

# SIMULADO ENEM 2022 – ABRIL

PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS  
PROVA DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS



2º DIA

**ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

**Os anjos repousam nas penas brilhantes**

## LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE:

1. Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 91 a 180, dispostas da seguinte maneira:
  - a) questões de número 91 a 135, relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
  - b) questões de número 136 a 180, relativas à área de Matemática e suas Tecnologias.
2. Confira se a quantidade e a ordem das questões do seu CADERNO DE QUESTÕES estão de acordo com as instruções anteriores. Caso o caderno esteja incompleto, tenha defeito ou apresente qualquer divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
3. Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções. Apenas uma responde corretamente à questão.
4. O tempo disponível para estas provas é de **cinco horas**.
5. Reserve tempo suficiente para preencher o CARTÃO-RESPOSTA.
6. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
7. Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
8. Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e **NÃO** poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES.

**CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

**Questões de 91 a 135**

**Questão 91** enem2022

Uma das formas mais interessantes de se preparar uma boa xícara de café é utilizar uma estrutura chamada de cafeteria globinho, criada e patenteada em 1930 na Alemanha, que se assemelha a equipamentos de laboratórios, como se pode ver na figura a seguir.



Nesse mecanismo, a água quente é adicionada no recipiente inferior, onde sofrerá um novo aquecimento pela fonte de calor. No meio da máquina, há um compartimento para se colocar o café em pó e que também serve de ligação entre a parte inferior e superior. A água quente então irá subir, passando pelo pó, e depositando o café coado no recipiente superior.

Disponível em: [www.armazemdocafe.com.br](http://www.armazemdocafe.com.br). Acesso em: 15 mar. 2021.

O movimento ascendente da água para a parte superior do globo pode ser justificado pela alteração no(a)

- A** quantidade de matéria.
- B** capacidade térmica.
- C** densidade da água.
- D** pressão interna.
- E** volume.

**Questão 92** enem2022

O Comitê Organizador das Olimpíadas no Rio em 2016 admitiu erro no tratamento da água do Parque Aquático Maria Lenk, no Parque Olímpico. A água da piscina de saltos ornamentais apareceu verde nas provas desta terça-feira (9/8/2016). A Federação Internacional de Natação informou que produtos químicos do reservatório de água vazaram para a piscina e, como resultado, o pH da água estava fora do valor habitual, fazendo com que houvesse a descoloração.

Disponível em: [www.olimpiadas.uol.com.br](http://www.olimpiadas.uol.com.br). Acesso em: 13 maio 2019 (adaptado).

Sabendo que o pH ideal da água de uma piscina se encontra entre 7,2 e 7,6, para verificar qualitativamente se esse pH está adequado, é possível fazer um teste

- A** utilizando um indicador ácido-base que tenha ponto de viragem próximo ao valor do pH adequado.
- B** para medir a condutividade elétrica da água da piscina, uma vez que quanto maior a quantidade de sais, maior o pH.
- C** adicionando certa quantidade de base a uma amostra da água, uma vez que o ácido presente na água reagiria com a base formando um sal insolúvel.
- D** para medir a turbidez da água, uma vez que qualquer alteração no valor normal do pH da água faz com que tal parâmetro tenha seu valor alterado.
- E** para medir a densidade da água, uma vez que águas muito ácidas ou muito básicas, pelo excesso de contaminantes, têm densidade bem maior que a água em condições normais.

**Questão 93** enem2022

Pesquisadores projetaram e sintetizaram uma pequena molécula capaz de inibir a atividade das proteínas SLK e STK10, que são quinases similares. A atividade dessas enzimas está ligada à regulação de processos como crescimento, diferenciação, migração e morte celular. O novo inibidor deve ajudar os cientistas a explorar o papel dessas quinases, consideradas alvos-chave para o desenvolvimento de novos medicamentos.

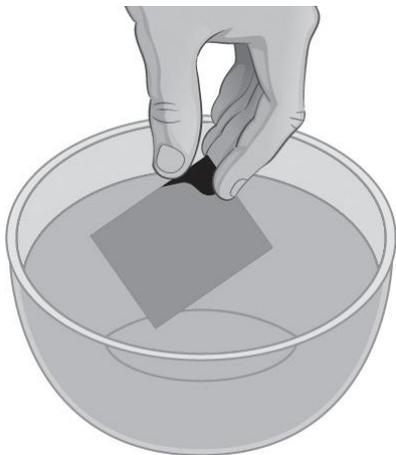
Disponível em: [www.agencia.fapesp.br](http://www.agencia.fapesp.br). Acesso em: 22 out. 2021 (adaptado).

Qual a doença cujos pacientes apresentariam, possivelmente, uma melhora de seu estado de saúde com a utilização desse novo inibidor?

- A** Câncer
- B** Ascaridíase
- C** Osteoporose
- D** Febre amarela
- E** Hipertireoidismo

Questão 94 enem2022

O arco-íris é um fenômeno que pode ser facilmente recriado. Para isso, pode-se utilizar um recipiente transparente contendo água, um espelho e luz solar, conforme mostrado na figura.



Nesse experimento, o arco-íris é formado porque o espelho possibilita que ocorra a

- A decomposição dos raios de luz em diferentes cores.
- B difração dos raios de luz após sofrerem refração pela água.
- C reflexão dos raios de luz após sofrerem refração pela água.
- D refração dos raios de luz após sofrerem reflexão pela água.
- E refração dos raios de luz após sofrerem interferência pela água.

Questão 95 enem2022

Pesquisadores desenvolveram um modelo de curativo nanotecnológico para o tratamento de feridas. A estratégia foi combinar materiais biodegradáveis com curcumina, substância extraída do açafrão-da-terra que apresenta várias propriedades medicinais, como atividade bactericida, antioxidante e anti-inflamatória. O curativo possibilita a liberação lenta de compostos bioativos para tratamento de queimaduras e úlceras, por exemplo.

Disponível em: [www.agencia.fapesp.br](http://www.agencia.fapesp.br). Acesso em: 22 out. 2021 (adaptado).

Na terapêutica de ferimentos cutâneos, os compostos bioativos do curativo atuam

- A ativando o sistema imunológico do hospedeiro.
- B induzindo uma reação inflamatória exacerbada.
- C removendo toxinas bacterianas no local dos ferimentos.
- D combatendo a penetração de bactérias nas lesões cutâneas.
- E estimulando o processo de envelhecimento da pele lesionada.

Questão 96 enem2022

O *laser* de rubi é um *laser* com comprimento de onda de 694 nm que pode ter pulso curto ou mais longo. Recebe este nome porque a matriz que gera o *laser* é realmente um rubi. Esse *laser* tem alta afinidade com os pigmentos da pele, e hoje é muito utilizado, portanto, para remoção de tatuagens. O *laser* de rubi produz uma luz vermelha com grande quantidade de energia em um tempo extremamente curto, que é absorvida somente pela melanina ou pelo pigmento da tatuagem. Essa rapidez é importante para impedir a formação de um calor destrutivo que queime a pele ou danifique a sua estrutura.

Disponível em: [www.minhavidia.com.br](http://www.minhavidia.com.br). Acesso em: 6 jun. 2019 (adaptado).

A emissão dessa luz se dá pelos elétrons dos íons

- A positivos presentes que, uma vez excitados, saltam para camadas mais internas, emitindo fótons.
- B positivos presentes que, uma vez excitados, saltam para camadas mais externas, emitindo fótons.
- C negativos presentes que, uma vez excitados, saltam para camadas mais externas, emitindo fótons.
- D positivos presentes que, uma vez excitados, saltam para camadas mais externas e retornam para o estado fundamental, emitindo fótons.
- E negativos presentes que, uma vez excitados, saltam para camadas mais internas e retornam para o estado fundamental, emitindo fótons.

Questão 97 enem2022

A tetrodotoxina é a principal neurotoxina encontrada nos baiacus. O peixe não produz a substância – ele a armazena após a ingestão de certas bactérias, que são a fonte da toxina, usando-a como defesa contra predadores. Em países em que a carne do baiacu é consumida, estima-se que ocorram algumas centenas de acidentes fatais por ano. Experimentos *in vitro* demonstraram que essa toxina se liga com alta afinidade aos canais de sódio, obstruindo o poro do canal.

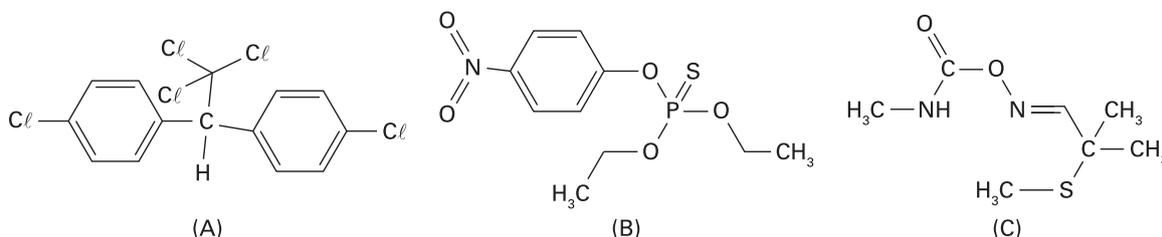
Considerando os dados obtidos nos experimentos, qual o mecanismo de ação dessa toxina no organismo humano?

- A Rompe a bainha de mielina que envolve os axônios de neurônios, dificultando a transmissão de impulso elétrico.
- B Interrompe a síntese de neurotransmissores, levando ao colapso das funções neurológicas.
- C Bloqueia a despolarização do neurônio, impossibilitando a transmissão do impulso nervoso.
- D Provoca a elevação exagerada da pressão arterial, desencadeando problemas cardíacos.
- E Obstrui a fenda sináptica, impedindo o fluxo de neurotransmissores para a célula pós-sináptica.

**Questão 98**

enem2022

Um dos maiores problemas dos centros urbanos é a falta de planejamento adequado para o saneamento básico, gerando problemas como a proliferação de animais infecciosos. Uma das medidas encontradas para tentar evitar que esses vetores tragam mais problemas é a utilização de pesticidas que, além de afetarem os insetos, afetam também as pessoas e o meio ambiente. Os pesticidas são compostos químicos sintéticos, geralmente organoclorados, organofosforados e carbamatos. São compostos cuja função é matar diretamente um organismo ou interferir no seu metabolismo.



Fórmula estrutural de pesticidas: (A) DDT [organoclorados], (B) paration [organofosforados], (C) Aldicarb [carbamatos]

Disponível em: [www.quimica.ufpr.br](http://www.quimica.ufpr.br). Acesso em: 5 dez. 2020 (adaptado).

Uma alternativa à utilização de pesticidas que possibilita a diminuição dos impactos ambientais é a aplicação de agentes menos nocivos ao meio ambiente. Essas espécies devem apresentar, diferentemente dos pesticidas organoclorados,

- A** alta estabilidade química.
- B** baixa solubilidade em água.
- C** afinidade a compostos orgânicos.
- D** reatividade com espécies apolares.
- E** baixa acumulação no tecido adiposo.

**Questão 99**

enem2022

Não é toda infecção que causa a sepse. Na verdade, a maioria das invasões de bactérias no organismo é repelida com relativa facilidade pelo sistema imunológico. [...] Na sepse, já está claro há mais de uma década que o grande problema não é a infecção em si, mas a resposta imunológica exagerada, que não só fracassa em conter as bactérias invasoras como se espalha pelo corpo de forma generalizada e provoca falência múltipla dos órgãos.

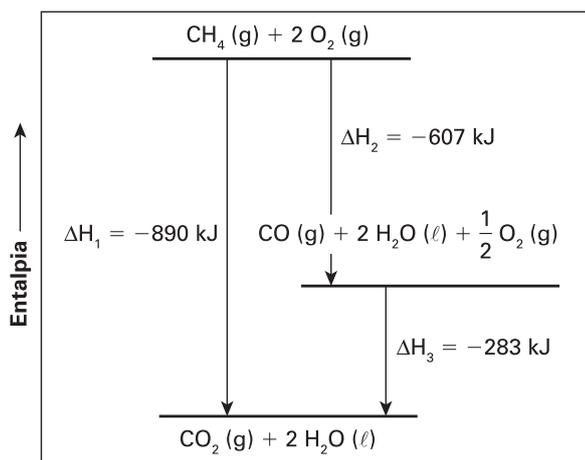
NOGUEIRA, S. Quando o organismo se destrói. *Revista Pesquisa FAPESP*. São Paulo, 2012. Disponível em: [www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br). Acesso em: 18 abr. 2019.

Com base no texto, entende-se que a sepse se desenvolve a partir de

- A** diferentes contaminações virais resistentes ao antibiótico aplicado.
- B** infecções em decorrência do contato do organismo com os antígenos.
- C** infecções em que há ativação de células de defesa em determinada região do corpo.
- D** leucócitos, que são um tipo de linfócito, cuja principal função é a produção de anticorpos.
- E** respostas do sistema imunológico, em que há ativação excessiva de células como monócitos e macrófagos.

Questão 100 enem2022

A variação de entalpia total para o processo é independente do número de etapas ou da natureza particular pela qual a reação é executada. A lei de Hess fornece um meio útil de se calcular as variações de energia que são difíceis de medir diretamente. Em muitos casos, acontecerá de uma dada reação ser alcançada por mais de um conjunto gradual de equações. Por exemplo, a reação do metano ( $\text{CH}_4$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ) para formar  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .



Disponível em: [www.cesadufs.com.br](http://www.cesadufs.com.br). Acesso em: 5 dez. 2020 (adaptado).

A reação do metano com o oxigênio, representada na ilustração, envolve a

- A** oxidação do  $\text{CO}$  a  $\text{CO}_2$ , processo que libera mais energia do que efetivamente absorve.
- B** variação da quantidade de energia  $\Delta H_1$ , que equivale à diferença entre os valores  $\Delta H_2$  e  $\Delta H_3$ .
- C** redução do metano por meio de um processo que ocorre com a absorção de calor do ambiente.
- D** combustão incompleta do metano, que libera mais energia que a reação de combustão completa.
- E** liberação de energia pela combustão de  $\text{CH}_4$ , que equivale ao produto das entalpias das demais reações.

Questão 101 enem2022

Quem passa pela Paulista – uma das avenidas de maior circulação de São Paulo e do país – se expõe à poluição ambiental mais debatida nos últimos 20 anos: a eletromagnética. [...] o campo eletromagnético emitido por antenas de TV, de celular e rádio provoca interferência em aparelhos eletroeletrônicos – de marca-passos e válvulas cardíacas a rádios e computadores – e ainda pode afetar plantas, animais e até o homem. Para os mais precavidos (ou mesmo preocupados), uma série de novos produtos vêm apostando na tecnologia para fugir dela. A gaiola de Faraday é uma construção de metal que funciona como escudo contra as ondas eletromagnéticas.

Disponível em: [www1.folha.uol.com.br](http://www1.folha.uol.com.br). Acesso em: 20 jan. 2019.

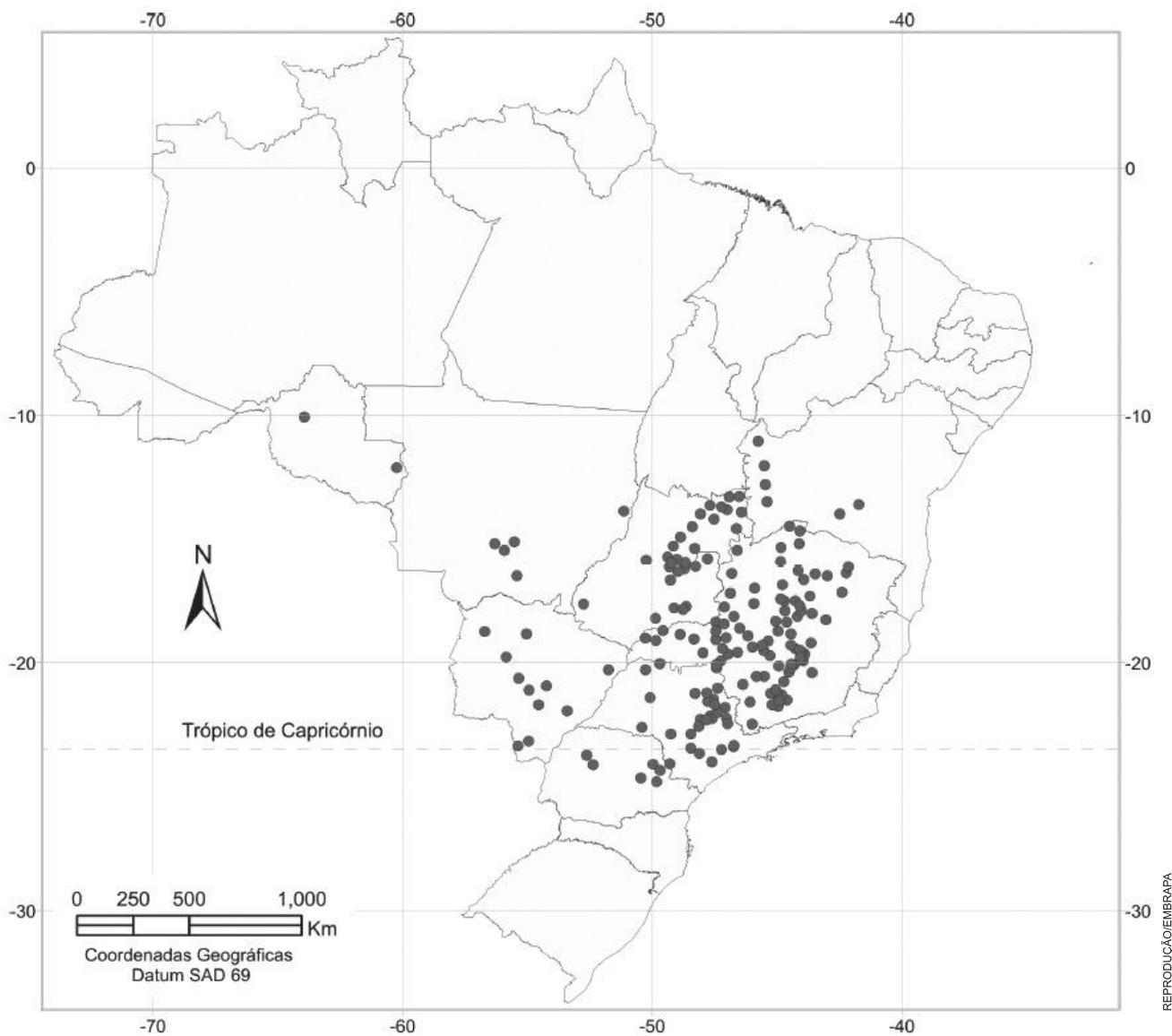
Essa construção de metal pode minimizar os efeitos negativos das ondas eletromagnéticas no meio ambiente porque

- A** possibilita a formação de um campo elétrico, mas impede a indução de campos magnéticos.
- B** funciona como uma forma de blindagem eletrostática, impedindo a formação de campos magnéticos.
- C** funciona como uma forma de blindagem eletrostática, impedindo a formação de campos elétricos.
- D** permite a formação de um campo elétrico somente em seu interior.
- E** atua como um meio para a indução de campos magnéticos.

**Questão 102**

enem2022

[...] é arbustiva (arbusto) a arbórea (arvoreta a árvore), de comportamento semidecíduo de mudança foliar. As árvores maiores atingem dimensões próximas a 11 m de altura e 83 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo) na idade adulta. [...] Tronco: é tortuoso. O fuste é curto, atingindo no máximo 5 m de comprimento. [...] ocorre, naturalmente, em solo de fertilidade química baixa. A constituição de tais solos é de arenito, cretáceos e quartzitos estratificados com camadas de barro e areia cimentados, com acidez elevada e o pH muito baixo, cerca de 4,5 a 5. Contudo, essa espécie não acumula alumínio nas suas folhas.



Pontos indicam a distribuição da espécie no Brasil.

Com base na descrição do texto e nas informações mostradas no mapa, a espécie vegetal é típica do bioma

- A** Costeiro.
- B** Cerrado.
- C** Caatinga.
- D** Campos Sulinos.
- E** Floresta Amazônica.

**Questão 103** enem2022

A roda de determinado carro possui raio externo, considerando os pneus, de 30 cm. O usuário desse carro decide trocar os pneus das quatro rodas, mas inadvertidamente escolhe um pneu com especificações técnicas diferentes daquelas sugeridas pelo fabricante.

Após a troca dos pneus, o diâmetro externo da roda do carro passou para um valor de 64 cm. Uma consequência dessa troca do ponto de vista cinemático é o fato de que a marcação do velocímetro, inicialmente bem calibrado, será diferente da velocidade real do carro.

Viajando em uma estrada cuja velocidade máxima é de 80 km/h, o motorista dirige a uma velocidade que faz a marcação do velocímetro ser exatamente 80 km/h. Sabe-se ainda que, caso o motorista exceda a velocidade máxima da pista em, pelo menos, 10%, então ele será multado por excesso de velocidade.

Considerando a mudança dos pneus e o fato de o motorista dirigir com o velocímetro marcando exatamente 80 km/h, se ele passar por um radar nessa estrada, ele

- A** deverá ser multado, pois sua velocidade real será de 85,3 km/h.
- B** não deverá ser multado, pois sua velocidade real será de 85,3 km/h.
- C** não deverá ser multado, pois sua velocidade será de 80 km/h.
- D** não deverá ser multado, pois sua velocidade real será 75 km/h.
- E** não deverá ser multado, pois sua velocidade será de 37,5 km/h.

**Questão 104** enem2022

Em poucos segundos, a encosta verde de 87 metros de altura, que sustentava 11,7 milhões de toneladas de rejeito de minério de ferro, cedeu e se transformou em uma onda marrom densa. Tinha mais de 300 metros de comprimento e, em alguns pontos, até 20 metros de altura. Segundo o Corpo de Bombeiros, a velocidade inicial era de 80 quilômetros por hora. “A onda veio muito rápido. Mas também parecia que estava em câmera lenta. É algo muito estranho, não consigo explicar”, fala Ana Paula, mãe de uma menina de 8 anos e um menino de 3 anos.

ROSSI, A. **Tragédia em Brumadinho**: a funcionária da Vale que alertou sobre o desastre pelo rádio e fugiu de ré em caminhão com 90 toneladas. Disponível em: [www.bbc.com](http://www.bbc.com). Acesso em: 22 fev. 2019.

A propriedade da lama que está diretamente relacionada à percepção relatada por Ana Paula sobre a onda de rejeitos que atingiu Brumadinho é a

- A** densidade.
- B** viscosidade.
- C** maleabilidade.
- D** ductibilidade.
- E** impenetrabilidade.

**Questão 105** enem2022

Em localidades em que o inverno é muito rigoroso, caminhar pelos campos nevados não é muito fácil. Esta dificuldade é gerada em razão de o chão apresentar um comportamento sólido quando é pisado, fazendo com que o pé afunde nessa superfície. Diante dessa dificuldade de locomoção, foi criado o esqui, que nada mais é que um par de lâminas com aproximadamente dois metros de comprimento e 8 cm de largura e que permite o deslizamento das pessoas sobre a neve.



Disponível em: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com). Acesso em: 14 dez. 2020.

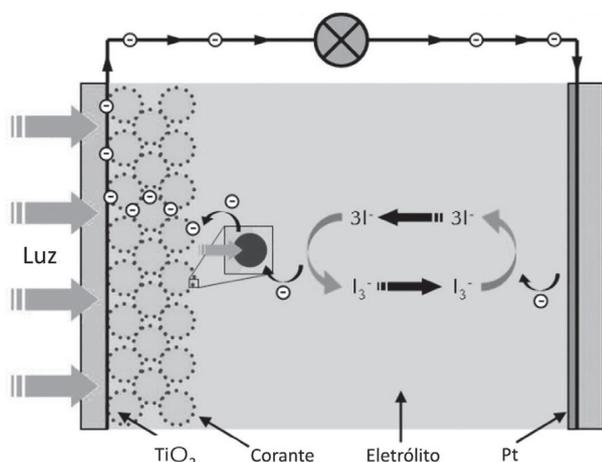
A utilização de esquis em terrenos como o da imagem é vantajosa devido ao(à)

- A** aumento do coeficiente de atrito com o solo, facilitando a aderência com a neve.
- B** aumento da força normal por parte da pessoa, gerando uma menor pressão no solo.
- C** distribuição da pressão uniforme por todos os pontos do esqui, diminuindo a ação da força peso.
- D** pressão exercida por uma pessoa que está de esqui ser menor do que se ela estivesse de sapatos.
- E** queda da densidade específica de uma pessoa quando está de esqui em relação a outros calçados na neve.

**Questão 106** enem2022

No cenário de busca por energia renovável, as células solares têm se mostrado uma alternativa promissora. Neste contexto, as células solares de baixo custo que utilizam corantes naturais, como extratos de amora, framboesa e mirtilo, representam uma possibilidade interessante para a produção de módulos solares. Tais células contêm o corante natural que é sensibilizado pela luz solar e que produz movimento de cargas elétricas, possibilitando a criação de corrente elétrica.

São compostas de dois eletrodos: um que contém o corante que é sensível à luz solar aderido a óxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), que está depositado sobre um vidro condutor de eletricidade; outro eletrodo que é preparado através da deposição de uma fina camada de platina na superfície de outro vidro condutor de eletricidade. Os dois eletrodos estão conectados por uma solução eletrolítica contendo íons  $\text{I}_3^-$  e  $\text{I}^-$ .



SONAI, G. G.; MELO JR., A.; NUNES, J. H. B.; MEGIATO JR., J. D.; NOGUEIRA, A. F. Células solares sensibilizadas por corantes naturais: um experimento introdutório sobre energia renovável para alunos de graduação. *Química Nova*, São Paulo, v. 38, n. 10, 1357-1365, 2015 (adaptado).

A célula solar apresentada é considerada uma fonte de energia renovável, pois

- A** a redução da platina pelo  $\text{TiO}_2$  permite que haja fluxo de elétrons constante sem a necessidade de reabastecimento da célula.
- B** a oxidação da platina pelo  $\text{TiO}_2$  permite que haja fluxo de elétrons constante sem a necessidade de reabastecimento da célula.
- C** a solução contendo íons  $\text{I}^-$  garante que a forma reduzida do pigmento seja oxidada, permitindo que seja sensibilizado pela luz solar novamente.
- D** a solução contendo íons  $\text{I}_3^-$  garante que a forma oxidada do pigmento seja reduzida, permitindo que seja sensibilizado pela luz solar novamente.
- E** a solução contendo íons  $\text{I}_3^-$  garante que a forma neutra do pigmento seja reduzida, permitindo que seja sensibilizado pela luz solar novamente.

**Questão 107** enem2022

A *Manihot esculenta*, nome científico da mandioca, macaxeira ou aipim, é uma espécie vegetal cujas raízes são amplamente utilizadas na culinária brasileira devido ao seu alto teor nutritivo. Diante do amplo uso dessa espécie, variedades têm sido selecionadas para melhorar as condições de cultivo. A variedade BRS 399 é altamente recomendável para o plantio, pois, além de ser mais resistente a bacterioses, também apresenta um cozimento mais rápido das raízes.

Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Acesso em: 6 jun. 2019.

Os descendentes da variedade BRS 399 apresentarão qual característica?

- A** Necessitarão de mais agrotóxicos.
- B** Necessitarão de menos agrotóxicos.
- C** Diminuirão a produção de raízes macias.
- D** Aumentarão a produção de raízes rígidas.
- E** Terão raízes rígidas e resistentes a bactérias.

**Questão 108** enem2022

O chuveiro elétrico fornece certa quantidade de energia por unidade de tempo à água que por ele passa a fim de aquecê-la, elevando sua temperatura para um valor confortável para o banho.

Para fornecer mais de uma opção de temperatura para o banho, um chuveiro elétrico possui uma chave seletora de potência de três pontos: Morno (*M*), Quente (*Q*) e Muito Quente (*MQ*), cujas potências são 3500 W, 5500 W e 7000 W, respectivamente, sendo cada uma dessas chaves adequadas para dias de diferentes temperaturas. Seleciona-se *MQ* para dias frios e *M* para dias mais quentes. Além dessas três possibilidades, o chuveiro também permite posicionar a chave seletora na posição “desligado”, na qual não há aquecimento algum.

A seleção de potência no chuveiro se dá por meio da seleção da resistência interna, sendo  $R_M$ ,  $R_Q$  e  $R_{MQ}$  as resistências elétricas em cada uma das posições da chave seletora, *M*, *Q* e *MQ*, respectivamente.

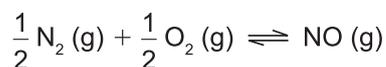
Considerando as potências possíveis de serem selecionadas,

a razão  $\frac{R_{MQ}}{R_M}$  é igual a

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

**Questão 109** enem2022

A produção dos óxidos de nitrogênio,  $\text{NO}_x$ , deve ser analisada com cuidado no contexto industrial. Esses óxidos são responsáveis pela formação do *smog fotoquímico* e também estão associados à depleção da camada de ozônio. Os estudos cinéticos e termodinâmicos a respeito da formação de  $\text{NO}$  (g) a partir dos gases nitrogênio e oxigênio obtiveram os resultados apresentados a seguir.



$\Delta H^\circ = +90,4 \text{ kJ}$	
Kp a 300 K	$1 \cdot 10^{-15}$
Kp a 500 K	$1 \cdot 10^{-10}$
Kp a 1000 K	$1 \cdot 10^{-5}$
Kp a 2400 K	0,05

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

A produção do óxido nitroso em processos industriais pode ser

- A** minimizada se o processo for conduzido em alta temperatura, devido ao aumento de Kp.
- B** favorecida se o processo for conduzido em baixa temperatura, devido à diminuição de Kp.
- C** favorecida se o processo for conduzido em alta temperatura, pois se trata de uma reação exotérmica.
- D** minimizada se o processo for conduzido em alta temperatura, pois se trata de uma reação endotérmica.
- E** minimizada se o processo for conduzido em baixa temperatura, pois se trata de uma reação endotérmica.

**Questão 110** enem2022

A importância do carbono e de seus compostos é indiscutível [...]. Nos últimos 130 anos, contudo, sua concentração aumentou [...] em meados da década de 1990 [...] quase 30%. [...] Esse acréscimo é atribuído, principalmente, à queima de combustíveis fósseis e, em certo grau, aos processos de desflorestamento e queimadas.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. P.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a importância na química da atmosfera. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 5. 2003. Disponível em: [www.qnesc.sbq.org.br](http://www.qnesc.sbq.org.br). Acesso em: 17 abr. 2020.

Uma das consequências do desequilíbrio do ciclo do carbono, provocado pelo cenário descrito no texto, pode ser identificado pelo(a)

- A** elevação da eutrofização de cursos de água, como lagos e rios.
- B** aumento do pH da chuva ácida, intensificando a ocorrência desse fenômeno.
- C** intensificação do efeito estufa, com decorrente elevação da temperatura da Terra.
- D** *smog* fotoquímico, sendo o dióxido de carbono o principal gás responsável por esse fenômeno.
- E** diminuição da inversão térmica, já que o dióxido de carbono não é um dos gases retidos nas camadas próximas à atmosfera.

**Questão 111** enem2022

Um controle remoto é basicamente transmissor de ondas eletromagnéticas. Atualmente há dois tipos de controles mais utilizados, sendo eles: controle remoto de radiofrequência (RF) e controle remoto infravermelho (IR).

CALVALCANTE, A. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br>. Acesso em: 6 jun. 2019.

Um aluno, ao mexer no controle remoto de sua televisão (IR), percebeu que, ao colocar uma câmera na frente desse aparelho e apertar alguma tecla, ele conseguia enxergar uma luz saindo do controle; porém, sem o auxílio dessa câmera fotográfica, essa luz ficava “invisível”.

Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de que

- A** o sinal tem uma frequência maior em relação à que conseguimos enxergar.
- B** apenas dispositivos eletrônicos conseguem detectar ondas eletromagnéticas.
- C** o sinal tem comprimento de onda menor do que aqueles possíveis de enxergar.
- D** o sinal é emitido em uma velocidade maior em relação à que nossos olhos conseguem acompanhar.
- E** a câmera consegue detectar radiações menos energéticas, as quais nossos olhos não conseguem.

**Questão 112** enem2022

A compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal. Na propriedade rural, a compostagem pode ser um processo de grande importância econômica, pois resíduos como esterco dos animais, palhas, folhas de árvores e outros resíduos orgânicos são reciclados, transformando-se em fertilizantes ou húmus. O processo de compostagem envolve transformações muito complexas de natureza biológica e química, promovidas por uma grande variedade de microrganismos como fungos e bactérias que vivem no solo. Esses organismos obtêm, a partir da degradação da matéria orgânica, o carbono e os demais nutrientes minerais, necessários para a sua sobrevivência.

Disponível em: [www.ucs.br](http://www.ucs.br). Acesso em: 26 jan. 2022.

Os fungos e as bactérias que atuam nesse processo

- A** renovam a oferta de minerais aos produtores.
- B** reciclam a energia presente na matéria orgânica.
- C** promovem a fixação de carbono na forma de húmus.
- D** convertem nutrientes inorgânicos em compostos orgânicos úteis.
- E** realizam quimiossíntese a partir da energia liberada pela degradação da matéria.

**Procedimento experimental**

1. Coloque álcool combustível em uma das lamparinas até, aproximadamente, 2 cm de altura;
2. Enxugue bem, com um papel absorvente, qualquer quantidade de álcool que possa ter escorrido para fora da lamparina ou sobre a bancada;
3. Acenda, com cuidado, a lamparina que contém álcool e coloque um pires branco sobre a chama da lamparina, a uma distância de mais ou menos 5 cm; após 5 segundos, observe o fundo do pires;
4. Apague a lamparina e anote suas observações;
5. Repita o mesmo procedimento utilizando a outra lamparina, agora com gasolina.

Disponível em: <http://educimat.ifes.edu.br>. Acesso em: 14 jan. 2019 (adaptado).

No experimento descrito no texto, o pires colocado sobre a chama da lamparina com gasolina ( $C_8H_{18}$ ) ficou com a coloração mais escura em comparação ao pires colocado sobre a chama da lamparina com álcool ( $C_2H_6O$ ).

Considerando esse resultado, qual combustível é ambientalmente mais limpo?

- A** A gasolina, porque liberou mais energia.
- B** O álcool, porque produziu menos sólidos.
- C** A gasolina, porque sua combustão foi completa.
- D** O álcool, porque sua combustão foi incompleta.
- E** O álcool, porque sua combustão liberou mais água.

O quadro a seguir mostra os estados brasileiros que mais contribuem para a geração de energia eólica:

Posição	Estado	Capacidade instalada (MW)
1º	RN	5 154,2
2º	BA	4 879,6
3º	PI	2 275,9
4º	CE	2 179,3
5º	RS	1 835,9
6º	PE	798,4
7º	MA	426
8º	SC	238,5
9º	PB	157,2
10º	SE	34,5
11º	RJ	28,1
12º	PR	2,5

**ENERGIA eólica:** o que é, como funciona, vantagens e desvantagens. Disponível em: [www.portalsolar.com.br/energia-solar-x-energia-eolica-precos.html#ancora17](http://www.portalsolar.com.br/energia-solar-x-energia-eolica-precos.html#ancora17). Acesso em: 24 fev. 2022.

Com base na análise do quadro, o maior potencial de geração eólica está em quais regiões?

- A** Litorâneas, com ventos formando-se a partir da diferença de umidade entre massas de ar.
- B** Litorâneas, com ventos formando-se a partir da diferença de composição entre massas de ar.
- C** Litorâneas, com ventos formando-se a partir da diferença de pressão e temperatura entre massas de ar.
- D** Interiores, com ventos formando-se a partir da diferença de umidade entre massas de ar.
- E** Interiores, com ventos formando-se a partir da diferença de pressão e temperatura entre massas de ar.

**Questão 115** enem2022

Duas empresas estão transformando resíduos da cana-de-açúcar em celulose e papel [...]. Os estudos tiveram o apoio de pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV), que escolheram a palha como matéria-prima, fizeram a análise da pasta celulósica produzida [...].

A palha de cana é um resíduo abundante no Brasil. A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estima que foram colhidos 657,18 milhões de t de cana-de-açúcar na safra 2016/2017 [...]. Segundo Henrique Coutinho Junqueira Franco, [...], do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) [...], “a maioria do bagaço já é utilizada na cogeração de eletricidade e produção de etanol de segunda geração. Mas a palha ainda é pouco usada” [...].

O uso de fibras alternativas, não provenientes de madeira, para a produção de celulose não é novidade. Bambu, babaçu, sisal e resíduos agrícolas já são utilizados há décadas, principalmente em países onde a disponibilidade de terras para o cultivo de árvores é baixa.

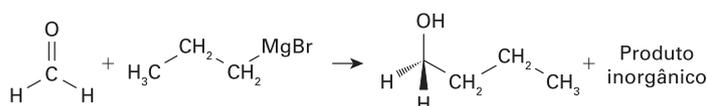
ZAPAROLLI, D. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 3 jul. 2019.

Uma das vantagens do uso da fibra de cana-de-açúcar para a produção do papel é o(a)

- A** crescimento de monoculturas canavieiras destinadas a essa finalidade.
- B** expansão de áreas ocupadas por árvores destinadas à obtenção de celulose.
- C** incremento de qualidade desse produto em relação ao papel de origem madeireira.
- D** redução da quantidade de resíduos produzidos pelo processamento da cana-de-açúcar.
- E** aumento da produtividade da produção do etanol com a incorporação da palha ao processo.

**Questão 116** enem2022

François Auguste Victor Grignard (1871-1935) ofereceu ao mundo, no início do século XX, uma revolução na produção de compostos oxigenados ao introduzir na química orgânica reagentes organometálicos com magnésio. Partindo de um reagente carbonilado, Grignard mostrou que esses compostos, que mais tarde ficaram conhecidos como reagentes de Grignard, o transformava quimicamente em um álcool, como exemplificado a seguir.



Para preparação de um álcool espumante para a indústria metalúrgica, se faz a reação da 4-metil-hexan-2-ona com o mesmo reagente de Grignard mostrada na reação exemplo.

O espumante produzido no contexto apresentado é o

- A** álcool primário 4,6-dimetilheptan-4-ol.
- B** álcool secundário 4-metil-2-propil-hexan-2-ol.
- C** álcool terciário 4,6-dimetilheptan-4-ol.
- D** álcool terciário 3,5-dimetilheptan-5-ol.
- E** álcool terciário 4-metil-2-propil-hexan-2-ol.

**Questão 117** enem2022

Um engenheiro participa do projeto da construção de um brinquedo de um parque de diversões chamado de elevador. Esse brinquedo consiste de uma torre de 30 m de altura, e os participantes são levados até o topo sentados devidamente presos em cadeiras. Em certo momento, as cadeiras despenham em queda livre ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) por 20 m. Após esse deslocamento, inicia-se o processo de frenagem. Durante a frenagem, os participantes devem ser desacelerados até que, ao alcançar o chão, sua velocidade seja nula.

Dessa forma, o módulo da aceleração que o sistema de frenagem deve impor ao conjunto em queda, supondo-a constante, é de

- A** 5,0  $\text{m/s}^2$ .
- B** 6,6  $\text{m/s}^2$ .
- C** 10,0  $\text{m/s}^2$ .
- D** 15,0  $\text{m/s}^2$ .
- E** 20,0  $\text{m/s}^2$ .

**Questão 118** enem2022

O trem-bala trouxe um avanço em relação ao transporte terrestre, possibilitando uma viagem em alta velocidade, diminuindo o tempo de deslocamento. No recente avanço da engenharia, um pássaro foi usado como inspiração para o formato da parte dianteira do vagão. O formato novo traz uma melhora na aerodinâmica e possibilita uma passagem em alta velocidade, mesmo dentro de túneis, onde com o formato antigo mais achatado causava um som na saída do túnel.



Disponível em: <https://commons.wikimedia.org>. Acesso em: 6 jun. 2019.

O som causado pela passagem do trem em alta velocidade dentro do túnel é devido à

- A** vibração dos trilhos que ecoam no túnel, pois o som reflete nas paredes de concreto e é intensificado.
- B** ressonância dos materiais que compõem o túnel, pois a frequência de vibração é a mesma para o trem e o túnel.
- C** vibração dos trilhos que ecoam no túnel, pois o atrito entre o vagão e os trilhos transforma a energia cinética em energia sonora.
- D** compressão do ar do interior do túnel, pois o som é uma onda transversal que se propaga devido à oscilação em todas as direções.
- E** compressão do ar do interior do túnel, pois o som é uma onda longitudinal que se propaga devido à compressão do meio material de propagação.

**Questão 119** enem2022

Durante o beneficiamento do minério de níquel (petlandita de fórmula  $\text{FeNi}_9\text{S}_8$  – massa molar 843 g/mol), em uma fase de purificação, se faz necessário oxidar o sulfeto de ferro ( $\text{FeS}$  – massa molar 88 g/mol) formado em uma fase anterior. Como produto dessa oxidação, há a formação do gás dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ . As metalúrgicas de níquel investem em plantas de aproveitamento do gás  $\text{SO}_2$  das etapas de purificação para produção de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  – massa molar 98 g/mol) em uma sequência de reações.

**1ª fase:** formação do sulfeto de ferro:



**2ª fase:** purificação e formação de ácido sulfúrico:

- **1ª etapa:**  $2 \text{FeS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO} + 2 \text{SO}_2$
- **2ª etapa:**  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
- **3ª etapa:**  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

O rendimento da reação de conversão do  $\text{FeS}$  a  $\text{SO}_2$  na fase de purificação e formação de ácido sulfúrico é em torno de 95%, o que é considerado muito vantajoso, pois, além de evitar o lançamento de  $\text{SO}_2$  da etapa de purificação à atmosfera, produz um ácido importante para diversas outras aplicações.

Dados de massas molares (g/mol): Fe = 56; Ni = 59; S = 32; H = 1; O = 16

Considerando 9 ton de petlandita para formação de  $\text{FeS}$ ,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  e  $\text{SO}_2$  com 50% de rendimento nessa reação, a massa aproximada produzida de ácido sulfúrico é

- A**  $4,96 \cdot 10^2$  kg
- B**  $9,93 \cdot 10^2$  kg
- C**  $5,22 \cdot 10^2$  kg
- D**  $4,76 \cdot 10^3$  kg
- E**  $5,01 \cdot 10^3$  kg

**Questão 120** enem2022

Experiências nos estágios iniciais da vida, quando o cérebro está se desenvolvendo mais rapidamente, causam adaptações epigenéticas – mudanças químicas do genoma que não alteram a sequência do DNA. Essas adaptações influenciam como, quando e se os genes liberam suas instruções para construção de capacidade futura de saúde, habilidades e resiliência. Por isso que é crucial fornecer experiências de apoio e carinho para crianças nos seus primeiros anos.

Disponível em: [www.developingchild.harvard.edu](http://www.developingchild.harvard.edu). Acesso em: 15 out. 2021.

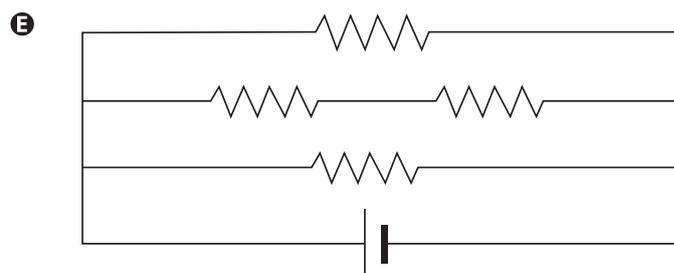
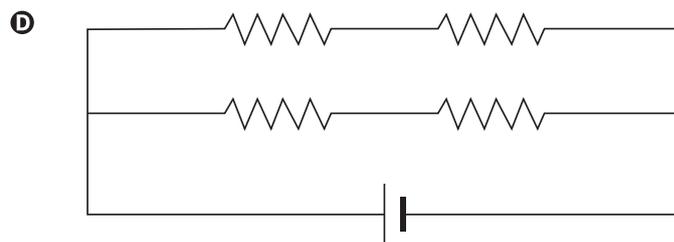
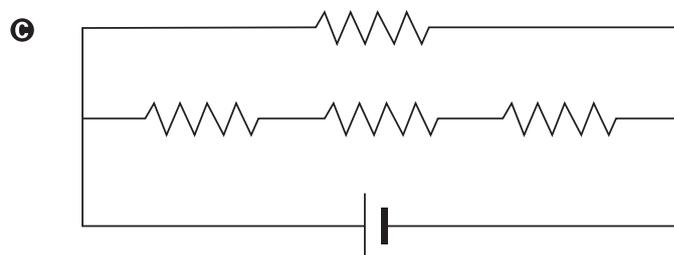
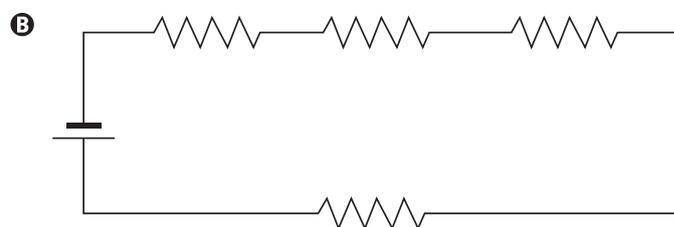
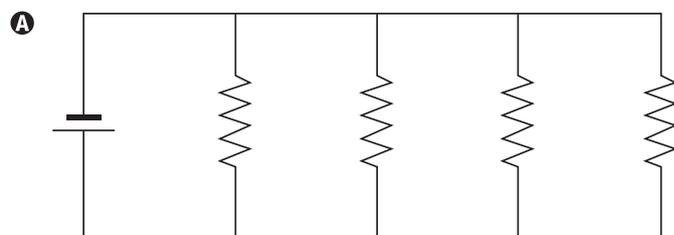
As experiências nos estágios iniciais do indivíduo podem ter impacto ao longo da vida por promoverem

- A** surgimento de novos alelos.
- B** alteração na sequência de bases do DNA.
- C** mudanças na morfologia dos cromossomos.
- D** alterações na decodificação do código genético.
- E** modificações no funcionamento dos seus genes.

**Questão 121** enem2022

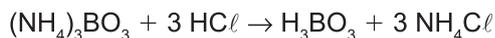
Em uma aula de Física, o professor pediu aos alunos que construíssem um circuito elétrico utilizando quatro lâmpadas idênticas. No entanto, uma das lâmpadas desse circuito deveria ter um brilho maior do que o das outras lâmpadas.

Qual deve ser a configuração desse circuito?



**Questão 122** enem2022

Um dos fatores importantes para estimar a qualidade de água para consumo humano é a análise de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl. O estudo de uma amostra de 100 mL por este método baseia-se na transformação de todo o nitrogênio presente na forma solúvel de borato de amônio (massa molar 113 g/mol) que é, posteriormente, titulado com ácido clorídrico 1 mol/L para a quantificação exata:



Pela legislação atual, amostras apropriadas para o consumo humano devem conter entre 3% até no máximo 4% (m/v) de borato de amônio na amostra estudada. Um analista realizou esse teste, resultando nos dados compilados no quadro:

Amostra	Volume de ácido clorídrico (mL)
1	30
2	70
3	100
4	180
5	160

A amostra de água apropriada para o consumo é a

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

**Questão 123** enem2022

Entre os projetos de despoluição dos córregos que abastecem lagos em parques municipais, as etapas de separação do lixo trazido pelas chuvas são cruciais. Estas ocorrem por meio da introdução de substâncias na água que reduzem a acidez, iniciando o processo de coagulação dos poluentes. Após a formação destes coágulos, oxigênio gasoso é injetado por baixo do tanque que arrasta as partículas sólidas para a superfície, onde uma draga coleta todo o lodo formado no processo e o encaminha para as estações de tratamento de esgoto.

Disponível em: [www.qnesc.sbg.org.br](http://www.qnesc.sbg.org.br). Acesso em: 26 out. 2021 (adaptado).

O processo de separação aplicado na despoluição das águas de córregos é a

- A** flotação.
- B** cristalização.
- C** catação manual.
- D** destilação fracionada.
- E** separação magnética.

**Questão 124** enem2022

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.

**Questão 125** enem2022

Muito comum em cidades com alta incidência de calor são os famosos ventiladores de teto. Alguns desses modelos são inclusive utilizados como suportes para lâmpadas (ventilador de teto mais abajur). Há alguns anos, esses ventiladores eram instalados e na sua parte central era colocada uma lâmpada incandescente (lâmpadas que geravam iluminação a partir do aquecimento de um filamento de tungstênio) que podia ser ligada ou desligada independentemente do funcionamento do ventilador.

Uma situação muito comum era que, mesmo com o motor desligado e com a lâmpada acesa, as pás da hélice do ventilador giravam em baixa rotação. A melhor explicação para esse fenômeno está associada à

- A** irradiação térmica, fenômeno causado pela ação do calor emitido pela lâmpada acesa que era capaz de provocar ondas eletromagnéticas, acionando o motor do ventilador.
- B** convecção térmica, fenômeno causado pela ação do calor emitido pela lâmpada acesa que aquece o ar ao redor, tornando-o menos denso, por isso sobe, causando a rotação das pás do ventilador.
- C** irradiação térmica, causada pelo aquecimento da lâmpada acesa e que conseqüentemente aumenta a temperatura das pás da hélice, postas a girar por conta da alta dilatação térmica gerada no sistema.
- D** convecção térmica, causada pela lâmpada acesa que aquece as pás da hélice, que, por sua vez, colocam o motor em ação, de acordo com a primeira lei da Termodinâmica, transformando calor em energia mecânica.
- E** condução térmica, gerada pelo sistema elétrico da lâmpada em funcionamento, que transfere energia para os elétrons livres do fio condutor, causando um movimento ordenado dos mesmos, o que aciona o sistema elétrico do motor.

**Questão 126**

enem2022

A estimulação mamária como método para indução do parto permite às gestantes um controle sobre o processo de indução e apresenta as vantagens de ser método natural e barato. Um estudo observacional demonstrou uma associação positiva entre a estimulação mamária (estimulação bilateral) e contração uterina.

MORAES FILHO, O. B.; CECATTI, J. G.; FEITOSA, F. E. L. Métodos para indução do parto. *Rev. Bras. Ginecol. Obstet.* 27, n. 8, ago. 2005.

O método em foco é utilizado como um indutor de parto por promover o(a)

- A** produção de ocitocina endógena.
- B** esvaziamento da bolsa amniótica.
- C** aumento na síntese de prolactina.
- D** liberação de hormônios que dilatam o útero.
- E** maior atividade de síntese da neuro-hipófise.

**Questão 127**

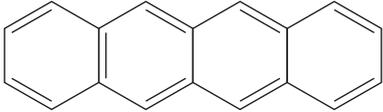
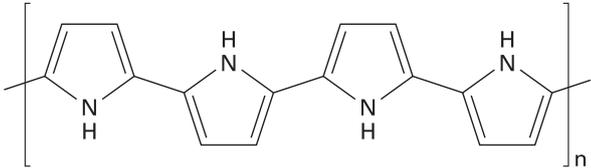
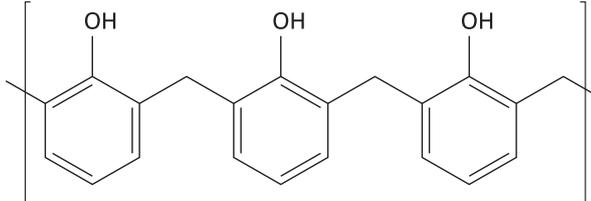
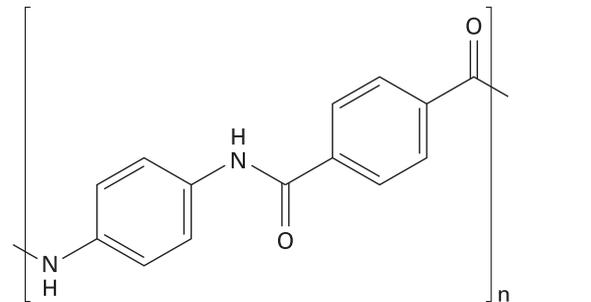
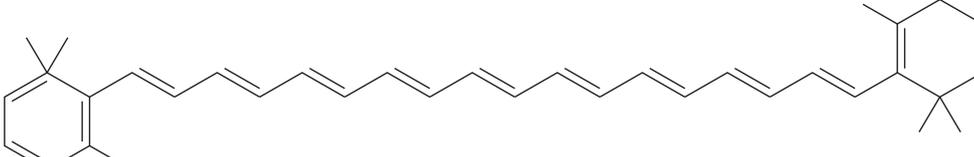
enem2022

Polímeros com propriedade de condução eletrônica foram desenvolvidos e muitos produtos utilizados no mundo contemporâneo se valem dessas propriedades. Janelas electrocrômicas que mudam o teor de absorção de luz deixando o vidro translúcido ou opaco; sensores de detecção de radiação gama [...], desenvolvimento de células solares com o objetivo de desenvolver fontes de energias renováveis [...] e no desenvolvimento de transistores orgânicos de efeito de campo [...].

Os chamados polímeros semicondutores intrínsecos, ou polímeros conjugados, possuem uma alternância entre ligações simples e duplas entre os carbonos dentro da sua cadeia polimérica.

FERNANDES FILHO, F. *Polímeros semicondutores – uma breve introdução ao assunto*. Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020. Disponível em: [www.repositorio.ufscar.br](http://www.repositorio.ufscar.br). Acesso em: 4 mar. 2021.

O polímero que possui a característica elétrica descrita no texto é

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

**Questão 128** enem2022

Recente estudo no campus universitário sugere que o teste rápido do antígeno SARS-CoV-2 pode ajudar a conter a disseminação na comunidade, detectando infecções assintomáticas. O estudo descobriu que o teste de antígeno – que é mais rápido e barato do que o teste de reação em cadeia da polimerase (PCR) padrão-ouro – é altamente sensível para detectar infecções por SARS-CoV-2 quando realizado pelo menos em intervalos de alguns dias.

Disponível em: [www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/Diagnostico](http://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/Diagnostico). Acesso em: 24 fev. 2022.

O desenvolvimento de novos testes rápidos para o diagnóstico da Covid-19 tem sido benéfico porque promove o(a)

- A** síntese de anticorpos contra o SARS-CoV-2.
- B** replicação viral no organismo humano.
- C** proteção individual contra partículas virais contidas no ar.
- D** isolamento ágil de infectados pelo vírus SARS-CoV-2.
- E** cura de infecções por meio do soro de anticorpos neutralizantes.

**Questão 129** enem2022

**É #FAKE vídeo que mostra Lua bloqueando o Sol por cinco segundos**

[...] Circula pelas redes sociais um vídeo que mostra o surgimento da lua e o momento em que ela bloqueia a luz do sol. [...] na montagem a Lua está gigante e o Sol, bem pequeno. Isso é furadíssimo! Para não falar do fato de que esse filminho está supostamente associado ao eclipse lunar do dia 26 (maio de 2021). [...]

Disponível em: [www.g1.globo.com](http://www.g1.globo.com). Acesso em: 10 nov. 2021.

As inconsistências do vídeo derivam do fato de que, na realidade,

- A** o Sol possui um diâmetro aparente maior que a Lua, e num eclipse lunar a Lua fica entre o Sol e a Terra.
- B** o Sol possui um diâmetro aparente maior que a Lua, e num eclipse lunar a Terra fica entre o Sol e a Lua.
- C** a Lua possui um diâmetro aparente aproximadamente igual ao do Sol, e num eclipse lunar a Terra fica entre o Sol e a Lua.
- D** a Lua possui um diâmetro aparente aproximadamente igual ao do Sol, e num eclipse lunar a Lua fica entre o Sol e a Terra.
- E** a Lua possui um diâmetro aparente aproximadamente igual ao do Sol, e num eclipse lunar o Sol fica entre a Terra e a Lua.

**Questão 130** enem2022

Em 2019, uma marca de cerveja causou a intoxicação em diversos consumidores pela presença do anticongelante dietilenoglicol na bebida. A empresa alegou que não utilizava essa substância em seu processo de produção. Uma possível explicação apontada para essa contaminação foi o vazamento de monoetilenoglicol utilizado no processo que,

em contato com o meio ácido da cerveja produzida, poderia ter dado origem ao dietilenoglicol, como representado na equação não balanceada a seguir.



A reação de produção de dietilenoglicol, supostamente causadora da contaminação, é classificada como

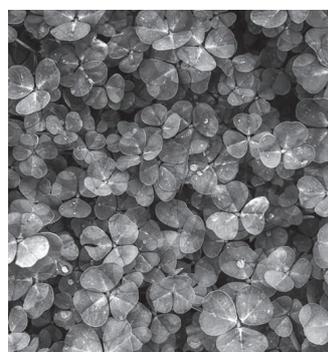
- A** oxidação.
- B** esterificação.
- C** hidrogenação.
- D** desidratação intermolecular.
- E** desidratação intramolecular.

**Questão 131** enem2022

A autofagia foi detectada pela primeira vez na década de 1960, quando outros pesquisadores verificaram que as células são capazes de destruir componentes internos defeituosos por meio da produção de algumas proteínas. À medida que são produzidas, essas proteínas se ligam umas às outras formando membranas, chamadas autofagossomas, que envolvem os componentes celulares a serem eliminados.

ANDRADE, R. O. Nobel de medicina premia biólogo japonês por trabalho sobre a autofagia. *Revista Pesquisa Fapesp*. 2016. Disponível em: [www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br). Acesso em: 21 abr. 2020.

**Figura 1**



Disponível em: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com). Acesso em: 1 maio 2020.

**Figura 2**



Disponível em: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com). Acesso em: 1 maio 2020.

A forma de autodestruição seletiva de componentes intracelulares, descrita no texto, ocorre em células do organismo representado pela figura

- A** 1, por meio dos lisossomos e do vacúolo, presentes na célula vegetal.
- B** 2, originada pela sinalização celular vinda do cloroplasto da célula vegetal.
- C** 1, por meio da sinalização celular oriunda da mitocôndria na célula animal.
- D** 2, nos lisossomos, que são compartimentos repletos de enzimas contidas na célula animal.
- E** 2, nos peroxissomos, que são organelas presentes no citoplasma tanto da célula animal quanto da vegetal.

**Questão 132** enem2022

Quando uma garrafa começa a ser enchida com água, costuma-se notar um som característico produzido pelo próprio corpo da garrafa, que atua como uma cavidade ressonante.

À medida que o nível de água sobe, pode-se notar que a frequência desse som

- A** aumenta, já que o comprimento da cavidade ressonante diminui.
- B** aumenta, já que o comprimento da cavidade ressonante aumenta.
- C** diminui, já que o comprimento da cavidade ressonante diminui.
- D** diminui, já que o comprimento da cavidade ressonante aumenta.
- E** não se altera, já que o comprimento da cavidade ressonante é constante.

**Questão 133** enem2022

Estudos indicam que torcer e distorcer fibras de borracha, linhas de pesca ou fios de uma liga de níquel e titânio pode alterar a temperatura do material. Ao ser enrolados, os filamentos esquentam. Em seguida, entram em equilíbrio térmico com o ambiente, perdendo alguns graus. Ao desenrolar, perdem a mesma temperatura adquirida no processo anterior. Isso ocorre porque a deformação mecânica exercida diminui a entropia do fio, uma grandeza que mede a desordem das partículas de um sistema. Esse processo pode se tornar uma alternativa a ser empregada em sistemas de refrigeração, caso se use materiais em escala nanométrica, que não ocupam muito espaço ao ser esticados.

PIVETA, M. Frio por um fio: Sistema de refrigeração baseado na torção e destorção de fibras reduz a temperatura da água em até 7 °C. *Revista Fapesp*. Ed. 285. 2019. Disponível em: [www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br). Acesso em: 31 jan. 2021.

Em comparação ao funcionamento de sistemas de refrigeração atuais, a aplicação do processo de resfriamento calórico por torção em geladeira e ar-condicionado

- A** elimina o uso de gases nocivos à atmosfera nos sistemas de refrigeração por compressão.
- B** não é viável, haja vista que, para haver troca de calor, o aparelho precisa ocupar um grande espaço.
- C** é desvantajosa, pois são necessárias altas variações de temperatura para que o processo seja eficiente.
- D** possibilita um processo ambientalmente limpo, com maior eficiência, apesar do maior gasto energético.
- E** apresenta vantagens em relação aos sistemas de refrigeração tradicionais por descartar o uso de energia elétrica.

**Questão 134** enem2022

A figura ilustra um trecho do manual de instruções de um carro popular.

**Prazo de revisão entre 1 000 km e 3 000 km**

Ao ligar a ignição e durante 5 segundos, a chave que simboliza as operações de revisão acende-se. A linha de visualização do conta-quilômetros total indica o número de quilômetros restantes antes da próxima revisão.

**Exemplo:** restam 2 800 km antes da próxima revisão. Ao ligar a ignição e durante 5 segundos, o ecrã indica:



5 segundos após ter ligado a ignição, a chave **apaga-se**; o totalizador quilométrico retoma o seu funcionamento normal. O ecrã indica, então, as quilometragens total e diária.



Um motorista de aplicativo nota que, ao ligar a chave na ignição, o ecrã (mostrador do painel) apresenta a informação de 650 km, nos 5 segundos iniciais de operação, em seguida, uma nova informação aparece na tela. Preocupado com a manutenção do seu veículo, que é feita regularmente, faz uma previsão de quanto tempo ainda lhe resta até a próxima revisão. Considerando a velocidade média do seu veículo de 55 km/h, o tempo estimado calculado pelo motorista é mais próximo de

- A** 11 h e 50 min.
- B** 11 h e 81 min.
- C** 50 h e 90 min.
- D** 50 h e 54 min.
- E** 42 h e 56 min.

**Questão 135** enem2022

Microevoluções estão em andamento na humanidade. O aumento significativo de bebês nascendo sem o terceiro molar, conhecido como dente do siso, seria o melhor exemplo, mas não o único. “Realmente não faz sentido ainda termos o dente do siso, uma ferramenta de que o ser humano dispunha para triturar alimentos duros, ou a costela cervical, que pode ter sido útil quando nossos ancestrais andavam arqueados” [...].

Disponível em: [www.veja.abril.com.br](http://www.veja.abril.com.br). Acesso em: 1 dez. 2020 (adaptado).

O trecho sublinhado no fragmento remete a um ponto de vista

- A** lamarckista, embasado pela lei do uso e do desuso.
- B** darwinista, embasado pela teoria da seleção natural.
- C** fixista, embasado pelas hipóteses de imutabilidade dos seres.
- D** neodarwinista, embasado pela combinação das ideias de Darwin, Wallace e Mendel.
- E** criacionista, embasado na interpretação literal da descrição da criação do livro do Gênesis.

**MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS**

**Questões de 136 a 180**

**Questão 136** enem2022

O dono de uma lanchonete está fazendo uma pesquisa de preço nos mercados, a fim de economizar na compra de queijo, e verificou que a

- empresa A cobra R\$ 19,00 por 1 kg de queijo;
- empresa B cobra R\$ 2,90 por 100 g de queijo;
- empresa C cobra R\$ 12,50 por 500 g de queijo.

Para economizar e pagar o menor valor possível por 100 gramas, o dono dessa lanchonete deve comprar o queijo vendido pela empresa

- A** C, pois é R\$ 6,50 mais barato que o queijo da empresa A e R\$ 10,40 mais barato que o da empresa B.
- B** B, pois é R\$ 9,60 mais barato que o queijo da empresa C e R\$ 1,00 mais barato que o da empresa A.
- C** A, pois é R\$ 0,60 mais barato que o queijo da empresa C e R\$ 1,00 mais barato que o da empresa B.
- D** B, pois é R\$ 16,10 mais barato que o queijo da empresa A e R\$ 9,60 mais barato que o da empresa C.
- E** C, pois é R\$ R\$ 0,40 mais barato que o queijo da empresa B e R\$ 0,60 mais barato que o da empresa A.

**Questão 137** enem2022

Ao comprar certa marca de um suplemento nutricional, uma pessoa encontra na embalagem as seguintes informações:

Componente	Valor por 100 g
Energia (kJ)	312
Carboidrato total (g)	5,84
Proteína (g)	1,15
Lipídios (g)	6,21

Contudo, por medir o suplemento usando unidades caseiras, a pessoa encontra na internet outras duas tabelas, referentes ao mesmo suplemento:

Componente	Colher de sopa cheia (45 g)
Energia (kJ)	140
Carboidrato total (g)	2,63
Proteína (g)	0,52
Lipídios (g)	2,79

Componente	Copo americano duplo (200 mL)
Energia (kJ)	624
Carboidrato total (g)	11,68
Proteína (g)	2,30
Lipídios (g)	12,42

Se uma receita A leva 5 colheres de sopa desse suplemento e uma receita B, um copo americano duplo do mesmo suplemento, a receita A tem todos os nutrientes em

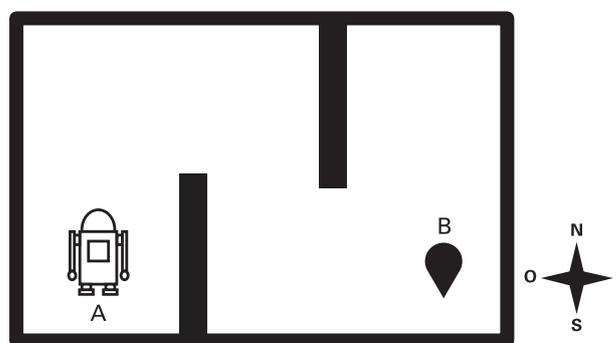
- A** maior quantidade, cerca de 5 vezes as quantidades da receita B.
- B** maior quantidade, entre os quais os lipídios aparecem em maior massa.
- C** menor quantidade, entre os quais as proteínas aparecem em menor massa.
- D** menor quantidade, cerca de um quarto das quantidades presentes na receita B.
- E** maior quantidade, entre os quais os carboidratos totais aparecem em maior massa.

**Questão 138** enem2022

Um novo jogo de celular foi lançado no mercado. Nesse jogo, o usuário deve dar comandos a um robô para que ele se desloque de um ponto inicial a um ponto final. Os comandos são dados em três formatos de texto diferentes:

- E é o comando de virar 90° para a esquerda;
- D é o comando de virar 90° para a direita;
- F é o comando de andar para frente até se aproximar do próximo obstáculo.

O mapa ilustra uma das fases iniciais desse jogo, e o robô, inicialmente virado para o sentido norte, deve sair do ponto A e ir ao ponto B.



Qual a sequência de comandos que leva o robô do ponto A ao ponto B com a menor quantidade de movimentos?

- A** F – E – E – F – D
- B** F – D – D – F – E
- C** F – D – F – D – F – E – F
- D** F – D – F – D – F – D – F
- E** F – E – F – E – F – D – F

**Questão 139**

enem2022

Para entender então o que significam os volumes de chuva, o cálculo deve ser feito em milímetros e metro quadrado. Em um espaço de um metro por um metro, 1 litro de água subiria até a marca de 1 milímetro. Ou seja, 1 milímetro de chuva equivale a 1 litro de água por metro quadrado. Em um caso onde o volume de chuva registrado é de 50 mm, seriam 50 litros de água em cada metro quadrado.

Disponível em: [www.g1.globo.com](http://www.g1.globo.com). Acesso em: 17 out. 2021.

De acordo com o trecho, falar que o volume de chuva foi o equivalente a 100 litros de água em cada metro quadrado é o mesmo que dizer que esse volume registrado foi de

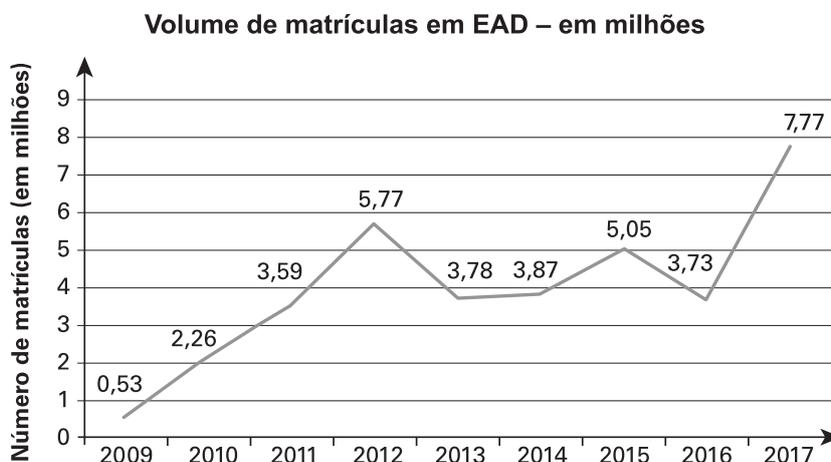
- A  $\frac{1}{10}$  m
- B  $\frac{1}{20}$  m
- C  $\frac{1}{25}$  m
- D  $\frac{1}{100}$  m
- E  $\frac{1}{1000}$  m

**Questão 140**

enem2022

A oferta e a procura por cursos a distância no Brasil têm crescido e muito nos últimos anos, sendo dois dos principais fatores para esse crescimento do custo baixo em relação aos cursos presenciais e a flexibilização do horário dos cursos.

O gráfico a seguir representa a série histórica com o volume total de matrículas contabilizadas pelo Censo EAD. BR desde 2009.



Disponível em: <http://abed.org.br>. Acesso em: 22 jun. 2019 (adaptado).

A média do número de matrículas em cursos EAD, em milhões, no período indicado no gráfico, é de, aproximadamente,

- A 2,75.
- B 3,25.
- C 3,55.
- D 4,04.
- E 4,54.

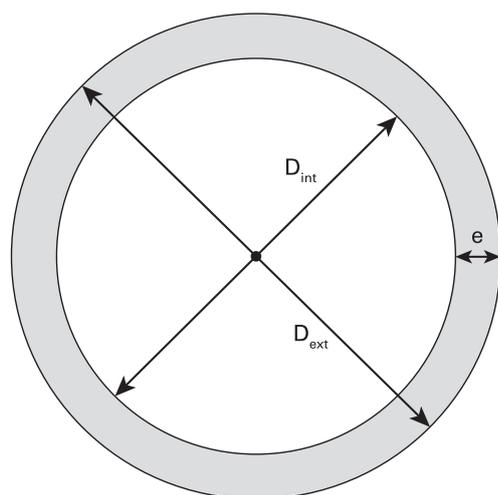
**Questão 141** enem2022

Devido ao desgaste por uso contínuo, um trecho da tubulação de abastecimento de água de uma certa localidade apresenta avarias e precisa ser trocado. Nesse trecho, os tubos usados têm diâmetro interno de 7,0 cm; entretanto, como a troca deve ser realizada urgentemente e não há tubos disponíveis comercialmente desse mesmo diâmetro, um dos critérios de compra dos tubos novos é o do diâmetro interno ser o mais próximo dos tubos originais, visando interferir o mínimo possível na vazão de água que escoava pelo trecho.

Os tubos disponíveis para compra têm os seguintes diâmetros internos e externos:

Tipo de tubo	Diâmetro interno ( $D_{int}$ , cm)	Diâmetro externo ( $D_{ext}$ , cm)
I	6,096	6,496
II	6,960	7,560
III	7,040	7,540
IV	7,055	7,355
V	7,200	7,600

Um desenho representativo de um corte dos tubos (fora de escala, em que  $e$  é a espessura da parede) é mostrado a seguir. O diâmetro externo dos tubos originais mede 7,4 cm. Dessa forma, outro critério de compra dos tubos novos é o de que a espessura da parede desses tubos não deve ser mais que 0,5 mm diferente em comparação à dos tubos originais, até para suportar a pressão da água escoando.



O tubo escolhido para substituir os desgastados no trecho é o tipo

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

**Questão 142** enem2022

**TEXTO I**

Um estudo do Target Group Index, empresa do grupo IBOPE, revelou que 26% da população brasileira usa tintura para o cabelo, sendo que, desse total, 49% disseram aplicar a tintura sozinhos, 36% pedem ajuda a outra pessoa e 15% recorrem ao salão de beleza.

Disponível em: [http://inmetro.gov.br/consumidor/ produtos/tintura\\_cabelo.asp](http://inmetro.gov.br/consumidor/ produtos/tintura_cabelo.asp). Acesso em: 4 abr. 2019.

**TEXTO II**

De acordo com dados do IBGE, no início de 2019, a população brasileira era de, aproximadamente, 209,8 milhões de habitantes.

Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 4 abr. 2019.

Avaliando as informações do texto, as quantidades aproximadas de brasileiros que usam tintura para o cabelo e que aplicam sozinhos, que pedem ajuda a outra pessoa, e que recorrem ao salão de beleza, em milhões, são, respectivamente,

- A** 19,6; 8,2 e 26,7.
- B** 19,6; 26,7 e 8,2.
- C** 26,7; 19,6 e 8,2.
- D** 102,8; 31,5 e 75,5.
- E** 102,8; 75,5 e 31,5.

**Questão 143** enem2022

O lançamento de um foguete é uma operação muito complexa e cara, envolvendo diversas áreas do conhecimento, como a Física e a Matemática. Uma dificuldade das grandes empresas de exploração espacial é a massa do veículo, que deve ser a menor possível. Entretanto, o próprio funcionamento do sistema contribui para que haja uma enorme massa, já que é necessária uma grande quantidade de combustível para realizar o lançamento de um foguete.

O combustível usado atualmente tem densidade de 750 g/L e o local onde é armazenado no foguete tem capacidade máxima de  $1,0 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ , sendo completamente ocupado pelo líquido. Um grupo de pesquisadores, interessados em contribuir para o dilema, consegue produzir um novo tipo de combustível que tem uma massa 10% menor que o combustível original, com densidade de apenas 600 g/L.

De acordo com as características do novo combustível, os pesquisadores chegaram à conclusão de que não é possível usá-lo no foguete, visto que ocupa

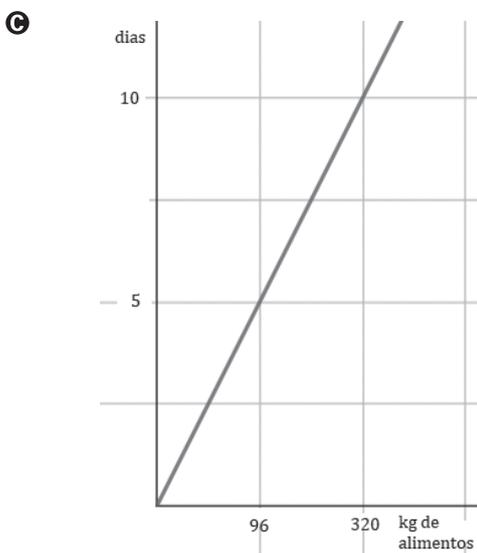
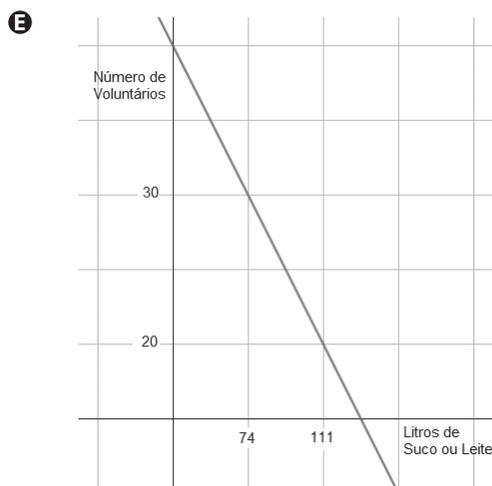
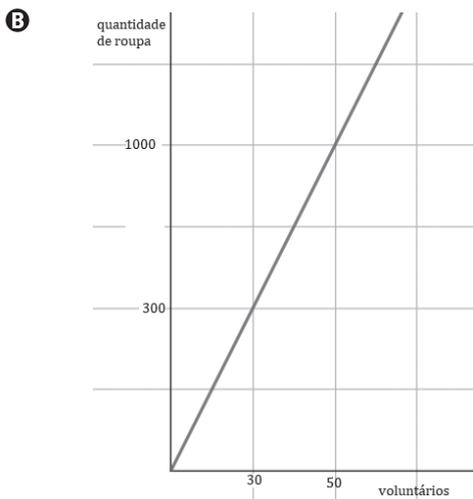
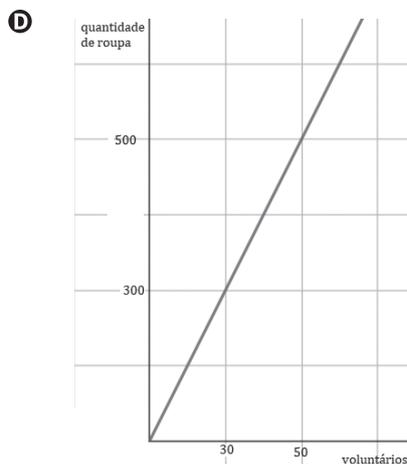
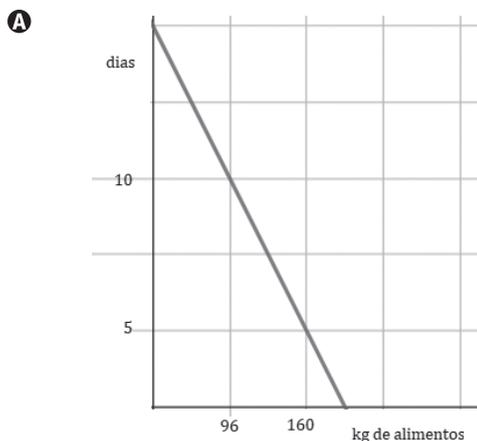
- A** 0,125 L acima da capacidade máxima do reservatório.
- B**  $125 \cdot 10^{11}$  L acima da capacidade máxima do reservatório.
- C**  $12,5 \cdot 10^8$  L acima da capacidade máxima do reservatório.
- D**  $1,25 \cdot 10^{11}$  L acima da capacidade máxima do reservatório.
- E**  $1,25 \cdot 10^{10}$  L acima da capacidade máxima do reservatório.

**Questão 144**

enem2022

Uma campanha publicitária beneficente vai arrecadar alimentos e roupas por 10 dias. Para isso, mobilizou 30 voluntários, e, nos primeiros 5 dias de campanha, conseguiu arrecadar 300 roupas, 96 kg de alimentos não perecíveis e, ainda, 111 L de suco ou leite. Tal campanha ganhou destaque nas redes sociais, e a empresa que a promovia conseguiu mobilizar mais 20 voluntários até o final do prazo, quando pretende divulgar um balanço de algumas arrecadações.

Supondo que a quantidade arrecadada seja diretamente proporcional ao número de voluntários, o gráfico que melhor adequa a relação entre as grandezas envolvidas na campanha é



**Questão 145** enem2022

Uma prática comum nos Estados Unidos é a abertura de uma poupança para os filhos, assim que eles nascem, para custear sua faculdade. Um pai brasileiro, copiando a ideia, fez um plano de capitalização em nome de seu primeiro filho, programando um depósito mensal no valor de R\$ 500,00. Com a informação da taxa de juros paga pela aplicação, o pai montou a equação a seguir, com a qual é possível calcular o saldo da aplicação ( $S$ ) em função do tempo ( $t$ ), em meses.

$$S = 500 \cdot \frac{[(1,01)^t - 1]}{0,01}$$

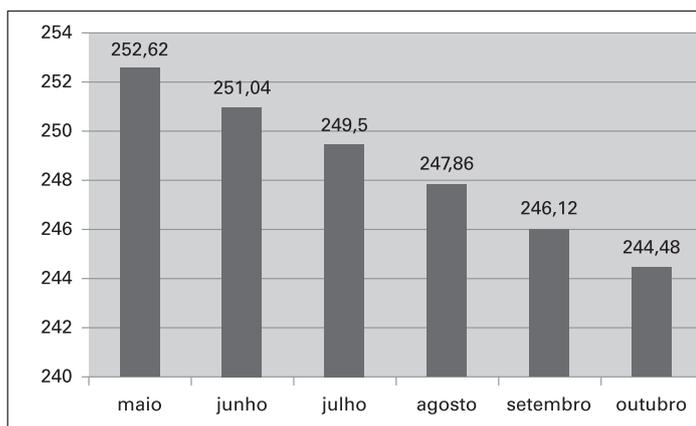
Use, se necessário, os valores aproximados:  $\log 1,01 = 0,004$ ,  $\log 3 = 0,48$  e  $\log 5 = 0,70$ .

A ideia do pai é que o filho só possa retirar o dinheiro quando seu saldo atingir R\$ 25000,00. Em quanto tempo, aproximadamente, o filho poderá sacar o dinheiro?

- A** Três anos e sete meses.
- B** Três anos e nove meses.
- C** Quatro anos e dois meses.
- D** Quatro anos e seis meses.
- E** Seis anos.

**Questão 146** enem2022

O Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF) é uma parcela mensal do imposto que incide sobre qualquer remuneração do trabalho assalariado, variando de 7,5% a 27,5% dessa renda, de acordo com seu montante anual. No ano seguinte ao ano de recolhimento, o governo calcula o imposto efetivamente devido pelo contribuinte e, de acordo com o caso, devolve a diferença entre o devido e o retido ou cobra o que faltar. Neste último caso, o contribuinte pode parcelar em até 8 vezes o que ainda deve, mas sofre uma correção mensal a partir da segunda parcela; a base da correção é a taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia). Buscando planejar sua saúde financeira, um contribuinte desejava calcular alguns dados sobre sua contribuição. Para tanto, obteve um gráfico mostrando, em cada mês, os valores a serem pagos por ele já com correção da taxa Selic.

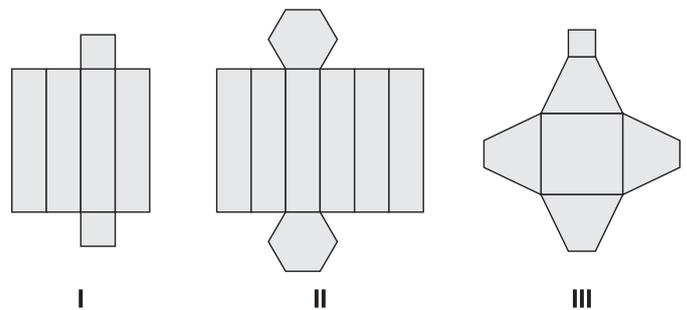


A média e a mediana dos valores pagos por esse contribuinte serão, respectivamente,

- A** R\$ 246,99 e R\$ 248,68.
- B** R\$ 248,60 e R\$ 247,86.
- C** R\$ 248,60 e R\$ 248,68.
- D** R\$ 248,60 e R\$ 249,50.
- E** R\$ 248,68 e R\$ 248,60.

**Questão 147** enem2022

Um professor de Matemática, depois de ministrar uma aula teórica sobre geometria espacial em sala, leva os alunos para o laboratório de Matemática a fim de construir alguns poliedros. Para isso, o professor e os alunos deverão montar os sólidos tridimensionais a partir de suas planificações. No laboratório, as três primeiras planificações escolhidas para ser montadas são as seguintes:

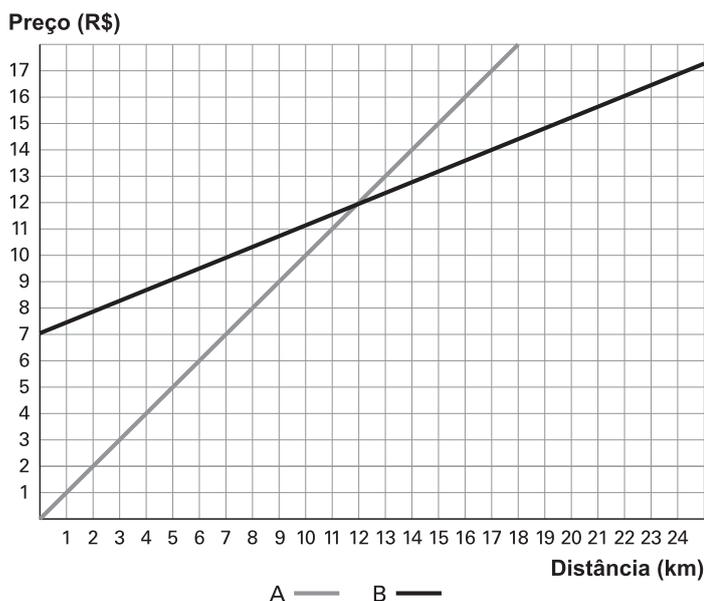


Quais poliedros serão construídos a partir das planificações?

- A** I. hexaedro; II. prisma de base tetragonal; III. pirâmide.
- B** I. tetraedro; II. prisma de base pentagonal; III. pirâmide.
- C** I. tetraedro; II. prisma de base hexagonal; III. tronco de cone.
- D** I. hexaedro; II. prisma de base hexagonal; III. tronco de pirâmide.
- E** I. pentaedro; II. prisma de base pentagonal; III. tronco de pirâmide.

**Questão 148** enem2022

Para ir do trabalho para casa, Pamela resolveu utilizar um aplicativo de transporte. O aplicativo A cobra R\$ 10,00 fixo, mais R\$ 1,00 por quilômetro rodado. Já o aplicativo B cobra R\$ 9,00 fixo, mais R\$ 0,50 por quilômetro rodado. Como será a primeira vez que Pamela utilizará qualquer um dos serviços, o aplicativo A dará um desconto de R\$ 10,00 sobre o valor do trajeto e o aplicativo B dará um desconto de 20% sobre o valor do trajeto. Em um aplicativo de mapas, Pamela verificou que a distância entre o trabalho até sua casa é de 17 km e determinou qual opção seria mais barata utilizando um gráfico comparativo.



Sabendo que Pamela utilizou o serviço mais barato, o preço da viagem foi

- A** R\$ 14,00.
- B** R\$ 17,00.
- C** R\$ 17,50.
- D** R\$ 24,00.
- E** R\$ 161,50.

**Questão 149** enem2022

**Sonda Perseverance da Nasa chega a Marte com missão de buscar vestígios de vida**

[...]

O caminho que o Perseverance percorrerá tem cerca de 24 quilômetros de comprimento, uma “jornada épica” que levará anos, conforme classificou Ken Farley, cientista do projeto Marte 2020, em uma nota.

O que os cientistas podem descobrir sobre Marte, porém, vale a pena a viagem. Para atingir seus objetivos, a Perseverance irá se locomover a uma velocidade de um pouco menos de 1,6 quilômetro por hora, três vezes mais do que as sondas anteriores.

Disponível em: [www.cnnbrasil.com.br](http://www.cnnbrasil.com.br). Acesso em: 10 mar. 21.

Para se ter uma ideia de quanto o deslocamento da sonda em Marte é lento, para percorrer os 13 290 metros da ponte Rio-Niteroi com essa velocidade, a Perseverance levaria cerca de

- A** 2 horas.
- B** 8 horas.
- C** 12 horas.
- D** 21 horas.
- E** 83 horas.

**Questão 150** enem2022

**TEXTO I**

O atletismo é a modalidade esportiva mais antiga dos Jogos Olímpicos. [...] Nos arremessos, apenas o melhor resultado de cada competidor é considerado. O atleta pode interromper o arremesso a qualquer momento, desde que ainda não tenha soltado o objeto a ser lançado ou pisado na área proibida. Quem ultrapassar a marca da zona de lançamento, mesmo após o arremesso, é desclassificado.

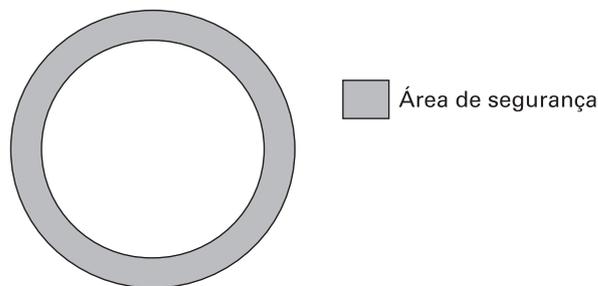
Disponível em: [www.cob.org.br](http://www.cob.org.br). Acesso em: 12 dez. 2018.

**TEXTO II**

O lançamento do disco é efetuado a partir de um círculo com 2,5 metros de diâmetro.

Disponível em: [www.fpatletismo.pt](http://www.fpatletismo.pt). Acesso em: 12 dez. 2018.

Suponha que, ao redor do círculo onde se realiza a prova de lançamento de disco, seja construída uma faixa de segurança, de 1 metro de largura, como ilustra a figura.



A faixa de segurança será pintada com listras amarelas e vermelhas, na proporção de área, respectivamente, de 1:3.

Considere  $\pi = 3,0$ .

Qual é, aproximadamente, a área da região que será pintada de vermelho?

- A** 3,5 m<sup>2</sup>
- B** 7,9 m<sup>2</sup>
- C** 10,5 m<sup>2</sup>
- D** 11,4 m<sup>2</sup>
- E** 13,5 m<sup>2</sup>

**Questão 151** enem2022

Uma indústria de insumos para construção desenvolveu uma campanha publicitária na qual oferece ao comprador que adquire um *kit* completo de construção de uma casa, como brinde, uma casa de cachorro. O *designer* da empresa elaborou um projeto para fabricação e comercialização dessas edificações miniaturizadas, baseado em junções de sólidos geométricos.

Para aprovação da presidência, levou uma foto do modelo construído, conforme figura a seguir.



As figuras geométricas espaciais que podem ser vistas na casa da foto são

- A** três paralelepípedos reto-retângulos não cúbicos.
- B** dois paralelepípedos reto-retângulos não cúbicos e uma pirâmide.
- C** um paralelepípedo reto-retângulo não cúbico, um cubo e uma pirâmide.
- D** dois paralelepípedos reto-retângulos não cúbicos e um prisma de base triangular.
- E** um paralelepípedo reto-retângulo não cúbico, um cubo e um prisma de base triangular.

**Questão 152** enem2022

Preocupado com os funcionários de sua empresa, Roberto contrata um plano de saúde na empresa Vita Saúde. O plano de saúde assinado por Roberto com a empresa determina que cada funcionário pague um valor fixo de R\$ 200,00 mais uma taxa de manutenção no valor de R\$ 4 500,00 a ser dividida igualmente para cada funcionário da empresa.

Considerando que a empresa de Roberto tenha  $n$  funcionários, o valor total que cada funcionário irá pagar pelo plano de saúde é

- A**  $\frac{4\,500 + 200}{n}$
- B**  $4\,500 + \frac{200}{n}$
- C**  $200 + \frac{4\,500}{n}$
- D**  $200 + 4\,500n$
- E**  $(4\,500 + 200)n$

**Questão 153** enem2022

Marina comprou um apartamento ainda em construção, mas resolveu aproveitar uma promoção e comprar alguns móveis para a casa nova. Ao escolher o *rack* para apoio da TV, ela ficou em dúvida se poderia levar um com comprimento maior ao que estava em exposição, que tinha 1,50 m. A decoradora havia instruído a deixar pelo menos 20 cm de cada lado do *rack*, para dar maior harmonia à sala. Ao consultar as plantas entregues pela empresa de engenharia, viu que a parede da sala na qual ficaria o *rack* media 12 cm e a escala usada era 1 : 20.

Dessa forma, Marina pode levar um *rack* de até

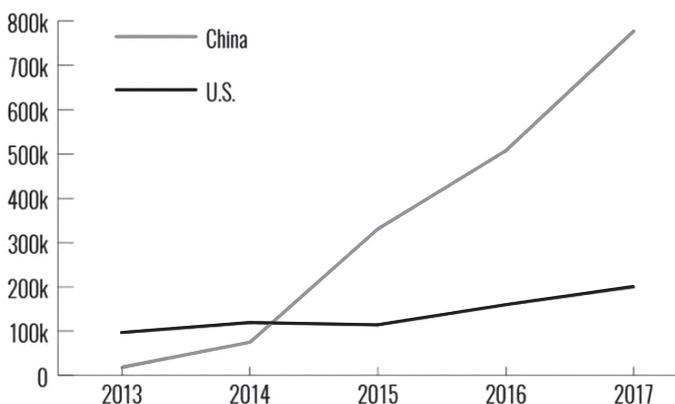
- A** 20 cm a mais.
- B** 40 cm a mais.
- C** 50 cm a mais.
- D** 70 cm a mais.
- E** 90 cm a mais.

**Questão 154** enem2022

**A liderança chinesa na produção de veículos elétricos**

Segundo Salvatore Babones (6/3/2018), em artigo da Forbes, as montadoras chinesas produziram [...] em 2017, mais do que o restante da produção global (sem contar a produção de motos e bicicletas). E a produção da China está crescendo mais rapidamente que o resto do mundo também. A China pretende ser a líder da produção de energia renovável e da indústria automobilística elétrica, por interesses econômicos de liderar uma indústria chave para o século XXI, mas também porque as grandes cidades da China são notoriamente poluídas. A poluição do ar é responsável por até um milhão de mortes por ano, segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde. O gráfico abaixo mostra como a China está deixando os EUA (e o resto do mundo) para trás.

**Vendas de veículos elétricos**

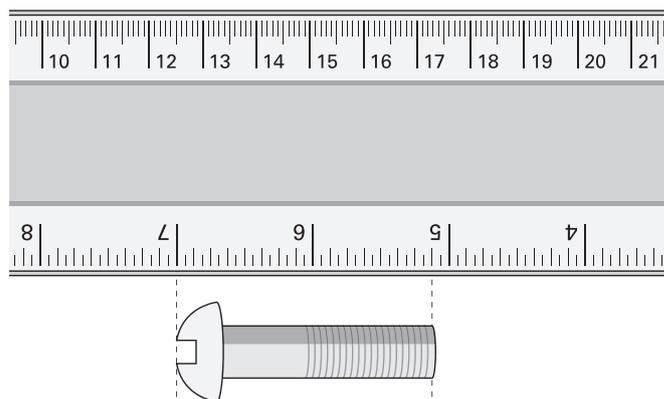


A leitura do gráfico permite concluir que as vendas de veículos elétricos nos Estados Unidos

- A** tiveram queda a partir de 2014 até 2016.
- B** foram superadas pelas vendas na China no fim de 2013.
- C** em 2017 corresponderam a cerca de 25% das vendas chinesas.
- D** em 2013 corresponderam a cerca de 100% das vendas chinesas.
- E** foram maiores que as vendas da China somente até o fim de 2013.

**Questão 155** enem2022

Um engenheiro mecânico precisará utilizar alguns parafusos para confecção de uma das peças de um protótipo de motor. Para fazer a medição do modelo de parafusos que possui em seu laboratório, ele utilizou uma régua mista, com graduação em centímetro e polegada, conforme ilustração. Observe que a graduação superior é referente a centímetros, e a inferior, a polegadas.



Consultando o estoque, ele verifica que a quantidade de parafusos que possui é insuficiente e, por isso, decide fazer um pedido no *site* do fornecedor do laboratório. No entanto, os parafusos comercializados tinham medidas expressas em centímetro e milímetro, conforme a tabela.

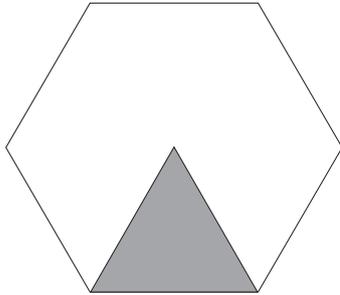
Parafuso I	18 mm
Parafuso II	47 mm
Parafuso III	60 mm
Parafuso IV	12,5 cm
Parafuso V	17 cm

Considerando que todos os parafusos usados na confecção precisam ter as medidas mais próximas possíveis, o modelo que melhor atende ao engenheiro é o parafuso

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

**Questão 156** enem2022

Um projeto arquitetônico prevê a construção de um condomínio formado por grandes terrenos em formato de hexágonos regulares de perímetro  $x$  metros. Cada um desses grandes terrenos será dividido em lotes menores, em formato de triângulos equiláteros, sendo todos de mesma área. A figura destaca um desses terrenos.



A área de cada um desses terrenos triangulares, em metro quadrado, é dada por

- A  $\frac{x^2\sqrt{3}}{144}$
- B  $\frac{x^2\sqrt{2}}{144}$
- C  $\frac{x^2\sqrt{3}}{24}$
- D  $\frac{x^2\sqrt{3}}{4}$
- E  $\frac{x^2\sqrt{2}}{4}$

**Questão 157** enem2022



Disponível em: [www.cidadedesapaulo.com](http://www.cidadedesapaulo.com). Acesso em: 15 mar. 2021.

Uma artista irá montar um mosaico feito com mapas da cidade de São Paulo, como o ilustrado na figura. Os mapas serão pintados utilizando as cores verde, vermelho, azul, amarelo, laranja, preto e roxo, de forma que cada zona tenha uma cor diferente da outra.

Qual a quantidade de mapas diferentes que a artista poderá pintar?

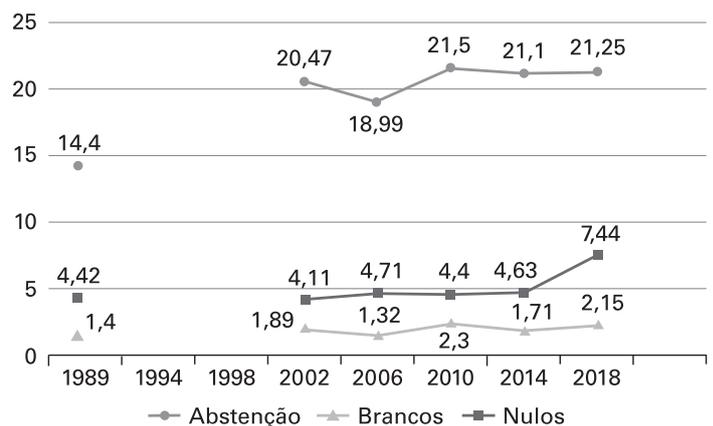
- A  $A_{7,5}$
- B  $P_5$
- C  $P_7$
- D  $C_{7,5}$
- E  $P_5^7$

**Questão 158** enem2022

O percentual de votos nulos no segundo turno das eleições presidenciais de 2018 chegou a 7,44%, o maior registrado desde 1989, totalizando 8,6 milhões. Foi um aumento de 60% em relação ao 2º turno da última eleição presidencial, em 2014, quando 4,63% dos votos foram anulados.

**Histórico de abstenções, brancos e nulos no 2º turno presidencial**

*Percentual de votos nulos foi o maior desde 1989, um aumento de 60% em relação à última eleição*



Fonte: TSE / Não houve 2º turno presidencial em 1994 e 1998.

Considerando as eleições de 2002 a 2018, qual o percentual médio aproximado de votos nulos?

- A 1,87%
- B 4,00%
- C 4,95%
- D 5,06%
- E 20,66%

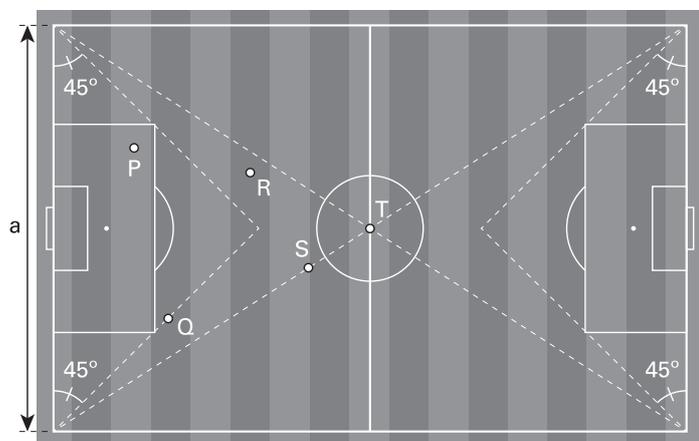
**Questão 159** enem2022

Em uma partida de futebol, cada equipe inicia com 11 jogadores titulares e mais uma quantidade de substitutos, que podem entrar em campo no decorrer do jogo, desde que trocados com os titulares. Veja a regra de como um jogador substituído (em condições normais) deve sair da partida:

O jogador a ser substituído, exceto se já houver saído, deve receber autorização do árbitro para sair do campo de jogo e deve sair pelo ponto mais próximo da linha delimitadora do campo.

Disponível em: [www.conteudo.cbf.com.br](http://www.conteudo.cbf.com.br). Acesso em: 31 out. 2021 (adaptado).

Os jogadores P, Q, R, S e T não estão jogando bem e, por isso, algum deles será substituído. No momento da substituição, a localização deles em campo era a seguinte:



Sabendo que a linha delimitadora de um campo de futebol forma um retângulo e o substituído saiu por algum ponto do segmento **a**, ele pode ser o jogador

- A** P, apenas.
- B** P e Q, apenas.
- C** P, Q e R, apenas.
- D** P, Q, R e S, apenas.
- E** P, Q, R, S e T.

**Questão 160** enem2022

Mariana fará um mochilão de 180 dias passando pela Ásia, Europa e África. Para a viagem, ela já reservou roupas diferentes, entre elas 14 blusas, 8 *shorts* e 3 chapéus.

Para que o número de combinações formadas por uma blusa, um *short* e um chapéu seja igual à duração em dias de sua viagem, Mariana precisa, apenas, adicionar

- A** um *short* e retirar dez blusas.
- B** um chapéu e mais dois *shorts*.
- C** oito blusas e mais três chapéus.
- D** uma blusa e retirar quatro *shorts*.
- E** dez blusas e retirar dois chapéus.

**Questão 161** enem2022

Uma empresa de cosméticos resolve contratar uma equipe de *marketing* para melhor adequar seus produtos ao mercado. Durante a consultoria, a equipe propõe que seja feita a troca do formato das embalagens dos shampoos, que eram prismas, para embalagens esféricas. Apesar disso, a tampa e o apoio dos recipientes esféricos (para que permaneçam em pé) são apenas estruturais e não alteram sua capacidade (ou seja, o líquido não ocupa tais espaços, apenas o interior da esfera).

A embalagem atual tem líquido com altura 18 cm e base retangular com área de 40 cm<sup>2</sup>, e a empresa que produz os recipientes consegue produzir esferas de 10 cm de diâmetro.

Para não haver desperdício na produção, a empresa que produzirá as novas embalagens precisa indicar para a empresa que produz o shampoo quantas embalagens novas podem ser produzidas com a quantidade de shampoo da embalagem atual, com a precisão de apenas uma casa decimal.

Considerando  $\pi = 3$ , o valor indicado pela empresa que produzirá as novas embalagens será

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

Questão 162

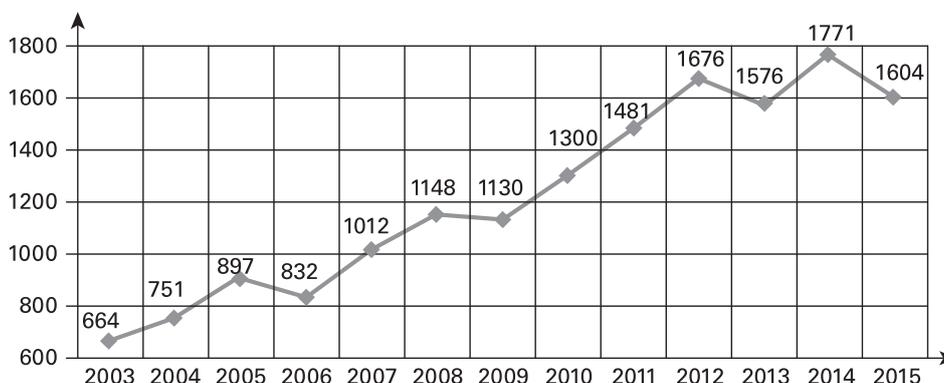
enem2022

Uma empresa de consultoria no ramo de prevenção de acidentes de trânsito foi contratada pelo governo maranhense para investigar e analisar as causas de morte em acidentes de trânsito no estado.

O objetivo é criar uma campanha publicitária que conscientize a população sobre as principais causas de acidentes e mortes.

A amostra estudada está representada no gráfico a seguir.

Maranhão, mortos em acidentes de trânsito, 2003 a 2015



Disponível em: <http://www.vias-seguras.com>. Acesso em: 3 jun. 2019.

Se o ano a ser estudado será sorteado, qual a probabilidade de que ele apresente o número de acidentes maior que a média de acidentes no período indicado no gráfico?

- A  $\frac{5}{12}$
- B  $\frac{7}{12}$
- C  $\frac{4}{13}$
- D  $\frac{6}{13}$
- E  $\frac{7}{13}$

Questão 163

enem2022

Um novo estudo detectou o maior protoaglomerado de galáxias já observado no Universo primitivo. Essa estrutura – que alguns comparam a uma espécie de “cidade de galáxias” – está a 12,5 bilhões de anos-luz de distância, o que implica que, na verdade, os astrônomos estão observando o aspecto que ela possuía a 12,5 bilhões de anos atrás, quando o Cosmo tinha menos de 2 bilhões de anos.

Disponível em: [www.sciam.com.br](http://www.sciam.com.br). Acesso em: 15 mar. 2021.

Ano-luz é uma unidade de distância que equivale, aproximadamente, a 9461 000 000 000 quilômetros.

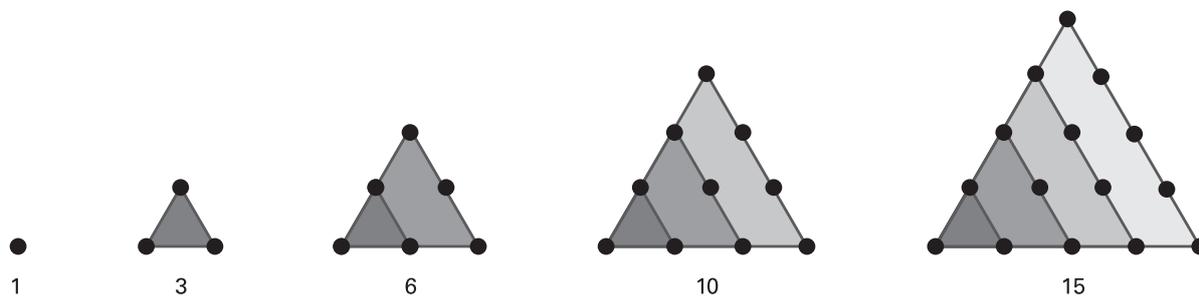
Segundo a matéria, qual a distância aproximada entre a “cidade de galáxias” e a Terra?

- A  $1,2 \cdot 10^{23}$  km
- B  $1,2 \cdot 10^{13}$  km
- C  $1,2 \cdot 10^{10}$  km
- D  $1,2 \cdot 10^8$  km
- E  $1,2 \cdot 10^4$  km

**Questão 164**

enem2022

Os números triangulares são bem antigos e remontam à época dos pitagóricos. Eles recebem esse nome porque podem ser representados por triângulos equiláteros, conforme ilustram as imagens.



Disponível em: <https://sca.proformat-sbm.org.br/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

Analisando a sequência acima, o número que está na 3ª posição é o seis. Seguindo o mesmo padrão, qual número estará na 29ª posição?

- A** 57
- B** 58
- C** 434
- D** 435
- E** 377

**Questão 165**

enem2022

Um universitário acaba de ingressar no mercado de trabalho por meio de um estágio, com salário de R\$ 1 200,00. Pensando em realizar um investimento de retorno a longo prazo, para poder investir em sua futura casa, ele então pesquisa diversas formas de aplicações financeiras e, entre elas, uma que rende juro de 1% a.m. no regime de juros compostos. Realizado esse estudo, ele passa a comprometer a terça parte de seu salário aplicando mensalmente essa quantia.

O Montante  $M(t)$  que ele terá aplicado ao fim de  $t$  meses é mais bem representado por

- A**  $M(t) = 400 \cdot (0,01)^{t-1}$
- B**  $M(t) = 400 \cdot (1,01)^{t-1}$
- C**  $M(t) = 4000 \cdot (1,01^t - 1)$
- D**  $M(t) = 40000 \cdot (0,01^t - 1)$
- E**  $M(t) = 40000 \cdot (1,01^t - 1)$

**Questão 166** enem2022

Durante a manutenção de uma piscina olímpica com 25 metros de largura, 50 metros de comprimento e altura de água igual a 3 metros, foi necessário esvaziar completamente seu volume de água.

Normalmente, os técnicos enchem o volume citado por 60 horas com 6 torneiras idênticas abertas. Mas, o novo técnico de manutenção decidiu deixar apenas 4 dessas torneiras (idênticas) abertas por um período de 40 horas, para preencher a piscina até seu volume inicial.

Para preencher o volume inicial:

- A** A nova quantidade de torneiras idênticas seria insuficiente, pois seriam necessárias 60 horas.
- B** A nova quantidade de torneiras idênticas seria suficiente, pois eram necessárias exatamente 40 horas.
- C** Seria preciso que as novas torneiras não fossem idênticas e possuíssem uma vazão de 23,4 m<sup>3</sup>/h.
- D** Torneiras duas vezes mais eficientes seriam mais do que suficientes, e seriam necessárias apenas 20 horas.
- E** Torneiras duas vezes mais eficientes seriam mais do que suficientes, e seriam necessárias aproximadamente 13 horas.

**Questão 167** enem2022

Um corredor deseja participar da Maratona de Boston, tradicional corrida entre as cidades de Hopkinton e Boston, no estado de Massachussetts, nos EUA. Para conseguir estar preparado para completar a prova, ele pesquisou diversos vídeos de maratonistas americanos que fazem essa prova há muitos anos e chegou à seguinte conclusão: deve começar a correr 5 milhas e sempre aumentar 1 milha no próximo treino. Além disso, a cada 5 treinos completos, deve reduzir a distância em 2 milhas para evitar lesões.

Para estar apto a correr uma maratona de 42 km, um maratonista deve conseguir correr, em 3 treinos seguidos, até no máximo 10 km a menos que a maratona. Considere 1 milha = 1,6 km.

Se os treinos do corredor são espaçados de 3 em 3 dias, em quanto tempo ele atingirá sua meta?

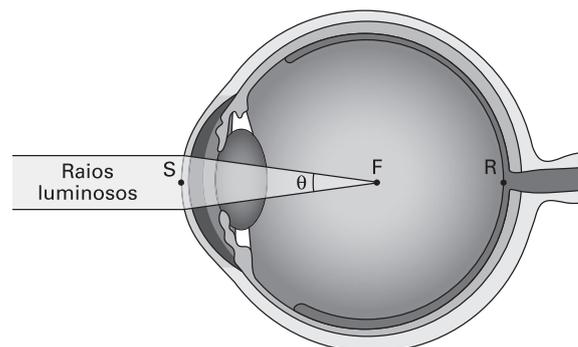
- A** 40 dias
- B** 57 dias
- C** 111 dias
- D** 120 dias
- E** 141 dias

**Questão 168** enem2022

Miopia trata-se de uma dificuldade para enxergar à distância. Via de regra é o resultado de um olho mais alongado que o normal, o que faz o foco se formar antes da retina.

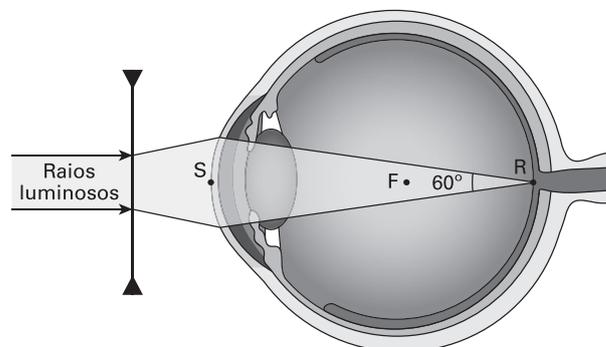
Para corrigir a miopia, uma pessoa passa a fazer o uso de lentes corretivas. Sem os óculos, os raios de luz, que atingem o olho paralelamente, formam um ângulo  $\theta$  entre si, após convergirem no foco F dentro do olho, conforme a Figura 1.

**Figura 1**



Com o uso das lentes, os raios se encontram exatamente no ponto R da retina, formando um novo ângulo entre si, de 60°, conforme a Figura 2.

**Figura 2**



Sabe-se que os pontos S, F e R são colineares e a reta que os contém é bissetriz do ângulo formado entre os raios dentro do olho em ambos os casos. Além disso,  $SR = \frac{4}{3} \cdot SF$  e a distância entre os raios luminosos no momento em que penetram o olho com as lentes é  $\frac{8}{3}$  vezes a distância entre eles sem as lentes.

Considere  $\text{tg } 15^\circ = 0,3$ ;  $\text{tg } 30^\circ = 0,6$  e  $\text{tg } 60^\circ = 2$ .

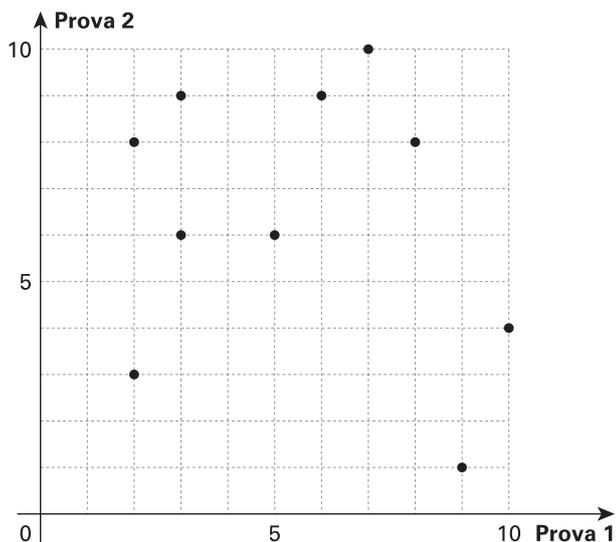
O valor de  $\theta$  é

- A** 30°
- B** 45°
- C** 50°
- D** 60°
- E** 100°

**Questão 169** enem2022

Um professor publicou as notas que os seus dez alunos tiraram em duas provas, e as notas foram publicadas em um gráfico. Diante dos resultados obtidos, ele decidiu sortear duas bolsas de estudos, totalmente gratuitas, a dois estudantes dessa turma que obtiveram a média entre as duas provas maior ou igual a 6.

Veja no gráfico as notas desses alunos em cada prova.



Ana e Bianca são alunas dessa turma e, conforme as suas médias, irão concorrer a essas bolsas de estudos.

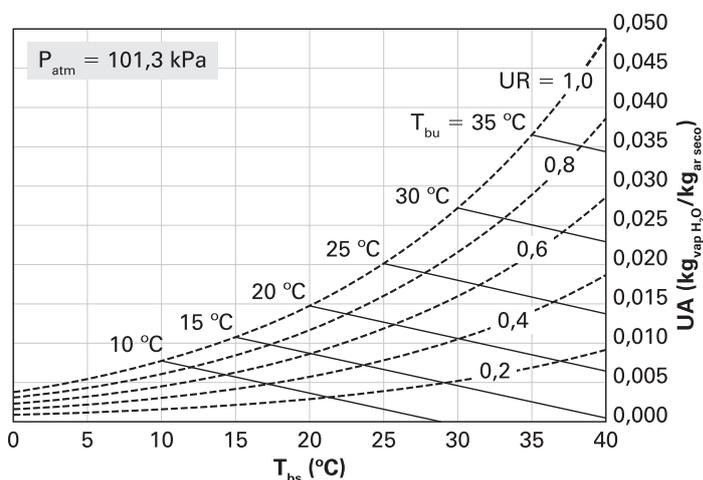
Qual a probabilidade de Ana e Bianca ganharem, juntas, essas bolsas de estudos?

- A  $\frac{1}{10}$
- B  $\frac{1}{20}$
- C  $\frac{1}{5}$
- D  $\frac{9}{20}$
- E  $\frac{4}{5}$

**Questão 170** enem2022

A desumidificação é um processo que objetiva remover parte do conteúdo de vapor de água de uma corrente de ar úmido, sendo empregado, por exemplo, quando é necessário assegurar que a umidade do ar de um ambiente confinado não exceda o limite superior admissível. Na análise da desumidificação, é comum lançar mão da carta psicrométrica à pressão atmosférica de  $P_{atm} = 101,3 \text{ kPa}$ , conforme a figura, na qual alguns dos parâmetros relevantes são a umidade relativa (UR, linhas tracejadas), umidade absoluta (UA, eixo vertical à direita), temperatura de bulbo seco (T<sub>bs</sub>, eixo horizontal inferior) e temperatura de bulbo úmido (T<sub>bu</sub>, linhas cheias).

Em particular, a umidade absoluta é definida como a razão  $UA = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{ar seco}}}$ , em que  $m_{\text{vapor}}$  e  $m_{\text{ar seco}}$  são as massas de vapor de água e de ar seco, respectivamente, no ar úmido.



O ar livre de uma localidade a  $P_{atm}$  apresenta temperatura de bulbo seco  $T_{bs} = 35 \text{ °C}$  e umidade relativa  $UR = 0,7$ . Antes de inserir esse ar em um ambiente que deve ser mantido sob umidade controlada e também a  $P_{atm}$ , é mandatório resfriá-lo até  $T_{bs} = 30 \text{ °C}$  e  $UR = 0,4$ , o que é conseguido por meio de um processo de desumidificação.

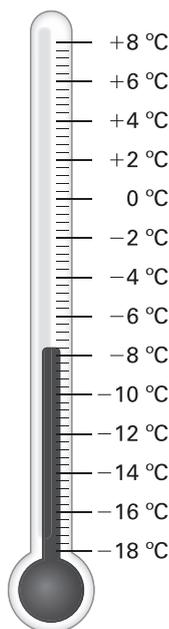
Tendo como referência uma amostra em que  $m_{\text{vapor}} + m_{\text{ar seco}} = 1 \text{ kg}$ , de quanto diminuem  $T_{bu}$  e  $m_{\text{vapor}}$  aproximadamente, na desumidificação realizada?

- A 5 °C e 6,5 g.
- B 10 °C e 6,5 g.
- C 10 °C e 13,0 g.
- D 15 °C e 13,0 g.
- E 20 °C e 26,0 g.

**Questão 171** enem2022

Em um laboratório refrigerado, culturas de bactérias, vírus e outros microrganismos são mantidos em uma câmara frigorífica. Durante alguns estudos realizados por cientistas, verificou-se que um defeito no termômetro instalado provocava exibição de temperatura superior em  $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  à real.

Durante um dos experimentos desse laboratório, a marcação de temperatura da imagem estava sendo feita por esse termômetro.



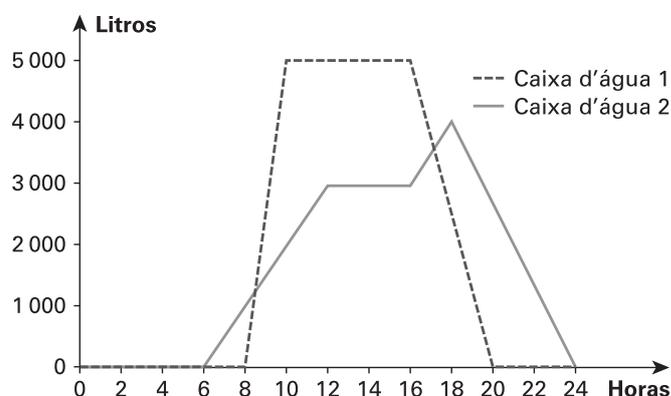
A temperatura real na câmara frigorífica no momento em que o termômetro aponta a medida indicada é de, aproximadamente,

- A**  $-11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- B**  $-11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- C**  $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- D**  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- E**  $-12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Questão 172** enem2022

Uma fábrica trabalha 24 h por dia e possui duas caixas-d'água, ambas com capacidade de 5 000 L, para realizar seus trabalhos. Devido à baixa de um dos reservatórios de água da cidade, foi instaurado um racionamento no abastecimento de água. Por questões de segurança, o tempo de produção na fábrica precisou ser reduzido, pois grande parte do maquinário necessita de água para ser resfriado e continuar a funcionar sem o risco de causar um incêndio.

Foi decidido que, durante esse período, a fábrica pausaria suas operações quando o nível de água das caixas-d'água ficasse zerado. O gráfico a seguir apresenta a relação entre o volume de água nas caixas-d'água e o horário do dia durante o racionamento.



Durante o período de racionamento de água, quantas horas por dia a fábrica permaneceu com as operações pausadas?

- A** 6
- B** 7
- C** 8
- D** 12
- E** 18

**Questão 173** enem2022

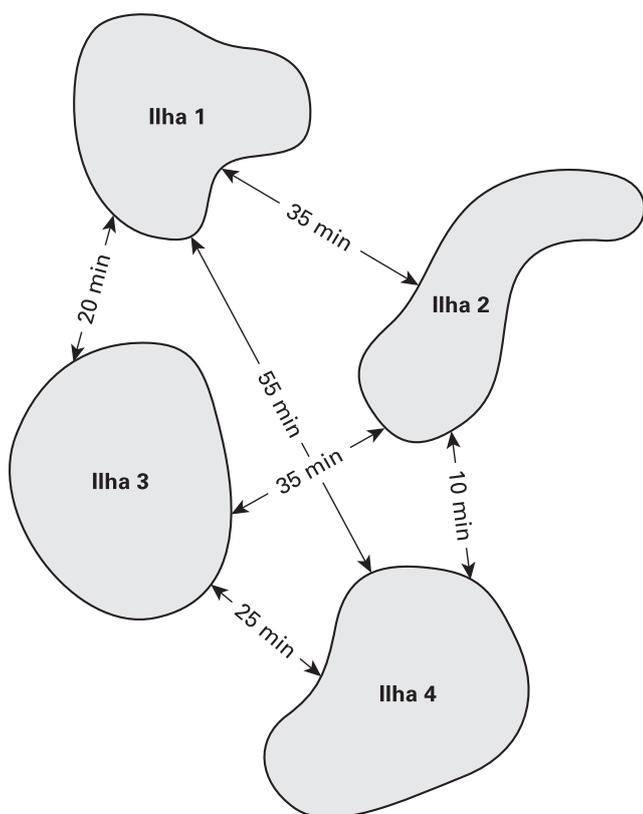
Ao criar um jogo de golfe de computador, os programadores se esqueceram de considerar a gravidade, e a altura da bolinha em relação ao tempo, em vez de realizar uma trajetória parabólica, estava realizando uma trajetória linear. A bolinha, que deveria seguir a trajetória da parábola  $y = -0,1x^2 + 2,5x$ , estava seguindo a trajetória  $y = 2,5x$ , sendo essas funções dadas em metros.

Do modo que o programa estava escrito, no momento em que a bolinha deveria retornar ao chão, ela estaria a uma altura, em metro, de

- A** 5,625.
- B** 12,500.
- C** 31,250.
- D** 62,500.
- E** 187,500.

**Questão 174** enem2022

Para conhecer as quatro ilhas que compõem um arquipélago, um turista utiliza uma moto aquática (*jetski*) cujo tanque de combustível tem capacidade total de 70 L e o consumo é de 15 L por hora. Ele deve viajar a uma velocidade média constante tal que os tempos gastos nos caminhos predeterminados entre uma ilha e outra são aqueles mostrados na figura, por exemplo, o deslocamento entre as ilhas 1 e 2 leva 35 min, mesmo tempo do deslocamento entre as ilhas 2 e 3. O ponto de partida e de chegada do turista é a ilha 1, e ele passará uma única vez pelas ilhas 2, 3 e 4, iniciando o passeio com o tanque do *jetski* completamente cheio.



Considerando que o turista usa a moto aquática apenas entre uma ilha e outra, se ele visitar as ilhas na ordem que resulta na máxima economia possível de combustível, quanto combustível sobrar no tanque do *jetski* ao final do passeio?

- A** 32,5 L
- B** 40,0 L
- C** 42,5 L
- D** 47,5 L
- E** 55,0 L

**Questão 175** enem2022

Um confeitiro vende cones recheados que medem 8 cm de altura e diâmetro da base igual a 4 cm. Ele deseja aumentar o volume de seu cone em 44%, devido à demanda de clientes. Para isso, sua sócia apresentou-lhe 5 opções de alterações que podem realizar no seu produto:

- Opção 1: aumentar a altura em 20%, mantendo o raio da base constante;
- Opção 2: aumentar a altura em 44%, mantendo o raio da base constante;
- Opção 3: aumentar o raio da base em 20%, mantendo a altura constante;
- Opção 4: aumentar o raio da base em 44%, mantendo a altura constante;
- Opção 5: aumentar o raio da base em 50% e reduzir a altura em 36%.

Como o preço da casca cônica utilizada é proporcional à sua área lateral, o confeitiro deseja que ela seja a menor possível entre as opções.

Pode-se considerar a casca como um cone reto e que  $\pi = 3$ .

Qual opção permite ao confeitiro atingir todos os requisitos?

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

**Questão 176** enem2022

O cálculo do Índice de Ultravioleta (UV) abrange a medição das diferentes intensidades de ultravioleta [...]: cada índice UV equivale a  $25 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$ . Por exemplo, ao meio-dia, em que a intensidade máxima de radiação ultravioleta (média dos quinze minutos) medida é de  $200 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$ , este valor equivale ao índice ultravioleta 8.

Disponível em: [www.smg.gov.mo](http://www.smg.gov.mo). Acesso em: 23 nov. 2019.

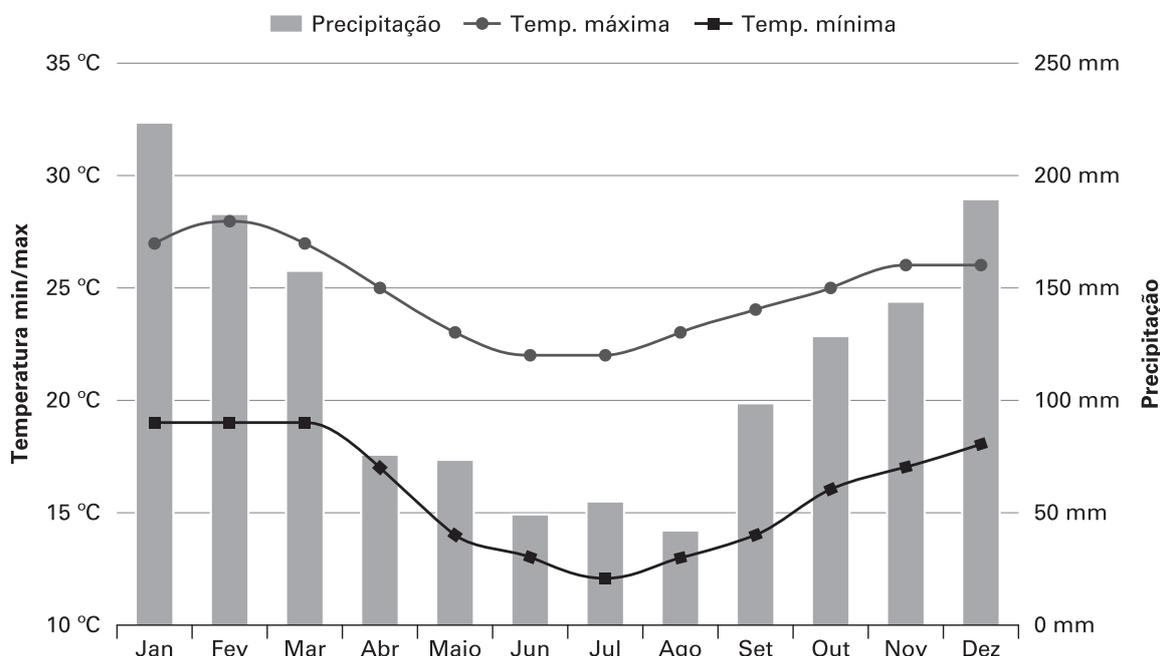
A representação algébrica que expressa a relação entre a intensidade máxima de radiação ultravioleta R, (média dos 15 minutos), em  $\text{mW} \cdot \text{m}^{-2}$  e o índice de ultravioleta UV é

- A**  $UV = \frac{R}{25}$
- B**  $UV = \frac{25 \cdot R}{15}$
- C**  $UV = \frac{R}{25 \cdot 15}$
- D**  $UV = 25 \cdot R$
- E**  $UV = 25 \cdot 15 \cdot R$

Questão 177

enem2022

Em uma cidade do Brasil, é possível identificar a época mais chuvosa ou seca e também os dias mais quentes e frios, de acordo, respectivamente, com o comportamento da chuva e com a variação da temperatura. O gráfico seguinte mostra o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano de 2021 nessa cidade do Brasil.



Disponível em: [www.climatempo.com.br](http://www.climatempo.com.br). Acesso em: 27 out. 2021.

Segundo o gráfico, os meses com menor volume de chuva e maior temperatura foram, respectivamente,

- A agosto e janeiro.
- B agosto e fevereiro.
- C agosto e dezembro.
- D julho e janeiro.
- E julho e fevereiro.

Questão 178

enem2022

Em um congresso de dois dias, uma catraca faz a contagem do número de pessoas que entram pelo portão principal. Após o final do evento, a equipe de organização descobriu uma falha no conta-giros. O contador indicava quatro entradas a cada cinco pessoas que chegaram.

Ao final do evento o marcador indicava:

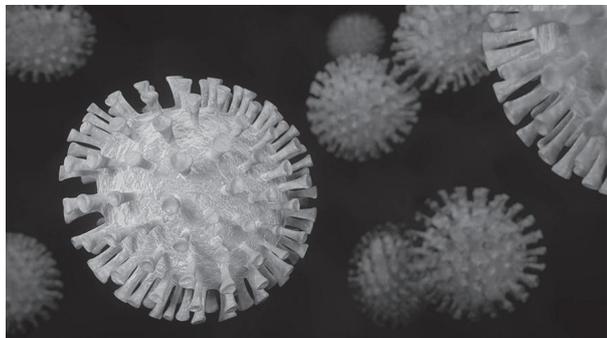
8	7	3	2	0
---	---	---	---	---

O número de pessoas que compareceu, em média por dia, foi

- A 34 928.
- B 54 575.
- C 69 856.
- D 109 150.
- E 139 712.

**Questão 179** enem2022

Após análises em laboratório, um cientista conjectura que o diâmetro do coronavírus é de 120 nm (nanômetros). Na apresentação de seus estudos, construiu um modelo para exposição, com diâmetro de 120 cm.



Sabendo que 1 nm equivale a 1 bilionésimo de metro, uma representação da escala entre as medidas do modelo e as do vírus, respectivamente, seria

- A** 1:1 000 000
- B** 10 000 000:1
- C** 1:10 000 000
- D** 1:1 000 000 000
- E** 1 000 000 000:1

**Questão 180** enem2022

José Carlos inovou no negócio de entrega de pizzas, criando um sistema de venda de pizzas por quilo. Em seu folheto de propaganda, o preço de cada pizza é representado por uma equação. Por exemplo, a pizza de muçarela custa  $30x + 10$  reais e a de calabresa,  $40x + 5$ , sendo  $x$  o peso da pizza em quilograma. Nesse preço, segundo o folheto, já está incluso o valor da taxa de entrega.

Um cliente, querendo comparar os preços das duas pizzas, calculou o peso necessário para que uma pizza de muçarela custe o mesmo que uma de calabresa. Esse valor, em quilograma, é igual a

- A** 0,07.
- B** 0,21.
- C** 0,50.
- D** 1,50.
- E** 2,00.



# enem2022