 20,90.

18| ENEM 2015 Uma pesquisa de mercado foi realizada entre os consumidores das classes sociais A, B, C e D que costumam participar de promoções tipo sorteio ou concurso. Os dados comparativos, expressos no gráfico, revelam a participação desses consumidores em cinco categorias: via Correios (juntando embalagens ou recortando códigos de barra), via internet (cadastrando-se no site da empresa/marca promotora), via mídias sociais (redes sociais), via SMS (mensagem por celular) ou via rádio/TV.

Participação em promoções do tipo sorteio ou concurso em uma região

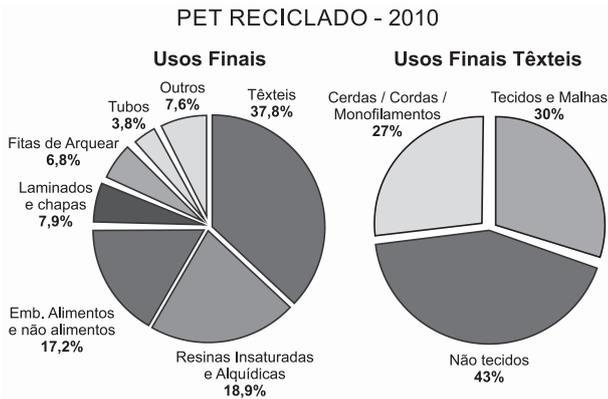


Uma empresa vai lançar uma promoção utilizando apenas uma categoria nas classes A e B (A/B) e uma categoria nas classes C e D (C/D).

De acordo com o resultado da pesquisa, para atingir o maior número de consumidores das classes A/B e C/D, a empresa deve realizar a promoção, respectivamente, via

- A Correios e SMS.
- B internet e Correios.
- C internet e internet.
- D internet e mídias sociais.
- E rádio/TV e rádio/TV.

19| ENEM 2015 O polímero de PET (Politereftalato de Etileno) é um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo devido à sua extensa gama de aplicações, entre elas, fibras têxteis, tapetes, embalagens, filmes e cordas. Os gráficos mostram o destino do PET reciclado no Brasil, sendo que, no ano de 2010, o total de PET reciclado foi de 282 kton (quilotoneladas).



Disponível em: www.abipet.org.br. Acesso em: 12 jul. 2012 (adaptado).

De acordo com os gráficos, a quantidade de embalagens PET recicladas destinadas a produção de tecidos e malhas, em kton, é mais aproximada de

- A 16,0.
- B 22,9.
- C 32,0.
- D 84,6.
- E 106,6.

20| ENEM 2014 Ao final de uma competição de ciências em uma escola, restaram apenas três candidatos. De acordo com as regras, o vencedor será o candidato que obtiver a maior média ponderada entre as notas das provas finais nas disciplinas química e física, considerando, respectivamente, os pesos 4 e 6 para elas. As notas são sempre números inteiros. Por questões médicas, o candidato II ainda não fez a prova final de química. No dia em que sua avaliação for aplicada, as notas dos outros dois candidatos, em ambas as disciplinas, já terão sido divulgadas.

O quadro apresenta as notas obtidas pelos finalistas nas provas finais.

Candidato	Química	Física
I	20	23
II	X	25
III	21	18

A menor nota que o candidato II deverá obter na prova final de química para vencer a competição é

- A 18.
- B 19.
- C 22.
- D 25.
- E 26.

21| ENEM 2014 A tabela apresenta uma estimativa da evolução da população brasileira por faixa etária, em milhões de pessoas, para 2020, 2030 e 2045.

Ano Faixa etária	2020	2030	2045
Até 14 anos	49	48	48
De 15 a 49 anos	111	112	110
De 50 anos ou mais	50	63	78
Total	210	223	236

STEFANO, F. Mais velhos e mais rico: os ganhos da maturidade. *Exame*, ed. 1003, ano 45, n. 21, 2 nov. 2011 (adaptado).

Com base na tabela, o valor que mais se aproxima da média dos percentuais da população brasileira na faixa etária até 14 anos, nos anos de 2020, 2030 e 2045, é

- A 21,5.
- B 21,7.
- C 48,0.
- D 48,3.
- E 48,5.

22| ENEM 2014 Um pesquisador está realizando várias séries de experimentos com alguns reagentes para verificar qual o mais adequado para a produção de um determinado produto. Cada série consiste em avaliar um dado reagente em cinco experimentos diferentes. O pesquisador está especialmente interessado naquele reagente que apresentar a maior quantidade dos resultados de seus experimentos acima da média encontrada para aquele reagente. Após a realização de cinco séries de experimentos, o pesquisador encontrou os seguintes resultados:

	Reagente 1	Reagente 2	Reagente 3	Reagente 4	Reagente 5
Experimento 1	1	0	2	2	1
Experimento 2	6	6	3	4	2
Experimento 3	6	7	8	7	9
Experimento 4	6	6	10	8	10
Experimento 5	11	5	11	12	11

Levando-se em consideração os experimentos feitos, o reagente que atende às expectativas do pesquisador é o

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

23| ENEM 2014 Uma loja que vende sapatos recebeu diversas reclamações de seus clientes relacionadas à venda de sapatos de cor branca ou preta. Os donos da loja anotaram as numerações dos sapatos com defeito e fizeram um estudo estatístico com o intuito de reclamar com o fabricante.

A tabela contém a média, a mediana e a moda desses dados anotados pelos donos.

Estatísticas sobre as numerações dos sapatos com defeito			
	Média	Mediana	Moda
Numerações dos sapatos com defeito	36	37	38

Para quantificar os sapatos pela cor, os donos representaram a cor branca pelo número 0 e a cor preta pelo número 1. Sabe-se que a média da distribuição desses zeros e uns é igual a 0,45.

Os donos da loja decidiram que a numeração dos sapatos com maior número de reclamações e a cor com maior número de reclamações não serão mais vendidas.

A loja encaminhou um ofício ao fornecedor dos sapatos, explicando que não serão mais encomendados os sapatos de cor

- A) branca e os de número 38.
- B) branca e os de número 37.
- C) branca e os de número 36.
- D) preta e os de número 38.
- E) preta e os de número 37.

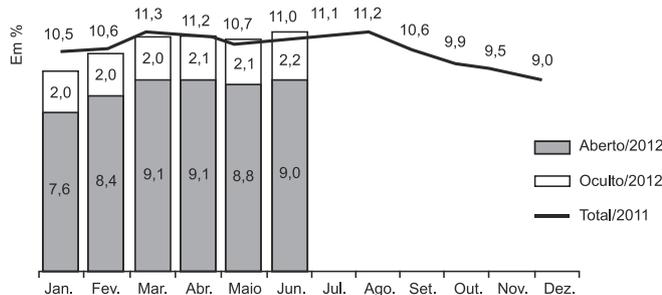
24| ENEM 2014 – Os salários, em reais, dos funcionários de uma empresa são distribuídos conforme o quadro:

Valor do salário (R\$)	622,00	1.244,00	3.110,00	6.220,00
Número de funcionários	24	1	20	3

A mediana dos valores dos salários dessa empresa é, em reais,

- A) 622,00.
- B) 933,00.
- C) 1.244,00.
- D) 2.021,50.
- E) 2.799,00.

25| ENEM 2014 O gráfico apresenta as taxas de desemprego durante o ano de 2011 e o primeiro semestre de 2012 na região metropolitana de São Paulo. A taxa de desemprego total é a soma das taxas de desemprego aberto e oculto.



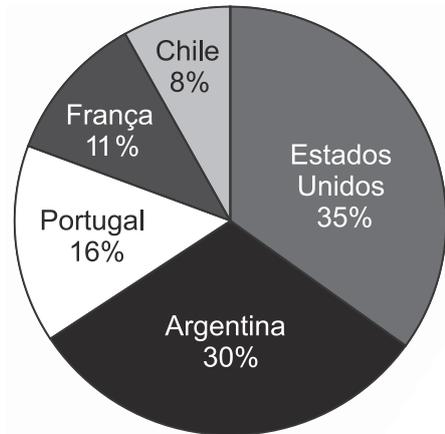
Suponha que a taxa de desemprego oculto do mês de dezembro de 2012 tenha sido a metade da mesma taxa em junho de 2012 e que a taxa de desemprego total em dezembro de 2012 seja igual a essa taxa em dezembro de 2011.

Disponível em: www.dieese.org.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (fragmento).

Nesse caso, a taxa de desemprego aberto de dezembro de 2012 teria sido, em termos percentuais, de

- A) 1,1.
- B) 3,5.
- C) 4,5.
- D) 6,8.
- E) 7,9.

26| ENEM 2014 – Em 2010, cerca de 3,24 milhões de passageiros foram transportados entre os Estados Unidos e o Brasil, de acordo com dados divulgados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). O gráfico mostra a distribuição relativa do número de passageiros transportados entre o Brasil e os cinco destinos mais procurados, dos quais apenas dois países são europeus: França e Portugal.



De acordo com esses dados, o valor mais aproximado para a quantidade total de passageiros transportados em 2010 entre o Brasil e os países europeus mostrados no gráfico é

- A) 874.800.
- B) 1.018.285.
- C) 1.481.142.
- D) 2.499.428.
- E) 3.240.000.

27| ENEM 2014 O Ministério da Saúde e as unidades federadas promovem frequentemente campanhas nacionais e locais de incentivo à doação voluntária de sangue, em regiões com menor número de doadores por habitante, com o intuito de manter a regularidade de estoques nos serviços hemoterápicos. Em 2010, foram recolhidos dados sobre o número de doadores e o número de habitantes de cada região conforme o quadro seguinte.

Taxa de doação de sangue, por região, em 2010			
Região	Doadores	Número de habitantes	Doadores/habitantes
Nordeste	820.959	53.081.950	1,5%
Norte	232.079	15.864.454	1,5%
Sudeste	1.521.766	80.364.410	1,9%
Centro-Oeste	362.334	14.058.094	2,6%
Sul	690.391	27.386.891	2,5%
Total	3.627.529	190.755.799	1,9%

Os resultados obtidos permitiram que estados, municípios e o governo federal estabelecessem as regiões prioritárias do país para a intensificação das campanhas de doação de sangue.

A campanha deveria ser intensificada nas regiões em que o percentual de doadores por habitantes fosse menor ou igual ao do país.

Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br>. Acesso em: 2 ago. 2013 (adaptado).

As regiões brasileiras onde foram intensificadas as campanhas na época são

- A) Norte, Centro-Oeste e Sul.
- B) Norte, Nordeste e Sudeste.
- C) Nordeste, Norte e Sul.
- D) Nordeste, Sudeste e Sul.
- E) Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

28| ENEM 2014 Uma empresa de alimentos oferece três valores diferentes de remuneração a seus funcionários, de acordo com o grau de instrução necessário para cada cargo. No ano de 2013, a empresa teve uma receita de 10 milhões de reais por mês e um gasto mensal com a folha salarial de R\$ 400.000,00, distribuídos de acordo com o Gráfico 1. No ano seguinte, a empresa ampliará o número de funcionários, mantendo o mesmo valor salarial para cada categoria. Os demais custos da empresa permanecerão constantes de 2013 para 2014. O número de funcionários em 2013 e 2014, por grau de instrução, está no Gráfico 2.

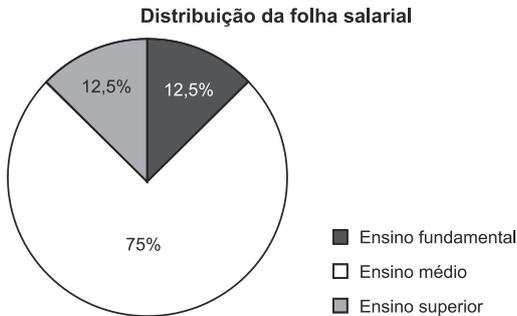


Gráfico 1

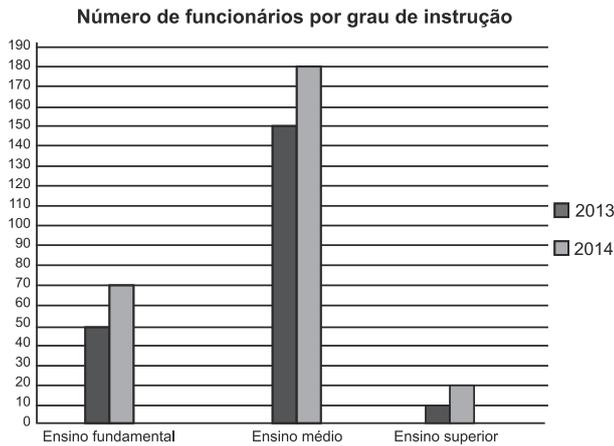
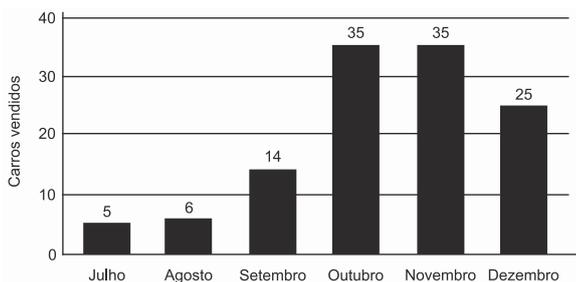


Gráfico 2

Qual deve ser o aumento na receita da empresa para que o lucro mensal em 2014 seja o mesmo de 2013?

- A R\$ 114.285,00
- B R\$ 130.000,00
- C R\$ 160.000,00
- D R\$ 210.000,00
- E R\$ 213.333,00

29| ENEM 2014 – Após encerrar o período de vendas de 2012, uma concessionária fez um levantamento das vendas de carros novos no último semestre desse ano. Os dados estão expressos no gráfico:

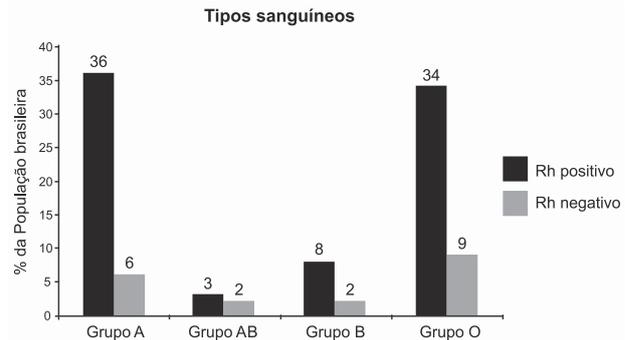


Ao fazer a apresentação dos dados aos funcionários, o gerente estipulou como meta para o mês de janeiro de 2013 um volume de vendas 20% superior à média mensal de vendas do semestre anterior.

Para atingir essa meta, a quantidade mínima de carros que deveriam ser vendidos em janeiro de 2013 seria

- A 17.
- B 20.
- C 21.
- D 24.
- E 30.

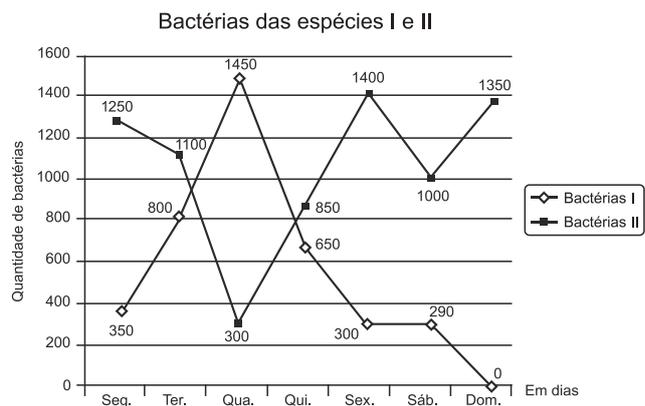
30| ENEM 2014 – Uma revista publicará os dados, apresentados no gráfico, sobre como os tipos sanguíneos estão distribuídos entre a população brasileira. Contudo, o editor dessa revista solicitou que esse gráfico seja publicado na forma de setores, em que cada grupo esteja representado por um setor circular.



O ângulo do maior desses setores medirá, em graus,

- A 108,0.
- B 122,4.
- C 129,6.
- D 151,2.
- E 154,8.

31| ENEM 2014 Um cientista trabalha com as espécies I e II de bactérias em um ambiente de cultura. Inicialmente, existem 350 bactérias da espécie I e 1.250 bactérias da espécie II. O gráfico representa as quantidades de bactérias de cada espécie, em função do dia, durante uma semana.



Em que dia dessa semana a quantidade total de bactérias nesse ambiente de cultura foi máxima?

- A Terça-feira.
- B Quarta-feira.
- C Quinta-feira.
- D Sexta-feira.
- E Domingo.

32| ENEM 2014 – Para as pessoas que não gostam de correr grandes riscos no mercado financeiro, a aplicação em caderneta de poupança é indicada, pois, conforme a tabela (período 2005 até 2011), a rentabilidade apresentou pequena variação.

Ano	Rentabilidade (%)
2005	7,0
2006	4,9
2007	6,4
2008	6,2
2009	7,2
2010	6,8
2011	7,0

Com base nos dados da tabela, a mediana dos percentuais de rentabilidade, no período observado, é igual a

- A 6,2.
- B 6,5.
- C 6,6.
- D 6,8.
- E 7,0.

33| ENEM 2014 A taxa de fecundidade é um indicador que expressa a condição, reprodutiva média das mulheres de uma região, e é importante para uma análise da dinâmica demográfica dessa região. A tabela apresenta os dados obtidos pelos Censos de 2000 e 2010, feitos pelo IBGE, com relação à taxa de fecundidade no Brasil.

Ano	Taxa de fecundidade no Brasil
2000	2,38
2010	1,90

Disponível em: www.saladeimprensa.ibge.gov.br. Acesso em: 31 jul. 2013.

Suponha que a variação percentual relativa na taxa de fecundidade no período de 2000 a 2010 se repita no período de 2010 a 2020.

Nesse caso, em 2020 a taxa de fecundidade no Brasil estará mais próxima de

- A 1,14.
- B 1,42.
- C 1,52.
- D 1,70.
- E 1,80.

34| ENEM 2014 Os candidatos K, L, M, N e P estão disputando uma única vaga de emprego em uma empresa e fizeram provas de português, matemática, direito e informática. A tabela apresenta as notas obtidas pelos cinco candidatos.

Candidatos	Português	Matemática	Direito	Informática
K	33	33	33	34
L	32	39	33	34
M	35	35	36	34
N	24	37	40	35
P	36	16	26	41

Segundo o edital de seleção, o candidato aprovado será aquele para o qual a mediana das notas obtidas por ele nas quatro disciplinas for a maior.

O candidato aprovado será

- A K.
- B L.
- C M.
- D N.
- E P.

35| ENEM 2014 – Em uma escola, cinco atletas disputam a medalha de ouro em uma competição de salto em distância. Segundo o regulamento dessa competição, a medalha de ouro será dada ao atleta mais regular em uma série de três saltos. Os resultados e as informações dos saltos desses cinco atletas estão no quadro.

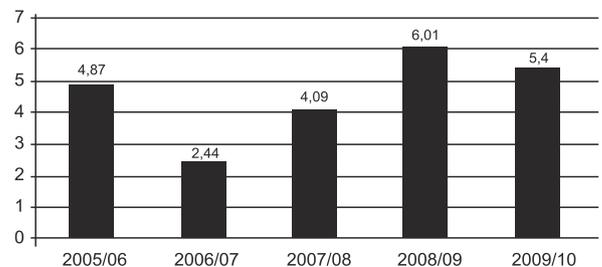
Atleta	1º salto	2º salto	3º salto	Média	Mediana	Desvio padrão
I	2,9	3,4	3,1	3,1	3,1	0,25
II	3,3	2,8	3,6	3,2	3,3	0,40
III	3,6	3,3	3,3	3,4	3,3	0,17
IV	2,3	3,3	3,4	3,0	3,3	0,60
V	3,7	3,5	2,2	3,1	3,5	0,81

A medalha de ouro foi conquistada pelo atleta número

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

36| ENEM 2013 – O gráfico mostra estimativas da produção brasileira de trigo em safras recentes:

Produção de trigo no Brasil
(em milhões de toneladas)



Globo Rural, São Paulo, jun. 2009 (adaptado).

A média da produção brasileira de trigo de 2005/06 a 2009/10, em milhões de toneladas, é de

- A 4,87.
- B 4,70.
- C 4,56.
- D 4,49.
- E 4,09.

37| ENEM 2013 – Uma escola da periferia de São Paulo está com um projeto em parceria com as universidades públicas. Nesse projeto piloto, cada turma encaminhará um aluno que esteja apresentando dificuldades de aprendizagem para um acompanhamento especializado. Para isso, em cada turma, foram aplicadas 7 avaliações diagnósticas. Os resultados obtidos em determinada turma foram os seguintes:

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
Avaliação 1	4,2	8	8	9	6
Avaliação 2	4,2	2,5	5	3,5	8
Avaliação 3	3,2	1	0,5	5	4
Avaliação 4	3,2	4	3	8,5	7
Avaliação 5	3,5	3	2,5	3,5	9
Avaliação 6	4,2	4	4,6	7	7
Avaliação 7	3,2	8	8,6	6	6

Sabendo que o projeto visa atender o aluno que apresentar a menor média nas avaliações, deverá ser encaminhado o aluno

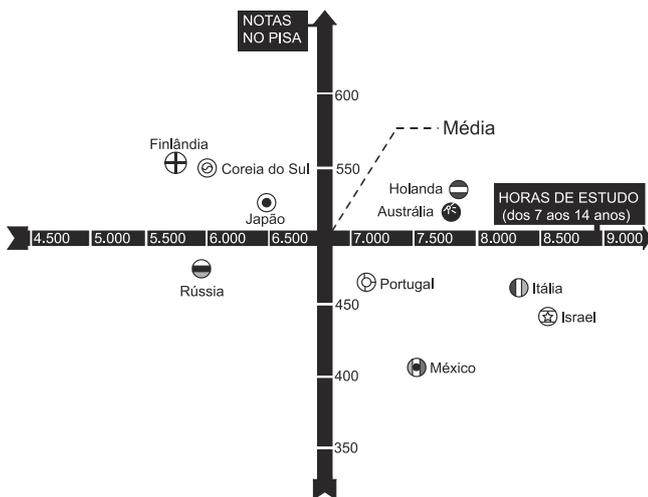
- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

38| ENEM 2013

UMA FALSA RELAÇÃO

O cruzamento da quantidade de horas estudadas com o desempenho no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) mostra que mais tempo na escola não é garantia de nota acima da média.

NOTAS NO PISA E CARGA HORÁRIA (PAÍSES SELECIONADOS)*



*Considerando as médias de cada país no exame de matemática.

Nova Escola, São Paulo, dez. 2010 (adaptado).

Dos países com notas abaixo da média nesse exame, aquele que apresenta maior quantidade de horas de estudo é

- A Finlândia.
- B Holanda.
- C Israel.

- D México.
- E Rússia.

39| ENEM 2013 – Existem hoje, no Brasil, cerca de 2 milhões de pessoas que sofrem de epilepsia. Há diversos meios de tratamento para a doença, como indicado no gráfico:



Veja, São Paulo, 18 abr. 2010 (adaptado).

Considere um estado do Brasil, onde 400.000 pessoas sofrem de epilepsia. Nesse caso, o número de pessoas que conseguem se recuperar com o uso de medicamentos, ou se curar a partir da cirurgia para retirada da porção doente do cérebro, é aproximadamente

- A 42.000.
- B 60.000.
- C 220.000.
- D 280.000.
- E 340.000.

40| ENEM 2013 – Cinco empresas de gêneros alimentícios encontram-se à venda. Um empresário, almejando ampliar os seus investimentos, deseja comprar uma dessas empresas. Para escolher qual delas irá comprar, analisa o lucro (em milhões de reais) de cada uma delas, em função de seus tempos (em anos) de existência, decidindo comprar a empresa que apresente o maior lucro médio anual.

O quadro apresenta o lucro (em milhões de reais) acumulado ao longo do tempo (em anos) de existência de cada empresa.

Empresa	Lucro (em milhões de reais)	Tempo (em anos)
F	24	3,0
G	24	2,0
H	25	2,5
M	15	1,5
P	9	1,5

O empresário decidiu comprar a empresa

- A F.
- B G.
- C H.
- D M.
- E P.

41| ENEM 2013 – A tabela apresenta os registros de ocorrência de acidentes de trabalho por categorias econômicas no Brasil, no mês de julho de 2001:

AFASTAMENTOS POR ACIDENTES DE TRABALHO POR ATIVIDADES ECONÔMICA — JULHO DE 2001 (EM VALORES APROXIMADOS)

Atividades Econômicas	Quantidade de Empregados	Afastamentos por Acidente de Trabalho
Agropecuária e extrativismo	1.414.000	8.000
Indústria leve	2.031.000	24.000
Indústria pesada	2.455.000	33.000
Construção civil	1.105.000	14.000
Comércio	4.097.000	24.000
Serviços	6.241.000	34.000
Transportes	1.278.000	13.000
Crédito	524.000	6.000
Administração pública	1.138.000	2.000
Não classificado	33.000	30
Total	20.316.000	158.030

Fonte: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Caderno de teoria e prática 2 – TP2: matemática na alimentação e nos impostos. Brasília, 2008 (adaptado).

Considerando os dados dispostos na tabela, uma pessoa que pretende ingressar no mercado de trabalho decide pela ocupação de menor grau de risco de acidente de trabalho. Sabendo que o grau de risco é a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho em categorias de atividade econômica, sua opção é se empregar na atividade econômica

- A crédito, pois representa risco aproximado de acidente de trabalho igual a 1,15%.
- B crédito, pois representa risco aproximado de acidente de trabalho igual a 2,58%.
- C crédito, pois apresenta o menor registro de quantidade de empregados.
- D administração pública, pois representa risco aproximado de acidente de trabalho igual a 0,18%.
- E administração pública, pois apresenta o menor registro de afastamento por acidente de trabalho.

42| ENEM 2013 O índice de eficiência utilizado por um produtor de leite para qualificar suas vacas é dado pelo produto do tempo de lactação (em dias) pela produção média diária de leite (em kg), dividido pelo intervalo entre partos (em meses). Para esse produtor, a vaca é qualificada como eficiente quando esse índice é, no mínimo, 281 quilogramas por mês, mantendo sempre as mesmas condições de manejo (alimentação, vacinação e outros). Na comparação de duas ou mais vacas, a mais eficiente é a que tem maior índice.

A tabela apresenta os dados coletados de cinco vacas:

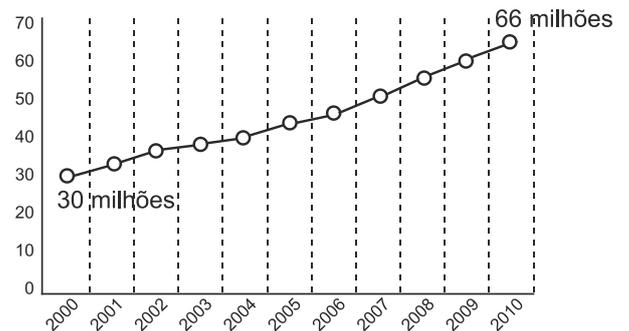
Dados relativos à produção de vacas			
Vaca	Tempo de lactação (em dias)	Produção média diária de leite (em kg)	Intervalo entre partos (em meses)
Malhada	360	12,0	15
Mamona	310	11,0	12
Maravilha	260	14,0	12
Mateira	310	13,0	13
Mimosa	270	12,0	11

Após a análise dos dados, o produtor avaliou que a vaca mais eficiente é a

- A Malhada.
- B Mamona.
- C Maravilha.
- D Mateira.
- E Mimosa.

43| ENEM 2013 — Nos últimos anos, a frota de veículos no Brasil tem crescido de forma acentuada. Observando o gráfico, é possível verificar a variação do número de veículos (carros, motocicletas e caminhões), no período de 2000 a 2010. Projeta-se que a taxa de crescimento relativo no período de 2000 a 2010 mantenha-se para década seguinte.

Evolução do total da frota na década



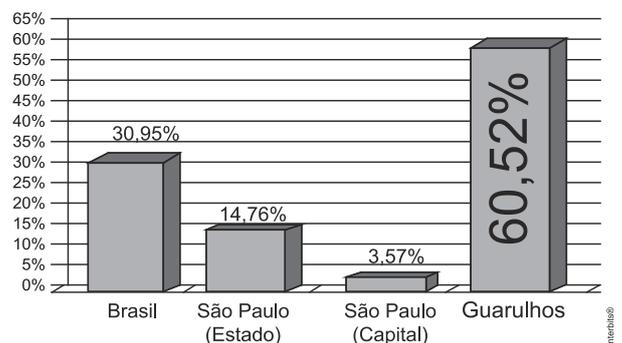
Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Qual será o número de veículos no ano de 2020?

- A 79,2 milhões
- B 102,0 milhões
- C 132,0 milhões
- D 138,0 milhões
- E 145,2 milhões

44| ENEM 2013 A cidade de Guarulhos (SP) tem o 8º PIB municipal do Brasil, além do maior aeroporto da América do Sul. Em proporção, possui a economia que mais cresce em indústrias, conforme mostra o gráfico.

Crescimento — Indústria

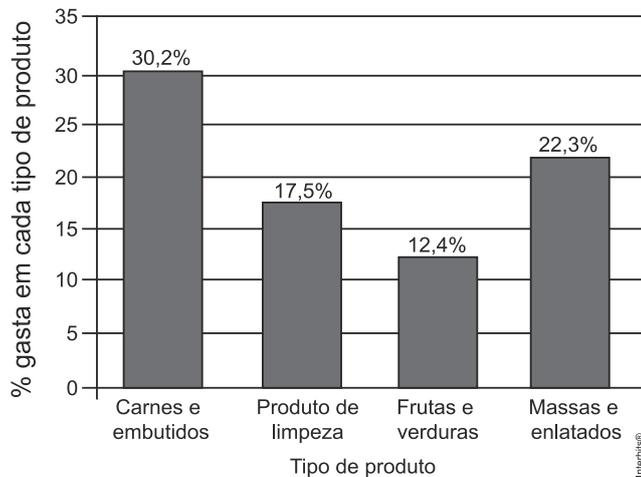


Fonte: IBGE, 2002-2008 (adaptado).

Analisando os dados percentuais do gráfico, qual a diferença entre o maior e o menor centro em crescimento no polo das indústrias?

- A 75,28
- B 64,09
- C 56,95
- D 45,76
- E 30,07

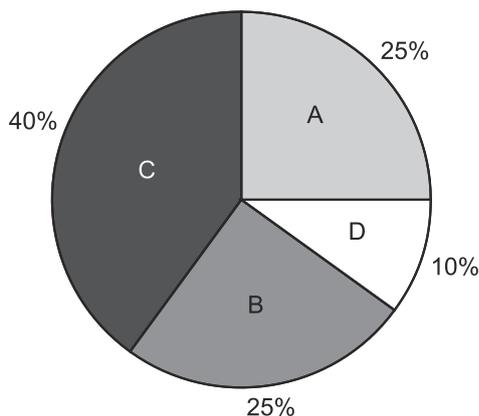
45| ENEM 2013 – Uma dona de casa vai ao supermercado fazer a compra mensal. Ao concluir a compra, observa que ainda lhe restaram R\$ 88,00. Seus gastos foram distribuídos conforme mostra o gráfico. As porcentagens apresentadas no gráfico são referentes ao valor total, em reais, reservado para a compra mensal.



Qual o valor total, em reais, reservado por essa dona de casa para a compra mensal?

- A** 106,80
- B** 170,40
- C** 412,00
- D** 500,00
- E** 588,00

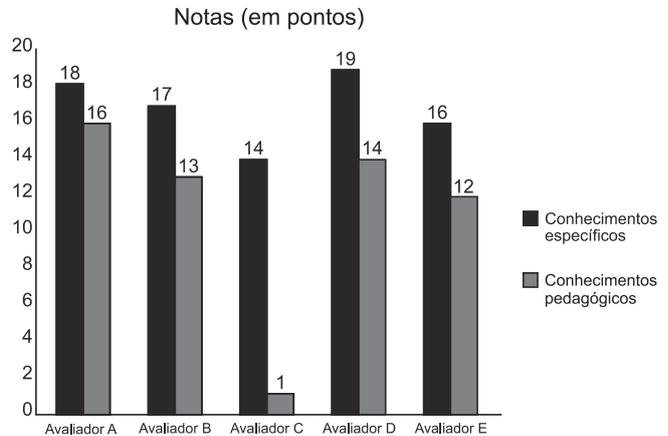
46| ENEM 2013 Foi realizado um levantamento nos 200 hotéis de uma cidade, no qual foram anotados os valores, em reais, das diárias para um quarto padrão de casal e a quantidade de hotéis para cada valor da diária. Os valores das diárias foram: A = R\$200,00; B = R\$300,00; C = R\$400,00 e D = R\$600,00. No gráfico, as áreas representam as quantidades de hotéis pesquisados, em porcentagem, para cada valor da diária.



O valor mediano da diária, em reais, para o quarto padrão de casal nessa cidade, é

- A** 300,00.
- B** 345,00.
- C** 350,00.
- D** 375,00.
- E** 400,00.

47| ENEM 2013 As notas de um professor que participou de um processo seletivo, em que a banca avaliadora era composta por cinco membros, são apresentadas no gráfico. Sabe-se que cada membro da banca atribui duas notas ao professor, uma relativa aos conhecimentos específicos da área de atuação e outra, aos conhecimentos pedagógicos, e que a média final do professor foi dada pela média aritmética de todas as notas atribuídas pela banca avaliadora.



Utilizando um novo critério, essa banca avaliadora resolveu descartar a maior e a menor notas atribuídas ao professor.

A nova média, em relação à média anterior, é

- A** 0,25 ponto maior.
- B** 1,00 ponto maior.
- C** 1,00 ponto menor.
- D** 1,25 ponto maior.
- E** 2,00 pontos menor.

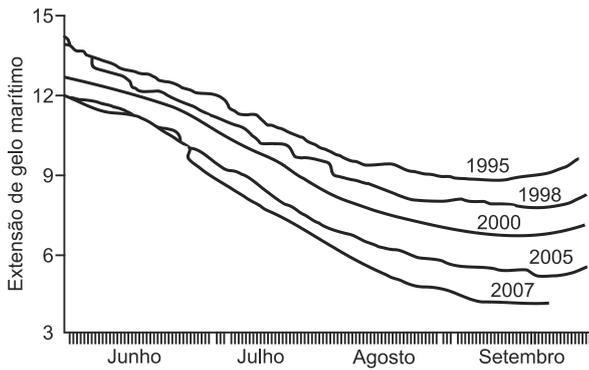
48| ENEM 2012 A tabela a seguir mostra a evolução da receita bruta anual nos três últimos anos de cinco microempresas (ME) que se encontram à venda.

ME	2009 (em milhares de reais)	2010 (em milhares de reais)	2011 (em milhares de reais)
Alfinetes V	200	220	240
Balas W	200	230	200
Chocolates X	250	210	215
Pizzaria Y	230	230	230
Tecelagem Z	160	210	245

Um investidor deseja comprar duas das empresas listadas na tabela. Para tal, ele calcula a média da receita bruta anual dos últimos três anos (de 2009 até 2011) e escolhe as duas empresas de maior média anual.

As empresas que este investidor escolhe comprar são

- A** Balas W e Pizzaria Y.
- B** Chocolates X e Tecelagem Z.
- C** Pizzaria Y e Alfinetes V.
- D** Pizzaria Y e Chocolates X.
- E** Tecelagem Z e Alfinetes V.



Disponível em: <http://sustentabilidade.allianz.com.br>. Acesso em: fev. 2012 (adaptado)

Com base no gráfico e nas informações do texto, é possível inferir que houve maior aquecimento global em

- A 1995.
- B 1998.
- C 2000.
- D 2005.
- E 2007.

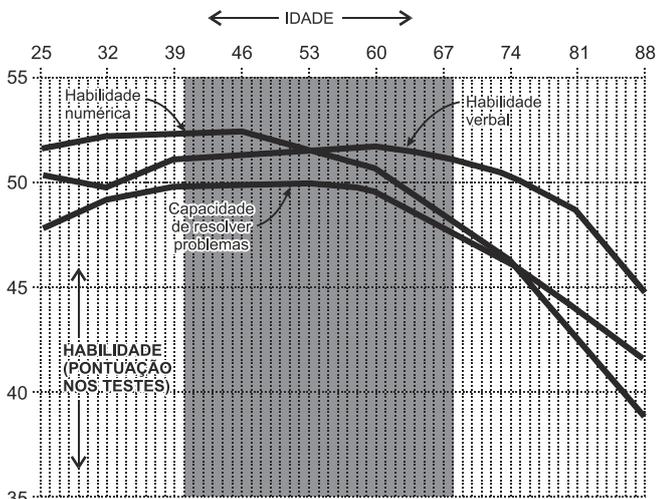
55| ENEM 2012 – O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede a qualidade de vida dos países para além dos indicadores econômicos. O IDH do Brasil tem crescido ano a ano e atingiu os seguintes patamares: 0,600 em 1990; 0,665 em 2000; 0,715 em 2010. Quanto mais perto de 1,00, maior é o desenvolvimento do país.

O Globo. Caderno Economia. 3 nov. 2011 (adaptado).

Observando o comportamento do IDH nos períodos citados, constata-se que, ao longo do período 1990-2010, o IDH brasileiro

- A diminuiu com variações decenais crescentes.
- B diminuiu em proporção direta com o tempo.
- C aumentou com variações decenais decrescentes.
- D aumentou em proporção direta com o tempo.
- E aumentou em proporção inversa com o tempo.

56| ENEM 2012



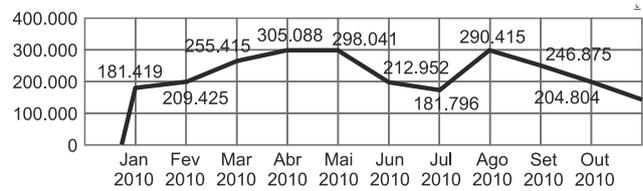
BUSCATO, M.; SEGADILHA, B.; PEROSA, T. Disponível em: www.revistaepoca.globo.com. Acesso em: 28 fev. 2012.

Em variados momentos de nossa vida, precisamos interpretar as diferentes linguagens dos sistemas de comunicação. O gráfico é um desses sistemas, que, no caso apresentado, indica que as habilidades associadas à inteligência humana variam de acordo com a idade. Considerando essa informação, constata-se que

- A as habilidades verbal e de resolução de problemas destacam-se entre 40 e 60 anos.
- B a habilidade numérica diminui consideravelmente entre 20 e 40 anos.
- C a habilidade de resolução de problemas piora consideravelmente a partir dos 30 anos.
- D as habilidades humanas, em geral, declinam consideravelmente a partir dos 40 anos.
- E a habilidade numérica melhora muito na faixa etária entre 60 e 80 anos.

57| ENEM 2012 O gráfico apresenta o comportamento de emprego formal surgido, segundo o CAGED, no período de janeiro de 2010 a outubro de 2010.

BRASIL - Comportamento do Emprego Formal no período de janeiro a outubro de 2010 - CAGED

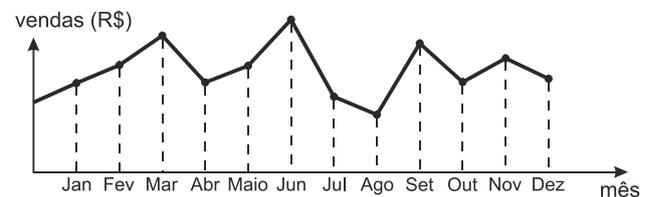


Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado)

Com base no gráfico, o valor da parte inteira da mediana dos empregos formais surgidos no período é

- A 212 952.
- B 229 913.
- C 240 621.
- D 255 496.
- E 298 041.

58| ENEM 2012 O dono de uma farmácia resolveu colocar à vista do público o gráfico mostrado a seguir, que apresenta a evolução do total de vendas (em Reais) de certo medicamento ao longo do ano de 2011.



De acordo com o gráfico, os meses em que ocorreram, respectivamente, a maior e a menor venda absolutas em 2011 foram

- A março e abril.
- B março e agosto.
- C agosto e setembro.
- D junho e setembro.
- E junho e agosto.

59| ENEM 2012 Uma pesquisa realizada por estudantes da Faculdade de Estatística mostra, em horas por dia, como os jovens entre 12 e 18 anos gastam seu tempo, tanto durante a semana (de segunda-feira a sexta-feira), como no fim de semana (sábado e domingo). A seguinte tabela ilustra os resultados da pesquisa.

Rotina Juvenil	Durante a semana	No fim de semana
Assistir à televisão	3	3
Atividades domésticas	1	1
Atividades escolares	5	1
Atividades de lazer	2	4
Descanso, higiene e alimentação	10	12
Outras atividades	3	3

De acordo com esta pesquisa, quantas horas de seu tempo gasta um jovem entre 12 e 18 anos, na semana inteira (de segunda-feira a domingo), nas atividades escolares?

- A 20
- B 21
- C 24
- D 25
- E 27

60| ENEM 2011 A participação dos estudantes na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) aumenta a cada ano. O quadro indica o percentual de medalhistas de ouro, por região, nas edições da OBMEP de 2005 a 2009:

Região	2005	2006	2007	2008	2009
Norte	2%	2%	1%	2%	1%
Nordeste	18%	19%	21%	15%	19%
Centro-Oeste	5%	6%	7%	8%	9%
Sudeste	55%	61%	58%	66%	60%
Sul	21%	12%	13%	9%	11%

Disponível em: <http://www.obmep.org.br>. Acesso em: abr. 2010 (adaptado).

Em relação às edições de 2005 a 2009 da OBMEP, qual o percentual médio de medalhistas de ouro da região Nordeste?

- A 14,6%
- B 18,2%
- C 18,4%
- D 19,0%
- E 21,0%

61| ENEM 2011 A tabela compara o consumo mensal, em kWh, dos consumidores residenciais e dos de baixa renda, antes e depois da redução da tarifa de energia no estado de Pernambuco.

Como fica a tarifa?			
Residencial			
Consumo mensal (kWh)	Antes	Depois	Economia
140	R\$ 71,04	R\$ 64,75	R\$ 6,29
185	R\$ 93,87	R\$ 85,56	R\$ 8,32
350	R\$ 177,60	R\$ 161,86	R\$ 15,74
500	R\$ 253,72	R\$ 231,24	R\$ 22,48

Baixa renda			
Consumo mensal (kWh)	Antes	Depois	Economia
30	R\$ 3,80	R\$ 3,35	R\$ 0,45
65	R\$ 11,53	R\$ 10,04	R\$ 1,49
80	R\$ 14,84	R\$ 12,90	R\$ 1,94
100	R\$ 19,31	R\$ 16,73	R\$ 2,59
140	R\$ 32,72	R\$ 28,20	R\$ 4,53

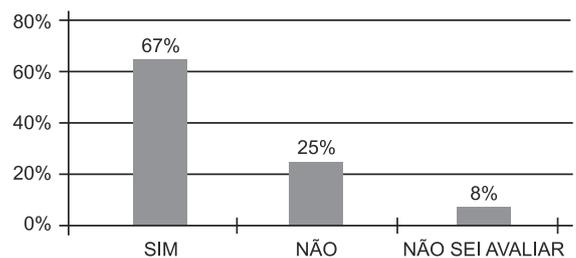
Fonte: Celpe

Diário de Pernambuco. 28 abr. 2010 (adaptado).

Considere dois consumidores: um que é de baixa renda e gastou 110 kWh e outro do tipo residencial que gastou 185 kWh. A diferença entre o gasto desses consumidores com 1 kWh, depois da redução da tarifa de energia, mais aproximada, é de

- A R\$ 0,27.
- B R\$ 0,29.
- C R\$ 0,32.
- D R\$ 0,34.
- E R\$ 0,61.

62| ENEM 2011 Uma enquete, realizada em março de 2010, perguntava aos internautas se eles acreditavam que as atividades humanas provocam o aquecimento global. Eram três alternativas possíveis e 279 internautas responderam à enquete, como mostra o gráfico.

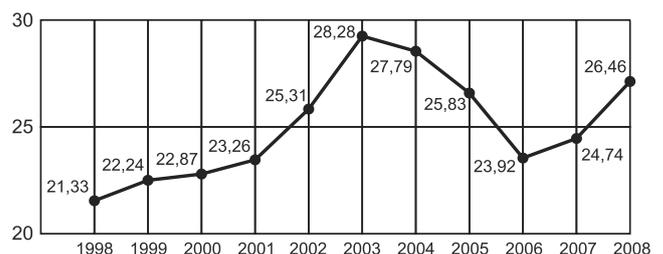


Época. Ed. 619, 29 mar. 2010 (adaptado).

Analisando os dados do gráfico, quantos internautas responderam "Não" à enquete?

- A Menos de 23.
- B Mais de 23 e menos de 25.
- C Mais de 50 e menos de 75.
- D Mais de 100 e menos de 190.
- E Mais de 200.

63| ENEM 2011 O termo agronegócio não se refere apenas à agricultura e à pecuária, pois as atividades ligadas a essa produção incluem fornecedores de equipamentos, serviços para a zona rural, industrialização e comercialização dos produtos. O gráfico seguinte mostra a participação percentual do agronegócio no PIB brasileiro:



Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Almanaque abril 2010. São Paulo: Abril, ano 36 (adaptado).

Esse gráfico foi usado em uma palestra na qual o orador ressaltou uma queda da participação do agronegócio no PIB brasileiro e a posterior recuperação dessa participação, em termos percentuais. Segundo o gráfico, o período de queda ocorreu entre os anos de

- A 1998 e 2001.
- B 2001 e 2003.
- C 2003 e 2006.
- D 2003 e 2007.
- E 2003 e 2008.

64| ENEM 2011 Uma equipe de especialistas do centro meteorológico de uma cidade mediu a temperatura do ambiente, sempre no mesmo horário, durante 15 dias intercalados, a partir do primeiro dia de um mês. Esse tipo de procedimento é frequente, uma vez que os dados coletados servem de referência para estudos e verificação de tendências climáticas ao longo dos meses e anos. As medições ocorridas nesse período estão indicadas no quadro:

Dia do mês	Temperatura (em °C)
1	15,5
3	14
5	13,5
7	18
9	19,5
11	20
13	13,5
15	13,5
17	18
19	20
21	18,5
23	13,5
25	21,5
27	20
29	16

Em relação à temperatura, os valores da média, mediana e moda são, respectivamente, iguais a

- A 17°C, 17°C e 13,5°C
- B 17°C, 18°C e 13,5°C
- C 17°C, 135°C e 18°C
- D 17°C, 18°C e 21,5°C.
- E 17°C, 13,5°C e 21,5°C.

65| ENEM 2010 – Com o intuito de tentar prever a data e o valor do reajuste do próximo salário mínimo, José primeiramente observou o quadro dos reajustes do salário mínimo de abril de 2000 até fevereiro de 2009, mostrada a seguir. Ele procedeu da seguinte maneira: computou o menor e o maior intervalo entre dois reajustes e computou a média dos valores encontrados, e usou este resultado para prever a data do próximo aumento. Em seguida, determinou o menor e o maior reajuste percentual, ocorrido, tomou a média e usou este resultado para determinar o valor aproximado do próximo salário.

Mês	Ano	Valor
Abril	2000	R\$ 151,00
Abril	2001	R\$ 180,00
Abril	2002	R\$ 200,00
Abril	2003	R\$ 240,00
Maio	2004	R\$ 260,00
Maio	2005	R\$ 300,00
Abril	2006	R\$ 350,00
Abril	2007	R\$ 380,00
Março	2008	R\$ 415,00
Fevereiro	2009	R\$ 465,00

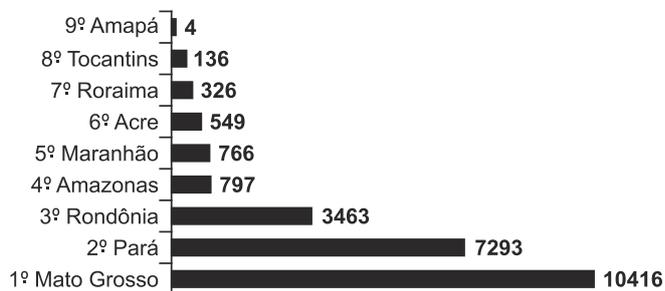
Tabela de Salário mínimo nominal vigente. Disponível em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em: 03 maio 2009.

De acordo com os cálculos de José, a data do novo reajuste do salário mínimo e o novo valor aproximado do mesmo seriam, respectivamente,

- A fevereiro de 2010 e R\$ 530,89.
- B fevereiro de 2010 e R\$ 500,00.
- C fevereiro de 2010 e R\$ 527,27.
- D janeiro de 2010 e R\$ 530,89.
- E janeiro de 2010 e R\$ 500,00.

66| ENEM 2010 Em sete de abril de 2004, um jornal publicou o ranking de desmatamento, conforme gráfico, da chamada Amazônia Legal, integrada por nove estados.

Ranking do Desmatamento em km²



Disponível em: www.folhaonline.com.br. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

Considerando-se que até 2009 o desmatamento cresceu 10,5% em relação aos dados de 2004, o desmatamento médio por estado em 2009 está entre

- A 100 km² e 900 km².
- B 1 000 km² e 2 700 km².
- C 2 800 km² e 3 200 km².
- D 3 300 km² e 4 000 km².
- E 4 100 km² e 5 800 km².

67| ENEM 2010 – O IGP-M é um índice da Fundação Getúlio Vargas, obtido por meio da variação dos preços de alguns setores da economia, do dia vinte e um do mês anterior ao dia vinte do mês de referência. Ele é calculado a partir do Índice de Preços por Atacado (IPA-M), que tem peso de 60% do índice, do Índice de Preços ao Consumidor (IPC-M), que tem peso de 30%, e do Índice Nacional de Custo de Construção (INCC), representando 10%. Atualmente, o IGP-M é o índice para a correção de contratos de aluguel e o indexador de algumas tarifas, como energia elétrica.

INCC		IPC-M		IPA-M	
Mês/Ano	Índice do mês (em %)	Mês/Ano	Índice do mês (em %)	Mês/Ano	Índice do mês (em %)
Mar/2010	0,45	Mar/2010	0,83	Mar/2010	1,07
Fev/2010	0,35	Fev/2010	0,88	Fev/2010	1,42
Jan/2010	0,52	Jan/2010	1,00	Jan/2010	0,51

A partir das informações, é possível determinar o maior IGP-M mensal desse primeiro trimestre, cujo valor é igual a

- A 7,03%.
- B 3,00%.
- C 2,65%.
- D 1,15%.
- E 0,66%.

68| ENEM 2010 Marco e Paulo foram classificados em um concurso. Para a classificação no concurso o candidato deveria obter média aritmética na pontuação igual ou superior a 14. Em caso de empate na média, o desempate seria em favor da pontuação mais regular. No quadro a seguir são apresentados os pontos obtidos nas provas de Matemática, Português e Conhecimentos Gerais, a média, a mediana e o desvio padrão dos dois candidatos.

Dados dos candidatos no concurso

	Mate-mática	Portu-guês	Conheci-mentos Gerais	Mé-dia	Media-na	Desvio Padrão
Marco	14	15	16	15	15	0,32
Paulo	8	19	18	15	18	4,97

O candidato com pontuação mais regular, portanto mais bem classificado no concurso, é

- A Marco, pois a média e a mediana são iguais.
- B Marco, pois obteve menor desvio padrão.
- C Paulo, pois obteve a maior pontuação da tabela, 19 em Português
- D Paulo, pois obteve maior mediana.
- E Paulo, pois obteve maior desvio padrão.

69| ENEM 2010 Para conseguir chegar a um numero recorde de produção de ovos de Páscoa, as empresas brasileiras começam a se planejar para esse período com um ano de antecedência.

O gráfico a seguir mostra o número de ovos de Páscoa produzidos no Brasil no período de 2005 a 2009.



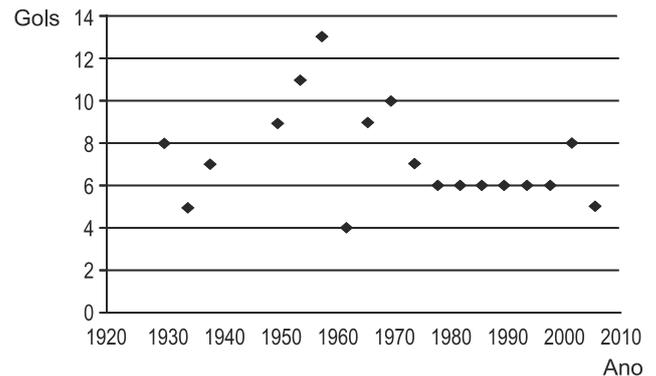
Revista Veja. São Paulo: Abril, ed. 2107, nº 14, ano 42.

De acordo com o gráfico, o biênio que apresentou maior produção acumulada foi

- A 2004-2005.
- B 2005-2006.
- C 2006-2007.
- D 2007-2008.
- E 2008-2009.

70| ENEM 2010 O gráfico apresenta a quantidade de gols marcados pelos artilheiros das Copas do Mundo desde a Copa de 1930 até a de 2006.

Quantidade de Gols dos Artilheiros das Copas do Mundo



Disponível em: <http://www.suapesquisa.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A partir dos dados apresentados, qual a mediana das quantidades de gols marcados pelos artilheiros das Copas do Mundo?

- A 6 gols
- B 6,5 gols
- C 7gols
- D 7,3 gols
- E 8,5 gols

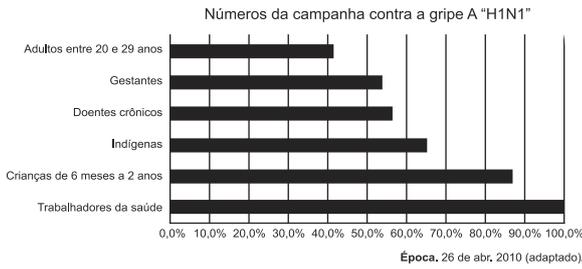
71| ENEM 2010 O quadro seguinte mostra o desempenho de um time de futebol no ultimo campeonato. A coluna da esquerda mostra o número de gols marcados e a coluna da direita informa em quantos jogos o time marcou aquele número de gols.

Gols marcados	Quantidade de partidas
0	5
1	3
2	4
3	3
4	2
5	2
7	1

Se X, Y e Z são, respectivamente, a média, a mediana e a moda desta distribuição, então

- A $X = Y < Z$.
- B $Z < X = Y$.
- C $Y < Z < X$.
- D $Z < X < Y$.
- E $Z < Y < X$.

72| ENEM 2010 — O gráfico expõe alguns números da gripe A-H1N1. Entre as categorias que estão em processo de imunização, uma já está completamente imunizada, a dos trabalhadores da saúde.



De acordo com o gráfico, entre as demais categorias, a que está mais exposta ao vírus da gripe A-H1N1 é a categoria de

- A indígenas.
- B gestantes.
- C doentes crônicos.
- D adultos entre 20 e 29 anos.
- E crianças de 6 meses a 2 anos.

73| ENEM 2010 — Em uma corrida de regularidade, a equipe campeã é aquela em que o tempo dos participantes mais se aproxima do tempo fornecido pelos organizadores em cada etapa. Um campeonato foi organizado em 5 etapas, e o tempo médio de prova indicado pelos organizadores foi de 45 minutos por prova. No quadro, estão representados os dados estatísticos das cinco equipes mais bem classificadas

Dados estatísticos das equipes mais bem classificadas (em minutos)

Equipes	Média	Moda	Desvio-Padrão
Equipe I	45	40	5
Equipe II	45	41	4
Equipe III	45	44	1
Equipe IV	45	44	3
Equipe V	45	47	2

Utilizando os dados estatísticos do quadro, a campeã foi a equipe

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

74| ENEM 2009 — Segundo a Associação Brasileira de Alumínio (ABAL), o Brasil foi o campeão mundial, pelo sétimo ano seguido, na reciclagem de latas de alumínio. Foi reciclado 96,5% do que foi utilizado no mercado interno em 2007, o equivalente a 11,9 bilhões de latinhas. Este número significa, em média, um movimento de 1,8 bilhão de reais anuais em função da reutilização de latas no Brasil, sendo 523 milhões referentes à etapa da coleta, gerando, assim, "emprego" e renda para cerca de 180 mil trabalhadores. Essa renda, em muitos casos, serve como complementação do orçamento familiar e, em outros casos, como única renda da família.

Revista Conhecimento Prático Geografia, nº 22. (adaptado)

Com base nas informações apresentadas, a renda média mensal dos trabalhadores envolvidos nesse tipo de coleta gira em torno de

- A R\$ 173,00.
- B R\$ 242,00.
- C R\$ 343,00.
- D R\$ 504,00.
- E R\$ 841,00.

75| ENEM 2009 Brasil e França têm relações comerciais há mais de 200 anos. Enquanto a França é a 5.ª nação mais rica do planeta, o Brasil é a 10.ª, e ambas se destacam na economia mundial. No entanto, devido a uma série de restrições, o comércio entre esses dois países ainda não é adequadamente explorado, como mostra a tabela seguinte, referente ao período 2003-2007.

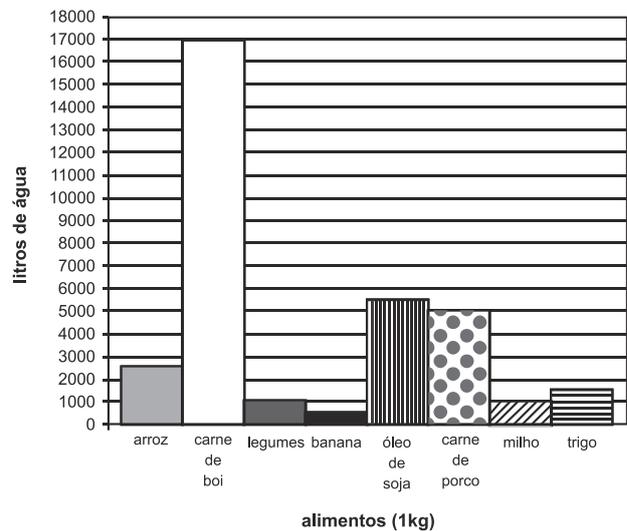
Investimentos Bilaterais (em milhões de dólares)		
Ano	Brasil na França	França no Brasil
2003	367	825
2004	357	485
2005	354	1.458
2006	539	744
2007	280	1.214

Disponível em: www.cartacapital.com.br. Acesso em: 7 jul. 2009.

Os dados da tabela mostram que, no período considerado, os valores médios dos investimentos da França no Brasil foram maiores que os investimentos do Brasil na França em um valor

- A inferior a 300 milhões de dólares.
- B superior a 300 milhões de dólares, mas inferior a 400 milhões de dólares.
- C superior a 400 milhões de dólares, mas inferior a 500 milhões de dólares.
- D superior a 500 milhões de dólares, mas inferior a 600 milhões de dólares.
- E superior a 600 milhões de dólares.

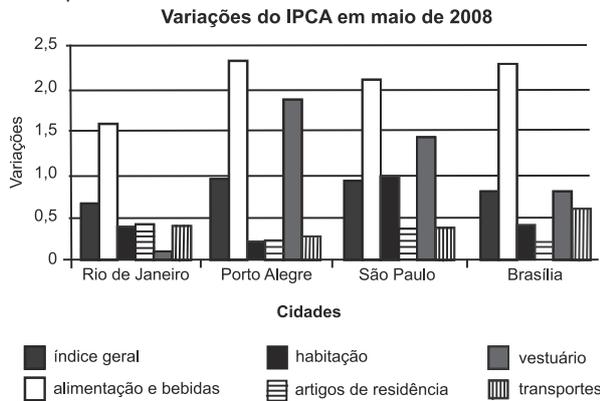
76| ENEM 2009 — Nos últimos anos, o aumento da população, aliado ao crescente consumo de água, tem gerado inúmeras preocupações, incluindo o uso desta na produção de alimentos. O gráfico mostra a quantidade de litros de água necessária para a produção de 1 kg de alguns alimentos.



Com base no gráfico, para a produção de 100 kg de milho, 100 kg de trigo, 100 kg de arroz, 100 kg de carne de porco e 600 kg de carne de boi, a quantidade média necessária de água, por quilograma de alimento produzido, é aproximadamente igual a

- A 415 litros por quilograma.
- B 11.200 litros por quilograma.
- C 27.000 litros por quilograma.
- D 2.240.000 litros por quilograma.
- E 2.700.000 litros por quilograma.

77| ENEM 2009 – Para o cálculo da inflação, utiliza-se, entre outros, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que toma como base os gastos das famílias residentes nas áreas urbanas, com rendimentos mensais compreendidos entre um e quarenta salários mínimos. O gráfico a seguir mostra as variações do IPCA de quatro capitais brasileiras no mês de maio de 2008.



Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 jul. 2008 (adaptado).

Com base no gráfico, qual item foi determinante para a inflação de maio de 2008?

- A** Alimentação e bebidas.
- B** Artigos de residência.
- C** Habitação.
- D** Vestuário.
- E** Transportes

78| ENEM 2009 – Depois de jogar um dado em forma de cubo e de faces numeradas de 1 a 6, por 10 vezes consecutivas, e anotar o número obtido em cada jogada, construiu-se a seguinte tabela de distribuição de frequências.

Número obtido	Frequência
1	4
2	1
4	2
5	2
6	1

A média, mediana e moda dessa distribuição de frequências são, respectivamente

- A** 3, 2 e 1
- B** 3, 3 e 1
- C** 3, 4 e 2
- D** 5, 4 e 2
- E** 6, 2 e 4

79| ENEM 2009 Na tabela, são apresentados dados da cotação mensal do ovo extra branco vendido no atacado, em Brasília, em reais, por caixa de 30 dúzias de ovos, em alguns meses dos anos 2007 e 2008.

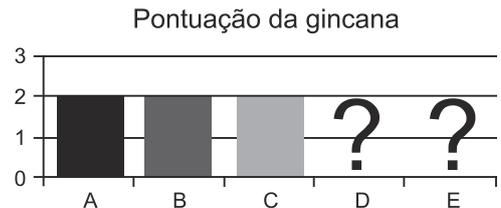
Mês	Cotação	Ano
Outubro	R\$ 83,00	2007
Novembro	R\$ 73,10	2007
Dezembro	R\$ 81,60	2007
Janeiro	R\$ 82,00	2008
Fevereiro	R\$ 85,30	2008
Março	R\$ 84,00	2008
Abril	R\$ 84,60	2008

De acordo com esses dados, o valor da mediana das cotações mensais do ovo extra branco nesse período era igual a

- A** R\$ 73,10.
- B** R\$ 81,50.
- C** R\$ 82,00.
- D** R\$ 83,00.
- E** R\$ 85,30.

80| ENEM 2009 – Cinco equipes A, B, C, D e E disputaram uma prova de gincana na qual as pontuações recebidas podiam ser 0, 1, 2 ou 3. A média das cinco equipes foi de 2 pontos.

As notas das equipes foram colocadas no gráfico a seguir, entretanto, esqueceram de representar as notas da equipe D e da equipe E.



Mesmo sem aparecer as notas das equipes D e E, pode-se concluir que os valores da moda e da mediana são, respectivamente,

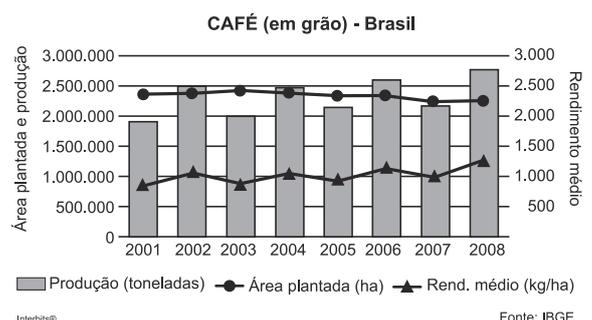
- A** 1,5 e 2,0.
- B** 2,0 e 1,5.
- C** 2,0 e 2,0.
- D** 2,0 e 3,0.
- E** 3,0 e 2,0.

81| ENEM 2009 Suponha que a etapa final de uma gincana escolar consista em um desafio de conhecimentos. Cada equipe escolheria 10 alunos para realizar uma prova objetiva, e a pontuação da equipe seria dada pela mediana das notas obtidas pelos alunos. As provas valiam, no máximo, 10 pontos cada. Ao final, a vencedora foi a equipe Ômega, com 7,8 pontos, seguida pela equipe Delta, com 7,6 pontos. Um dos alunos da equipe Gama, a qual ficou na terceira e última colocação, não pôde comparecer, tendo recebido nota zero na prova. As notas obtidas pelos 10 alunos da equipe Gama foram 10; 6,5; 8; 10; 7; 6,5; 7; 8; 6; 0.

Se o aluno da equipe Gama que faltou tivesse comparecido, essa equipe

- A** teria a pontuação igual a 6,5 se ele obtivesse nota 0.
- B** seria a vencedora se ele obtivesse nota 10.
- C** seria a segunda colocada se ele obtivesse nota 8.
- D** permaneceria na terceira posição, independentemente da nota obtida pelo aluno.
- E** empataria com a equipe Ômega na primeira colocação se o aluno obtivesse nota 9.

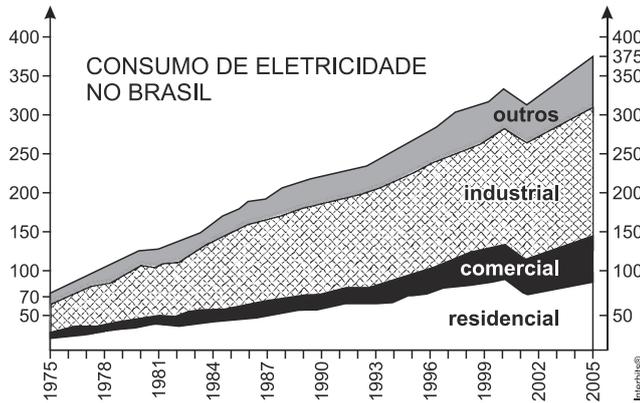
82| ENEM 2008 No gráfico a seguir, estão especificados a produção brasileira de café, em toneladas; a área plantada, em hectares (ha); e o rendimento médio do plantio, em kg/ha, no período de 2001 a 2008.



Se a tendência de rendimento observada no gráfico, no período de 2001 a 2008, for mantida nos próximos anos, então o rendimento médio do plantio do café, em 2012, será aproximadamente de

- A 500 kg/ha.
- B 750 kg/ha.
- C 850 kg/ha.
- D 950 kg/ha.
- E 1.250 kg/ha.

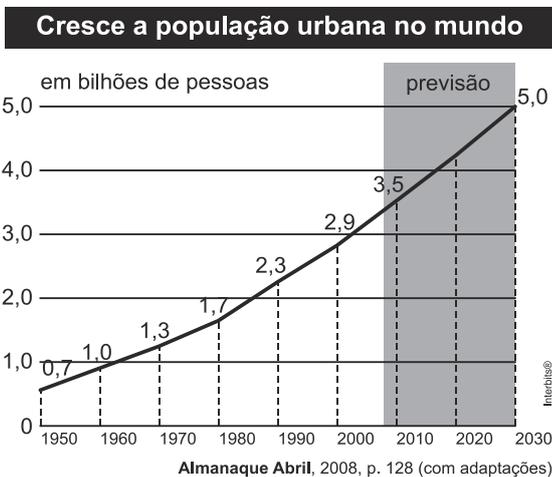
83| ENEM 2008 O gráfico a seguir ilustra a evolução do consumo de eletricidade no Brasil, em GWh, em quatro setores de consumo, no período de 1975 a 2005.



Observa-se que, de 1975 a 2005, houve aumento quase linear do consumo de energia elétrica. Se essa mesma tendência se mantiver até 2035, o setor energético brasileiro deverá preparar-se para suprir uma demanda total aproximada de

- A 405 GWh.
- B 445 GWh.
- C 680 GWh.
- D 750 GWh.
- E 775 GWh.

84| ENEM 2008 Uma pesquisa da ONU estima que, já em 2008, pela primeira vez na história das civilizações, a maioria das pessoas viverá na zona urbana. O gráfico a seguir mostra o crescimento da população urbana desde 1950, quando essa população era de 700 milhões de pessoas, e apresenta uma previsão para 2030, baseada em crescimento linear no período de 2008 a 2030.

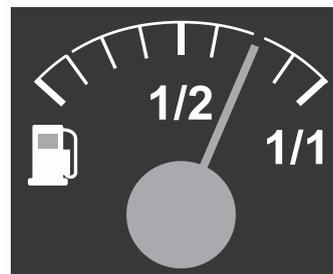


De acordo com o gráfico, a população urbana mundial em 2020 corresponderá, aproximadamente, a quantos bilhões de pessoas?

- A 4,00.
- B 4,10.
- C 4,15.
- D 4,25.
- E 4,50.

RAZÃO E PROPORÇÃO 1

01| ENEM 2016 – No tanque de um certo carro de passeio cabem até 50 L de combustível, e o rendimento médio deste carro na estrada é de 15 km/L de combustível. Ao sair para uma viagem de 600 km o motorista observou que o marcador de combustível estava exatamente sobre uma das marcas da escala divisória do medidor, conforme figura a seguir.



Como o motorista conhece o percurso, sabe que existem, até a chegada a seu destino, cinco postos de abastecimento de combustível, localizados a 150 km, 187 km, 450 km, 500 km e 570 km do ponto de partida.

Qual a máxima distância, em quilômetro, que poderá percorrer até ser necessário reabastecer o veículo, de modo a não ficar sem combustível na estrada?

- A 570
- B 500
- C 450
- D 187
- E 150

02| ENEM 2016 – De forma geral, os pneus radiais trazem em sua lateral uma marcação do tipo abc/deRfg, como 185/65R15. Essa marcação identifica as medidas do pneu da seguinte forma:

- abc é a medida da largura do pneu, em milímetro;
- de é igual ao produto de 100 pela razão entre a medida da altura (em milímetro) e a medida da largura do pneu (em milímetro);
- R significa radial;
- fg é a medida do diâmetro interno do pneu, em polegada.

A figura ilustra as variáveis relacionadas com esses dados.

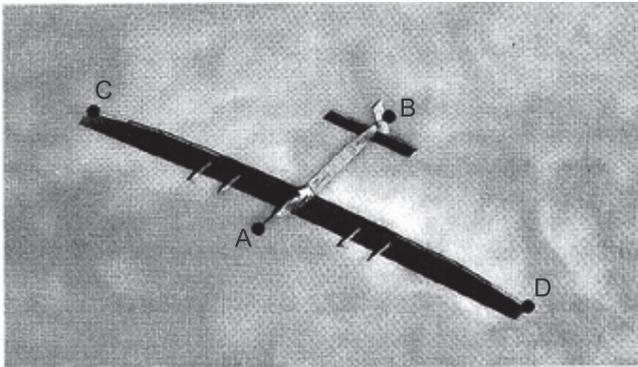


O proprietário de um veículo precisa trocar os pneus de seu carro e, ao chegar a uma loja, é informado por um vendedor que há somente pneus com os seguintes códigos: 175/65R15, 175/75R15, 175/80R15, 185/60R15 e 205/55R15. Analisando, juntamente com o vendedor, as opções de pneus disponíveis, concluem que o pneu mais adequado para seu veículo é o que tem a menor altura.

Desta forma, o proprietário do veículo deverá comprar o pneu com a marcação

- A 205/55R15.
- B 175/65R15.
- C 175/75R15.
- D 175/80R15.
- E 185/60R15.

03| ENEM 2016 – Uma empresa europeia construiu um avião solar, como na figura, objetivando dar uma volta ao mundo utilizando somente energia solar. O avião solar tem comprimento AB igual a 20 m e uma envergadura de asas CD igual a 60 m.



Para uma feira de ciências, uma equipe de alunos fez uma maquete desse avião. A escala utilizada pelos alunos foi de 3 : 400.

A envergadura CD na referida maquete, em centímetro, é igual a

- A 5.
- B 20.
- C 45.
- D 55.
- E 80.

04| ENEM 2016 – Em uma empresa de móveis, um cliente encomenda um guarda-roupa nas dimensões 220 cm de altura, 120 cm de largura e 50 cm de profundidade. Alguns dias depois, o projetista, com o desenho elaborado na escala 1 : 8, entra em contato com o cliente para fazer sua apresentação. No momento da impressão, o profissional percebe que o desenho não caberia na folha de papel que costumava usar. Para resolver o problema, configurou a impressora para que a figura fosse reduzida em 20%.

A altura, a largura e a profundidade do desenho impresso para a apresentação serão, respectivamente,

- A 22,0 cm, 12,00 cm e 5,00 cm.
- B 27,50 cm, 15,00 cm e 6,50 cm.
- C 34,37 cm, 18,75 cm e 7,81 cm.
- D 35,20 cm, 19,20 cm e 8,00 cm.
- E 44,00 cm, 24,00 cm e 10,00 cm.

05| ENEM 2016 – Um banco de sangue recebe 450 mL de sangue de cada doador. Após separar o plasma sanguíneo das hemácias, o primeiro é armazenado em bolsas de 250 mL de capacidade. O banco de sangue aluga refrigeradores de uma empresa para estocagem das bolsas de plasma, segundo a sua necessidade. Cada refrigerador tem uma capacidade de estocagem de 50 bolsas. Ao longo de uma semana, 100 pessoas doaram sangue àquele banco.

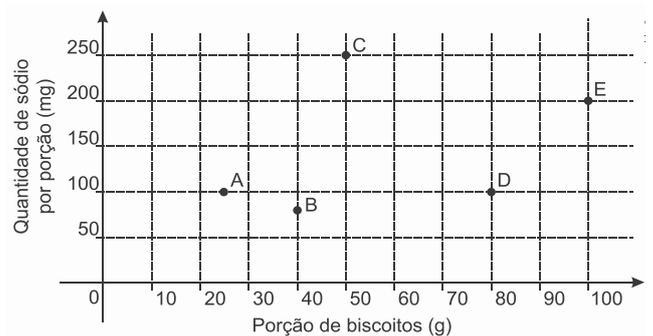
Admita que, de cada 60 mL de sangue, extraem-se 40 mL de plasma.

O número mínimo de congeladores que o banco precisou alugar, para estocar todas as bolsas de plasma dessa semana, foi

- A 2.
- B 3.
- C 4.
- D 6.
- E 8.

06| ENEM 2016 – O sódio está presente na maioria dos alimentos industrializados, podendo causar problemas cardíacos em pessoas que ingerem grandes quantidades desses alimentos. Os médicos recomendam que seus pacientes diminuam o consumo de sódio.

Com base nas informações nutricionais de cinco marcas de biscoitos (A, B, C, D e E), construiu-se o gráfico, que relaciona quantidades de sódio com porções de diferentes biscoitos.



Qual das marcas de biscoito apresentadas tem a menor quantidade de sódio por grama do produto?

- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

07| ENEM 2016 – Um paciente necessita de reidratação endovenosa feita por meio de cinco frascos de soro durante 24 h. Cada frasco tem um volume de 800 mL de soro. Nas primeiras quatro horas, deverá receber 40% do total a ser aplicado. Cada mililitro de soro corresponde a 12 gotas.

O número de gotas por minuto que o paciente deverá receber após as quatro primeiras horas será

- A 16.
- B 20.
- C 24.
- D 34.
- E 40.

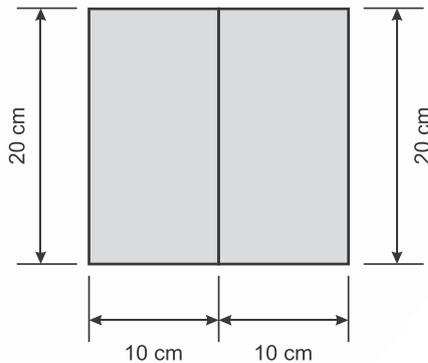
08| ENEM 2016 – Densidade absoluta (d) é a razão entre a massa de um corpo e o volume por ele ocupado. Um professor propôs à sua turma que os alunos analisassem a densidade de três corpos: d_A , d_B , d_C . Os alunos verificaram que o corpo A possuía 1,5 vez a massa do corpo B e esse, por sua vez, tinha $\frac{3}{4}$ da massa do corpo C. Observaram, ainda, que o volume do corpo A era o mesmo do corpo B e 20% maior do que o volume do corpo C.

Após a análise, os alunos ordenaram corretamente as densidades desses corpos da seguinte maneira

- A** $d_B < d_A < d_C$
- B** $d_B = d_A < d_C$
- C** $d_C < d_B = d_A$
- D** $d_B < d_C < d_A$
- E** $d_C < d_B < d_A$

09| ENEM 2016 – Um agricultor vive da plantação de morangos que são vendidos para uma cooperativa. A cooperativa faz um contrato de compra e venda no qual o produtor informa a área plantada.

Para permitir o crescimento adequado das plantas, as mudas de morango são plantadas no centro de uma área retangular, de 10 cm por 20 cm, como mostra a figura.



Atualmente, sua plantação de morangos ocupa uma área de 10.000m², mas a cooperativa quer que ele aumente sua produção. Para isso, o agricultor deverá aumentar a área plantada em 20%, mantendo o mesmo padrão de plantio.

O aumento (em unidade) no número de mudas de morango em sua plantação deve ser de

- A** 10.000.
- B** 60.000.
- C** 100.000.
- D** 500.000.
- E** 600.000.

10| ENEM 2016 Diante da hipótese do comprometimento da qualidade da água retirada do volume morto de alguns sistemas hídricos, os técnicos de um laboratório decidiram testar cinco tipos de filtros de água.

Dentre esses, os quatro com melhor desempenho serão escolhidos para futura comercialização.

Nos testes, foram medidas as massas de agentes contaminantes, em miligramas, que não são capturados por cada filtro em diferentes períodos, em dia, como segue:

- Filtro 1 (F1) : 18 mg em 6 dias;
- Filtro 2 (F2) : 15 mg em 3 dias;
- Filtro 3 (F3) : 18 mg em 4 dias;
- Filtro 4 (F4) : 6 mg em 3 dias;
- Filtro 5 (F5) : 3 mg em 2 dias.

Ao final, descarta-se o filtro com a maior razão entre a medida da massa de contaminantes não capturados e o número de dias, o que corresponde ao de pior desempenho.

Disponível em: www.redebrasilatual.com.br. Acesso em: 12 jul. 2015 (adaptado).

O filtro descartado é o

- A** F1.
- B** F2.
- C** F3.
- D** F4.
- E** F5.

11| ENEM 2016 Cinco marcas de pão integral apresentam as seguintes concentrações de fibras (massa de fibra por massa de pão):

- Marca A: 2 g de fibras a cada 50 g de pão;
- Marca B: 5 g de fibras a cada 40 g de pão;
- Marca C: 5 g de fibras a cada 100 g de pão;
- Marca D: 6 g de fibras a cada 90 g de pão;
- Marca E: 7 g de fibras a cada 70 g de pão.

Recomenda-se a ingestão do pão que possui a maior concentração de fibras.

Disponível em: www.blog.saude.gov.br. Acesso em: 25 fev. 2013.

A marca a ser escolhida é

- A** A.
- B** B.
- C** C.
- D** D.
- E** E.

12| ENEM 2016 Num mapa com escala 1 : 250.000, a distância entre as cidades A e B é de 13 cm. Num outro mapa, com escala 1 : 300.000, a distância entre as cidades A e C é de 10 cm.

Em um terceiro mapa, com escala 1 : 500.000, a distância entre as cidades A e D é de 9 cm. As distâncias reais entre a cidade A e as cidades B, C e D são, respectivamente, iguais a X, Y e Z (na mesma unidade de comprimento).

As distâncias X, Y e Z, em ordem crescente, estão dadas em

- A** X, Y, Z.
- B** Y, X, Z.
- C** Y, Z, X.
- D** Z, X, Y.
- E** Z, Y, X.

13| ENEM 2016 Para garantir a segurança de um grande evento público que terá início às 4 h da tarde, um organizador precisa monitorar a quantidade de pessoas presentes em cada instante. Para cada 2.000 pessoas se faz necessária a presença de um policial. Além disso, estima-se uma densidade de quatro pessoas por metro quadrado de área de terreno ocupado. Às 10 h da manhã, o organizador verifica que a área de terreno já ocupada equivale a um quadrado com lados medindo 500 m. Porém, nas horas seguintes, espera-se que o público aumente a uma taxa de 120.000 pessoas por hora até o início do evento, quando não será mais permitida a entrada de público.

Quantos policiais serão necessários no início do evento para garantir a segurança?

- A** 360
- B** 485
- C** 560
- D** 740
- E** 860

14| ENEM 2016 – Uma caixa-d’água em forma de um paralelepípedo retângulo reto, com 4 m de comprimento, 3 m de largura e 2 m de altura, necessita de higienização. Nessa operação, a caixa precisará ser esvaziada em 20 min, no máximo. A retirada da água será feita com o auxílio de uma bomba de vazão constante, em que vazão é o volume do líquido que passa pela bomba por unidade de tempo.

A vazão mínima, em litro por segundo, que essa bomba deverá ter para que a caixa seja esvaziada no tempo estipulado é

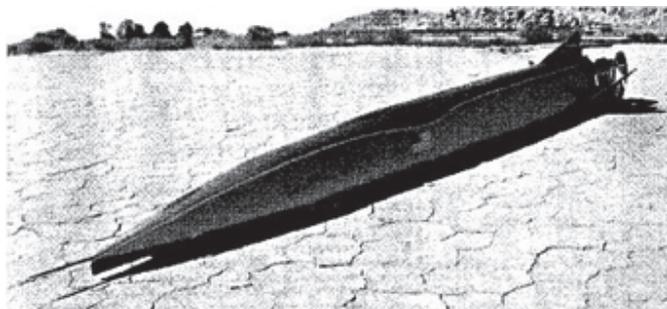
- A 2.
- B 3.
- C 5.
- D 12.
- E 20.

15| ENEM 2016 Para a construção de isolamento acústico numa parede cuja área mede 9 m², sabe-se que, se a fonte sonora estiver a 3 m do plano da parede, o custo é de R\$ 500,00. Nesse tipo de isolamento, a espessura do material que reveste a parede é inversamente proporcional ao quadrado da distância até a fonte sonora, e o custo é diretamente proporcional ao volume do material do revestimento.

Uma expressão que fornece o custo para revestir uma parede de área A (em metro quadrado), situada a D metros da fonte sonora, é

- A $\frac{500 \cdot 81}{A \cdot D^2}$
- B $\frac{500 \cdot A}{D^2}$
- C $\frac{500 \cdot D^2}{A}$
- D $\frac{500 \cdot A \cdot D^2}{81}$
- E $\frac{500 \cdot 3 \cdot D^2}{A}$

16| ENEM 2016 – O veículo terrestre mais veloz já fabricado até hoje é o Sonic Wind LSRV, que está sendo preparado para atingir a velocidade de 3.000 km/h. Ele é mais veloz do que o Concorde, um dos aviões de passageiros mais rápidos já feitos, que alcança 2.230 km/h.



Para uma distância fixa, a velocidade e o tempo são inversamente proporcionais.

BASILIO, A. *Galileu*, mar. 2012 (adaptado).

Para percorrer uma distância de 1.000 km, o valor mais próximo da diferença, em minuto, entre os tempos gastos pelo Sonic Wind LSRV e pelo Concorde, em suas velocidades máximas, é

- A 0,1.
- B 0,7.
- C 6,0.
- D 11,2.
- E 40,2.

17| ENEM 2016 O censo demográfico é um levantamento estatístico que permite a coleta de várias informações. A tabela apresenta os dados obtidos pelo censo demográfico brasileiro nos anos de 1940 e 2000, referentes à concentração da população total, na capital e no interior, nas cinco grandes regiões.

População residente, na capital e interior segundo as Grandes Regiões 1940/2000						
Grandes regiões	População residente					
	Total		Capital		Interior	
	1940	2000	1940	2000	1940	2000
Norte	1.632.917	12.900.704	368.528	3.895.400	1.264.389	9.005.304
Nordeste	14.434.080	47.741.711	1.270.729	10.162.346	13.163.351	37.579.365
Sudeste	18.278.837	72.412.411	3.346.991	18.822.986	14.931.846	53.589.425
Sul	5.735.305	25.107.616	459.659	3.290.220	5.275.646	21.817.396
Centro-Oeste	1.088.182	11.636.728	152.189	4.291.120	935.993	7.345.608

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1940/2000.

O valor mais próximo do percentual que descreve o aumento da população nas capitais da Região Nordeste é

- A 125%
- B 231%
- C 331%
- D 700%
- E 800%

18| ENEM 2016 – O Brasil é o quarto produtor mundial de alimentos e é também um dos campeões mundiais de desperdício. São produzidas por ano, aproximadamente, 150 milhões de toneladas de alimentos e, desse total, $\frac{2}{3}$ são produtos de plantio. Em relação ao que se planta, 64% são perdidos ao longo da cadeia produtiva (20% perdidos na colheita, 8% no transporte e armazenamento, 15% na indústria de processamento, 1% no varejo e o restante no processamento culinário e hábitos alimentares).

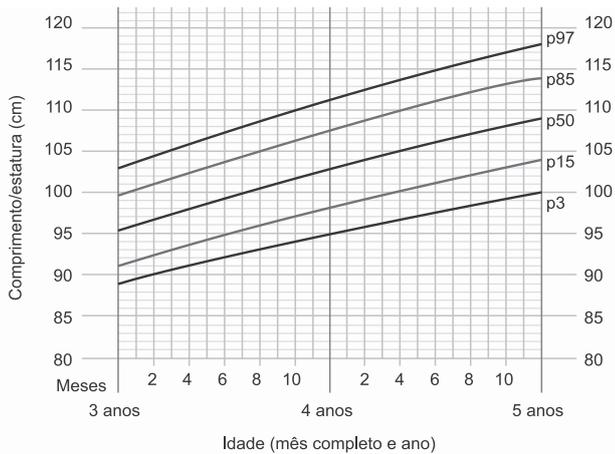
Disponível em: www.bancodealimentos.org.br. Acesso em: 1 ago. 2012.

O desperdício durante o processamento culinário e hábitos alimentares, em milhão de tonelada, é igual a

- A 20.
- B 30.
- C 56.
- D 64
- E 96.

19| ENEM 2016 A fim de acompanhar o crescimento de crianças, foram criadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) tabelas de altura, também adotadas pelo Ministério da Saúde do Brasil. Além de informar os dados referentes ao índice de crescimento, a tabela traz gráficos com curvas, apresentando padrões de crescimento estipulados pela OMS.

O gráfico apresenta o crescimento de meninas, cuja análise se dá pelo ponto de intersecção entre o comprimento, em centímetro, e a idade, em mês completo e ano, da criança.



Disponível em: www.aprocura.com.br. Acesso em: 22 out. 2015 (adaptado).

Uma menina aos 3 anos de idade tinha altura de 85 centímetros e aos 4 anos e 4 meses sua altura chegou a um valor que corresponde a um ponto exatamente sobre a curva p50.

Qual foi o aumento percentual da altura dessa menina, descrito com uma casa decimal, no período considerado?

- A 23,5%
- B 21,2%
- C 19,0%
- D 11,8%
- E 10,0%

20 | ENEM 2016 Uma pessoa comercializa picolés. No segundo dia de certo evento ela comprou 4 caixas de picolés, pagando R\$ 16,00 a caixa com 20 picolés para revendê-los no evento. No dia anterior, ela havia comprado a mesma quantidade de picolés, pagando a mesma quantia, e obtendo um lucro de R\$ 40,00 (obtido exclusivamente pela diferença entre o valor de venda e o de compra dos picolés) com a venda de todos os picolés que possuía.

Pesquisando o perfil do público que estará presente no evento, a pessoa avalia que será possível obter um lucro 20% maior do que o obtido com a venda no primeiro dia do evento.

Para atingir seu objetivo, e supondo que todos os picolés disponíveis foram vendidos no segundo dia, o valor de venda de cada picolé, no segundo dia, deve ser

- A R\$ 0,96.
- B R\$ 1,00.
- C R\$ 1,40.
- D R\$ 1,50.
- E R\$ 1,56.

21 | ENEM 2016 O LIRAA, Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti*, consiste num mapeamento da infestação do mosquito *Aedes aegypti*. O LIRAA é dado pelo percentual do número de imóveis com focos do mosquito, entre os escolhidos de uma região em avaliação.

O serviço de vigilância sanitária de um município, no mês de outubro do ano corrente, analisou o LIRAA de cinco bairros que apresentaram o maior índice de infestação no ano anterior. Os dados obtidos para cada bairro foram:

- I. 14 imóveis com focos de mosquito em 400 imóveis no bairro;
- II. 6 imóveis com focos de mosquito em 500 imóveis no bairro;
- III. 13 imóveis com focos de mosquito em 520 imóveis no bairro;
- IV. 9 imóveis com focos de mosquito em 360 imóveis no bairro;
- V. 15 imóveis com focos de mosquito em 500 imóveis no bairro.

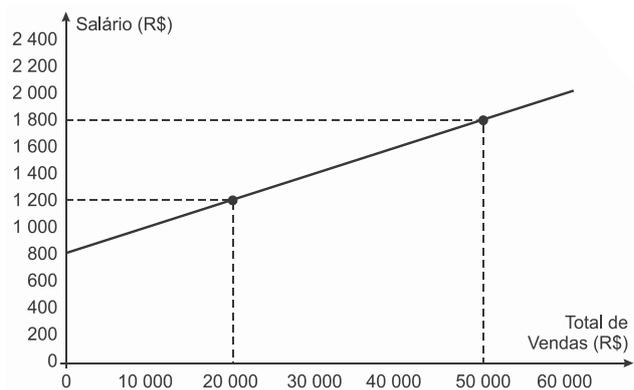
O setor de dedetização do município definiu que o direcionamento das ações de controle iniciarão pelo bairro que apresentou o maior índice do LIRAA.

Disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br>. Acesso em: 28 out. 2015.

As ações de controle iniciarão pelo bairro

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

22 | ENEM 2015 – No comércio é comumente utilizado o salário mensal comissionado. Além de um valor fixo, o vendedor tem um incentivo, geralmente um percentual sobre as vendas. Considere um vendedor que tenha salário comissionado, sendo sua comissão dada pelo percentual do total de vendas que realizar no período. O gráfico expressa o valor total de seu salário, em reais, em função do total de vendas realizadas, também em reais.



Qual o valor percentual da sua comissão?

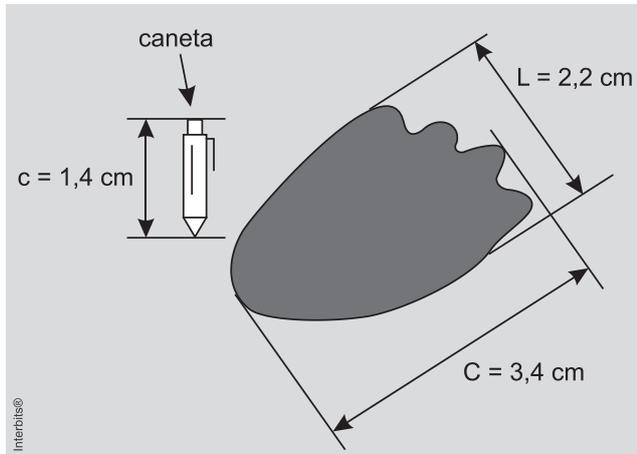
- A 2,0%
- B 5,0%
- C 16,7%
- D 27,7%
- E 50,0%

23 | ENEM 2015 – Ao se perfurar um poço no chão, na forma de um cilindro circular reto, toda a terra retirada é amontoada na forma de um cone circular reto, cujo raio da base é o triplo do raio do poço e a altura é 2,4 metros. Sabe-se que o volume desse cone de terra é 20% maior do que o volume do poço cilíndrico, pois a terra fica mais fofa após ser escavada.

Qual é a profundidade, em metros, desse poço?

- A 1,44
- B 6,00
- C 7,20
- D 8,64
- E 36,00

24| ENEM 2015 Um pesquisador, ao explorar uma floresta, fotografou uma caneta de 16,8 cm de comprimento ao lado de uma pegada. O comprimento da caneta (c), a largura (L) e o comprimento (C) da pegada, na fotografia, estão indicados no esquema.



A largura e o comprimento reais da pegada, em centímetros, são, respectivamente, iguais a

- A 4,9 e 7,6.
- B 8,6 e 9,8.
- C 14,2 e 15,4.
- D 26,4 e 40,8.
- E 27,5 e 42,5.

25| ENEM 2015 A insulina é utilizada no tratamento de pacientes com diabetes para o controle glicêmico. Para facilitar sua aplicação, foi desenvolvida uma “caneta” na qual pode ser inserido um refil contendo 3 mL de insulina, como mostra a imagem.



Para controle das aplicações, definiu-se a unidade de insulina como 0,01 mL. Antes de cada aplicação, é necessário descartar 2 unidades de insulina, de forma a retirar possíveis bolhas de ar.

A um paciente foram prescritas duas aplicações diárias: 10 unidades de insulina pela manhã e 10 à noite.

Qual o número máximo de aplicações por refil que o paciente poderá utilizar com a dosagem prescrita?

- A 25
- B 15
- C 13
- D 12
- E 8

26| ENEM 2015 – Sabe-se que o valor cobrado na conta de energia elétrica correspondente ao uso de cada eletrodoméstico é diretamente proporcional à potência utilizada pelo aparelho, medida em watts (W), e também ao tempo que esse aparelho permanece ligado durante o mês. Certo consumidor possui um chuveiro elétrico com potência máxima de 3.600 W e um televisor com potência máxima de 100 W. Em certo mês, a família do consumidor utilizou esse chuveiro elétrico durante um tempo total de 5 horas e esse televisor durante um tempo total de 60 horas, ambos em suas potências máximas.

Qual a razão entre o valor cobrado pelo uso do chuveiro e o valor cobrado pelo uso do televisor?

- A 1 : 1.200
- B 1 : 12
- C 3 : 1
- D 36 : 1
- E 432 : 1

27| ENEM 2015 A expressão “Fórmula de Young” é utilizada para calcular a dose infantil de um medicamento, dada a dose do adulto:

$$\text{dose de criança} = \left(\frac{\text{idade da criança (em anos)}}{\text{idade criança (em anos)} + 12} \right) \cdot \text{dose de adulto}$$

Uma enfermeira deve administrar um medicamento X a uma criança inconsciente, cuja dosagem de adulto e de 60 mg. A enfermeira não consegue descobrir onde está registrada a idade da criança no prontuário, mas identifica que, algumas horas antes, foi administrada a ela uma dose de 14 mg de um medicamento Y, cuja dosagem de adulto é 42 mg. Sabe-se que a dose da medicação Y administrada à criança estava correta.

Então, a enfermeira devera ministrar uma dosagem do medicamento X, em miligramas, igual a

- A 15.
- B 20.
- C 30.
- D 36.
- E 40.

28| ENEM 2015 O índice pluviométrico é utilizado para mensurar a precipitação da água da chuva, em milímetros, em determinado período de tempo. Seu cálculo é feito de acordo com o nível de água da chuva acumulada em 1 m^2 , ou seja, se o índice for de 10 mm, significa que a altura do nível de água acumulada em um tanque aberto, em formato de um cubo com 1 m^2 de área de base, é de 10 mm. Em uma região, após um forte temporal, verificou-se que a quantidade de chuva acumulada em uma lata de formato cilíndrico, com raio 300 mm e altura 1.200 mm, era de um terço da sua capacidade.

Utilize 3,0 como aproximação para π .

O índice pluviométrico da região, durante o período do temporal, em milímetros, é de

- A 10,8.
- B 12,0.
- C 32,4.
- D 108,0.
- E 324,0.

29| ENEM 2015 – O fisiologista francês Jean Poiseulle estabeleceu, na primeira metade do século XIX, que o fluxo de sangue por meio de um vaso sanguíneo em uma pessoa é diretamente proporcional à quarta potência da medida do raio desse vaso. Suponha que um médico, efetuando uma angioplastia, aumentou em 10% o raio de um vaso sanguíneo de seu paciente.

O aumento percentual esperado do fluxo por esse vaso está entre

- A 7% e 8%
- B 9% e 11%
- C 20% e 22%
- D 39% e 41%
- E 46% e 47%

30| ENEM 2015 – Um granjeiro detectou uma infecção bacteriológica em sua criação de 100 coelhos. A massa de cada coelho era de, aproximadamente, 4 kg. Um veterinário prescreveu a aplicação de um antibiótico, vendido em frascos contendo 16 mL, 25 mL, 100 mL, 400 mL ou 1.600 mL. A bula do antibiótico recomenda que, em aves e coelhos, seja administrada uma dose única de 0,25 mL para cada quilograma de massa do animal.

Para que todos os coelhos recebessem a dosagem do antibiótico recomendada pela bula, de tal maneira que não sobrasse produto na embalagem, o criador deveria comprar um único frasco com a quantidade, em mililitros, igual a

- A 16.
- B 25.
- C 100.
- D 400
- E 1.600.

31| ENEM 2015 – Um promotor de eventos foi a um supermercado para comprar refrigerantes para uma festa de aniversário. Ele verificou que os refrigerantes estavam em garrafas de diferentes tamanhos e preços. A quantidade de refrigerante e o preço de cada garrafa, de um mesmo refrigerante, estão na tabela.

Garrafa	Quantidade de refrigerante (litro)	Preço (R\$)
Tipo I	0,5	0,68
Tipo II	1,0	0,88
Tipo III	1,5	1,08
Tipo IV	2,0	1,68
Tipo V	3,0	2,58

Para economizar o máximo possível, o promotor de eventos deverá comprar garrafas que tenham o menor preço por litro de refrigerante.

O promotor de eventos deve comprar garrafas do tipo

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

32| ENEM 2015 Alguns medicamentos para felinos são administrados com base na superfície corporal do animal. Foi receitado a um felino pesando 3,0 kg um medicamento na dosagem diária de 250 mg por metro quadrado de superfície corporal. O quadro apresenta a relação entre a massa do felino, em quilogramas, e a área de sua superfície corporal, em metros quadrados.

RELAÇÃO ENTRE A MASSA DE UM FELINO E A ÁREA DE SUA SUPERFÍCIE CORPORAL

Massa (kg)	Área(m ²)
1,0	0,100
2,0	0,159
3,0	0,208
4,0	0,252
5,0	0,292

NORSWORTHY, G. D. *O paciente felino*. São Paulo: Roca, 2009.

A dose diária, em miligramas, que esse felino deverá receber é de

- A 0,624.
- B 52,0
- C 156,0.
- D 750,0.
- E 1.201,9.

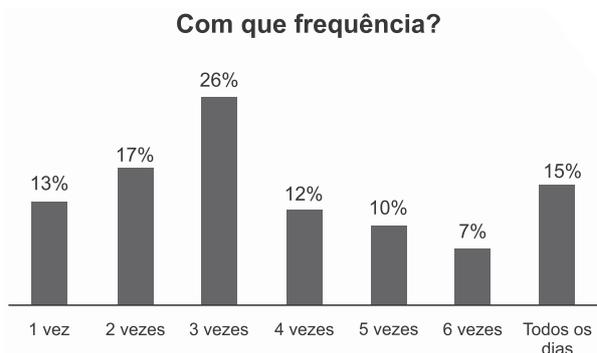
33| ENEM 2015 – Um bairro residencial tem cinco mil moradores, dos quais mil são classificados como vegetarianos. Entre os vegetarianos, 40% são esportistas, enquanto que, entre os não vegetarianos, essa porcentagem cai para 20%.

Uma pessoa desse bairro, escolhida ao acaso, é esportista.

A probabilidade de ela ser vegetariana é

- A $\frac{2}{25}$
- B $\frac{1}{5}$
- C $\frac{1}{4}$
- D $\frac{1}{3}$
- E $\frac{5}{6}$

34| ENEM 2015 – Em uma pesquisa sobre prática de atividade física, foi perguntado aos entrevistados sobre o hábito de andar de bicicleta ao longo da semana e com que frequência o faziam. Entre eles, 75% afirmaram ter esse hábito, e a frequência semanal com que o faziam é a apresentada no gráfico:



Que porcentagem do total de entrevistados representa aqueles que afirmaram andar de bicicleta pelo menos três vezes por semana?

- A 70,0%
- B 52,5%
- C 22,5%
- D 19,5%
- E 5,0%

35] Enem 2015 Durante um jogo de futebol foram anunciados os totais do público presente e do público pagante. Diante da diferença entre os dois totais apresentados, um dos comentaristas esportivos presentes afirmou que apenas 75% das pessoas que assistiam àquele jogo no estádio pagaram ingresso.

Considerando que a afirmativa do comentarista está correta, a razão entre o público não pagante e o público pagante naquele jogo foi

- A $\frac{1}{4}$
- B $\frac{1}{3}$
- C $\frac{3}{4}$
- D $\frac{4}{3}$
- E $\frac{3}{1}$

36] ENEM 2015 – A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo diário de sal de cozinha não exceda 5 g. Sabe-se que o sal de cozinha é composto por 40% de sódio e 60% de cloro.

Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual é a quantidade máxima de sódio proveniente do sal de cozinha, recomendada pela OMS, que uma pessoa pode ingerir por dia?

- A 1.250 mg
- B 2.000 mg
- C 3.000 mg
- D 5.000 mg
- E 12.500 mg

37] ENEM 2015 – Uma pesquisa recente aponta que 8 em cada 10 homens brasileiros dizem cuidar de sua beleza, não apenas de sua higiene pessoal.

CAETANO, M.; SOEIRO, R.; DAVINO, R. Cosméticos. *Superinteressante*, n. 304, maio 2012 (adaptado).

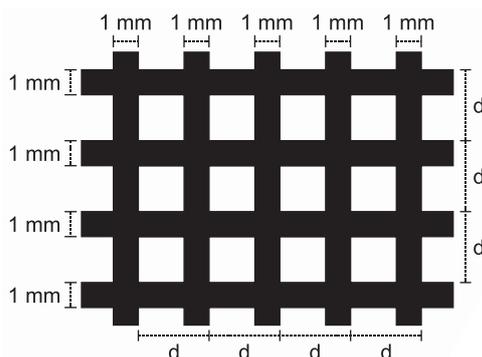
Outra maneira de representar esse resultado é exibindo o valor percentual dos homens brasileiros que dizem cuidar de sua beleza.

Qual é o valor percentual que faz essa representação?

- A 80%
- B 8%
- C 0,8%
- D 0,08%
- E 0,008%

38] ENEM 2015 Uma indústria produz malhas de proteção solar para serem aplicadas em vidros, de modo a diminuir a passagem de luz, a partir de fitas plásticas entrelaçadas perpendicularmente. Nas direções vertical e horizontal, são aplicadas fitas de 1 milímetro de largura, tal que a distância entre elas é de $(d - 1)$ milímetros, conforme a figura. O material utilizado não permite a passagem da luz, ou seja, somente o raio de luz que atingir as lacunas deixadas pelo entrelaçamento consegue transpor essa proteção.

A taxa de cobertura do vidro é o percentual da área da região coberta pelas fitas da malha, que são colocadas paralelamente às bordas do vidro.



Essa indústria recebeu a encomenda de uma malha de proteção solar para ser aplicada em um vidro retangular de 5 m de largura por 9 m de comprimento. A medida de d , em milímetros, para que a taxa de cobertura da malha seja de 75% é

- A 2
- B 1
- C $\frac{11}{3}$
- D $\frac{4}{3}$
- E $\frac{2}{3}$

39] ENEM 2015 Um casal realiza um financiamento imobiliário de R\$ 180.000,00, a ser pago em 360 prestações mensais, com taxa de juros efetiva de 1% ao mês. A primeira prestação é paga um mês após a liberação dos recursos e o valor da prestação mensal é de R\$ 500,00 mais juro de 1% sobre o saldo devedor (valor devido antes do pagamento). Observe que, a cada pagamento, o saldo devedor se reduz em R\$ 500,00 e considere que não há prestação em atraso.

Efetuando o pagamento dessa forma, o valor, em reais, a ser pago ao banco na décima prestação é de

- A 2.075,00.
- B 2.093,00.
- C 2.138,00.
- D 2.255,00.
- E 2.300,00.

40] ENEM 2015 Segundo dados apurados no Censo 2010, para uma população de 101,8 milhões de brasileiros com 10 anos ou mais de idade e que teve algum tipo de rendimento em 2010, a renda média mensal apurada foi de R\$ 1.202,00. A soma dos rendimentos mensais dos 10% mais pobres correspondeu a apenas 1,1% do total de rendimentos dessa população considerada, enquanto que a soma dos rendimentos mensais dos 10% mais ricos correspondeu a 44,5% desse total.

Disponível em: www.estadao.com.br. Acesso em: 16 nov. 2011 (adaptado).

Qual foi a diferença, em reais, entre a renda média mensal de um brasileiro que estava na faixa dos 10% mais ricos e de um brasileiro que estava na faixa dos 10% mais pobres?

- A 240,40
- B 548,11
- C 1.723,67
- D 4.026,70
- E 5.216,68

41] ENEM 2015 – Uma confecção possuía 36 funcionários, alcançando uma produtividade de 5.400 camisetas por dia, com uma jornada de trabalho diária dos funcionários de 6 horas. Entretanto, com o lançamento da nova coleção e de uma nova campanha de *marketing*, o número de encomendas cresceu de forma acentuada, aumentando a demanda diária para 21.600 camisetas. Buscando atender essa nova demanda, a empresa aumentou o quadro de funcionários para 96. Ainda assim, a carga horária de trabalho necessita ser ajustada.

Qual deve ser a nova jornada de trabalho diária dos funcionários para que a empresa consiga atender a demanda?

- A 1 hora e 30 minutos.
- B 2 horas e 15 minutos.
- C 9 horas.
- D 16 horas.
- E 24 horas.

42| ENEM 2015 – Na construção de um conjunto habitacional de casas populares, todas serão feitas num mesmo modelo, ocupando, cada uma delas, terrenos cujas dimensões são iguais a 20 m de comprimento por 8 m de largura. Visando a comercialização dessas casas, antes do início das obras, a empresa resolveu apresentá-las por meio de maquetes construídas numa escala de 1 : 200.

As medidas do comprimento e da largura dos terrenos, respectivamente, em centímetros, na maquete construída, foram de

- A 4 e 10.
- B 5 e 2.
- C 10 e 4.
- D 20 e 8.
- E 50 e 20.

43| ENEM 2015 – Uma fábrica vende pizzas congeladas de tamanhos médio e grande, cujos diâmetros são respectivamente 30 cm e 40 cm. Fabricam-se apenas pizzas de sabor muçarela. Sabe-se que o custo com os ingredientes para a preparação é diretamente proporcional ao quadrado do diâmetro da pizza, e que na de tamanho médio esse custo é R\$ 1,80. Além disso, todas possuem um custo Fixo de R\$ 3,00, referente às demais despesas da fábrica. Sabe-se ainda que a fábrica deseja lucrar R\$ 2,50 em cada *pizza* grande.

Qual é o preço que a fábrica deve cobrar pela pizza grande, a fim de obter o lucro desejado?

- A R\$ 5,70
- B R\$ 6,20
- C R\$ 7,30
- D R\$ 7,90
- E R\$ 8,70

44| ENEM 2015 – Na imagem, a personagem Mafalda mede a circunferência do globo que representa o planeta Terra.



Em uma aula de matemática, o professor considera que a medida encontrada por Mafalda, referente à maior circunferência do globo, foi de 80 cm. Além disso, informa que a medida real da maior circunferência da Terra, a linha do Equador, é de aproximadamente 40.000 km.

QUINO. *Toda Mafalda*. São Paulo: Martins Fontes, 2008 (adaptado).

A circunferência da linha do Equador é quantas vezes maior do que a medida encontrada por Mafalda?

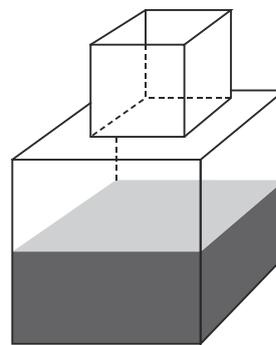
- A 500
- B 5.000
- C 500.000
- D 5.000.000
- E 50.000.000

45| ENEM 2014 O condomínio de um edifício permite que cada proprietário de apartamento construa um armário em sua vaga de garagem. O projeto da garagem, na escala 1 : 100, foi disponibilizado aos interessados já com as especificações das dimensões do armário, que deveria ter o formato de um paralelepípedo retângulo reto, com dimensões, no projeto, iguais a 3 cm, 1 cm e 2 cm.

O volume real do armário, em centímetros cúbicos, será

- A 6.
- B 600.
- C 6.000.
- D 60.000.
- E 6.000.000.

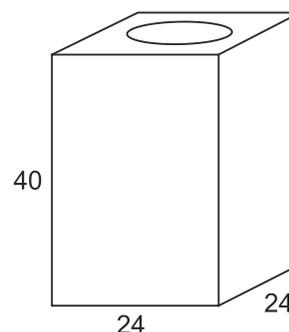
46| ENEM 2014 Um fazendeiro tem um depósito para armazenar leite formado por duas partes cúbicas que se comunicam, como indicado na figura. A aresta da parte cúbica de baixo tem medida igual ao dobro da medida da aresta da parte cúbica de cima. A torneira utilizada para encher o depósito tem vazão constante e levou 8 minutos para encher metade da parte de baixo.



Quantos minutos essa torneira levará para encher completamente o restante do depósito?

- A 8.
- B 10.
- C 16.
- D 18.
- E 24.

47| ENEM 2014 Uma lata de tinta, com a forma de um paralelepípedo retangular reto, tem as dimensões, em centímetros, mostradas na figura.



Será produzida uma nova lata, com os mesmos formato e volume, de tal modo que as dimensões de sua base sejam 25% maiores que as da lata atual.

Para obter a altura da nova lata, a altura da lata atual deve ser reduzida em

- A 14,4%
- B 20%
- C 32,0%
- D 36,0%
- E 64,0%

48| ENEM 2014 Um carpinteiro fabrica portas retangulares maciças, feitas de um mesmo material. Por ter recebido de seus clientes pedidos de portas mais altas, aumentou sua altura em $\frac{1}{8}$, preservando suas espessuras. A fim de manter o custo com o material de cada porta, precisou reduzir a largura.

A razão entre a largura da nova porta e a largura da porta anterior é

- A** $\frac{1}{8}$
- B** $\frac{7}{8}$
- C** $\frac{8}{7}$
- D** $\frac{8}{9}$
- E** $\frac{9}{8}$

49| ENEM 2014 Uma pessoa compra semanalmente, numa mesma loja, sempre a mesma quantidade de um produto que custa R\$ 10,00 a unidade. Como já sabe quanto deve gastar, leva sempre R\$ 6,00 a mais do que a quantia necessária para comprar tal quantidade, para o caso de eventuais despesas extras. Entretanto, um dia, ao chegar à loja, foi informada de que o preço daquele produto havia aumentado 20%. Devido a esse reajuste, concluiu que o dinheiro levado era a quantia exata para comprar duas unidades a menos em relação à quantidade habitualmente comprada.

A quantia que essa pessoa levava semanalmente para fazer a compra era

- A** R\$ 166,00.
- B** R\$ 156,00.
- C** R\$ 84,00.
- D** R\$ 46,00.
- E** R\$ 24,00.

50| ENEM 2014 Diariamente, uma residência consome 20.160Wh. Essa residência possui 100 células solares retangulares (dispositivos capazes de converter a luz solar em energia elétrica) de dimensões 6cm x 8cm. Cada uma das tais células produz, ao longo do dia, 24 Wh por centímetro de diagonal. O proprietário dessa residência quer produzir, por dia, exatamente a mesma quantidade de energia que sua casa consome.

Qual deve ser a ação desse proprietário para que ele atinja o seu objetivo?

- A** Retirar 16 células.
- B** Retirar 40 células.
- C** Acrescentar 5 células.
- D** Acrescentar 20 células.
- E** Acrescentar 40 células.

51| ENEM 2014 Durante uma epidemia de uma gripe viral, o secretário de saúde de um município comprou 16 galões de álcool em gel, com 4 litros de capacidade cada um, para distribuir igualmente em recipientes para 10 escolas públicas do município. O fornecedor dispõe à venda diversos tipos de recipientes, com suas respectivas capacidades listadas:

- Recipiente I: 0,125 litro
- Recipiente II: 0,250 litro
- Recipiente III: 0,320 litro
- Recipiente IV: 0,500 litro
- Recipiente V: 0,800 litro

O secretário de saúde comprará recipientes de um mesmo tipo, de modo a instalar 20 deles em cada escola, abastecidos com álcool em gel na sua capacidade máxima, de forma a utilizar todo o gel dos galões de uma só vez.

Que tipo de recipiente o secretário de saúde deve comprar?

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV
- E** V

52| ENEM 2014 Um *show* especial de Natal teve 45.000 ingressos vendidos. Esse evento ocorrerá em um estádio de futebol que disponibilizará 5 portões de entrada, com 4 catracas eletrônicas por portão. Em cada uma dessas catracas, passará uma única pessoa a cada 2 segundos. O público foi igualmente dividido pela quantidade de portões e catracas, indicados no ingresso para o *show*, para a efetiva entrada no estádio. Suponha que todos aqueles que compraram ingressos irão ao *show* e que todos passarão pelos portões e catracas eletrônicas indicados.

Qual é o tempo mínimo para que todos passem pelas catracas?

- A** 1 hora.
- B** 1 hora e 15 minutos.
- C** 5 horas.
- D** 6 horas.
- E** 6 horas e 15 minutos.

53| ENEM 2014 – A vazão de água (em m³/h) em tubulações pode ser medida pelo produto da área da seção transversal por onde passa a água (em m²) pela velocidade da água (em m/h). Uma companhia de saneamento abastece uma indústria utilizando uma tubulação cilíndrica de raio r, cuja vazão da água enche um reservatório em 4 horas. Para se adaptar às novas normas técnicas, a companhia deve duplicar o raio da tubulação, mantendo a velocidade da água e mesmo material.

Qual o tempo esperado para encher o mesmo reservatório, após a adaptação às novas normas?

- A** 1 hora
- B** 2 horas
- C** 4 horas
- D** 8 horas
- E** 16 horas

54| ENEM 2014 – Barras de cobre cilíndricas são utilizadas para fazer aterramentos elétricos.

Durante a instalação de um chuveiro, uma pessoa utilizou uma barra de aterramento de densidade ρ massa m, diâmetro $D = 2R$ e altura h.

Para fazer um novo aterramento, essa pessoa utilizou uma barra com a mesma densidade, mas com o dobro da massa e o dobro do diâmetro em relação à usada no chuveiro.

A densidade é dada por $\rho = \frac{m}{V}$ e o volume da barra cilíndrica é $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$.

Qual a relação da altura da barra utilizada no novo aterramento comparada àquela utilizada no aterramento do chuveiro?

- A** Quarta parte.
- B** Metade.
- C** Igual.
- D** Dobro.
- E** quádruplo.

55| ENEM 2014 – O ferro é um mineral fundamental para que as células mantenham seu bom funcionamento. Ele é essencial ao transporte de oxigênio, síntese de DNA e metabolismo energético. É recomendado para meninos de 9 a 13 anos ingerirem, pelo menos, 8 mg de ferro por dia.

Pesquisadores elaboraram a tabela com alguns alimentos e as suas respectivas quantidades de ferro:

Alimento (100 g)	Ferro (mg)
Coração de frango	6,5
Sardinha em conserva	3,5
Amêndoa	3,1
Caldo de cana	2,3
Lentilha	1,5
Batata-doce	1,5
Feijão carioca	1,3
Filé de frango (peito)	0,3

A diretora de uma escola sabe que deve escolher para o almoço de seus alunos o máximo de cardápios possíveis entre três cardápios existentes, no(s) qual(is) cada porção equivale a 100 g e cada copo a 50 g.

<ul style="list-style-type: none"> • CARDÁPIO 1 • 2 porções de feijão carioca • 1 porção de coração de frango • 1 porção de amêndoa 	<ul style="list-style-type: none"> • CARDÁPIO 2 • 2 copos de caldo de cana • 1 porção de sardinha em conserva • 2 porções de feijão carioca
--	--

<ul style="list-style-type: none"> • CARDÁPIO 3 • 2 porções de lentilha • 3 porções de filé de frango • 2 porções de batata doce

Para ter certeza de que seus alunos estão ingerindo a quantidade mínima de ferro recomendada, a diretora deve escolher o(s) cardápio(s)

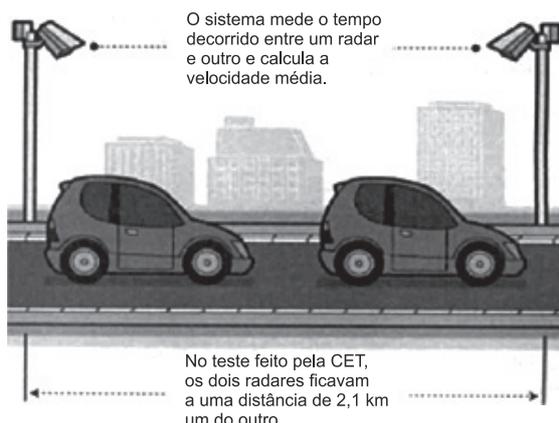
- A** 1.
- B** 2.
- C** 3.
- D** 1 ou 2.
- E** 1 ou 3.

56| ENEM 2014 – Um confeitiro deseja fazer um bolo cuja receita indica a utilização de açúcar e farinha de trigo em quantidades fornecidas em gramas. Ele sabe que uma determinada xícara utilizada para medir os ingredientes comporta 120 gramas de farinha de trigo e que três dessas xícaras de açúcar correspondem, em gramas, a quatro de farinha de trigo.

Quantos gramas de açúcar cabem em uma dessas xícaras?

- A** 30
- B** 40
- C** 90
- D** 160
- E** 360

57| ENEM 2014 A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo testou em 2013 novos radares que permitem o cálculo da velocidade média desenvolvida por um veículo em um trecho da via.



As medições de velocidade deixariam de ocorrer de maneira instantânea, ao se passar pelo radar, e seriam feitas a partir da velocidade média no trecho, considerando o tempo gasto no percurso entre um radar e outro. Sabe-se que a velocidade média é calculada como sendo a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la.

O teste realizado mostrou que o tempo que permite uma condução segura de deslocamento no percurso entre os dois radares deveria ser de, no mínimo, 1 minuto e 24 segundos. Com isso, a CET precisa instalar uma placa antes do primeiro radar informando a velocidade média máxima permitida nesse trecho da via. O valor a ser exibido na placa deve ser o maior possível, entre os que atendem às condições de condução segura observadas.

Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 11 jan. 2014 (adaptado).

A placa de sinalização que informa a velocidade que atende a essas condições é

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

58| ENEM 2014 Boliche é um jogo em que se arremessa uma bola sobre uma pista para atingir dez pinos, dispostos em uma formação de base triangular, buscando derrubar o maior número de pinos. A razão entre o total de vezes em que o jogador derruba todos os pinos e o número de jogadas determina seu desempenho.

Em uma disputa entre cinco jogadores, foram obtidos os seguintes resultados:

Jogador I	Derrubou todos os pinos 50 vezes em 85 jogadas.
Jogador II	Derrubou todos os pinos 40 vezes em 65 jogadas.
Jogador III	Derrubou todos os pinos 20 vezes em 65 jogadas.
Jogador IV	Derrubou todos os pinos 30 vezes em 40 jogadas.
Jogador V	Derrubou todos os pinos 48 vezes em 90 jogadas.

Qual desses jogadores apresentou maior desempenho?

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.

59| ENEM 2014 A Figura 1 representa uma gravura retangular com 8 m de comprimento e 6 m de altura.

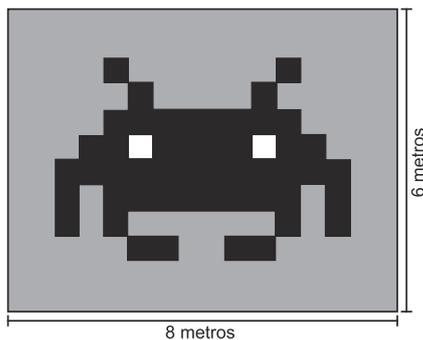
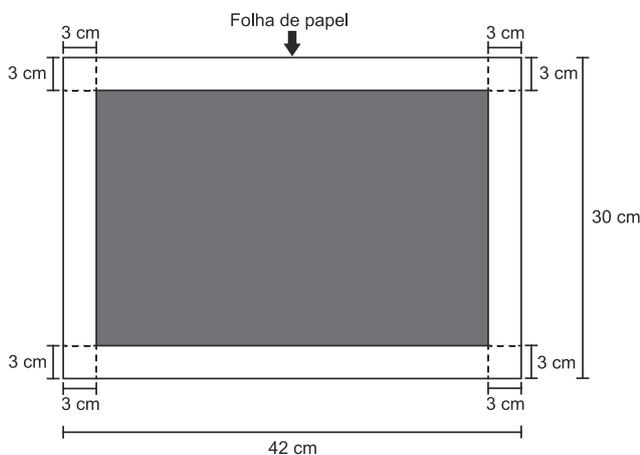


Figura 1

Deseja-se reproduzi-la numa folha de papel retangular com 42 cm de comprimento e 30 cm de altura, deixando livres 3 cm em cada margem, conforme a Figura 2.



- Região disponível para reproduzir a gravura
- Região proibida para reproduzir a gravura

Figura 2

A reprodução da gravura deve ocupar o máximo possível da região disponível, mantendo-se as proporções da Figura 1.

PRADO, A. C. *Superinteressante*, ed. 301, fev. 2012 (adaptado).

A escala da gravura reproduzida na folha de papel é

- A 1 : 3.
- B 1 : 4.
- C 1 : 20.
- D 1 : 25.
- E 1 : 32.

60| ENEM 2014 Em uma cidade, o valor total da conta de energia elétrica é obtido pelo produto entre o consumo (em kWh) e o valor da tarifa do kWh (com tributos), adicionado à Cosip (contribuição para custeio da iluminação pública), conforme a expressão:

$$\text{Valor do kWh (com tributos)} \times \text{consumo (em kWh)} + \text{Cosip}$$

O valor da Cosip é fixo em cada faixa de consumo. O quadro mostra o valor cobrado para algumas faixas.

Faixa de consumo mensal (kWh)	Valor da Cosip (R\$)
Até 80	0,00
Superior a 80 até 100	2,00
Superior a 100 até 140	3,00
Superior a 140 até 200	4,50

Suponha que, em uma residência, todo mês o consumo seja de 150 kWh, e o valor do kWh (com tributos) seja de R\$ 0,50. O morador dessa residência pretende diminuir seu consumo mensal de energia elétrica com o objetivo de reduzir o custo total da conta em pelo menos 10%.

Qual deve ser o consumo máximo, em kWh, dessa residência para produzir a redução pretendida pelo morador?

- A 134,1
- B 135,0
- C 137,1
- D 138,6
- E 143,1

61| ENEM 2014 – Um cliente fez um orçamento com uma cozinheira para comprar 10 centos de quibe e 15 centos de coxinha e o valor total foi de R\$ 680,00. Ao finalizar a encomenda, decidiu aumentar as quantidades de salgados e acabou comprando 20 centos de quibe e 30 centos de coxinha. Com isso, ele conseguiu um desconto de 10% no preço do cento do quibe e 15% no preço do cento de coxinhas, e o valor total da compra ficou em R\$ 1.182,00.

De acordo com esses dados, qual foi o valor que o cliente pagou pelo cento da coxinha?

- A R\$ 23,40
- B R\$ 23,80
- C R\$ 24,90
- D R\$ 25,30
- E R\$ 37,80

62| ENEM 2014 Uma organização não governamental divulgou um levantamento de dados realizado em algumas cidades brasileiras sobre saneamento básico. Os resultados indicam que somente 36% do esgoto gerado nessas cidades é tratado, o que mostra que 8 bilhões de litros de esgoto sem nenhum tratamento são lançados todos os dias nas águas.

Uma campanha para melhorar o saneamento básico nessas cidades tem como meta a redução da quantidade de esgoto lançado nas águas diariamente, sem tratamento, para 4 bilhões de litros nos próximos meses.

Se o volume de esgoto gerado permanecer o mesmo e a meta dessa campanha se concretizar, o percentual de esgoto tratado passará a ser

- A** 72%
- B** 68%
- C** 64%
- D** 54%
- E** 18%

63| ENEM 2014 De acordo com a ONU, da água utilizada diariamente, 25% são para tomar banho, lavar as mãos e escovar os dentes.

33% são utilizados em descarga de banheiro.

27% são para cozinhar e beber.

15% são para demais atividades.

No Brasil, o consumo de água por pessoa chega, em média, a 200 litros por dia.

O quadro mostra sugestões de consumo moderado de água por pessoa, por dia, em algumas atividades.

Atividade	Consumo total de água na atividade (em litros)
Tomar banho	24,0
Dar descarga	18,0
Lavar as mãos	3,2
Escovar os dentes	2,4
Beber e cozinhar	22,0

Se cada brasileiro adotar o consumo de água indicado no quadro, mantendo o mesmo consumo nas demais atividades, então economizará diariamente, em média, em litros de água,

- A** 30,0.
- B** 69,6.
- C** 100,4.
- D** 130,4.
- E** 170,0.

64| ENEM 2014 O Brasil é um país com uma vantagem econômica clara no terreno dos recursos naturais, dispondo de uma das maiores áreas com vocação agrícola do mundo. Especialistas calculam que, dos 853 milhões de hectares do país, as cidades, as reservas indígenas e as áreas de preservação, incluindo florestas e mananciais, cubram por volta de 470 milhões de hectares. Aproximadamente 280 milhões se destinam à agropecuária, 200 milhões para pastagens e 80 milhões para a agricultura, somadas as lavouras anuais e as perenes, como o café e a fruticultura.

FORTES, G. "Recuperação de pastagens é alternativa para ampliar cultivos". *Folha de S. Paulo*, 30 out. 2011.

De acordo com os dados apresentados, o percentual correspondente à área utilizada para agricultura em relação à área do território brasileiro é mais próximo de

- A** 32,8%
- B** 28,6%
- C** 10,7%
- D** 9,4%
- E** 8,0%

65| ENEM 2014 Uma ponte precisa ser dimensionada de forma que possa ter três pontos de sustentação. Sabe-se que a carga máxima suportada pela ponte será de 12 t. O ponto de sustentação central receberá 60% da carga da ponte, e o restante da carga será distribuído igualmente entre os outros dois pontos de sustentação.

No caso de carga máxima, as cargas recebidas pelos três pontos de sustentação serão, respectivamente,

- A** 1,8t; 8,4t; 1,8t.
- B** 3,0t; 6,0t; 3,0t.
- C** 2,4t; 7,2t; 2,4t.
- D** 3,6t; 4,8t; 3,6t.
- E** 4,2t; 3,6t; 4,2t.

66| ENEM 2014 – Em uma cidade, os impostos que incidem sobre o consumo de energia elétrica residencial são de 30% sobre o custo do consumo mensal. O valor total da conta a ser paga no mês é o valor cobrado pelo consumo acrescido dos impostos.

Considerando x o valor total da conta mensal de uma determinada residência e y o valor dos impostos, qual é a expressão algébrica que relaciona x e y ?

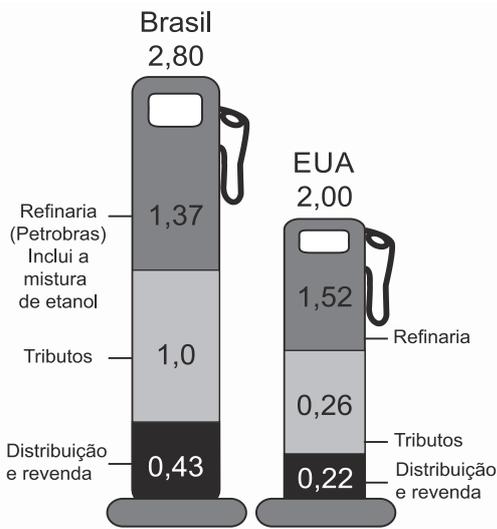
- A** $y = \frac{0,3x}{1,3}$
- B** $y = 0,3x$
- C** $y = \frac{x}{1,3}$
- D** $y = \frac{1,3x}{0,3}$
- E** $y = 0,7x$

67| ENEM 2014 Os vidros para veículos produzidos por certo fabricante têm transparências entre 70% e 90%, dependendo do lote fabricado. Isso significa que, quando um feixe luminoso incide no vidro, uma parte entre 70% e 90% da luz consegue atravessá-lo. Os veículos equipados com vidros desse fabricante terão instaladas, nos vidros das portas, películas protetoras cuja transparência, dependendo do lote fabricado, estará entre 50% e 70%. Considere que uma porcentagem P da intensidade da luz, proveniente de uma fonte externa, atravessa o vidro e a película.

De acordo com as informações, o intervalo das porcentagens que representam a variação total possível de P é

- A** [35; 63].
- B** [40; 63].
- C** [50; 70].
- D** [50; 90].
- E** [70; 90].

68| ENEM 2014 – A figura mostra os preços da gasolina no Brasil e nos Estados Unidos (EUA), feita a conversão para reais, considerando o preço total de venda ao consumidor (abaixo dos nomes dos países) e os valores das parcelas correspondentes à refinaria, aos tributos e à distribuição e revenda.



Fontes: Petrobras, Agência Nacional do Petróleo (ANP) e Energy Information Administration (EIA).

Note que, considerando apenas a parte correspondente à refinaria, o preço da gasolina vendida no Brasil é inferior ao preço cobrado nos Estados Unidos, mas os tributos, a distribuição e a revenda aumentam o preço final de venda nos postos brasileiros.

Suponha que fosse tomada a decisão de se diminuir o preço final de venda nos postos brasileiros, sem alterar a parcela do preço da gasolina vendida na refinaria, de modo que o preço final se iguale ao cobrado nos postos dos Estados Unidos.

Veja, ed. 2308, ano 40, n. 7, 13 fev. 2013 (Adaptado).

O percentual mais aproximado de redução dos valores em tributos, distribuição e revenda seria

- A 29.
- B 44.
- C 56.
- D 63.
- E 80.

69| ENEM 2014 – O Brasil desenvolveu técnicas próprias de plantio e colheita de cana-de-açúcar, tornando-se o maior produtor mundial. Cultivando novas variedades, foram produzidas, na safra 2010/2011, 624 milhões de toneladas em 8,1 milhões de hectares. Houve um substancial ganho de produtividade (em toneladas por hectare) quando se compara com a de décadas atrás, como a da safra 1974/1975, que foi de 47 toneladas por hectare.

Disponível em: www2.cead.ufv.br. Acesso em: 27 fev. 2011 (adaptado).

De acordo com dados apresentados, qual foi o valor mais aproximado da taxa de crescimento da produtividade de cana-de-açúcar, por hectare no Brasil, da safra 1974/1975 para a safra 2010/2011?

- A 13%
- B 30%
- C 64%
- D 74%
- E 164%

70| ENEM 2014 – O Brasil é o quarto produtor mundial de alimentos, mas aproximadamente 64 toneladas de cada 100 toneladas que se produz são perdidas ao longo da cadeia produtiva. Em relação ao total de alimentos produzidos, a perda de alimentos é distribuída da seguinte forma: 20 toneladas na colheita, 8 toneladas no transporte e armazenamento, 15 toneladas na indústria de processamento, 1 tonelada no varejo e 20 toneladas no processamento culinário e hábitos alimentares.

Disponível em: www.bancodealimentos.org.br. Acesso em: 26 out. 2011 (adaptado).

De acordo com os dados apresentados, os alimentos que são perdidos no processamento culinário e nos hábitos alimentares representam qual porcentagem em relação ao total de alimentos que são perdidos no país?

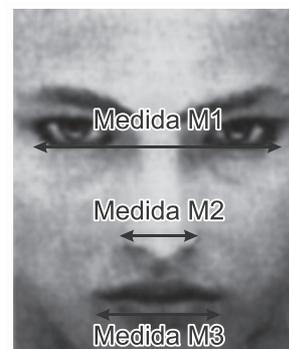
- A 12,28%
- B 20,00%
- C 31,25%
- D 36,00%
- E 44,00%

71| ENEM 2014 – Uma concessionária de automóveis revende atualmente três marcas de veículos, A, B e C, que são responsáveis por 50%, 30% e 20%, respectivamente, de sua arrecadação. Atualmente, o faturamento médio mensal dessa empresa é de R\$ 150.000,00. A direção dessa empresa estima que, após uma campanha publicitária a ser realizada, ocorrerá uma elevação de 20%, 30% e 10% na arrecadação com as marcas A, B e C, respectivamente.

Se os resultados estimados na arrecadação forem alcançados, o faturamento médio mensal da empresa passará a ser de

- A R\$ 180.000,00.
- B R\$ 181.500,00.
- C R\$ 187.500,00.
- D R\$ 240.000,00.
- E R\$ 257.400,00.

72| Enem 2013 – Estudos revelam que, independentemente de etnia, idade e condição social, as pessoas têm padrões estéticos comuns de beleza facial e que as faces consideradas bonitas apresentam-se em proporção áurea. A proporção áurea é a constante $\Phi = 1,618...$ Uma agência de modelos reconhece a informação citada e utiliza-a como critério de beleza facial de suas contratadas. Para entrevistar uma nova candidata a modelo, a referida agência pede uma fotografia de rosto no ato da inscrição e, com ela, determina as medidas mostradas na figura.



$$\frac{M1}{M3} = \frac{M3}{M2} = \Phi$$

Analisando a fotografia de cinco candidatas, I, II, III, IV e V, para a seleção de uma única garota, foram constatadas estas medidas:

- Candidata I: $M1 = 11$ cm; $M2 = 5,5$ cm e $M3 = 7$ cm.
- Candidata II: $M1 = 10,5$ cm; $M2 = 4,5$ cm e $M3 = 6,5$ cm.
- Candidata III: $M1 = 11,5$ cm; $M2 = 3,5$ cm e $M3 = 6,5$ cm.
- Candidata IV: $M1 = 10$ cm; $M2 = 4$ cm e $M3 = 6,5$ cm.
- Candidata V: $M1 = 10,5$ cm; $M2 = 4$ cm e $M3 = 6,5$ cm.

CONTADOR, P. R. M. *A matemática na arte e na vida*. São Paulo: Livraria da Física, 2007 (adaptado).

A candidata selecionada pela agência de modelos, segundo os critérios da proporção áurea, foi

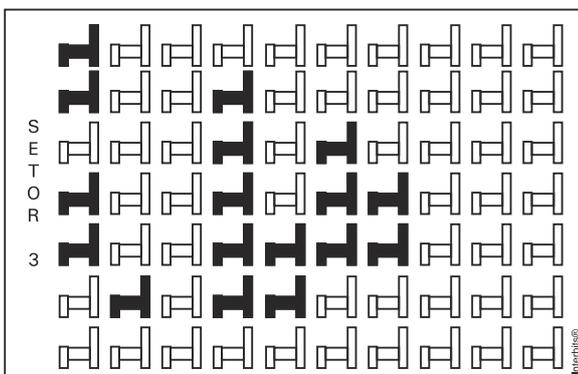
- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

73| ENEM 2013 — Uma dona de casa faz um comparativo de custos para decidir se irá adquirir uma máquina lavadora de louças para substituir a lavagem manual. Decide calcular o custo com a lavagem de louças por um período de 30 dias, com duas lavagens por dia. Ela constatou que não precisa considerar os custos do detergente e do sabão, pois, na máquina lavadora e na lavagem manual, são equivalentes. Verificou que gasta em média 90 litros de água em cada lavagem manual. Cada lavagem na máquina gasta 16 litros de água e 0,9 kWh de energia. Sabe-se que a companhia de distribuição de água cobra R\$ 6,25 por metro cúbico (pelo consumo de água e dispersão e tratamento de esgoto) e a companhia elétrica cobra R\$ 0,45 por kWh consumido.

De acordo com essas informações, num período de 30 dias, a lavagem manual ficará mais cara que a da máquina lavadora em quantos reais?

- A** 1,72
- B** 3,45
- C** 4,72
- D** 9,45
- E** 27,75

74| ENEM 2013 Em um certo teatro, as poltronas são divididas em setores. A figura apresenta a vista do setor 3 desse teatro, no qual as cadeiras escuras estão reservadas e as claras não foram vendidas.



A razão que representa a quantidade de cadeiras reservadas do setor 3 em relação ao total de cadeiras desse mesmo setor é

- A** $\frac{17}{70}$
- B** $\frac{17}{53}$

- C** $\frac{53}{70}$
- D** $\frac{53}{17}$
- E** $\frac{70}{17}$

75| ENEM 2013

VULCÃO PUYEHUE TRANSFORMA A PAISAGEM DE CIDADES NA ARGENTINA

Um vulcão de 2 440 m de altura, no Chile, estava “parado” desde o terremoto em 1960. Foi o responsável por diferentes contratempos, como atrasos em viagens aéreas, por causa de sua fumaça. A cidade de Bariloche foi uma das mais atingidas pelas cinzas.

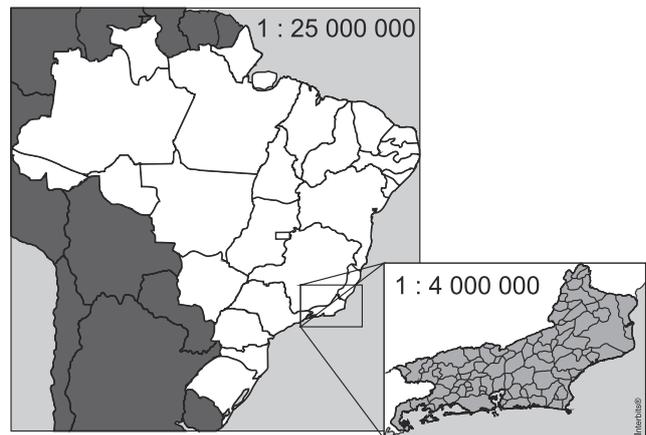
Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 25 jun. 2011 (adaptado).

Na aula de Geografia de determinada escola, foram confeccionadas pelos estudantes maquetes de vulcões, a uma escala 1 : 40 000. Dentre as representações ali produzidas, está a do Puyehue, que, mesmo sendo um vulcão imenso, não se compara em estatura com o vulcão Mauna Loa, que fica no Havaí, considerado o maior vulcão do mundo, com 12 000 m de altura.

Comparando as maquetes desses dois vulcões, qual a diferença, em centímetros, entre elas?

- A** 1,26
- B** 3,92
- C** 4,92
- D** 20,3
- E** 23,9

76| ENEM 2013 A figura apresenta dois mapas, em que o estado do Rio de Janeiro é visto em diferentes escalas.



Há interesse em estimar o número de vezes que foi ampliada a área correspondente a esse estado no mapa do Brasil.

Esse número é

- A** menor que 10.
- B** maior que 10 e menor que 20.
- C** maior que 20 e menor que 30.
- D** maior que 30 e menor que 40.
- E** maior que 40.

90| ENEM 2013 O contribuinte que vende mais de R\$ 20 mil de ações em Bolsa de Valores em um mês deverá pagar Imposto de Renda. O pagamento para a Receita Federal consistirá em 15% do lucro obtido com a venda das ações.

Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 26 abr. 2010 (adaptado).

Um contribuinte que vende por R\$ 34 mil um lote de ações que custou R\$ 26 mil terá de pagar de Imposto de Renda à Receita Federal o valor de

- A R\$ 900,00.
- B R\$ 1200,00.
- C R\$ 2100,00.
- D R\$ 3900,00.
- E R\$ 5100,00.

91| ENEM 2013 Um comerciante visita um centro de vendas para fazer cotação de preços dos produtos que deseja comprar. Verifica que se aproveita 100% da quantidade adquirida de produtos do tipo A, mas apenas 90% de produtos do tipo B. Esse comerciante deseja comprar uma quantidade de produtos, obtendo o menor custo/benefício em cada um deles. O quadro mostra o preço por quilograma, em reais, de cada produto comercializado.

Produto	Tipo A	Tipo B
Arroz	2,00	1,70
Feijão	4,50	4,10
Soja	3,80	3,50
Milho	6,00	5,30

Os tipos de arroz, feijão, soja e milho que devem ser escolhidos pelo comerciante são, respectivamente,

- A A, A, A, A.
- B A, B, A, B.
- C A, B, B, A.
- D B, A, A, B.
- E B, B, B, B.

92| ENEM 2013 – O turismo brasileiro atravessa um período de franca expansão. Entre 2002 e 2006, o número de pessoas que trabalham nesse setor aumentou 15% e chegou a 1,8 milhão. Cerca de 60% desse contingente de trabalhadores está no mercado informal, sem carteira assinada.

Veja, São Paulo, 18 jun. 2008 (adaptado).

Para regularizar os empregados informais que estão nas atividades ligadas ao turismo, o número de trabalhadores que terá que assinar carteira profissional é

- A 270 mil.
- B 720 mil.
- C 810 mil.
- D 1,08 milhão.
- E 1,35 milhão.

93| ENEM 2013 – O tipo mais comum de bebida encontrado nos supermercados não é o suco, mas o néctar de frutas. Os fabricantes de bebida só podem chamar de suco os produtos que tiverem pelo menos 50% de polpa, a parte comestível da fruta. Já o néctar de frutas é mais doce e tem entre 20% e 30% de polpa de frutas.

Superinteressante, São Paulo, ago. 2011.

Uma pessoa vai ao supermercado e compra uma caixa de 1 litro de bebida. Em casa ela percebe que na embalagem está escrito “néctar de frutas com 30% de polpa”. Se essa caixa fosse realmente de suco, necessitaria de um aumento percentual de polpa de, aproximadamente,

- A 20%.
- B 67%.
- C 80%.
- D 167%.
- E 200%.

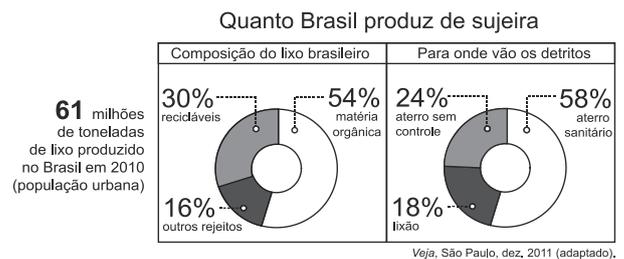
94| ENEM 2013 Para aumentar as vendas no início do ano, uma loja de departamentos remarcou os preços de seus produtos 20% abaixo do preço original. Quando chegam ao caixa, os clientes que possuem o cartão fidelidade da loja têm direito a um desconto adicional de 10% sobre o valor total de suas compras.

Um cliente deseja comprar um produto que custava R\$50,00 antes da remarcação de preços. Ele não possui o cartão fidelidade da loja.

Caso esse cliente possuísse o cartão fidelidade da loja, a economia adicional que obteria ao efetuar a compra, em reais, seria de

- A 15,00.
- B 14,00.
- C 10,00.
- D 5,00.
- E 4,00.

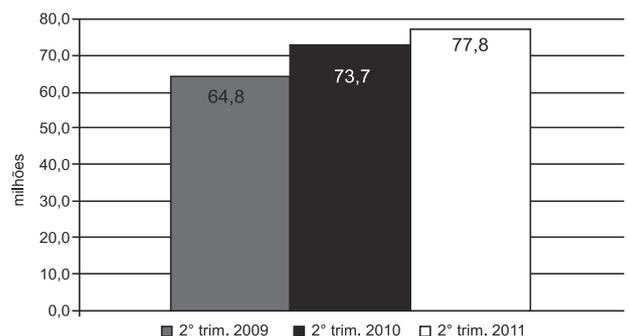
95| ENEM 2013 – Observe no gráfico alguns dados a respeito da produção e do destino do lixo no Brasil no ano de 2010.



A partir desses dados, supondo que todo o lixo brasileiro, com exceção dos recicláveis, é destinado aos aterros ou aos lixões, quantos milhões de toneladas de lixo vão para os lixões?

- A 5,9
- B 7,6
- C 10,9
- D 42,7
- E 76,8

96| ENEM 2013 – O gráfico mostra o número de pessoas que acessaram a internet, no Brasil, em qualquer ambiente (domicílios, trabalho, escolas, *lan houses* ou outros locais), nos segundos trimestres dos anos de 2009, 2010 e 2011.



Disponível em: www.prosadigital.com.br. Acesso em: 28 fev. 2012.

Considerando que a taxa de crescimento do número de acessos à internet no Brasil, do segundo trimestre de 2011 para o segundo trimestre de 2012, seja igual à taxa verificada no mesmo período de 2010 para 2011, qual é, em milhões, a estimativa do número de pessoas que acessarão a internet no segundo trimestre de 2012?

- A 82,1
- B 83,3
- C 86,7
- D 93,4
- E 99,8

97| ENEM 2012 – A noz é uma especiaria muito apreciada nas festas de fim de ano. Uma pesquisa de preços feita em três supermercados obteve os seguintes valores: no supermercado A é possível comprar nozes a granel no valor de R\$ 24,00 o quilograma; o supermercado B vende embalagens de nozes hermeticamente fechadas com 250 gramas a R\$ 3,00; já o supermercado C vende nozes a granel a R\$ 1,50 cada 100 gramas. A sequência dos supermercados, de acordo com a ordem crescente do valor da noz, é

- A A, B, C.
- B B, A, C.
- C B, C, A.
- D C, A, B.
- E C, B, A.

98| ENEM 2012 – Um pintor dispõe de 35 litros de tinta vermelha e de 30 litros de tinta branca. Ele deseja misturar essas tintas na proporção de 5 litros de tinta vermelha para cada 3 litros de tinta branca para obter um tom de tinta mais claro. Para obter o maior volume possível de tinta misturada, ele deverá utilizar toda a tinta disponível de uma das cores e sobrar uma certa quantidade de tinta da outra cor.

Quantos litros de tinta sobrarão sem serem misturados?

- A 5.
- B 9.
- C 12.
- D 14.
- E 17.

99| ENEM 2012 – Uma churrascaria cobra, no almoço, R\$ 12,00 por pessoa. Após as 15 h, esse valor cai para R\$ 9,00. Estima-se que o custo total de um almoço seja de R\$ 7,00 por pessoa. Em média, por dia, almoçam na churrascaria 1000 clientes, sendo que $\frac{3}{4}$ deles comparecem até as 15 h.

Qual o lucro médio, por dia, da churrascaria?

- A R\$ 9000,00
- B R\$ 7000,00
- C R\$ 4250,00
- D R\$ 3750,00
- E R\$ 2250,00

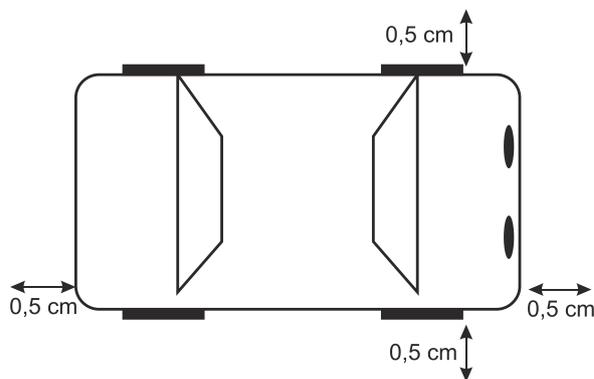
100| ENEM 2012 Há, em virtude da demanda crescente de economia de água, equipamentos e utensílios como, por exemplo, as bacias sanitárias ecológicas, que utilizam 6 litros de água por descarga em vez dos 15 litros utilizados por bacias sanitárias não ecológicas, conforme dados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Qual será a economia diária de água obtida por meio da substituição de uma bacia sanitária não ecológica, que gasta cerca de 60 litros por dia com a descarga, por uma bacia sanitária ecológica?

- A 24 litros
- B 36 litros
- C 40 litros
- D 42 litros
- E 50 litros

RAZÃO E PROPORÇÃO 2

01| ENEM 2012 – Um jornaleiro irá receber 21 revistas. Cada uma terá um carrinho na escala de 1:43 do tamanho real acompanhando-a em caixinha à parte. Os carrinhos são embalados com folga de 0,5 cm nas laterais, como indicado na figura. Assim, o jornaleiro reservou três prateleiras com 95 cm de comprimento por 7 cm de largura, onde as caixas serão acomodadas de forma a caberem inteiramente dentro de cada prateleira. Além disso, sabe-se que os carrinhos são cópias dos modelos reais que possuem 387 cm de comprimento por 172 cm de largura.



Quantos carrinhos, no máximo, cabem em cada uma das prateleiras?

- A 2
- B 3
- C 7
- D 9
- E 10

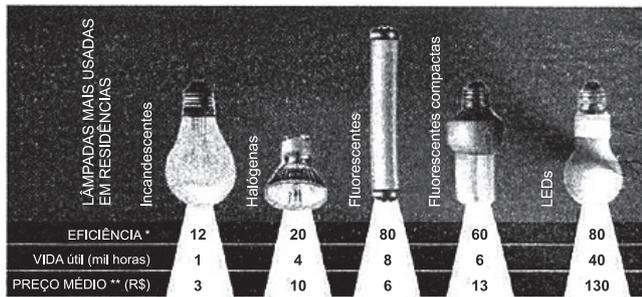
02| ENEM 2012 – Nos *shopping centers* costumam existir parques com vários brinquedos e jogos. Os usuários colocam créditos em um cartão, que são descontados por cada período de tempo de uso dos jogos. Dependendo da pontuação da criança no jogo, ela recebe um certo número de tíquetes para trocar por produtos nas lojas dos parques.

Suponha que o período de uso de um brinquedo em certo *shopping* custa R\$ 3,00 e que uma bicicleta custa 9 200 tíquetes.

Para uma criança que recebe 20 tíquetes por período de tempo que joga, o valor, em reais, gasto com créditos para obter a quantidade de tíquetes para trocar pela bicicleta é

- A 153.
- B 460.
- C 1218.
- D 1380.
- E 3066.

03| ENEM 2012 – A figura apresenta a eficiência, a vida útil (mil horas) e o preço médio (R\$) dos modelos de lâmpadas mais usados em residências.



* Lúmens por Watt (o lúmen é uma unidade de medida de fluxo luminoso)
 ** Comparativo de uma incandescente de 60 W, 110 V, em lojas on-line

Superinteressante, São Paulo: Abril, jul. 2011 (adaptado)

Considere que, para iluminar dois ambientes com a mesma eficiência, é necessário que ambos tenham a mesma quantidade de lúmens por Watt, independentemente da quantidade de lâmpadas. Considere também que a relação custo/benefício de qualquer uma dessas lâmpadas é dada pela razão entre o preço médio (R\$) e a vida útil (mil horas). Augusto deseja instalar lâmpadas em um dos ambientes de sua casa, de modo a obter uma eficiência de exatamente 240 lúmens por Watt. Dos modelos de lâmpadas apresentados na figura, o que atende a necessidade de Augusto com a menor relação custo/benefício é

- A LED.
- B halógena.
- C fluorescente.
- D incandescente.
- E fluorescente compacta.

04| ENEM 2012 – O esporte de alta competição da atualidade produziu uma questão ainda sem resposta: Qual é o limite do corpo humano? O maratonista original, o grego da lenda, morreu de fadiga por ter corrido 42 quilômetros. O americano Dean Karnazes, cruzando sozinho as planícies da Califórnia, conseguiu correr dez vezes mais em 75 horas.

Um professor de Educação Física, ao discutir com a turma o texto sobre a capacidade do maratonista americano, desenhou na lousa uma pista reta de 60 centímetros, que representaria o percurso referido.

Disponível em: <http://veja.abril.com.br>. Acesso em 25 jun. 2011 (adaptado)

Se o percurso de Dean Karnazes fosse também em uma pista reta, qual seria a escala entre a pista feita pelo professor e a percorrida pelo atleta?

- A 1:700
- B 1:7 000
- C 1:70 000
- D 1:700 000
- E 1:7 000 000

05| ENEM 2012 – O Índice de Massa Corporal, abreviadamente IMC, é uma medida internacional adotada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para indicar se uma pessoa está com “peso” excessivo para sua altura. O cálculo do IMC é dado pela fórmula $IMC = \frac{m}{h^2}$, sendo m a massa da pessoa, medida em kg, e h a sua altura, em metros. Os valores da tabela foram ligeiramente adaptados com relação aos adotados pela OMS, para simplicidade nos cálculos.

Valor do IMC	Classificação
IMC < 19	Abaixo do peso
$19 \leq IMC < 25$	Peso normal
$25 \leq IMC < 30$	Sobrepeso
$30 \leq IMC < 40$	Obesidade do tipo 1
IMC ≥ 40	Obesidade mórbida

Assim, segundo a OMS, um indivíduo de 2,10 metros de altura que pesa 80 kg tem IMC inferior a 19, sendo classificado como “abaixo do peso”.

Se um indivíduo de 144 kg e 2 metros de altura perder 64 kg numa dieta, então este indivíduo migrará da classe

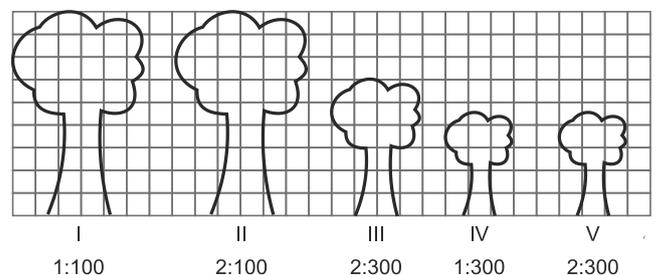
- A obesidade mórbida para a classe abaixo do peso.
- B obesidade mórbida para a classe peso normal.
- C obesidade do tipo 1 para a classe abaixo do peso.
- D obesidade do tipo 1 para a classe peso normal.
- E sobrepeso para a classe peso normal.

06| ENEM 2012 – José, Carlos e Paulo devem transportar em suas bicicletas uma certa quantidade de laranjas. Decidiram dividir o trajeto a ser percorrido em duas partes, sendo que ao final da primeira parte eles redistribuiriam a quantidade de laranjas que cada um carregava dependendo do cansaço de cada um. Na primeira parte do trajeto, José, Carlos e Paulo dividiram as laranjas na proporção 6 : 5 : 4, respectivamente. Na segunda parte do trajeto, José, Carlos e Paulo dividiram as laranjas na proporção 4 : 4 : 2, respectivamente.

Sabendo-se que um deles levou 50 laranjas a mais no segundo trajeto, qual a quantidade de laranjas que José, Carlos e Paulo, nessa ordem, transportaram na segunda parte do trajeto?

- A 600, 550, 350
- B 300, 300, 150
- C 300, 250, 200
- D 200, 200, 100
- E 100, 100, 50

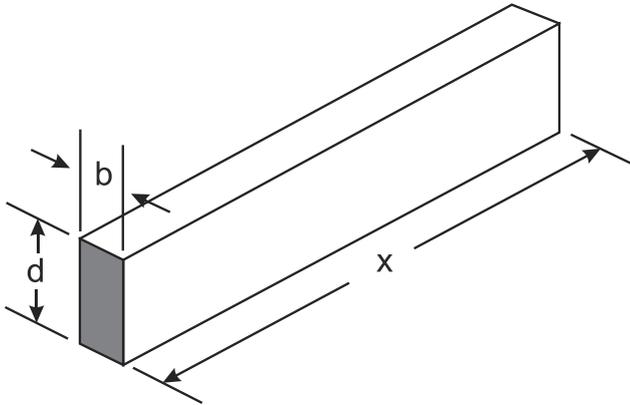
07| ENEM 2012 – Um biólogo mediu a altura de cinco árvores distintas e representou-as em uma mesma malha quadriculada, utilizando escalas diferentes, conforme indicações na figura a seguir.



Qual é a árvore que apresenta a maior altura real?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

08| ENEM 2012 – A resistência mecânica S do uma viga de madeira, em forma de um paralelepípedo retângulo, é diretamente proporcional à sua largura (b) e ao quadrado de sua altura (d) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os suportes da viga, que coincide com o seu comprimento (x), conforme ilustra a figura. A constante de proporcionalidade k é chamada de resistência da viga.

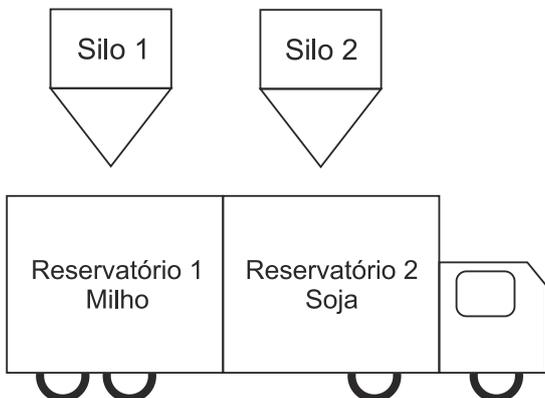


BUSHAW, D. et al. *Aplicações da matemática escolar*. São Paulo: Atual, 1997.

A expressão que traduz a resistência S dessa viga de madeira é

- A $S = \frac{k \cdot b \cdot d^2}{x^2}$
- B $S = \frac{k \cdot b \cdot d}{x^2}$
- C $S = \frac{k \cdot b \cdot d^2}{x}$
- D $S = \frac{k \cdot b^2 \cdot d}{x}$
- E $S = \frac{k \cdot b \cdot 2d}{2x}$

09| ENEM 2012 – Um pequeno caminhão dispõe de dois reservatórios vazios, cada um com capacidade de 2 000 kg, os quais serão utilizados para transportar a produção de milho e soja até um centro consumidor. No centro de abastecimento, abre-se o registro de um primeiro silo às 12 horas para alimentar o reservatório 1 com milho, numa taxa de 120 kg por minuto. Passados cinco minutos, abre-se o registro de um segundo silo para alimentar o reservatório 2 com soja, numa taxa de 80 kg por minuto. Considere que a encomenda de milho no centro consumidor seja de 1 800 kg e que, pela lei rodoviária local, a carga máxima a ser transportada por caminhão seja de 3 400 kg.



Nestas condições, em que instantes devem ser fechados os registros dos silos 1 e 2, respectivamente, para que a quantidade de soja transportada seja a máxima possível?

- A 12h15min e 12h20min
- B 12h15min e 12h25min
- C 12h15min e 12h27min30seg
- D 12h15min e 12h30min
- E 12h15min e 12h32min30seg

10| ENEM 2012 – O quadro apresenta o teor de cafeína em diferentes bebidas comumente consumidas pela população.

Bebida	Volume (mL)	Quantidade média de cafeína (mg)
Café expresso	80,0	120
Café filtrado	50,0	35
Chá preto	180,0	45
Refrigerante de cola	250,0	80
Chocolate quente	60,0	25

Da análise do quadro, conclui-se que o menor teor de cafeína por unidade de volume está presente no

- A café expresso.
- B café filtrado.
- C chá preto.
- D refrigerante de cola.
- E chocolate quente.

11| ENEM 2012 Uma mãe recorreu à bula para verificar a dosagem de um remédio que precisava dar a seu filho. Na bula, recomendava-se a seguinte dosagem: 5 gotas para cada 2 kg de massa corporal a cada 8 horas.

Se a mãe ministrou corretamente 30 gotas do remédio a seu filho a cada 8 horas, então a massa corporal dele é de

- A 12 kg.
- B 16 kg.
- C 24 kg.
- D 36 kg.
- E 75 kg.

12| ENEM 2012 – A noz é uma especiaria muito apreciada nas festas de fim de ano. Uma pesquisa de preços feita em três supermercados obteve os seguintes valores: no supermercado A é possível comprar nozes a granel no valor de R\$ 24,00 o quilograma; o supermercado B vende embalagens de nozes hermeticamente fechadas com 250 gramas a R\$ 3,00; já o supermercado C vende nozes a granel a R\$ 1,50 cada 100 gramas.

A sequência dos supermercados, de acordo com a ordem crescente do valor da noz, é

- A A, B, C.
- B B, A, C.
- C B, C, A.
- D C, A, B.
- E C, B, A.

13| ENEM 2012 – Um pintor dispõe de 35 litros de tinta vermelha e de 30 litros de tinta branca. Ele deseja misturar essas tintas na proporção de 5 litros de tinta vermelha para cada 3 litros de tinta branca para obter um tom de tinta mais claro. Para obter o maior volume possível de tinta misturada, ele deverá utilizar toda a tinta disponível de uma das cores e sobrar uma certa quantidade de tinta da outra cor.

Quantos litros de tinta sobrarão sem serem misturados?

- A 5.
- B 9.
- C 12.
- D 14.
- E 17.

14| ENEM 2012 Arthur deseja comprar um terreno de Cléber, que lhe oferece as seguintes possibilidades de pagamento:

- Opção 1: Pagar à vista, por R\$ 55.000,00.
- Opção 2: Pagar a prazo, dando uma entrada de R\$ 30.000,00, e mais uma prestação de R\$ 26.000,00 para dali a 6 meses.
- Opção 3: Pagar a prazo, dando uma entrada de R\$ 20.000,00, mais uma prestação de R\$ 20.000,00, para dali a 6 meses e outra de R\$ 18.000,00 para dali a 12 meses da data da compra.
- Opção 4: Pagar a prazo dando uma entrada de R\$ 15.000,00 e o restante em 1 ano da data da compra, pagando R\$ 39.000,00.
- Opção 5: pagar a prazo, dali a um ano, o valor de R\$ 60.000,00.

Arthur tem o dinheiro para pagar a vista, mas avalia se não seria melhor aplicar o dinheiro do valor à vista (ou até um valor menor), em um investimento, com rentabilidade de 10% ao semestre, resgatando os valores à medida que as prestações da opção escolhida fossem vencendo.

Após avaliar a situação do ponto financeiro e das condições apresentadas, Arthur concluiu que era mais vantajoso financeiramente escolher a opção

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

15| ENEM 2012 A cerâmica possui a propriedade da contração, que consiste na evaporação da água existente em um conjunto ou bloco cerâmico submetido a uma determinada temperatura elevada: em seu lugar aparecendo “espaços vazios” que tendem a se aproximar. No lugar antes ocupado pela água vão ficando lacunas e, consequentemente, o conjunto tende a retrair-se. Considere que no processo de cozimento a cerâmica de argila sofra uma contração, em dimensões lineares, de 20%.

Disponível em: www.arq.ufsc.br. Acesso em: 30 mar. 2012 (adaptado).

Levando em consideração o processo de cozimento e a contração sofrida, o volume V de uma travessa de argila, de forma cúbica de aresta a , diminui para um valor que é

- A 20% menor que V , uma vez que o volume do cubo é diretamente proporcional ao comprimento de seu lado.
- B 36% menor que V , porque a área da base diminui de a^2 para $((1 - 0,2)a)^2$.
- C 48,8% menor que V , porque o volume diminui de a^3 para $(0,8a)^3$.

- D 51,2% menor que V , porque cada lado diminui para 80% do comprimento original.
- E 60% menor que V , porque cada lado diminui 20%.

16| ENEM 2012 – Uma loja resolveu fazer uma promoção de um determinado produto que custava R\$ 100,00 em fevereiro, da seguinte maneira: em março, ela deu um desconto de 10% sobre o preço do produto em fevereiro; em abril, deu mais 10% de desconto sobre o preço do produto em março. Tendo obtido uma venda substancial, a loja resolveu aumentar o preço do produto da seguinte maneira: em maio, a loja aumentou em 10% o preço de abril e, em junho, a loja aumentou em mais 10% o preço de maio.

Desta forma, o preço deste produto, no final de junho, era

- A R\$ 100,00.
- B R\$ 99,00.
- C R\$ 98,01.
- D R\$ 97,20.
- E R\$ 96,00.

17| ENEM 2012 – O Brasil é um dos maiores produtores de leite do mundo. Em 2010, para a produção de 30,7 bilhões de litros de leite foram ordenhadas 22,9 milhões de vacas leiteiras em todo o país, sendo que essa quantidade de vacas ordenhadas representa 10,9% do rebanho brasileiro de bovinos.

Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 nov. 2011 (adaptado)

Nessas condições, o número que mais se aproxima da quantidade de bovinos no Brasil em 2010, em milhões de unidades, é

- A 25,40.
- B 33,80.
- C 187,19.
- D 210,09.
- E 281,65.

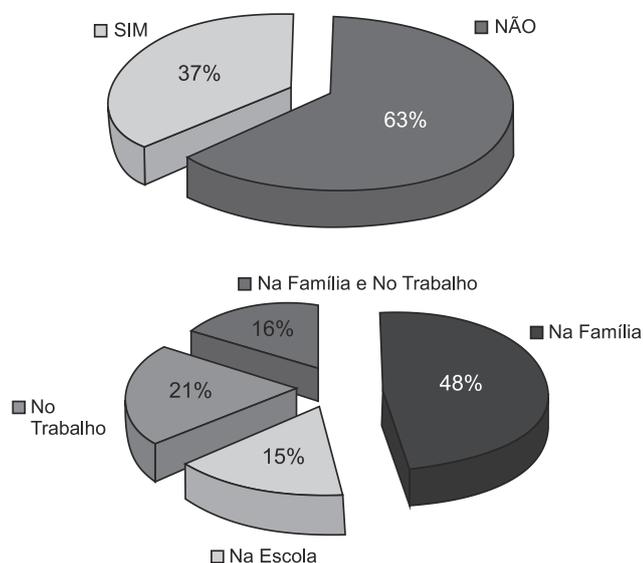
18| ENEM 2012 – No ano de 2010, o DataSenado realizou uma pesquisa intitulada “Condições de vida das pessoas com deficiência no Brasil”. A pesquisa ouviu 1165 pessoas com deficiência e uma das questões foi a seguinte: “Para você, nos últimos anos, o preconceito em relação às pessoas com deficiência está igual, aumentando ou diminuindo?”. A porcentagem das respostas a esta pergunta é mostrada na tabela a seguir.

Igual	Aumentando	Diminuindo
31%	10%	59%
Disponível em: www.ibdd.org.br . Acesso em: 20 nov. 2011		

Pelos dados contidos na tabela, o número que mais se aproxima da quantidade de pessoas que responderam “diminuindo” é

- A 69.
- B 116.
- C 361.
- D 687.
- E 1106.

19| ENEM 2012 – Uma pesquisa foi realizada com a intenção de conhecer o que as pessoas sabem sobre o diabetes. Nela, utilizou-se um questionário com 16 perguntas, respondidas pelas pessoas na entrada de estações do metrô de São Paulo. Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, os percentuais de respostas dadas às seguintes perguntas do questionário: “Você conhece alguém com diabetes?” e “Caso conheça, indique onde.”



Disponível em: www.diabetes.org.br (adaptado).

O percentual do número de entrevistados que conhecem pessoas diabéticas na escola é mais aproximado por

- A** 6%.
- B** 15%.
- C** 37%.
- D** 41%.
- E** 52%.

20| ENEM 2012 Um laboratório realiza exames em que é possível observar a taxa de glicose de uma pessoa. Os resultados são analisados de acordo com o quadro a seguir.

Hipoglicemia	taxa de glicose menor ou igual a 70 mg/dL
Normal	taxa de glicose maior que 70 mg/dL e menor ou igual a 100 mg/dL
Pré-diabetes	taxa de glicose maior que 100 mg/dL e menor ou igual a 125 mg/dL
Diabetes Melito	taxa de glicose maior que 125 mg/dL e menor ou igual a 250 mg/dL
Hiperglicemia	taxa de glicose maior que 250 mg/dL

Um paciente fez um exame de glicose nesse laboratório e comprovou que estavam com hiperglicemia. Sua taxa de glicose era de 300 mg/dL. Seu médico prescreveu um tratamento em duas etapas. Na primeira etapa ele conseguiu reduzir sua taxa em 30% e na segunda etapa em 10%.

Ao calcular sua taxa de glicose após as duas reduções, o paciente verificou que estava na categoria de

- A** hipoglicemia.
- B** normal.
- C** pré-diabetes.
- D** diabetes melito.
- E** hiperglicemia.

21| ENEM 2012 – Pensando em desenvolver atividade física e reduzir gasto com energia elétrica em sua residência, uma pessoa resolveu instalar uma bomba d'água acoplada a uma bicicleta ergométrica. Após alguns dias de atividade física, ela observou que, pedalando durante uma hora, o volume médio de água bombeada para o seu reservatório era de 500 litros. Esta pessoa observou, ainda, que o consumo diário em sua casa é de 550 litros de água.

Qual a atitude, em relação ao tempo de exercício diário, essa pessoa deve tomar para suprir exatamente o consumo diário de água da sua casa?

- A** Reduzir o seu tempo diário de exercício na bicicleta em 6 minutos.
- B** Reduzir o seu tempo diário de exercício na bicicleta em 10 minutos.
- C** Aumentar o seu tempo diário de exercício na bicicleta em 5 minutos.
- D** Aumentar o seu tempo diário de exercício na bicicleta em 6 minutos.
- E** Aumentar o seu tempo diário de exercício na bicicleta em 10 minutos.

22| ENEM 2012 O losango representado na Figura 1 foi formado pela união dos centros das quatro circunferências tangentes, de raios de mesma medida.

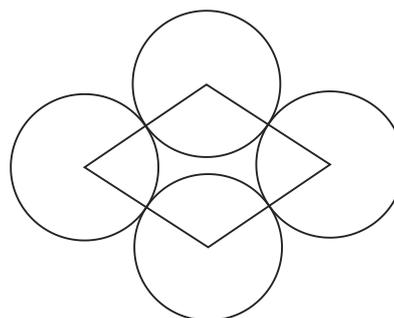


Figura 1

Dobrando-se o raio de duas das circunferências centradas em vértices opostos do losango e ainda mantendo-se a configuração das tangências, obtém-se uma situação conforme ilustrada pela Figura 2.

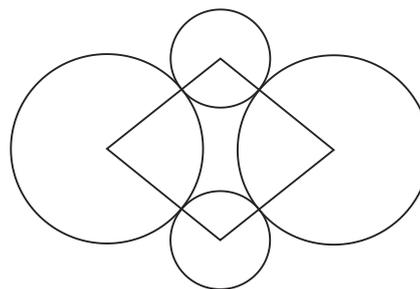
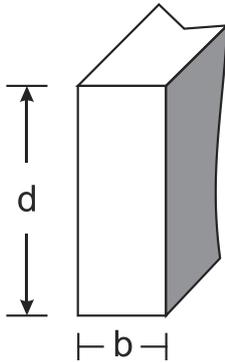


Figura 2

O perímetro do losango da Figura 2, quando comparado ao perímetro do losango da Figura 1, teve um aumento de

- A** 300%.
- B** 200%.
- C** 150%.
- D** 100%.
- E** 50%.

23| ENEM 2011 A resistência das vigas de dado comprimento é diretamente proporcional à largura (b) e ao quadrado da altura (d), conforme a figura. A constante de proporcionalidade k varia de acordo com o material utilizado na sua construção.



Considerando-se S como a resistência, a representação algébrica que exprime essa relação é

- A** $S = k \cdot b \cdot d$
- B** $S = b \cdot d^2$
- C** $S = k \cdot b \cdot d^2$
- D** $S = \frac{k \cdot b}{d^2}$
- E** $S = \frac{k \cdot d^2}{b}$

24| ENEM 2011 Cerca de 20 milhões de brasileiros vivem na região coberta pela caatinga, em quase 800 mil km^2 de área. Quando não chove, o homem do sertão precisa e sua família precisam caminhar quilômetros em busca da água dos açudes. A irregularidade climática é um dos fatores que mais interferem na vida do sertanejo.

Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Acesso em: 23 abr. 2010.

Segundo este levantamento, a densidade demográfica da região coberta pela caatinga, em habitantes por km^2 , é de

- A** 250.
- B** 25.
- C** 2,5.
- D** 0,25.
- E** 0,025.

25| ENEM 2011 Nos últimos cinco anos, 32 mil mulheres de 20 a 24 anos foram internadas nos hospitais do SUS por causa de AVC. Entre os homens da mesma faixa etária, houve 28 mil internações pelo mesmo motivo.

Época. 26 abr. 2010 (adaptado).

Suponha que, nos próximos cinco anos, haja um acréscimo de 8 mil internações de mulheres e que o acréscimo de internações de homens por AVC ocorra na mesma proporção.

De acordo com as informações dadas, o número de homens que seriam internados por AVC, nos próximos cinco anos, corresponderia a

- A** 4 mil.
- B** 9 mil.
- C** 21 mil.
- D** 35 mil.
- E** 39 mil.

26| ENEM 2011 Para uma atividade realizada no laboratório de Matemática, um aluno precisa construir uma maquete da quadra de esportes da escola que tem 28 m de comprimento por 12 m de largura. A maquete deverá ser construída na escala de 1 : 250. Que medidas de comprimento e largura, em cm, o aluno utilizará na construção da maquete?

- A** 4,8 e 11,2
- B** 7,0 e 3,0
- C** 11,2 e 4,8
- D** 28,0 e 12,0
- E** 30,0 e 70,0

27| ENEM 2011 Observe as dicas para calcular a quantidade certa de alimentos e bebidas para as festas de fim de ano:

- Para o prato principal, estime 250 gramas de carne para cada pessoa.
- Um copo americano cheio de arroz rende o suficiente para quatro pessoas.
- Para a farofa, calcule quatro colheres de sopa por convidado.
- Uma garrafa de vinho serve seis pessoas.
- Uma garrafa de cerveja serve duas.
- Uma garrafa de espumante serve três convidados.

Quem organiza festas faz esses cálculos em cima do total de convidados, independente do gosto de cada um.

Quantidade certa de alimentos e bebidas evita o desperdício da ceia. *Jornal Hoje*. 17 dez. 2010.

Um anfitrião decidiu seguir essas dicas ao se preparar para receber 30 convidados para a ceia de Natal. Para seguir essas orientações à risca, o anfitrião deverá dispor de

- A** 120 kg de carne, 7 copos americanos e meio de arroz, 120 colheres de sopa de farofa, 5 garrafas de vinho, 15 de cerveja e 10 de espumante.
- B** 120 kg de carne, 7 copos americanos e meio de arroz, 120 colheres de sopa de farofa, 5 garrafas de vinho, 30 de cerveja e 10 de espumante.
- C** 75 kg de carne, 7 copos americanos e meio de arroz, 120 colheres de sopa de farofa, 5 garrafas de vinho, 15 de cerveja e 10 de espumante.
- D** 7,5 kg de carne, 7 copos americanos, 120 colheres de sopa de farofa, 5 garrafas de vinho, 30 de cerveja e 10 de espumante.
- E** 7,5 kg de carne, 7 copos americanos e meio de arroz, 120 colheres de sopa de farofa, 5 garrafas de vinho, 15 de cerveja e 10 de espumante.

28| ENEM 2011 Muitas medidas podem ser tomadas em nossas casas visando à utilização racional de energia elétrica. Isso deve ser uma atitude diária de cidadania. Uma delas pode ser a redução do tempo no banho. Um chuveiro com potência de 4.800 W consome 4,8 kW por hora.

Uma pessoa que toma dois banhos diariamente, de 10 minutos cada, consumirá, em sete dias, quantos kW?

- A** 0,8
- B** 1,6
- C** 5,6
- D** 11,2
- E** 33,6

29| ENEM 2011 Você pode adaptar as atividades do seu dia a dia de uma forma que possa queimar mais calorias do que as gastas normalmente, conforme a relação seguinte:

- Enquanto você fala ao telefone, faça agachamentos: 100 calorias gastas em 20 minutos.
- Meia hora de supermercado: 100 calorias.
- Cuidar do jardim por 30 minutos: 200 calorias.
- Passear com o cachorro: 200 calorias em 30 minutos.
- Tirar o pó dos móveis: 150 calorias em 30 minutos.
- Lavar roupas por 30 minutos: 200 calorias.

Disponível em: <http://cyberdiet.terra.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2010 (adaptado).

Uma pessoa deseja executar essas atividades, porém, ajustando o tempo para que, em cada uma, gaste igualmente 200 calorias. A partir dos ajustes, quanto tempo a mais será necessário para realizar todas as atividades?

- A** 50 minutos.
- B** 60 minutos.
- C** 80 minutos.
- D** 120 minutos.
- E** 170 minutos.

30| ENEM 2011 A figura apresenta informações biométricas de um homem (Duílio) e de uma mulher (Sandra) que estão buscando alcançar seu peso ideal a partir das atividades físicas (corrida). Para se verificar a escala de obesidade, foi desenvolvida a fórmula que permite verificar o Índice de Massa Corporal (IMC). Esta fórmula é apresentada como $IMC = m/h^2$, onde m é a massa em quilogramas e h é altura em metros.

O PERFIL DOS NOVOS CORREDORES

DUILIO SABA		SANDRA TESCARI	
Idade	50 anos	Idade	42 anos
Altura	1,88 metro	Altura	1,70 metro
Peso	96,4 quilos	Peso	84 quilos
Peso ideal	94,5 quilos	Peso ideal	77 quilos

Veja. Ed. 2055 (adaptado).

No quadro é apresentada a Escala de Índice de Massa Corporal com as respectivas categorias relacionadas aos pesos.

Escala de Índice de Massa Corporal	
CATEGORIAS	IMC (kg/m^2)
Desnutrição	Abaixo de 14,5
Peso abaixo do normal	14,5 a 20
Peso normal	20 a 24,9
Sobrepeso	25 a 29,9
Obesidade	30 a 39,9
Obesidade mórbida	Igual ou acima de 40

Nova Escola. Nº172, maio 2004.

A partir dos dados biométricos de Duílio e Sandra e da Escala de IMC, o valor IMC e a categoria em que cada uma das pessoas se posiciona na Escala são

- A** Duílio tem o IMC 26,7 e Sandra tem o IMC 26,6, estando ambos na categoria de sobrepeso.
- B** Duílio tem o IMC 27,3 e Sandra tem o IMC 29,1, estando ambos na categoria de sobrepeso.
- C** Duílio tem o IMC 27,3 e Sandra tem o IMC 26,6, estando ambos na categoria de sobrepeso.
- D** Duílio tem o IMC 25,6, estando na categoria de sobrepeso, e Sandra tem o IMC 24,7, estando na categoria de peso normal.
- E** Duílio tem o IMC 25,1, estando na categoria de sobrepeso, e Sandra tem o IMC 22,6, estando na categoria de peso normal.

31| ENEM 2011 Sabe-se que a distância real, em linha reta, de uma cidade A, localizada no estado de São Paulo, a uma cidade B, localizada no estado de Alagoas, é igual a 2 000 km. Um estudante, ao analisar um mapa, verificou com sua régua que a distância entre essas duas cidades, A e B, era 8 cm.

Os dados nos indicam que o mapa observado pelo estudante está na escala de

- A** 1:250.
- B** 1:2500.
- C** 1:25000.
- D** 1:250000.
- E** 1:25000000.

32| ENEM 2011 Um jovem investidor precisa escolher qual investimento lhe trará maior retorno financeiro em uma aplicação de R\$ 500,00. Para isso, pesquisa o rendimento e o imposto a ser pago em dois investimentos: poupança e CDB (certificado de depósito bancário). As informações obtidas estão resumidas no quadro:

	Rendimento mensal (%)	IR (Imposto de renda)
POUPANÇA	0,560	ISENTO
CDB	0,876	4% (sobre o ganho)

Para o jovem investidor, ao final de um mês, a aplicação mais vantajosa é

- A** a poupança, pois totalizará um montante de R\$ 502,80.
- B** a poupança, pois totalizará um montante de R\$ 500,56.
- C** o CDB, pois totalizará um montante de R\$ 504,38.
- D** o CDB, pois totalizará um montante de R\$ 504,21.
- E** o CDB, pois totalizará um montante de R\$ 500,87.

33| ENEM 2011 Considere que uma pessoa decida investir uma determinada quantia e que lhe sejam apresentadas três possibilidades de investimento, com rentabilidades líquidas garantidas pelo período de um ano, conforme descritas:

Investimento A 3% ao mês

Investimento B: 36% ao ano

Investimento C: 18% ao semestre

As rentabilidades, para esses investimentos, incidem sobre o valor do período anterior. O quadro fornece algumas aproximações para a análise das rentabilidades:

n	$1,03^n$
3	1,093
6	1,194
9	1,305
12	1,426

Para escolher o investimento com a maior rentabilidade anual, essa pessoa deverá

- A** escolher qualquer um dos investimentos A, B ou C, pois as suas rentabilidades anuais são iguais a 36%.
- B** escolher os investimentos A ou C, pois suas rentabilidades anuais são iguais a 39%.
- C** escolher o investimento A, pois a sua rentabilidade anual é maior que as rentabilidades anuais dos investimentos B e C.
- D** escolher o investimento B, pois sua rentabilidade de 36% é maior que as rentabilidades de 3% do investimento A e de 18% do investimento C.
- E** escolher o investimento C, pois sua rentabilidade de 39% ao ano é maior que a rentabilidade de 36% ao ano dos investimentos A e B.

34| ENEM 2011 Uma pessoa aplicou certa quantia em ações. No primeiro mês, ela perdeu 30% do total do investimento e, no segundo mês, recuperou 20% do que havia perdido.

Depois desses dois meses, resolveu tirar o montante de R\$ 3800,00 gerado pela aplicação.

A quantia inicial que essa pessoa aplicou em ações corresponde ao valor de

- A R\$ 4222,22.
- B R\$ 4523,80.
- C R\$ 5.000,00.
- D R\$ 13.300,00.
- E R\$ 17.100,10.

35| ENEM 2010 — O Pantanal é um dos mais valiosos patrimônios naturais do Brasil. É a maior área úmida continental do planeta — com aproximadamente 210 mil km², sendo 140 mil km² em território brasileiro, cobrindo parte dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. As chuvas fortes são comuns nessa região. O equilíbrio desse ecossistema depende, basicamente, do fluxo

de entrada e saída de enchentes. As cheias chegam a cobrir até $\frac{2}{3}$ da área pantaneira.

Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Durante o período chuvoso, a área alagada pelas enchentes pode chegar a um valor aproximado de

- A 91,3 mil km².
- B 93,3 mil km².
- C 140 mil km².
- D 152,1 mil km².
- E 233,3 mil km².

36| ENEM 2010 Um dos grandes problemas da poluição dos mananciais (rios, córregos e outros) ocorre pelo hábito de jogar óleo utilizado em frituras nos encanamentos que estão interligados com o sistema de esgoto. Se isso ocorrer, cada 10 litros de óleo poderão contaminar 10 milhões (10⁷) de litros de água potável.

Manual de etiqueta. Parte integrante das revistas *Veja* (ed. 2055), *Cláudia* (ed. 555), *National Geographic* (ed. 93) e *Nova Escola* (ed. 208) (adaptado).

Suponha que todas as famílias de uma cidade descartem os óleos de frituras através dos encanamentos e consomem 1 000 litros de óleo em frituras por semana.

Qual seria, em litros, a quantidade de água potável contaminada por semana nessa cidade?

- A 102
- B 103
- C 104
- D 105
- E 109

37| ENEM 2010 — Em abril de 2009, o observatório espacial americano *Swift* captou um feixe de raios gama proveniente de uma explosão no espaço. Cientistas italianos e ingleses apresentaram conclusões de que as luzes captadas provêm do colapso de uma estrela ocorrido há 13 bilhões de anos, apenas 630 milhões de anos após o *Big Bang*, expansão súbita que originou o Universo. Batizada de GRB 090423, a estrela é o objeto celeste mais antigo já observado pelo homem.

Revista Veja. 4 nov. 2009 (adaptado).

Suponha uma escala de 0 h a 24 h e considere que o *Big Bang* ocorreu exatamente à 0 h. Desse modo, a explosão da estrela GRB 090423 teria ocorrido à(s)

- A 1,10 h.
- B 1,16 h.
- C 1,22 h.
- D 1,84 h.
- E 2,01 h.

38| ENEM 2010 — As Olimpíadas de 2016 serão realizadas na cidade do Rio de Janeiro. Uma das modalidades que trazem esperanças de medalhas para o Brasil é a natação. Aliás, a piscina olímpica merece uma atenção especial devido as suas dimensões. Piscinas olímpicas têm 50 metros de comprimento por 25 metros de largura.

Se a piscina olímpica fosse representada em uma escala de 1:100, ela ficaria com as medidas de

- A 0,5 centímetro de comprimento e 0,25 centímetro de largura.
- B 5 centímetros de comprimento e 2,5 centímetros de largura.
- C 50 centímetros de comprimento e 25 centímetros de largura.
- D 500 centímetros de comprimento e 250 centímetros de largura.
- E 200 centímetros de comprimento e 400 centímetros de largura.

39| ENEM 2010 — No monte de Cerro Armazones, no deserto de Atacama, no Chile, ficara o maior telescópio da superfície terrestre, o Telescópio Europeu Extremamente Grande (E-ELT). O E-ELT terá um espelho primário de 42 m de diâmetro, “o maior olho do mundo voltado para o céu”.

Disponível em: <http://www.estadao.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2010 (adaptado).

Ao ler esse texto em uma sala de aula, uma professora fez uma suposição de que o diâmetro do olho humano mede aproximadamente 2,1 cm.

Qual a razão entre o diâmetro aproximado do olho humano, suposto pela professora, e o diâmetro do espelho primário do telescópio citado?

- A 1 : 20
- B 1 : 100
- C 1 : 200
- D 1 : 1 000
- E 1 : 2 000

40| ENEM 2010

FONTES ALTERNATIVAS

Há um novo impulso para produzir combustível a partir de gordura animal. Em abril, a *High Plains Bioenergy* inaugurou uma biorrefinaria próxima a uma fábrica de processamento de carne suína em Guymon, Oklahoma. A refinaria converte a gordura do porco, juntamente com o óleo vegetal, em biodiesel. A expectativa da fábrica é transformar 14 milhões de quilogramas de banha em 112 milhões de litros de biodiesel.

Revista Scientific American. Brasil, ago. 2009 (adaptado).

Considere que haja uma proporção direta entre a massa de banha transformada e o volume de biodiesel produzido.

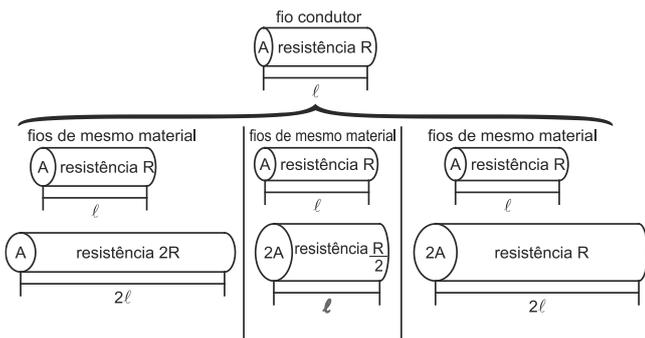
Para produzir 48 milhões de litros de biodiesel, a massa de banha necessária, em quilogramas, será de, aproximadamente,

- A 6 milhões.
- B 33 milhões.
- C 78 milhões.
- D 146 milhões.
- E 384 milhões.

41| ENEM 2010 A relação da resistência elétrica com as dimensões do condutor foi estudada por um grupo de cientistas por meio de vários experimentos de eletricidade. Eles verificaram que existe proporcionalidade entre:

- resistência (R) e comprimento (ℓ), dada a mesma secção transversal (A);
- resistência (R) e área da secção transversal (A), dado o mesmo comprimento (ℓ) e
- comprimento (ℓ) e área da secção transversal (A), dada a mesma resistência (R).

Considerando os resistores como fios, pode-se exemplificar o estudo das grandezas que influem na resistência elétrica utilizando as figuras seguintes.



Disponível em: <http://www.efeitojoule.com>. Acesso em: abr. 2010 (adaptado)

As figuras mostram que as proporcionalidades existentes entre resistência (R) e comprimento (ℓ), resistência (R) e área da secção transversal (A), e entre comprimento (ℓ) e área da secção transversal (A) são, respectivamente,

- A direta, direta e direta.
- B direta, direta e inversa.
- C direta, inversa e direta.
- D inversa, direta e direta.
- E inversa, direta e inversa.

42| ENEM 2010 – No dia 12 de janeiro de 2010, o governo da Venezuela adotou um plano de racionamento de energia que previa cortes no fornecimento em todo o país.

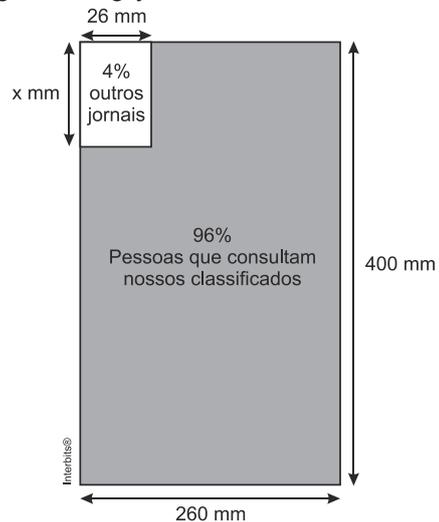
O ministro da energia afirmou que uma das formas mais eficazes de se economizar energia nos domicílios seria o uso de lâmpadas que consomem 20% menos da energia consumida por lâmpadas normais.

Disponível em: <http://www.bbc.co.uk>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Em uma residência, o consumo mensal de energia proveniente do uso de lâmpadas comuns é de 63 kWh. Se todas as lâmpadas dessa residência forem trocadas pelas lâmpadas econômicas, esse consumo passará a ser de, aproximadamente,

- A 9 kWh.
- B 11 kWh.
- C 22 kWh.
- D 35 kWh.
- E 50 kWh.

43| ENEM 2010 O jornal de certa cidade publicou em uma página inteira a seguinte divulgação de seu caderno de classificados.



Para que a propaganda seja fidedigna a porcentagem da área que aparece na divulgação, a medida do lado do retângulo que representa os 4%, deve ser de aproximadamente

- A 1 mm.
- B 10 mm.
- C 17 mm.
- D 160 mm.
- E 167 mm.

44| ENEM 2010 Um grupo de pacientes com Hepatite C foi submetido a um tratamento tradicional em que 40% desses pacientes foram completamente curados. Os pacientes que não obtiveram cura foram distribuídos em dois grupos de mesma quantidade e submetidos a dois tratamentos inovadores. No primeiro tratamento inovador, 35% dos pacientes foram curados e, no segundo, 45%.

Em relação aos pacientes submetidos inicialmente, os tratamentos inovadores proporcionaram cura de

- A 16%.
- B 24%.
- C 32%.
- D 48%.
- E 64%.

45| ENEM 2010 Um professor dividiu a lousa da sala de aula em quatro partes iguais. Em seguida, preencheu 75% dela com conceitos e explicações, conforme a figura seguinte.



Algum tempo depois, o professor apagou a lousa por completo e, adotando um procedimento semelhante ao anterior, voltou a preenchê-la, mas, dessa, vez, utilizando 40% do espaço dela.

Uma representação possível para essa segunda situação é

- A
- B
- C
- D
- E

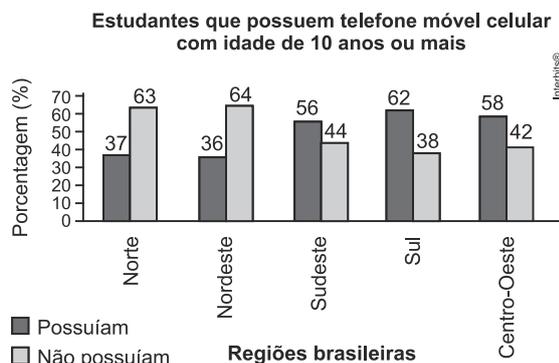
46| ENEM 2010 – Em março de 2010, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) reajustou os valores de bolsas de estudo concedidas a alunos de iniciação científica, que passaram a receber R\$ 360,00 mensais, um aumento de 20% com relação ao que era pago até então. O órgão concedia 29 mil bolsas de iniciação científica até 2009, e esse número aumentou em 48% em 2010.

O Globo, 11 mar. 2010.

Caso o CNPq decidisse não aumentar o valor dos pagamentos dos bolsistas, utilizando o montante destinado a tal aumento para incrementar ainda mais o número de bolsas de iniciação científica no país, quantas bolsas a mais que em 2009, aproximadamente, poderiam ser oferecidas em 2010?

- A 5,8 mil.
- B 13,9 mil.
- C 22,5 mil.
- D 51,5 mil.
- E 94,4 mil.

47| ENEM 2010 Os dados do gráfico foram coletados por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

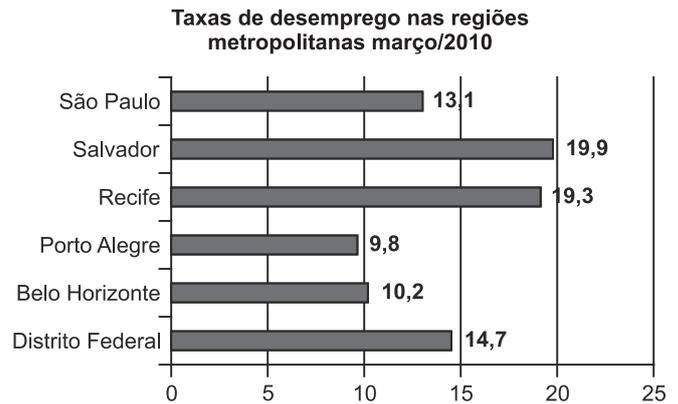


Fonte: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2010(adaptado).

Supondo-se que, no Sudeste, 14900 estudantes foram entrevistados nessa pesquisa, quantos deles possuíam telefone móvel celular?

- A 5513
- B 6556
- C 7450
- D 8344
- E 9536

48| ENEM 2010 Os dados do gráfico seguinte foram gerados a partir de dados colhidos no conjunto de seis regiões metropolitanas pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese).



Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Supondo que o total de pessoas pesquisadas na região metropolitana de Porto Alegre equivale a 250 000, o número de desempregados em março de 2010, nessa região, foi de

- A 24 500.
- B 25 000.
- C 220 500.
- D 223 000.
- E 227 500.

49| ENEM 2010 Uma empresa possui um sistema de controle de qualidade que classifica o seu desempenho financeiro anual, tendo como base o do ano anterior. Os conceitos são: **insuficiente**, quando o crescimento é menor que 1%; **regular**, quando o crescimento é maior ou igual a 1% e menor que 5%; **bom**, quando o crescimento é maior ou igual a 5% e menor que 10%; **ótimo**, quando é maior ou igual a 10% e menor que 20%; e **excelente**, quando é maior ou igual a 20%. Essa empresa apresentou lucro de R\$ 132 000,00 em 2008 e de R\$ 145 000,00 em 2009.

De acordo com esse sistema de controle de qualidade, o desempenho financeiro dessa empresa no ano de 2009 deve ser considerado

- A insuficiente.
- B regular.
- C bom.
- D ótimo.
- E excelente.

50| ENEM 2010 – Uma bióloga conduziu uma série de experimentos demonstrando que a cana-de-açúcar mantida em um ambiente com o dobro da concentração atual de CO₂ realiza 30% mais de fotossíntese e produz 30% mais de açúcar do que a que cresce sob a concentração normal de CO₂. Das câmaras que mantinham esse ar rico em gás carbônico, saíram plantas também mais altas e mais encorpadas, com 40% mais de biomassa.

Disponível em: <http://revistaspesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 26 set 2008.

Os resultados indicam que se pode obter a mesma produtividade de cana numa menor área cultivada. Nas condições apresentadas de utilizar o dobro da concentração de CO₂ no cultivo para dobrar a produção da biomassa da cana-de-açúcar, a porcentagem da área cultivada hoje deveria ser, aproximadamente,

- A 80%.
- B 100%.
- C 140%.
- D 160%.
- E 200%.

51| ENEM 2010 Em 2006, a produção mundial de etanol foi de 40 bilhões de litros e a de biodiesel, de 6,5 bilhões. Neste mesmo ano, a produção brasileira de etanol correspondeu a 43% da produção mundial, ao passo que a produção dos Estados Unidos da América, usando milho, foi de 45%.

Disponível em: planetasustentavel.abril.com. Acesso em: 02 maio 2009.

Considerando que, em 2009, a produção mundial de etanol seja a mesma de 2006 e que os Estados Unidos produzirão somente a metade de sua produção de 2006, para que o total produzido pelo Brasil e pelos Estados Unidos continue correspondendo a 88% da produção mundial, o Brasil deve aumentar sua produção em, aproximadamente,

- A 22,5%.
- B 50,0%.
- C 52,3%.
- D 65,5%.
- E 77,5%.

52| ENEM 2009 — Diante de um sanduíche e de uma porção de batatas fritas, um garoto, muito interessado na quantidade de calorias que pode ingerir em cada refeição, analisa os dados de que dispõe. Ele sabe que a porção de batatas tem 200 g, o que equivale a 560 calorias, e que o sanduíche tem 250 g e 500 calorias. Como ele deseja comer um pouco do sanduíche e um pouco das batatas, ele se vê diante da questão: “Quantos gramas de sanduíche e quantos gramas de batata eu posso comer para ingerir apenas as 462 calorias permitidas para esta refeição?”

Considerando que x e y representam, respectivamente, em gramas, as quantidades do sanduíche e das batatas que o garoto pode ingerir, assinale a alternativa correspondente à expressão algébrica que relaciona corretamente essas quantidades.

- A $2x + 2,8y = 462$
- B $2,8x + 2y = 462$
- C $1,8x + 2,3y = 1.060$
- D $\frac{1}{2}x + 0,4y = 462$
- E $0,4x + \frac{1}{2}y = 462$

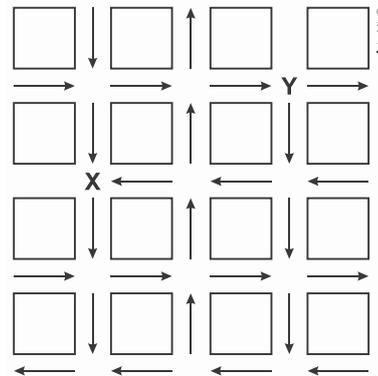
53| ENEM 2009 Segundo as regras da Fórmula 1, o peso mínimo do carro, de tanque vazio, com o piloto, é de 605 kg, e gasolina deve ter densidade entre 725 e 780 gramas por litro. Entre os circuitos nos quais ocorrem competições dessa categoria, o mais longo é *Spa-Francorchamps*, na Bélgica, cujo traçado tem 7 km de extensão. O consumo médio de um carro da Fórmula 1 é de 75 litros para cada 100 km.

Suponha que um piloto de uma equipe específica, que utiliza um tipo de gasolina com densidade de 750 g/L, esteja no circuito de *Spa-Francorchamps*, parado no box para reabastecimento. Caso ele pretenda dar mais 16 voltas, ao ser liberado para retornar à pista, seu carro deverá pesar, no mínimo,

- A 617 kg.
- B 668 kg.
- C 680 kg.
- D 689 kg.
- E 717 kg.

54| ENEM 2009 O mapa a seguir representa um bairro de determinada cidade, no qual as flechas indicam o sentido das mãos do tráfego.

Sabe-se que esse bairro foi planejado e que cada quadra representada na figura é um terreno quadrado, de lado igual a 200 metros.



Desconsiderando-se a largura das ruas, qual seria o tempo, em minutos, que um ônibus, em velocidade constante e igual a 40 km/h, partindo do ponto X, demoraria para chegar até o ponto Y?

- A 25 min.
- B 15 min.
- C 2,5 min.
- D 1,5 min.
- E 0,15 min.

55| ENEM 2009 A cisterna é um recipiente utilizado para armazenar água da chuva. Os principais critérios a serem observados para captação e armazenagem de água da chuva são: a demanda diária de água na propriedade; o índice médio de precipitação (chuva), por região, em cada período do ano; o tempo necessário para armazenagem; e a área de telhado necessária ou disponível para captação.

Para fazer o cálculo do volume de uma cisterna, deve-se acrescentar um adicional relativo ao coeficiente de evaporação. Na dificuldade em se estabelecer um coeficiente confiável, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sugere que sejam adicionados 10% ao volume calculado de água.

Desse modo, o volume, em m³, de uma cisterna é calculado por $V_c = V_d \times N_{dia}$, em que V_d = volume de demanda da água diária (m³), N_{dia} = número de dias de armazenagem, e este resultado deve ser acrescido de 10%.

Para melhorar a qualidade da água, recomenda-se que a captação seja feita somente nos telhados das edificações.

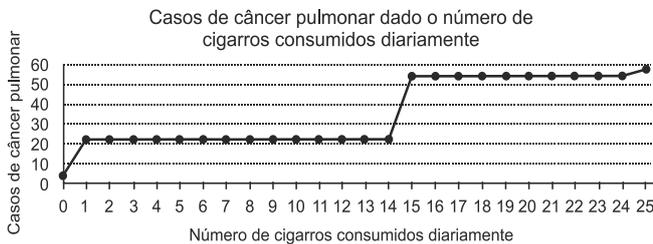
Considerando que a precipitação de chuva de 1 mm sobre uma área de 1 m² produz 1 litro de água, pode-se calcular a área de um telhado a fim de atender a necessidade de armazenagem da seguinte maneira: área do telhado (em m²) = volume da cisterna (em litros)/ precipitação.

Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br. Acesso em: 8 jun. 2009 (adaptado).

Para atender a uma demanda diária de 2.000 litros de água, com período de armazenagem de 15 dias e precipitação média de 110 mm, o telhado, retangular, deverá ter as dimensões mínimas de

- A 6 metros por 5 metros, pois assim teria uma área de 30 m².
- B 15 metros por 20 metros, pois assim teria uma área de 300 m².
- C 50 metros por 60 metros, pois assim teria uma área de 3.000 m².
- D 91 metros por 30 metros, pois assim teria uma área de 2.730m².
- E 110 metros por 30 metros, pois assim teria uma área de 3.300 m².

56| ENEM 2009 A suspeita de que haveria uma relação causal entre tabagismo e câncer de pulmão foi levantada pela primeira vez a partir de observações clínicas. Para testar essa possível associação, foram conduzidos inúmeros estudos epidemiológicos. Dentre esses, houve o estudo do número de casos de câncer em relação ao número de cigarros consumidos por dia, cujos resultados são mostrados no gráfico a seguir.



Centers for Disease Control and Prevention CDC-EIS Summer Course – 1992 (adaptado).

De acordo com as informações do gráfico,

- A** o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas inversamente proporcionais.
- B** o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas que não se relacionam.
- C** o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas diretamente proporcionais.
- D** uma pessoa não fumante certamente nunca será diagnosticada com câncer de pulmão.
- E** o consumo diário de cigarros e o número de casos de câncer de pulmão são grandezas que estão relacionadas, mas sem proporcionalidade.

57| ENEM 2009 A música e a matemática se encontram na representação dos tempos das notas musicais, conforme a figura seguinte.

Semibreve		1
Mínima		1/2
Semínima		1/4
Colcheia		1/8
Semicolcheia		1/16
Fusa		1/32
Semifusa		1/64

Um compasso é uma unidade musical composta por determinada quantidade de notas musicais em que a soma das durações coincide com a fração indicada como fórmula do compasso. Por exemplo, se a fórmula de compasso for $\frac{1}{2}$ poderia ter um compasso ou com duas semínimas ou uma mínima ou quatro colcheias, sendo possível a combinação de diferentes figuras.

Um trecho musical de oito compassos, cuja fórmula é $\frac{3}{4}$, poderia ser preenchido com

- A** 24 fusas.
- B** 3 semínimas.
- C** 8 semínimas.
- D** 24 colcheias e 12 semínimas.
- E** 16 semínimas e 8 semicolcheias.

58| ENEM 2009 Uma escola lançou uma campanha para seus alunos arrecadarem, durante 30 dias, alimentos não perecíveis para doar a uma comunidade carente da região.

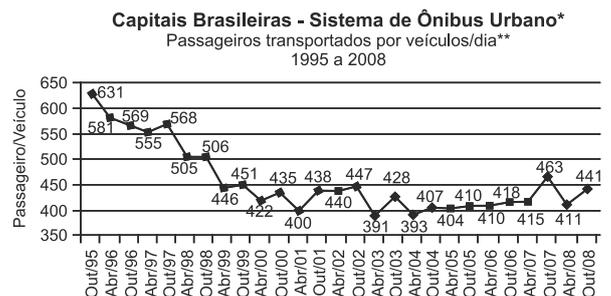
Vinte alunos aceitaram a tarefa e nos primeiros 10 dias trabalharam 3 horas diárias, arrecadando 12 kg de alimentos por dia. Animados com os resultados, 30 novos alunos somaram-se ao grupo, e passaram a trabalhar 4 horas por dia nos dias seguintes até o término da campanha.

Admitindo-se que o ritmo de coleta tenha se mantido constante, a quantidade de alimentos arrecadados ao final do prazo estipulado seria de

- A** 920 kg.
- B** 800 kg.
- C** 720 kg.
- D** 600 kg.
- E** 570 kg.

59| ENEM 2009 Dados da Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos (ANTU) mostram que o número de passageiros transportados mensalmente nas principais regiões metropolitanas do país vem caindo sistematicamente. Eram 476,7 milhões de passageiros em 1995, e esse número caiu para 321,9 milhões em abril de 2001. Nesse período, o tamanho da frota de veículos mudou pouco, tendo no final de 2008 praticamente o mesmo tamanho que tinha em 2001.

O gráfico a seguir mostra um índice de produtividade utilizado pelas empresas do setor, que é a razão entre o total de passageiros transportados por dia e o tamanho da frota de veículos.



*São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Porto Alegre, Salvador, Fortaleza, Curitiba e Goiânia.
** Passagem total mensal/frota/25

Disponível em: <http://www.ntu.org.br>. Acesso em 16 jul. 2009 (adaptado).

Supondo que as frotas totais de veículos naquelas regiões metropolitanas em abril de 2001 e em outubro de 2008 eram do mesmo tamanho, os dados do gráfico permitem inferir que o total de passageiros transportados no mês de outubro de 2008 foi aproximadamente igual a

- A** 355 milhões.
- B** 400 milhões.
- C** 426 milhões.
- D** 441 milhões.
- E** 477 milhões.

60| ENEM 2009 – Um comerciante contratou um novo funcionário para cuidar das vendas. Combinou pagar a essa pessoa R\$ 120,00 por semana, desde que as vendas se mantivessem em torno dos R\$ 600,00 semanais e, como um estímulo, também propôs que na semana na qual ele vendesse R\$ 1.200,00, ele receberia R\$ 200,00, em vez de R\$ 120,00.

Ao término da primeira semana, esse novo funcionário conseguiu aumentar as vendas para R\$ 990,00 e foi pedir ao seu patrão um aumento proporcional ao que conseguiu aumentar nas vendas.

O patrão concordou e, após fazer algumas contas, pagou ao funcionário a quantia de

- A R\$ 160,00.
- B R\$ 165,00.
- C R\$ 172,00.
- D R\$ 180,00.
- E R\$ 198,00.

61| ENEM 2009 Uma resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) estabeleceu a obrigatoriedade de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado nos postos.

A exigência é que, a partir de 1.º de julho de 2009, 4% do volume da mistura final seja formada por biodiesel. Até junho de 2009, esse percentual era de 3%. Essa medida estimula a demanda de biodiesel, bem como possibilita a redução da importação de diesel de petróleo.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 12 jul. 2009 (adaptado).

Estimativas indicam que, com a adição de 4% de biodiesel ao diesel, serão consumidos 925 milhões de litros de biodiesel no segundo semestre de 2009. Considerando-se essa estimativa, para o mesmo volume da mistura final diesel/biodiesel consumida no segundo semestre de 2009, qual seria o consumo de biodiesel com a adição de 3%?

- A 27,75 milhões de litros.
- B 37,00 milhões de litros.
- C 231,25 milhões de litros.
- D 693,75 milhões de litros.
- E 888,00 milhões de litros.

62| ENEM 2009 – Os calendários usados pelos diferentes povos da Terra são muito variados. O **calendário islâmico**, por exemplo, é lunar, e nele cada mês tem sincronia com a fase da lua. O **calendário maia** segue o ciclo de Vênus, com cerca de 584 dias, e cada 5 ciclos de Vênus corresponde a 8 anos de 365 dias da Terra.

MATSUURA, Oscar. *Calendários e o fluxo do tempo*. Scientific American Brasil. Disponível em: <http://www.uol.com.br>. Acesso em: 14 out. 2008 (adaptado).

Quantos ciclos teria, em Vênus, um período terrestre de 48 anos?

- A 30 ciclos.
- B 40 ciclos.
- C 73 ciclos.
- D 240 ciclos.
- E 384 ciclos.

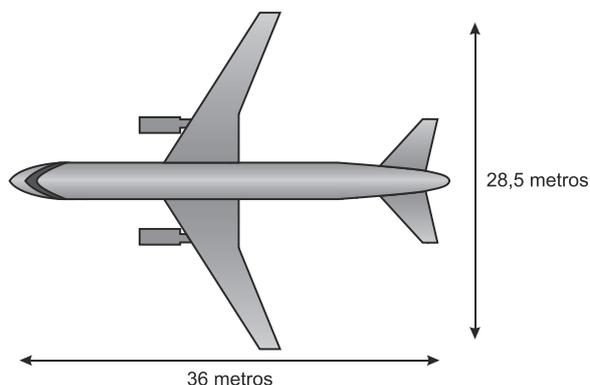
63| ENEM 2009 – Pneus usados geralmente são descartados de forma inadequada, favorecendo a proliferação de insetos e roedores e provocando sérios problemas de saúde pública. Estima-se que, no Brasil, a cada ano, sejam descartados 20 milhões de pneus usados. Como alternativa para dar uma destinação final a esses pneus, a Petrobras, em sua unidade de São Mateus do Sul, no Paraná, desenvolveu um processo de obtenção de combustível a partir da mistura dos pneus com xisto. Esse procedimento permite, a partir de uma tonelada de pneu, um rendimento de cerca de 530 kg de óleo.

Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 3 out. 2008 (adaptado).

Considerando que uma tonelada corresponde, em média, a cerca de 200 pneus, se todos os pneus descartados anualmente fossem utilizados no processo de obtenção de combustível pela mistura com xisto, seriam então produzidas

- A 5,3 mil toneladas de óleo.
- B 53 mil toneladas de óleo.
- C 530 mil toneladas de óleo.
- D 5,3 milhões de toneladas de óleo.
- E 530 milhões de toneladas de óleo.

64| ENEM 2009 A figura a seguir mostra as medidas reais de uma aeronave que será fabricada para utilização por companhias de transporte aéreo. Um engenheiro precisa fazer o desenho desse avião em escala de 1:150.



Para o engenheiro fazer esse desenho em uma folha de papel, deixando uma margem de 1 cm em relação às bordas da folha, quais as dimensões mínimas, em centímetros, que essa folha deverá ter?

- A 2,9 cm × 3,4 cm.
- B 3,9 cm × 4,4 cm.
- C 20 cm × 25 cm.
- D 21 cm × 26 cm.
- E 192 cm × 242 cm.

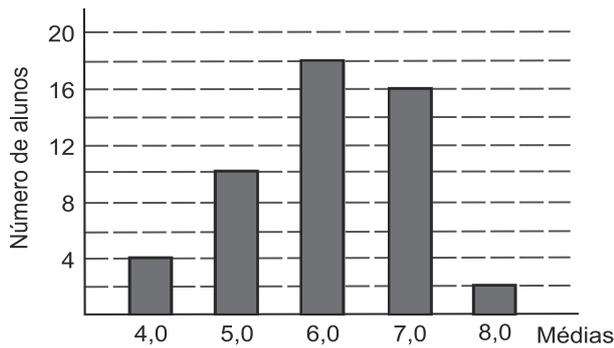
65| ENEM 2009 – A empresa SWK produz um determinado produto x, cujo custo de fabricação é dado pela equação de uma reta crescente, com inclinação dois e de variável x. Se não tivermos nenhum produto produzido, a despesa fixa é de R\$ 7,00 e a função venda de cada unidade x é dada por

$$-2x^2 + 229,76x - 441,84.$$

Tendo em vista uma crise financeira, a empresa fez algumas demissões. Com isso, caiu em 12% o custo da produção de cada unidade produzida. Nessas condições, a função lucro da empresa pode ser expressa como

- A $L(x) = -2x^2 + 228x - 448,00$
- B $L(x) = -2x^2 + 227,76x - 448,84$
- C $L(x) = -2x^2 + 228x - 441,84$
- D $L(x) = -2x^2 + 229,76x - 441,84$
- E $L(x) = -2x^2 + 227,76x - 448,96$

66| ENEM 2009 – Considere que as médias finais dos alunos de um curso foram representadas no gráfico a seguir.



Sabendo que a média para aprovação nesse curso era maior ou igual a 6,0, qual foi a porcentagem de alunos aprovados?

- A 18%
- B 21%
- C 36%
- D 50%
- E 72%

67| ENEM 2009 – A taxa anual de desmatamento na Amazônia é calculada com dados de satélite, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de 1º de agosto de um ano a 31 de julho do ano seguinte. No mês de julho de 2008, foi registrado que o desmatamento acumulado nos últimos 12 meses havia sido 64% maior do que no ano anterior, quando o INPE registrou 4.974 km² de floresta desmatada. Nesses mesmos 12 meses acumulados, somente o estado de Mato Grosso foi responsável por, aproximadamente, 56% da área total desmatada na Amazônia.

Jornal O Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br>. Acesso em: 30 ago. 2008 (adaptado).

De acordo com os dados, a área desmatada sob a responsabilidade do estado do Mato Grosso, em julho de 2008, foi

- A inferior a 2.500 km².
- B superior a 2.500 km² e inferior a 3.000 km².
- C superior a 3.000 km² e inferior a 3.900 km².
- D superior a 3.900 km² e inferior a 4.700 km².
- E superior a 4.700 km².

68| ENEM 2009 João deve 12 parcelas de R\$ 150,00 referentes ao cheque especial de seu banco e cinco parcelas de R\$ 80,00 referentes ao cartão de crédito. O gerente do banco lhe ofereceu duas parcelas de desconto no cheque especial, caso João quitasse esta dívida imediatamente ou, na mesma condição, isto é, quitação imediata, com 25% de desconto na dívida do cartão. João também poderia renegociar suas dívidas em 18 parcelas mensais de R\$ 125,00. Sabendo desses termos, José, amigo de João, ofereceu-lhe emprestar o dinheiro que julgasse necessário pelo tempo de 18 meses, com juros de 25% sobre o total emprestado.

A opção que dá a João o menor gasto seria

- A renegociar suas dívidas com o banco.
- B pegar emprestado de José o dinheiro referente à quitação das duas dívidas.
- C recusar o empréstimo de José e pagar todas as parcelas pendentes nos devidos prazos.
- D pegar emprestado de José o dinheiro referente à quitação do cheque especial e pagar as parcelas do cartão de crédito.
- E pegar emprestado de José o dinheiro referente à quitação do cartão de crédito e pagar as parcelas do cheque especial.

69| ENEM 2009 – A cada ano, a Amazônia Legal perde, em média, 0,5% de suas florestas. O percentual parece pequeno, mas equivale a uma área de quase 5 mil quilômetros quadrados. Os cálculos feitos pelo Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia (Imazon) apontam um crescimento de 23% na taxa de destruição da mata em junho de 2008, quando comparado ao mesmo mês do ano 2007. Aproximadamente 612 quilômetros quadrados de floresta foram cortados ou queimados em quatro semanas. Nesse ritmo, um hectare e meio (15 mil metros quadrados ou pouco mais de um campo de futebol) da maior floresta tropical do planeta é destruído a cada minuto. A tabela abaixo mostra dados das áreas destruídas em alguns Estados brasileiros.

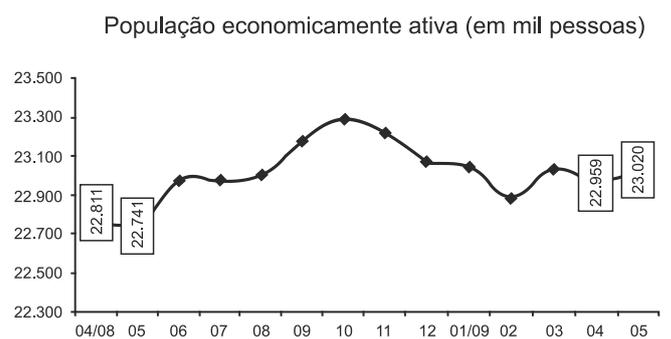
Estado	Agosto/2006 a junho/2007 (km²)	Agosto/2007 a junho/2008 (km²)	Varição
Acre	13	23	77%
Amazonas	146	153	5%
Mato Grosso	2.436	2.074	-14%
Pará	1.322	1.936	46%
Rondônia	381	452	19%
Roraima	65	84	29%
Tocantins	6	29	383%
Total	4.370	4.754	9%

Correio Braziliense, 29 jul. 2008.

Supondo a manutenção desse ritmo de desmatamento nesses Estados, o total desmatado entre agosto de 2008 e junho de 2009, em valores aproximados, foi

- A inferior a 5.000 km².
- B superior a 5.000 km² e inferior a 6.000 km².
- C superior a 6.000 km² e inferior a 7.000 km².
- D superior a 7.000 km² e inferior a 10.000 km².
- E superior a 10.000 km².

70| ENEM 2009 O gráfico a seguir mostra a evolução, de abril de 2008 a maio de 2009, da população economicamente ativa para seis Regiões Metropolitanas pesquisadas.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Mensal de Emprego.

Disponível em: www.ibge.gov.br.

Considerando que a taxa de crescimento da população economicamente ativa, entre 05/09 e 06/09, seja de 4%, então o número de pessoas economicamente ativas em 06/09 será igual a

- A 23.940.
- B 32.228.
- C 920.800.
- D 23.940.800.
- E 32.228.000.

