



# EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

## PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

## PROVA DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS



2º Poliedro

# enem 2022

2º DIA  
CADERNO  
**1**  
AMARELO

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

**Se há estrelas no céu, refleti-las.**

### 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. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES e na FOLHA DE RASCUNHO não serão considerados na avaliação.
6. Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES, o CARTÃO-RESPOSTA e a FOLHA DE RASCUNHO.
7. Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de prova.



## CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### Questões de 91 a 135

#### QUESTÃO 91 enem2022

##### Que animais enxergam por meio de sons e como eles conseguem fazer isso?

Os animais especialistas nessa arte – denominada ecolocalização ou biossonar – são os golfinhos e os morcegos. Ambos têm uma visão aguçada, que funciona perfeitamente durante o dia, mas normalmente precisam caçar e se locomover em ambientes com pouca luz. Nesses ambientes, eles conseguem enxergar sem utilizar os olhos; isso ocorre ao emitirem sons de alta frequência, em geral inaudíveis ao ser humano. “Essas ondas sonoras batem na presa – e nos obstáculos à frente – e retornam na forma de ecos, que, por sua vez, são decodificados como um mapa pelo cérebro do animal”, diz a bióloga Eliana Morielle, da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

Disponível em: <<https://super.abril.com.br>>. Acesso em: 28 jan. 2021. (Adaptado)

As ondas sonoras emitidas por um morcego podem alcançar de 10 kHz a 200 kHz. No ar, uma onda de 10 kHz tem comprimento de onda igual a 30 mm. No caso dos golfinhos, as ondas sonoras emitidas por eles podem alcançar de 0,15 kHz a 150 kHz; a velocidade do som na água é 4,5 vezes superior à velocidade do som no ar.

Considere que um golfinho emita um sinal de ultrassom de modo a perceber a presença de um objeto em sua trajetória na água. Se o tempo entre a emissão e a recepção do sinal for de 0,6 s, o objeto estará a uma distância, em relação ao animal, de

- A 27 m.
- B 90 m.
- C 180 m.
- D 405 m.
- E 810 m.

#### QUESTÃO 92 enem2022

Atividades antrópicas que alteram o meio ambiente, quando associadas à ausência ou à inadequação de saneamento, podem levar ao aumento da incidência de doenças e à redução da expectativa e da qualidade de vida da população humana. Em alguns locais, fica evidente a associação entre a proliferação de determinadas doenças e a falta de saneamento, incluindo o abastecimento de água deficiente, o esgotamento sanitário inadequado, a contaminação por resíduos sólidos e as condições precárias de moradia. [...] Entre as doenças relacionadas ao saneamento básico está a amebíase, uma infecção causada pelo protozoário *Entamoeba histolytica*, que apresenta duas formas evolutivas: o trofozoíto e o cisto.

MOURA, L.; LANDAU, E. C.; FERREIRA, A. M. "Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil". In: MOURA, L.; LANDAU, E. C. (Ed.). *Varição geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais*. Brasília: Embrapa, 2016. (Adaptado)

A amebíase é uma doença relacionada ao saneamento básico inadequado porque a sua transmissão ocorre principalmente por

- A um inseto vetor contaminado cuja reprodução ocorre em águas não tratadas.
- B ingestão de alimentos ou água contaminados por fezes contendo cistos amebianos.
- C contato com água contaminada por larvas cercárias liberadas por caramujos infectados pelo protozoário.
- D contato com sangue contaminado, por veiculação hídrica e por via fecal-oral em exposição percutânea ou parenteral.
- E exposição direta ou indireta à urina de animais infectados, com penetração do parasita através da pele ou de mucosas.

#### QUESTÃO 93 enem2022

Pesquisadores que se dedicaram ao estudo da espécie *Phyllomedusa azurea*, um anfíbio que vive no Cerrado brasileiro, concluíram que: i) exemplares dessa espécie são prevalentemente encontrados em arbustos e árvores, entre 0,50 a 1,00 m de altura; ii) os arbustos e árvores utilizados pela espécie servem como sítios de vocalização e ovoposição; iii) o tempo de atividade gira em torno de 4,60 horas; iv) a dieta das fêmeas é predominantemente composta de insetos da ordem Orthoptera, enquanto os machos se alimentam prioritariamente de aracnídeos da ordem Araneae.

FREITAS, E. B. de et al. *Biota Neotrop.* Campinas, v. 8, n. 4, out./dez. 2008. (Adaptado)

Os dados obtidos pelos pesquisadores no estudo da *Phyllomedusa azurea* contribuem para entender a dimensão do(s)

- A hábitat dessa espécie.
- B nicho ecológico dessa espécie.
- C tamanho populacional dessa espécie.
- D fatores abióticos necessários para essa espécie.
- E ecossistema em que essa espécie vive e as interações existentes nele.

QUESTÃO 94

enem2022

O esmalte do dente é constituído de um material muito pouco solúvel em água e cujo principal componente é a hidroxiapatita –  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , um composto iônico formado por íons  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{OH}^-$ . Em um processo chamado desmineralização, uma quantidade muito pequena de hidroxiapatita pode se dissolver, como descrito pela equação:



Esse processo é normal e ocorre naturalmente. O processo inverso, a mineralização, também é normal. Os principais fatores que determinam a estabilidade da hidroxiapatita na presença da saliva são o pH e as concentrações dos íons cálcio, fosfato e flúor em solução. A concentração dos íons  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ , que altera o pH da saliva, é uma dos principais responsáveis pela deterioração dos dentes. A ingestão de alimentos com açúcar também favorece o processo de desmineralização, pois o açúcar pode ser consumido por bactérias, que liberam substâncias ácidas no meio. Na presença de íons  $\text{F}^-$ , ocorre a formação de  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , a fluorapatita, que protege o esmalte do dente.

SILVA, Roberto R. da et al. "A Química e a conservação dos dentes". *Química Nova na Escola*, n. 13, maio 2001. (Adaptado)

O processo de desmineralização ocorre em razão de fatores como

- A o uso de cremes dentais contendo sais como NaF e  $\text{SnF}_2$ .
- B o consumo de doces que propiciam o aumento do pH da boca.
- C a alimentação rica em íons  $\text{Ca}^{2+}$  presentes no leite e seus derivados.
- D a ingestão contínua de alimentos ácidos que favorecem a redução do pH da boca.
- E hábitos que levam ao aumento da concentração de íons  $\text{OH}^-$  na saliva e do pH da boca.

QUESTÃO 95

enem2022

O desmatamento da Amazônia está prestes a atingir um determinado limite a partir do qual algumas regiões da floresta tropical podem passar por mudanças irreversíveis [...]. Desde a década de 1970, quando estudos demonstraram que a Amazônia gera aproximadamente metade de suas próprias chuvas, levantou-se a questão de qual seria o nível de desmatamento a partir do qual o ciclo hidrológico amazônico se degradaria [...]. Nas últimas décadas, outros fatores além do desmatamento começaram a impactar o ciclo hidrológico amazônico, como as mudanças climáticas e o uso indiscriminado do fogo por agropecuaristas durante períodos secos. [...] A combinação desses três fatores indica que o ponto de inflexão a partir do qual ecossistemas na Amazônia Oriental, Sul e Central podem deixar de ser floresta seria atingido se o desmatamento alcançar entre 20% e 25% da floresta original.

ALLISON, E. "Desmatamento na Amazônia está prestes a atingir limite irreversível". Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br>>. Acesso em: 3 set. 2021. (Adaptado)

O desmatamento e o uso de fogo por agropecuaristas para limpar áreas e dar prioridade às pastagens podem alterar o ciclo hidrológico amazônico porque, entre outros eventos, esses fatores

- A aumentam o aporte de água ao lençol freático, que não é reposta à atmosfera.
- B diminuem a taxa fotossintética, o que aumenta o volume de água transpirado pela vegetação.
- C diminuem o vapor de água originado da transpiração vegetal, o que altera o regime de chuvas.
- D aumentam a infiltração de água no solo, o que reduz a taxa de evaporação de água para a atmosfera.
- E aumentam o escoamento superficial da água, o que contribui para maior evaporação de água dos rios.

QUESTÃO 96

enem2022

Os satélites artificiais que orbitam a Terra podem, em algum momento, passar por um processo de correção de suas órbitas. Tais correções podem ser feitas com propulsores até que os satélites atinjam a nova órbita desejada.

Admita que um desses satélites, que está orbitando circularmente ao redor da Terra, precisa ter sua órbita corrigida e ir para outra órbita circular com raio 500 metros maior que o raio da órbita anterior. Considerando que há interação gravitacional apenas entre esse satélite e a Terra e que a massa dele não varia, a alteração da órbita desse satélite, em relação à situação na órbita anterior, provoca um(a)

- A aumento da energia cinética do satélite.
- B diminuição do período orbital do satélite.
- C aumento da velocidade escalar do satélite.
- D diminuição do módulo da energia potencial gravitacional do satélite.
- E aumento da intensidade da força gravitacional que atua no satélite.

**QUESTÃO 97**

enem2022

Raramente alguém fica cego por miopia, hipermetropia ou astigmatismo. A principal causa da perda da visão é a miopia devido a alterações associadas, internas do olho, principalmente da retina, que é muito fina nos míopes. Para entender a razão pela qual isso acontece, basta pensar que o olho míope é maior do que o normal e que, para cobri-lo, a retina fica mais esticada, mais fina e mais sujeita a formar buracos que podem provocar seu descolamento e, como consequência, cegueira. Existem, ainda, miopias que aumentam progressivamente até atingir 20° e 25°. São chamadas miopias malignas, que não causam cegueira, mas provocam perda acentuada da qualidade da visão.

AVAKIAN, Amaryllis. "Doenças da visão | Entrevista".

Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br>>. Acesso em: 11 out. 2021. (Adaptado)

O ponto remoto, que corresponde à maior distância que uma pessoa míope consegue enxergar com nitidez, para o maior grau de miopia maligna mencionado no texto é igual a

- A** 3,4 cm.
- B** 4,0 cm.
- C** 4,2 cm.
- D** 4,8 cm.
- E** 5,0 cm.

**QUESTÃO 98**

enem2022

A pilha de Daniell, cuja reação global é  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ , fornece uma força eletromotriz de  $\Delta E^\circ = 1,10 \text{ V}$  ao operar em condições padrão. Na prática, ao montar uma pilha de Daniell, a força eletromotriz fornecida é menor que  $1,10 \text{ V}$ .

A força eletromotriz de uma pilha é dada pela equação de Nernst  $\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$ , em que R é a constante dos gases ideais, F é a constante de Faraday, n é o número de mols de elétrons envolvido no processo reacional, T é a temperatura absoluta em Kelvin e Q é o quociente de concentrações. Caso a reação esteja em equilíbrio, escreve-se Q como K.

Em uma situação prática, para que o  $\Delta E$  da pilha de Daniell possa coincidir com o valor padrão ( $\Delta E^\circ$ ), é preciso que, na equação de Nernst,

- A** a temperatura seja 0 °C.
- B** a razão  $\frac{RT}{nF}$  seja igual a 1.
- C** o valor do termo  $\ln Q$  seja igual a 1.
- D** o número de elétrons envolvido na reação seja zero.
- E** a concentração de  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  e de  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  seja igual a 1 mol/L.

**QUESTÃO 99**

enem2022

A vinhaça é o resíduo da fermentação da cana-de-açúcar obtido nas indústrias sucroalcooleiras. Em média, para cada litro de etanol produzido, são gerados 12 litros de vinhaça, que é muito usada em lavouras devido à alta concentração de nitrogênio e potássio. A vinhaça, no entanto, pode ser muito prejudicial para sistemas aquáticos em virtude do seu alto potencial eutrofizador.

"Uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar".

Disponível em: <<https://www.novacana.com>>. Acesso em: 28 out. 2021. (Adaptado)

Durante a preparação da vinhaça para aplicação em uma lavoura, alguns procedimentos foram testados. A tabela apresenta os procedimentos realizados para a diluição de 1000 L de vinhaça contendo 880 mg/L de nitrogênio e 3800 mg/L de potássio. Deseja-se obter, na solução final, a concentração de nitrogênio e de potássio igual (ou aproximadamente igual) a 350 mg/L e 1515 mg/L, respectivamente.

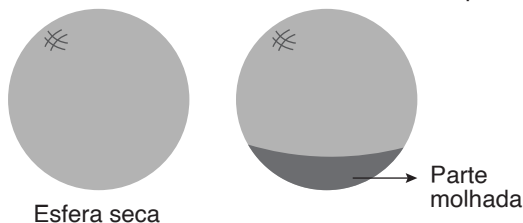
Procedimento	Volume de H <sub>2</sub> O adicionado (L)
1	500
2	800
3	1000
4	1500
5	2000

Qual é o procedimento de diluição mais adequado para se obter a concentração desejada de nitrogênio e de potássio?

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

**QUESTÃO 100** enem2022

Uma pessoa deseja medir a densidade de uma esfera homogênea de isopor que não tem partes ocas. Para isso, colocou cuidadosamente a esfera em um copo com água, cuja densidade vale  $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Depois, verificou a parcela da esfera que ficou submersa ao atingir o equilíbrio; essa parcela corresponde à parte da esfera que ficou molhada ao ser retirada cuidadosamente do copo.



A pessoa constatou que a esfera tem um volume total de  $1000 \text{ cm}^3$  e que, ao observar a parte molhada da esfera, o volume submerso foi  $30 \text{ cm}^3$ . Assim, a pessoa determinou que a densidade da esfera de isopor vale

- A  $9,7 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- B  $3,3 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- C  $3,3 \cdot 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- D  $3,0 \cdot 10^1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- E  $3,0 \cdot 10^0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

**QUESTÃO 101** enem2022

Em 2020, circulou nas redes sociais uma notícia alegando que as propriedades do limão – e de algumas outras frutas – seriam adequadas para o combate a diversas doenças, pois, segundo a publicação, tais alimentos teriam propriedades alcalinas importantes e benéficas à saúde.

Uma maneira de comprovar a inverdade de tal notícia seria acrescentar ao suco de limão

- A  $\text{NaHCO}_3$ , que, por ser um sal de hidrólise básica, reagiria com o ácido do limão, liberando  $\text{CO}_2$ .
- B  $\text{NaOH}$ , que, por ser uma base forte, reagiria com o ácido do limão, liberando  $\text{H}_2$ .
- C  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , que, por ser um ácido fraco, reagiria com a base forte do limão.
- D  $\text{NaCl}$ , que, por ser um sal neutro, reagiria com o ácido e a base do limão.
- E  $\text{H}_2\text{O}$ , que, por ser anfótera, reagiria com o ácido e a base do limão.

**QUESTÃO 102** enem2022

De acordo com a teoria da endossimbiose, de Lynn Margulis, as mitocôndrias surgiram de uma associação positiva e estável entre um organismo eucarionte, unicelular e de dimensões maiores, e um organismo procarionte (ancestral da bactéria). Uma das características das mitocôndrias que serve de evidência para sustentar essa teoria é a

- A capacidade de promover a digestão intracelular.
- B presença de DNA circular próprio livre de histonas.
- C semelhança de seus ribossomos com os dos eucariontes.
- D capacidade de gerar ATP a partir uma molécula orgânica.
- E presença de membrana com camada única de lipoproteínas.

**QUESTÃO 103** enem2022

O valor da resistência de um resistor pode ser constante ou variável dependendo de diversos fatores, como a corrente elétrica que passa pelo resistor e o tipo de material do qual é feito. Uma empresa mediu a tensão elétrica  $U$  em função da corrente elétrica  $i$  de um resistor que será utilizado em um circuito elétrico e observou que, para determinada faixa de corrente elétrica, é possível modelar o comportamento da tensão em função da corrente por  $U(i) = i(2i + 3)$ .

Se o resistor segue esse modelo de comportamento da tensão, quando a corrente que passa por ele é de  $2 \text{ A}$ , sua resistência elétrica vale

- A  $28,0 \Omega$ .
- B  $14,0 \Omega$ .
- C  $7,0 \Omega$ .
- D  $5,5 \Omega$ .
- E  $0,1 \Omega$ .

**QUESTÃO 104**

enem2022

A molhabilidade da superfície de um material afeta a aplicação final dos produtos fabricados a partir dele. Recentemente, as superfícies hidrofóbicas têm despertado grande interesse devido à sua importância e às suas potenciais aplicações industriais. [...] Entre outras aplicações, as superfícies hidrofóbicas podem ser utilizadas para retardar ou até mesmo evitar a corrosão de metais. O fenômeno da corrosão é um problema inerente aos metais, no entanto os metais que têm propriedades hidrofóbicas em sua superfície apresentam significativa melhora em sua resistência à corrosão, mesmo depois de exposição a condições atmosféricas durante vários meses.

FERREIRA, Lúcia Marisa Vieira. *Revestimentos hidrofóbicos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013. (Adaptado)

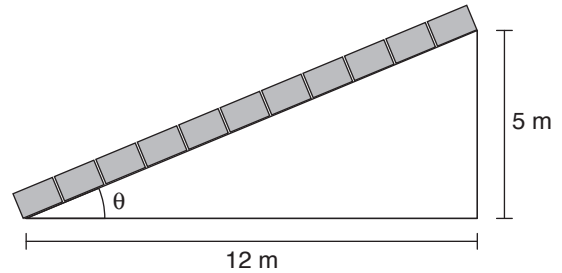
Os metais que apresentam em sua superfície a propriedade destacada no texto são mais resistentes à corrosão por causa das

- A** ligações metálicas fortes entre átomos como ferro, alumínio e prata.
- B** características mais lisas dessas superfícies, o que favorece o escoamento de água.
- C** moléculas superficiais, que impedem o contato entre o gás nitrogênio e os átomos metálicos.
- D** interações do tipo ligações de hidrogênio estabelecidas entre a sua superfície e as moléculas de água.
- E** forças atrativas fracas que podem se estabelecer entre as moléculas de água e a sua superfície.

**QUESTÃO 105**

enem2022

Um supermercado instalou uma esteira rolante para ligar o estacionamento (no subsolo) ao piso principal de compras. A esteira tem uma extensão horizontal de 12 m e uma elevação de 5 m, como mostrado na figura.



Uma pessoa de massa 80 kg carregando suas sacolas de compras, que totalizam 11 kg, desceu do piso principal até o subsolo utilizando a esteira, que mantém velocidade constante durante todo o percurso. Sabe-se que  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  e que a velocidade da pessoa é nula em relação à esteira durante a descida. Para que isso seja possível, a força de contato entre a esteira e os pés da pessoa deverá ter duas componentes: uma componente perpendicular à esteira e uma componente paralela à esteira.

Nessas condições, a intensidade da componente paralela à esteira da força que esta faz sobre os pés da pessoa vale, em newton,

- A** 70.
- B** 350.
- C** 560.
- D** 840.
- E** 910.



**QUESTÃO 106** enem2022

A gametogênese humana é o fenômeno biológico de formação dos ovócitos secundários e dos espermatozoides, caracterizada por três etapas distintas denominadas multiplicação, crescimento e maturação, que se diferenciam em vários aspectos na espermatogênese e na ovogênese. A ovogênese inicia-se no interior dos folículos ovarianos, ainda na vida intrauterina, quando as células germinativas, derivadas do embrião feminino, passam pela fase de multiplicação, sofrendo divisões mitóticas. Para a ocorrência da maturação ovocitária, além da ação das gonadotrofinas, deve ocorrer a redução dos fatores de inibição da maturação ovocitária. Um desses fatores tem como função degradar o fator de inibição da anáfase, permitindo que essa etapa ocorra.

ARAÚJO, C. H. M. et al. "Gametogênese: estágio fundamental do desenvolvimento para reprodução humana". *Medicina (Ribeirão Preto)*, v. 40, n. 4, out./dez. 2007. (Adaptado)

O fator de inibição da anáfase na ovogênese regula a

- A** migração dos cromossomos e das cromátides para os polos da célula, caracterizando, respectivamente, a anáfase I e a anáfase II.
- B** organização dos cromossomos homólogos aos pares na faixa equatorial da célula, caracterizando a anáfase da mitose.
- C** separação das cromátides-irmãs e do citoplasma, caracterizando a citocinese da anáfase II.
- D** taxa de permutação entre os cromossomos, formando as quimeras características da anáfase II da meiose.
- E** atividade de condensação dos cromossomos homólogos, a fim de atingir seu maior grau na anáfase I da meiose.

**QUESTÃO 107** enem2022

Uma empresa planeja construir uma máquina térmica que funcionará com um gás, considerado ideal, e operará em ciclos. No planejamento inicial, a empresa quer que a fonte quente, que está a 500 K, forneça à máquina 2000 J de energia térmica a cada ciclo. Essa máquina deverá realizar um trabalho de 1200 J a cada ciclo e liberar à fonte fria, que está a 300 K, 800 J por ciclo. Ao verificar o planejamento inicial dessa empresa, um engenheiro questionou os dados, afirmando que eram inconsistentes.

Os dados mostrados pela empresa para o funcionamento dessa máquina são inconsistentes porque ela

- A** apresenta um rendimento maior que 100%.
- B** viola o princípio da conservação de energia.
- C** tem rendimento maior que o máximo teórico possível.
- D** realiza um trabalho maior que o calor cedido à fonte fria.
- E** varia a energia interna do gás ao completar um ciclo completo.

**QUESTÃO 108** enem2022

**Como funciona o chuveiro elétrico?**

A corrente elétrica percorre uma resistência, peça metálica que esquenta quando os elétrons da corrente fazem o vai e vem por ela. Em contato com a resistência superaquecida, a água fria que se acumula no chuveiro também esquenta.

Reinaldo José Lopes. Disponível em: <<https://super.abril.com.br>>. Acesso em: 23 nov. 2021. (Adaptado)

Em chuveiros convencionais, são comuns as opções "inverno" e "verão" para temperaturas altas e baixas da água, respectivamente. O ativamente dessas opções deve-se à regulagem somente do tamanho da resistência metálica (resistor) que compõe seu circuito. Na opção "inverno", em relação à opção "verão", o comprimento do resistor é

- A** maior, o que aumenta a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, aumenta o efeito Joule.
- B** maior, o que aumenta a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, diminui o efeito Joule.
- C** maior, o que diminui a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, diminui o efeito Joule.
- D** menor, o que aumenta a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, diminui o efeito Joule.
- E** menor, o que diminui a sua resistência elétrica e, conseqüentemente, aumenta o efeito Joule.

**QUESTÃO 109** enem2022

Ao ser queimada no motor dos automóveis, a gasolina libera mais energia na forma de calor ( $\Delta H = -5\,471 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) do que o etanol ( $\Delta H = -1\,368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Por conta disso, o consumidor tende a achar que apenas a gasolina apresenta vantagens. Entretanto, dependendo do preço do litro da gasolina, por vezes é mais vantajoso abastecer o carro com etanol, pois, mesmo abastecendo com uma maior quantidade desse combustível, o valor pago ainda é equivalente ao da gasolina e o rendimento obtido é o mesmo.

Abastecer com uma maior quantidade de etanol iguala o rendimento energético desse combustível ao da gasolina, uma vez que o(a)

- A** etanol volatiliza mais rápido e faz com que o carro fique mais leve.
- B** quantidade de calor absorvida pelo etanol durante a combustão é muito alta.
- C** calor absorvido pela gasolina durante a queima é menor do que o absorvido pelo etanol.
- D** variação de entalpia do processo é mais positiva à medida que a massa de etanol aumenta.
- E** aumento da quantidade desse reagente aumenta a variação de entalpia do processo de queima.

**QUESTÃO 110** enem2022

Até novembro de 2019, a mancha de óleo avistada primeiramente no final de agosto no litoral da Paraíba havia se estendido ao longo de 2,5 mil quilômetros da costa brasileira. A mistura escura e malcheirosa de hidrocarbonetos e impurezas como enxofre e metais pesados foi registrada em 116 municípios e 651 localidades em nove estados do Nordeste, além do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Foi o maior desastre ambiental já registrado no país. O óleo cobriu praias, estuários e manguezais, causando a queda do turismo e da venda de peixes, moluscos e crustáceos mesmo em municípios não atingidos. Para os manguezais, não há métodos estabelecidos de remoção do óleo e a dificuldade é maior, porque o material cobre as raízes e caules e se mistura com água e sedimento.

FIORAVANTI, Carlos. "Os caminhos da mancha". *Pesquisa Fapesp*, ed. 286, dez. 2019.

Entre os impactos esperados como consequência do desastre ambiental relatado no texto, pode-se citar a

- A** intensificação do efeito estufa.
- B** depleção da camada de ozônio.
- C** eutrofização do ambiente terrestre.
- D** alteração no metabolismo de organismos.
- E** aceleração do processo de assoreamento.

**QUESTÃO 111** enem2022

Uma empresa líder nas pesquisas sobre terapias com base em RNA de interferência (RNAi) lançou um medicamento experimental para o tratamento da amiloidose hereditária mediada por transtirretina (TTR). A TTR é a proteína responsável pelo transporte do hormônio da tireoide e do retinol, mas que, em portadores de amiloidose, se torna insolúvel e se deposita no meio extracelular como fibras amiloides, causando disfunções nos tecidos afetados. De acordo com a empresa, "[a molécula] é um RNAi terapêutico experimental, administrado por via subcutânea. Ela é desenhada para se ligar ao RNA mensageiro específico e silenciá-lo. A administração da [molécula terapêutica] a cada três meses pode ajudar a reduzir a deposição e facilitar a remoção dos depósitos amiloides de TTR nos tecidos, e potencialmente restaurar suas funções".

"Alnylam anuncia a submissão para autorização de comercialização do medicamento experimental vutrisirana no Brasil para o tratamento da amiloidose ATTR hereditária com polineuropatia". Disponível em: <<https://atarde.uol.com.br>>. Acesso em: 13 out. 2021. (Adaptado)

O medicamento apresentado no texto atua

- A** de maneira duradoura e irreversível.
- B** na reversão de mutações genéticas.
- C** na atividade de transcrição genômica.
- D** diretamente sobre o genoma humano.
- E** no processo celular de tradução gênica.

**QUESTÃO 112** enem2022

Um aqueduto é um grande sistema que permite levar água de um lugar para outro. Pode abastecer cidades e fornecer água para a irrigação de plantações. A água pode ser levada sob o solo por túneis ou canalizações, na superfície graças a um canal, ou acima do chão sobre uma ponte.

Disponível em: <<https://escola.britannica.com.br>>. Acesso em: 29 set. 2021.

Um aqueduto vai ser construído em um trecho subterrâneo reto e horizontal que passa por baixo de uma montanha, de forma que a extensão horizontal da montanha nesse trecho é igual à extensão do aqueduto. A água movimenta-se no aqueduto com velocidade constante de módulo 60 m/min. Para determinar a extensão horizontal da montanha, uma gota de corante foi despejada na água do aqueduto logo antes de entrar no trecho sob a montanha. Supondo que não há dispersão da gota na água e que a gota viaja junto com a água em movimento uniforme e gasta 2 horas e 45 minutos para atravessar totalmente o trecho do aqueduto abaixo da montanha, qual é a extensão horizontal da montanha, em quilômetro, percorrida pelo aqueduto?

- A** 2,7
- B** 7,2
- C** 9,9
- D** 45,8
- E** 59,4

**QUESTÃO 113** enem2022

Uma pessoa com sangue tipo A precisa receber uma transfusão sanguínea. Em busca de doadores compatíveis, foram analisados os tipos sanguíneos de seus familiares e obtidas as seguintes informações sobre o sistema ABO:

Familiar	Informação
Pai e irmão	Homozigoto recessivo
Mãe	Heterozigoto e sangue tipo A
Avó materna	Codominante
Avô materno	Heterozigoto e sangue tipo A
Avós paternos	Heterozigoto e sangue tipo B

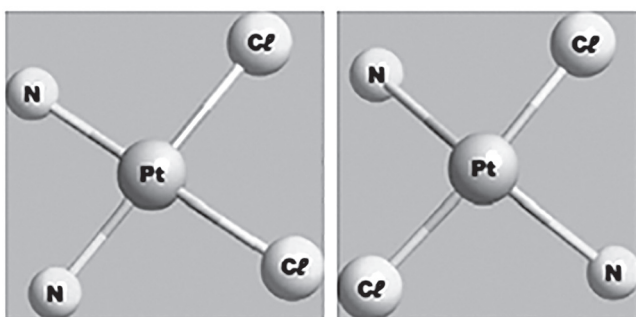
Considerando apenas o sistema ABO, quais familiares podem doar sangue para essa pessoa?

- A** Pai e irmão, apenas.
- B** Avós paternos, apenas.
- C** Mãe e avô materno, apenas.
- D** Pai, mãe, irmão e avô materno, apenas.
- E** Mãe, avós paternos e avó materna, apenas.



QUESTÃO 114 enem2022

É comum falar em isomeria apenas quando se trata de compostos orgânicos; entretanto, essa característica é comum a todas as substâncias químicas, incluindo as inorgânicas. Um bom exemplo é a cisplatina, ou 1,2-cis-diaminodichloroplatina (II), cuja fórmula química é  $Pt(NH_3)_2Cl_2$ . Essa fórmula química pode corresponder a duas substâncias, mostradas de forma simplificada na imagem. O isômero *cis* é um popular medicamento anti-tumoral, além de ser uma substância polar, enquanto o isômero *trans* não tem a mesma aplicação e é um composto apolar.



Isômero *cis*

Isômero *trans*

BHATT, Vasishtha. *Essentials of Coordination Chemistry: a simplified approach with 3D visuals*. Londres: Academic Press, 2016. (Adaptado)

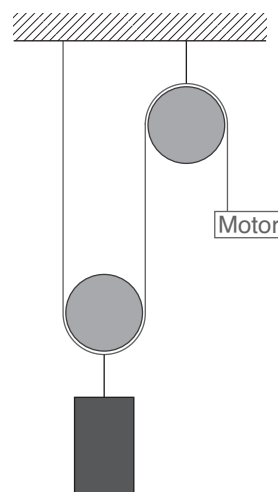
Com base no texto, as duas substâncias têm a mesma fórmula química, mas propriedades biológicas diferentes, devido ao fato de apresentarem isomeria

- A) óptica, pois o isômero *cis* tem propriedades ópticas diferentes do isômero *trans*.
- B) plana, pois os átomos, mesmo estando em posições diferentes, encontram-se no mesmo plano.
- C) espacial, pois o diferente arranjo dos átomos no espaço faz com que as interações moleculares mudem.
- D) funcional, pois em ambos os compostos os grupos funcionais são os mesmos, o que muda é apenas a posição.
- E) posicional, pois o que muda é apenas a posição no plano dos grupos funcionais conectados ao átomo de platina.

QUESTÃO 115 enem2022

A utilização de elevadores com a utilização de tração animal e cabos remonta da Antiguidade, mas foi em 1852 que Elisha Otis criou um sistema de segurança de travamento automático caso o cabo que sustenta o elevador se rompesse. Isso possibilitou uma grande evolução nas construções em centros urbanos, já que os elevadores eram perigosos e pouco utilizados para o transporte humano.

O elevador mostrado na figura apresenta um sistema de segurança de travamento automático. Ele tem 200 kg e é utilizado em construções por pessoas com massa média de 70 kg. O elevador é conectado a uma polia móvel, que está acionada a uma polia fixa ligada ao motor. Após alguns testes, verificou-se que o elevador sobe e desce com aceleração de módulo máximo igual a  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . O sistema de travamento desse elevador é acionado quando a força máxima aplicada pelo motor no cabo da polia fixa atinge o valor de 3 000 N.

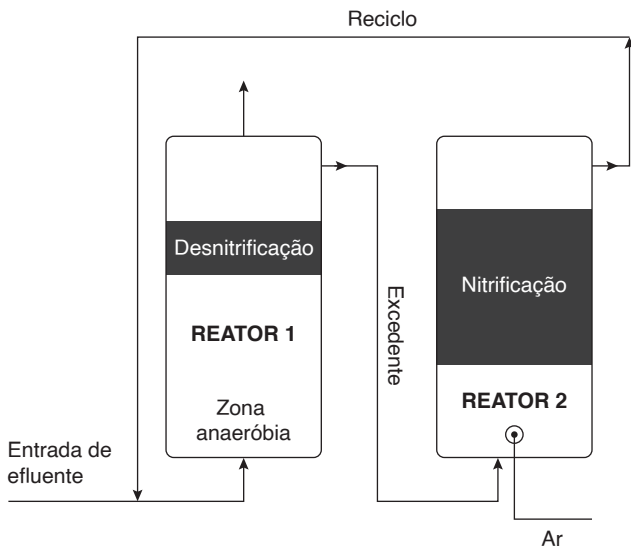


Considerando que a aceleração gravitacional vale  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , quantas pessoas, no máximo, podem estar dentro do elevador ao mesmo tempo sem que seja acionado o sistema de travamento durante a subida?

- A) 1
- B) 4
- C) 5
- D) 7
- E) 8

**QUESTÃO 116** enem2022

Os efluentes industriais oriundos do processamento de carnes são caracterizados por seu alto teor de proteína, a qual é responsável pela elevada concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio em suas diferentes formas. O nitrogênio orgânico presente nesses efluentes é degradado especialmente em amônia, a qual não é oxidada em condições anaeróbias. A descarga de efluentes que contêm altas concentrações de amônia é indesejável, pois pode causar a eutrofização do meio. Os processos de nitrificação e desnitrificação biológica vêm sendo amplamente utilizados na remoção de nitrogênio dos efluentes antes de seu despejo. O tratamento pode ser realizado em reatores biológicos, como o esquematizado na imagem, que promovem o consumo do excesso indesejado de nutrientes por meio de reações mediadas por microrganismos.



TEIXEIRA, R. M. et al. "Remoção de nitrogênio de efluente agroindustrial utilizando biorreatores". *Acta Scientiarum Technology*, v. 30, n. 2, 2008. (Adaptado)

O tratamento realizado no reator 1 libera nitrogênio na forma de

- A** amônia (NH<sub>3</sub>), que pode ser assimilada diretamente por consumidores.
- B** nitrito (NO<sub>2</sub>), que é convertido em nitrogênio atmosférico por produtores.
- C** nitrato (NO<sub>3</sub>), que pode ser eliminado nas águas e assimilado por animais aquáticos.
- D** amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), que retorna tratado ao ambiente para diminuir a eutrofização do meio.
- E** gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), que pode ser eliminado na atmosfera sem causar danos ambientais.

**QUESTÃO 117** enem2022

A alcalinidade é uma medida de capacidade da água de neutralizar um ácido forte a um determinado pH. [...] Uma maneira de determinar a alcalinidade da água é titular a amostra com ácido sulfúrico na presença de indicadores de pH, pois eles vão indicar o ponto final da reação e o pH. Na tabela, são apresentadas algumas amostras de água que variam o teor de alcalinidade e, conseqüentemente, o pH final da titulação.

Propriedade da amostra	Ponto final
Alcalinidade de 30 mg/L	pH 5,0
Alcalinidade de 150 mg/L	pH 4,8
Alcalinidade de 500 mg/L	pH 4,6
Íons silicatos ou fosfatos	pH 4,5
Efluentes industriais ou sistemas complexos	pH 3,7

POHLING, Rolf. *Reações químicas na análise de água*. Fortaleza: Arte Visual, 2009. (Adaptado)

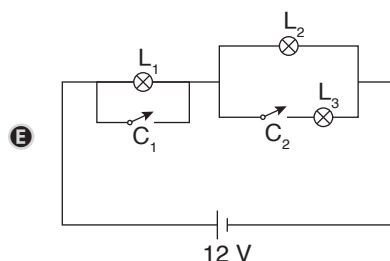
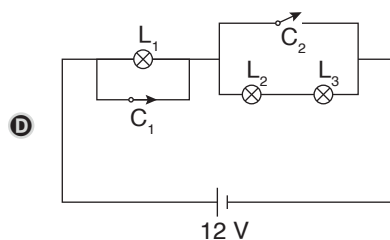
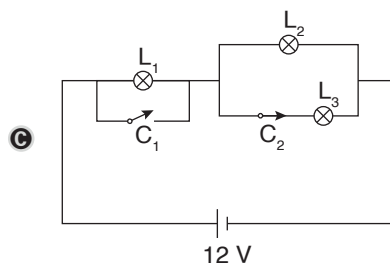
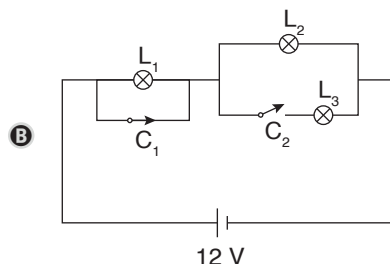
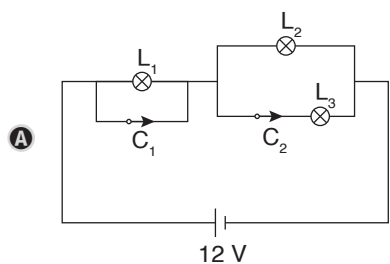
A fim de fornecer um laudo para o tratamento adequado de água, uma empresa precisou determinar e analisar o teor de alcalinidade de uma amostra de água e obteve o seguinte resultado: [OH<sup>-</sup>] = 1 · 10<sup>-9</sup> mol/L. Sabendo que, a 25 °C, pK<sub>w</sub> = 14 e com base no resultado obtido, a amostra analisada apresenta

- A** alcalinidade de 30 mg/L.
- B** alcalinidade de 150 mg/L.
- C** alcalinidade de 500 mg/L.
- D** íons silicatos e fosfatos.
- E** efluentes industriais ou sistemas complexos.

QUESTÃO 118 enem2022

Um electricista precisa montar um circuito elétrico para uma residência com três lâmpadas idênticas ( $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ ), duas chaves que funcionam como interruptores ( $C_1$  e  $C_2$ ), uma fonte de tensão ideal de 12 V e fios de ligação. As lâmpadas têm resistência elétrica constante e independente da configuração das chaves no circuito, e os fios de ligação têm resistência elétrica desprezível.

Considerando que o brilho das lâmpadas está associado à potência dissipada por elas, para obter o brilho máximo para as lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$  e o brilho mínimo (nulo) para  $L_3$ , qual das configurações do circuito o electricista deve montar? Suponha que os interruptores serão mantidos na posição apresentada em cada configuração.

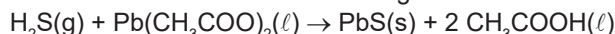


QUESTÃO 119 enem2022

O sulfeto de hidrogênio (ácido sulfídrico) é capaz de irritar os olhos e/ou atuar nos sistemas nervoso e respiratório humanos. Dependendo da sua concentração, ele pode levar uma pessoa a óbito. A tabela mostra o efeito de várias concentrações de  $H_2S$  nos seres humanos.

Concentração $H_2S$ (mg/L de ar respirado)	Efeito sobre o corpo humano
0,05-5	Deteção do odor característico
10-30	Irritação nos olhos
50-100	Conjuntivite e dificuldade de respiração
150-200	Perda de olfato
500-600	Distúrbios respiratórios e circulatórios

Uma forma de detectar a presença de  $H_2S$  (massa molar =  $34,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) no ar é pelo método do acetato de chumbo. Nesse método, uma tira de papel é umedecida com uma solução de acetato de chumbo e, posteriormente, entra em contato com o ar. Se a tira formar um precipitado preto, então é determinada a presença de  $PbS$  (massa molar =  $239,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), formado pela reação entre o acetato de chumbo e o sulfeto de hidrogênio.



MAINER, Fernando B.; VIOLA, Eliana D. M. "O sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) e o meio ambiente". In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2., 2005. (Adaptado)

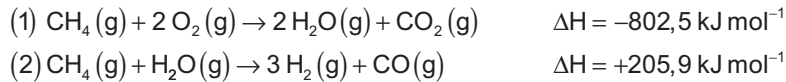
Em uma indústria, uma amostra de 1 L de ar ambiente foi analisada pelo método do acetato de chumbo para avaliar a concentração de sulfeto de hidrogênio presente nele. Depois de coletar o precipitado preto formado na tira de papel, determinou-se que foram formados 526,3 mg de  $PbS$ . Assumindo que o rendimento reacional é 100%, após a análise do ar ambiente da indústria, os trabalhadores que estão respirando esse ar provavelmente vão

- A** apresentar sintomas de irritação nos olhos.
- B** apresentar distúrbios respiratórios e circulatórios.
- C** detectar o odor característico do sulfeto de hidrogênio.
- D** perder o olfato devido à elevada concentração de gás tóxico.
- E** enfrentar dificuldades para respirar e apresentar sintomas de conjuntivite.

**QUESTÃO 120**

enem2022

Na natureza, o metano ( $\text{CH}_4$ ) é produto da decomposição anaeróbia de matéria orgânica, encontrado, por exemplo, em pântanos e em depósitos fósseis (gás natural). O metano é um gás que contribui significativamente com o efeito estufa, pois é capaz de interceptar 20 vezes mais o calor que o  $\text{CO}_2$  (principal gás associado ao efeito estufa). Os principais usos do metano são como combustível (1) e como fonte de gás hidrogênio, por meio de processo conhecido como reforma catalítica (2):



Disponível em: <<http://qnint.sbg.org.br>>. Acesso em: 5 ago. 2021. (Adaptado)

A variação de entalpia ( $\Delta H$ ) das reações químicas representadas pelas equações 1 e 2 é diferente, uma vez que, na reação

- A** 1, a energia liberada na quebra de ligações dos reagentes é maior do que a energia absorvida na formação de ligações dos produtos.
- B** 1, são formadas moléculas de água, que resfriam o sistema e diminuem a temperatura do meio, tornando o  $\Delta H$  menor que zero.
- C** 1, a energia absorvida na ruptura das ligações dos reagentes é menor do que a liberada na formação dos produtos, diferentemente do que ocorre na reação 2.
- D** 2, os produtos são moléculas que estabelecem interações intermoleculares mais fracas do que aquelas estabelecidas pelas moléculas dos produtos da reação 1.
- E** 2, forma-se maior quantidade de gases do que na reação 1, e as mudanças de estado físico da matéria envolvem absorção de energia.

**QUESTÃO 121**

enem2022

O esquema vacinal de doenças que assolaram o país em outras décadas vem sofrendo uma queda significativa e já alcançou os patamares dos anos de 1980. Para a médica Tânia Petraglia, membro da Sociedade Brasileira de Pediatria, a situação atual é de risco. “Quando uma criança se vacina, ela está sendo protegida do ponto de vista individual, mas está levando proteção para, por exemplo, um amiguinho da escola impedido de ser vacinado, a exemplo de uma criança imunocomprometida que não pode receber vacina para sarampo, caxumba, rubéola ou mesmo para varicela. Portanto, vacinar vai além da proteção individual”.

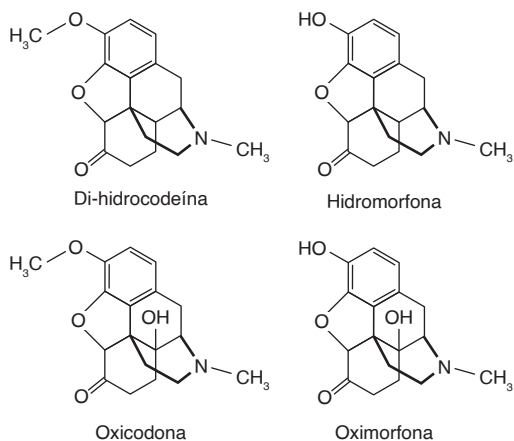
COUTO, Camille; VIEIRA, Helena. “Cobertura vacinal de doenças erradicadas baixa ao nível da década de 1980”. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br>>. Acesso em: 19 out. 2021. (Adaptado)

A cobertura vacinal infantil relaciona-se à implementação da saúde coletiva porque as crianças

- A** imunizadas têm o sistema imunológico ativado somente quando entram em contato com agentes infecciosos enfraquecidos.
- B** imunocomprometidas que não podem ser vacinadas recebem anticorpos pelo contato direto com os colegas vacinados.
- C** imunocomprometidas que não podem ser vacinadas não desenvolvem doenças se seus colegas estiverem vacinados.
- D** imunizadas apresentam menor risco de desenvolver doenças e de transmiti-las a crianças não vacinadas.
- E** imunizadas de 0 a 12 anos apresentam a maior taxa de transmissão de doenças infecciosas.

**QUESTÃO 122** enem2022

O nome “ópio” é de origem grega, e os derivados dessa substância sofreram diversas mudanças de nomenclatura ao longo dos anos de acordo com os novos avanços na pesquisa científica. Algumas nomenclaturas utilizadas, tais como “opióceos” para substâncias naturais e algumas semissintéticas e “opioides” para as sintéticas, referem-se a substâncias que têm origens e estruturas químicas diferentes, porém ações e efeitos clínicos semelhantes. As fórmulas estruturais de alguns opioides estão representadas na imagem.



PEREIRA, Mariana de Moura; ANDRADE, Letycia de Paiva; TAKITANE, Juliana. “Evolução do uso abusivo de derivados de ópio”. *Saúde, Ética & Justiça*, v. 21, n. 1, 2016. (Adaptado)

Os quatro opioides apresentados têm em comum as funções orgânicas

- A álcool, éter e fenol.                       D álcool, cetona e éster.  
 B amida, éter e fenol.                       E cetona, aldeído e fenol.  
 C cetona, éter e amina.

**QUESTÃO 123** enem2022

Espera-se que cristais iônicos sejam transparentes à luz visível e não apresentem cor. Entretanto, esses cristais se tornam coloridos devido à presença de defeitos em sua estrutura cristalina. Por exemplo, o cristal de NaCl se torna amarelo devido à presença de pontos de defeitos em seu retículo cristalino. Entre as causas para a formação desses defeitos e o fato de os cristais se tornarem coloridos ou terem sua cor escurecida, pode-se citar a exposição do cristal a uma radiação de elevada energia, como raios X ou raios gama, ou o bombardeamento do cristal com elétrons com elevada energia.

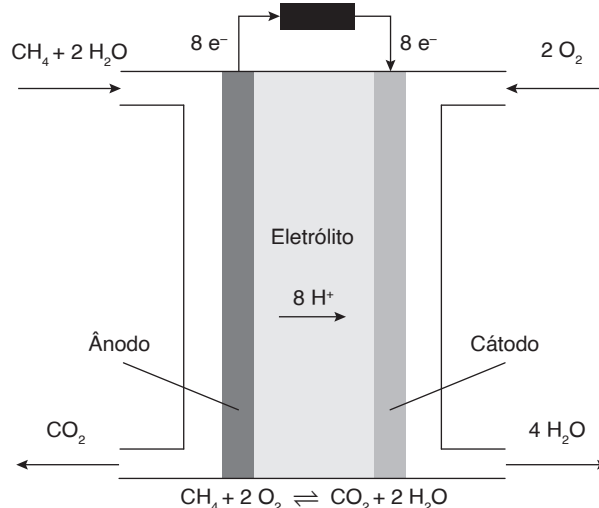
GALSIN, Joginder Singh. “Defects in Crystalline Solids”. *Solid State Physics: An Introduction to Theory*. [s.l.]: Academic Press, 2019. (Adaptado)

De acordo com o texto, é possível modificar a cor de um cristal iônico ao bombardeá-lo com

- A partículas beta.  
 B prótons neutros pesados.  
 C radiação de baixa frequência.  
 D partículas de baixa penetração.  
 E radiação de elevado comprimento de onda.

**QUESTÃO 124** enem2022

As células a combustível são uma forma eficiente de se obter energia elétrica por meio da combustão. Por meio desses dispositivos, obtém-se um rendimento energético melhor se comparado à energia térmica fornecida pela queima direta do combustível. O esquema apresenta uma célula a combustível movida a metano. São apresentadas as meia-reações que ocorrem no ânodo (à esquerda) e no cátodo (à direita) e a reação global (abaixo).



Disponível em: <<https://cen.acs.org>>. Acesso em: 27 out. 2021. (Adaptado)

Além de visar a um maior aproveitamento energético, o uso das células a combustível também pode reduzir alguns impactos ambientais, uma vez que há menor gasto de combustível e se polui menos. No caso da célula a combustível movida a metano, isso fica evidente pelo(a)

- A uso do metano, gás obtido somente de fontes renováveis.  
 B possibilidade do uso de biogás como fonte de metano.  
 C uso de um eletrólito livre de poluentes e metais pesados.  
 D liberação de maior massa de água em relação à combustão do metano.  
 E liberação de menor quantidade de CO<sub>2</sub> em relação à combustão do metano.



**QUESTÃO 125**

enem2022

A polinização é o processo de liberação, transferência e chegada do pólen de uma flor até a outra. Para esse processo ocorrer, o pólen precisa ser carregado por animais, pela água ou pelo vento. A polinização pelo vento, conhecida como anemofilia, é o tipo de polinização de quase 20% das espécies de plantas com flores. Para facilitar o voo do pólen, algumas características das plantas anemófilas são necessárias, principalmente relacionadas a suas flores.

Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 29 set. 2021.

Suponha que o pólen de uma flor, ao ser carregado por meio da polinização anemófila, possa se aproximar de outra flor e ser atraído a ela por outro pólen devido a uma força elétrica (na ausência de resistência do ar). Considere que a constante eletrostática na região entre os dois polens, que estão inicialmente a uma distância de 50 cm um do outro, vale  $K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ . Se os dois polens têm dimensões desprezíveis e estão carregados com cargas elétricas de sinais opostos e de mesmo módulo, igual a  $12 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ , o módulo da força elétrica de atração resultante em um dos polens para a distância mencionada é aproximadamente igual a

- A  $2,60 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ .
- B  $2,60 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ .
- C  $5,18 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ .
- D  $5,18 \cdot 10^{-10} \text{ N}$ .
- E  $8,64 \cdot 10^2 \text{ N}$ .

**QUESTÃO 126**

enem2022

Uma empresa australiana desenvolveu um novo tipo de motor elétrico com 1340 cavalos de potência. Para demonstrar o motor, a empresa construiu um veículo de arrancada (*dragster*) equipado com quatro de seus motores. Com isso, ele é capaz de ir de 0 a 200 km/h em 0,8 segundos e de 0 a 530 km/h em 3,7 segundos, com velocidade máxima de “apenas” 611 km/h.

RIGUES, Rafael. “*Dragster* baseado em motores elétricos chega a mais de 600 km/h”. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br>>. Acesso em: 17 nov. 2021. (Adaptado)

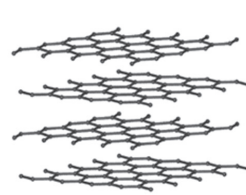
Em um teste para avaliar a eficiência do motor, um *dragster* realizou um movimento uniformemente variado a partir do repouso até atingir 200 km/h em 0,8 s. O veículo manteve aceleração constante até atingir velocidade máxima. Nesse teste, o veículo percorreu uma pista de 400 metros. Se, após atingir a velocidade máxima, o *dragster* realizou um movimento uniforme até atingir a linha final da pista, a distância aproximada percorrida por ele durante o movimento uniforme foi

- A 22 m.
- B 185 m.
- C 193 m.
- D 207 m.
- E 400 m.

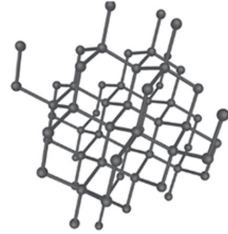
**QUESTÃO 127**

enem2022

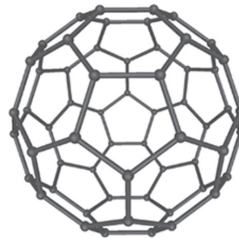
O carbono é um elemento químico que apresenta diversas formas alotrópicas viáveis, como a grafite, o diamante, o fulereno 60 e o fulereno 70. A principal diferença entre esses alótropos está na maneira como os átomos de carbono ligam-se uns aos outros, o que impacta diretamente o tipo de aplicação desses materiais.



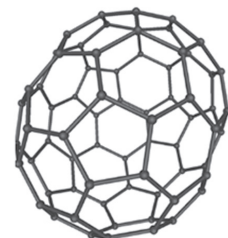
Grafite



Diamante



Fulereno C<sub>60</sub>



Fulereno C<sub>70</sub>

Atualmente, a indústria farmacêutica tem procurado novas formas de administrar fármacos de modo a gerar menor risco de superdosagem e de efeitos colaterais. Uma maneira de se fazer isso é encapsular os fármacos em moléculas que servem como hospedeiras e que são capazes de liberar o princípio ativo em condições e locais específicos do organismo. Tais moléculas hospedeiras devem apresentar baixa reatividade e uma estrutura que permita o armazenamento da droga, geralmente por meio de cavidades que comportam as moléculas dos fármacos. Dos alótropos do carbono apresentados, serve(m) como molécula(s) hospedeira(s) somente o(a)

- A grafite.
- B fulereno C<sub>60</sub>.
- C grafite e o fulereno C<sub>70</sub>.
- D diamante e o fulereno C<sub>60</sub>.
- E fulereno C<sub>60</sub> e o fulereno C<sub>70</sub>.

QUESTÃO 128 enem2022

Na linguagem do dia a dia, “teoria” muitas vezes significa uma hipótese ou mesmo uma mera especulação. Em Ciência, “teoria” significa “uma proposição do que é sustentado como sendo as leis gerais, princípios ou causas de algo conhecido ou observado”. A teoria da evolução é um conjunto de afirmações interligadas sobre seleção natural e outros processos que juntos constroem o conceito de “evolução”. Diferentemente, a afirmação de que organismos descendem, com modificações, de ancestrais comuns não é uma teoria. É um fato. A evolução começou como uma hipótese e atingiu o *status* de fato à medida que evidências a seu favor se tornaram tão poderosas que nenhuma pessoa destituída de preconceitos e munida de conhecimento pode negar a sua realidade.

FUTUYMA, Douglas J. *Biologia Evolutiva*. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPQ, 1992. (Adaptado)

No que tange às evidências favoráveis ao processo evolutivo, entende-se que o(a)

- A) semelhança bioquímica entre espécies auxilia na determinação da proximidade filogenética entre elas.
- B) existência de vias metabólicas semelhantes em diferentes espécies são condizentes com o conceito de fixismo.
- C) fóssil evidencia a existência de espécies extintas em épocas passadas e descarta possíveis relações com espécies atuais.
- D) desenvolvimento embrionário semelhante em diferentes espécies indica que elas são originárias somente da mesma região geográfica.
- E) presença de estruturas anatômicas semelhantes em diferentes espécies indica que essas espécies surgiram a partir de uma mesma concepção criadora.

QUESTÃO 129 enem2022

A demanda por energia elétrica em certas regiões com características ambientais específicas leva à construção de alguns protótipos de sistemas que podem gerar energia. Em lugares onde há produção de matéria orgânica que pode funcionar como biocombustível, por exemplo, são utilizados protótipos sustentáveis que funcionam como máquinas térmicas cíclicas. Esses protótipos utilizam os biocombustíveis produzidos no local como fonte geradora de energia. A combustão da matéria orgânica gera calor de uma fonte quente, que aquece um fluido (supostamente ideal) que sofre várias transformações térmicas. Nessas transformações, o fluido realiza trabalho, que pode ser convertido em energia elétrica, e dispensa parte do calor para uma fonte fria.

Considerando que essa máquina térmica não é ideal e que não há perdas de energia durante a conversão de trabalho em energia elétrica, a energia elétrica fornecida em um ciclo completo de funcionamento desse protótipo é igual ao(a)

- A) módulo do calor liberado para a fonte fria.
- B) módulo do calor produzido pela fonte quente.
- C) variação da energia interna do fluido nesse ciclo.
- D) soma entre os módulos do calor fornecido pela fonte quente e do calor liberado para a fria.
- E) diferença entre os módulos do calor fornecido pela fonte quente e do calor liberado para a fria.

QUESTÃO 130 enem2022

O transporte de peixes vivos desempenha papel de grande importância na piscicultura, e todos os cuidados devem ser indispensáveis nessa operação. Condições estressantes durante a viagem podem levar ao aumento da mortalidade desses animais. Sendo o peixe um animal peclotérmico, pode-se diminuir a resposta do animal à carga estressora durante a viagem por meio da redução de seu metabolismo, promovendo-se a diminuição gradativa da temperatura do sistema de transporte até atingir uma temperatura adequada, entre 18 °C e 25 °C.

MELO, J. S. C. “Fórmula prática para calcular a quantidade de gelo no transporte de peixes vivos”. *Boletim Técnico do Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura*, v. 9, 1996. (Adaptado)

Considere que o calor específico da água é  $1,00 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$  e o do peixe é  $0,96 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$  e que o calor latente de fusão do gelo é  $80,0 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$ . Inicialmente, há, em um saco plástico, 4,00 kg de peixes e 6,00 kg de água em equilíbrio a 30 °C. Para transportar esse saco em uma caixa de isopor com tampa lacrada (recipiente adiabático para fenômenos de curta duração), a massa aproximada de gelo (a 0 °C) que deve ser adicionada ao saco para manter o sistema na temperatura mínima adequada durante um transporte de curta duração é de

- A) 0,5 kg.
- B) 0,7 kg.
- C) 1,2 kg.
- D) 1,5 kg.
- E) 1,8 kg.

**QUESTÃO 131** **enem2022**

Considerando a problemática acerca de esgotamento de recursos hídricos e suas implicações, entende-se que todo esforço de conservação de fontes hídricas é de primeira importância. Toda a área de bacia hidrográfica merece atenção quanto à preservação do solo, e todas as técnicas de conservação, objetivando tanto o combate à erosão como a melhoria das características físicas do solo, notadamente aquelas relativas à capacidade de infiltração da água da chuva ou da irrigação, vão determinar maior disponibilidade de água na nascente em quantidade e estabilidade ao longo do ano, incluindo a época das secas.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade.  
*Cadernos da Mata Ciliar*. n. 1. São Paulo: SMA, 2009.

Sob o contexto apresentado, avalia-se como proposta de necessidade imediata, factível e efetiva à manutenção das nascentes o(a)

- A** construção de canais para recolhimento e escoamento da água das chuvas até as áreas de nascentes.
- B** substituição do asfalto de vias urbanas por material que permita a permeabilidade de água no solo.
- C** incentivo a monoculturas de espécies agrícolas de crescimento rápido que protegem o solo da erosão.
- D** priorização de construções em áreas de encosta, evitando deslizamento de terra e assoreamento de rios.
- E** incremento da cobertura florestal em toda bacia hidrográfica, especialmente em áreas de matas ciliares.

**QUESTÃO 132** **enem2022**

Proteinúria é uma alteração renal caracterizada pela presença de elevadas concentrações de proteínas na urina, sobretudo a albumina. A proteinúria pode estar associada a outras condições renais e é classificada de acordo com seus mecanismos causais – a proteinúria glomerular e a proteinúria tubular são as mais expressivas.

Considerando o processo de formação de urina, a proteinúria

- A** glomerular ocorre em decorrência de uma má absorção de proteínas no glomérulo.
- B** glomerular é influenciada pela ação do hormônio antidiurético excretado no local.
- C** tubular ocorre em decorrência de uma elevada permeabilidade do túbulo distal.
- D** tubular resulta do impedimento de reabsorção de proteínas no túbulo proximal.
- E** glomerular é resultante da excreção de altas concentrações de amônia.

**QUESTÃO 133** **enem2022**

De modo geral, as composições de vegetação do bioma Cerrado onde predominam as árvores (estrato arbóreo ou lenhoso) e as composições de vegetação onde predominam as ervas (estrato herbáceo) são heliófilos, ou seja, desenvolvem-se plenamente em condições de intensa luminosidade solar. Ao contrário do que ocorre em uma floresta, o estrato herbáceo no Cerrado não é formado por espécies de sombra (umbrófilas), que são dependentes do estrato lenhoso, pois o sombreamento prejudica seu crescimento e desenvolvimento. O adensamento da vegetação lenhosa acaba por eliminar em grande parte o estrato herbáceo.

MIRANDA, Z. J. G. "Características gerais das plantas do Cerrado". Disponível em: <[www.agencia.cnptia.embrapa.br](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br)>. Acesso em: 3 set. 2021. (Adaptado)

A respeito das características encontradas em plantas heliófilas e umbrófilas, as

- A** heliófilas têm baixo ponto de compensação fótico, enquanto as umbrófilas têm ponto de compensação mais alto.
- B** heliófilas apresentam maior eficiência na absorção de luz, e por isso precisam de pouca disponibilidade de luz solar.
- C** heliófilas são capazes de realizar elevada atividade de fotossíntese, mesmo em situações em que são expostas à baixa disponibilidade de luz solar.
- D** umbrófilas são capazes de realizar alta atividade de fotossíntese devido à alta concentração de clorofila, o que permite seu baixo ponto de compensação fótico.
- E** umbrófilas apresentam alto ponto de compensação fótico, pois são expostas a alta luminosidade solar, uma vez que o sombreamento prejudica o crescimento e o desenvolvimento delas.







**QUESTÃO 140** enem2022

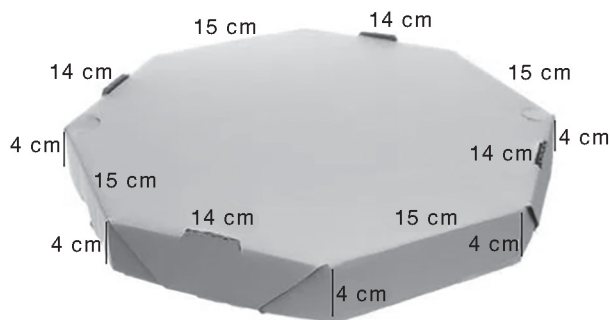
Entre as unidades mais comuns para se avaliar áreas de grandes terrenos estão o quilômetro quadrado ( $\text{km}^2$ ) e o hectômetro quadrado ( $\text{hm}^2$ ), este último conhecido também como hectare (ha).

Se 100 ha equivalem a  $1 \text{ km}^2$ , a quantos metros equivale o comprimento de 80 hectômetros?

- A** 8 000
- B** 800
- C** 80
- D** 8,0
- E** 0,8

**QUESTÃO 141** enem2022

As pizzas entregues por uma lanchonete são embaladas em caixas de papelão octogonais cujas dimensões estão indicadas na figura. Além disso, sabe-se que todos os ângulos internos do octógono correspondente ao formato da base da caixa são congruentes.



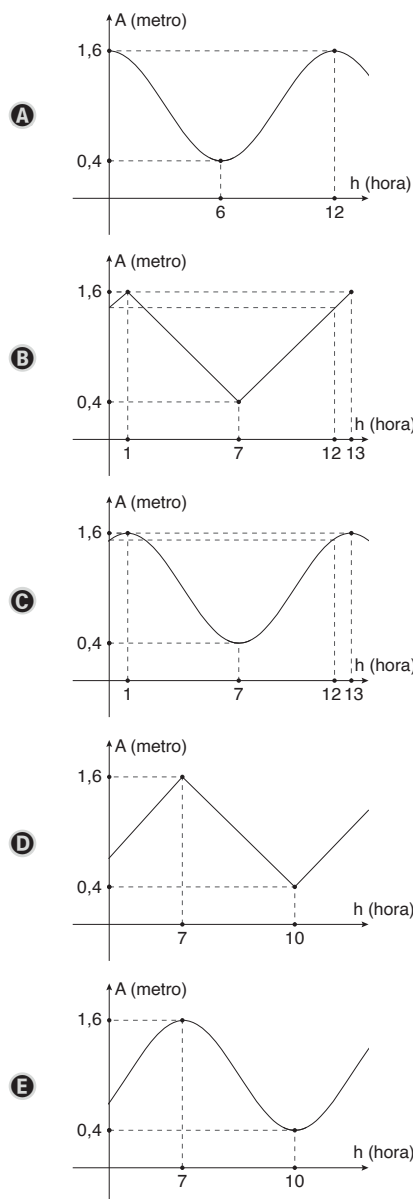
A área, em  $\text{cm}^2$ , desse octógono vale aproximadamente

- A**  $(60 + 56\sqrt{2})$ .
- B**  $(225 + 420\sqrt{2})$ .
- C**  $(421 + 420\sqrt{2})$ .
- D**  $(617 + 420\sqrt{2})$ .
- E**  $(842 + 840\sqrt{2})$ .

**QUESTÃO 142** enem2022

Ao longo de um ano, uma equipe de oceanógrafos estudou o comportamento da maré em determinada praia do litoral brasileiro. Com base nos dados coletados, eles estimaram que a altura  $A$ , em metro, da maré, em determinada época do ano, varia diariamente de acordo com a função  $A(h) = b \cdot \cos\left(\frac{\pi}{6}(h-1)\right) + c$ , em que  $h$  corresponde ao tempo, em hora, contado a partir da meia-noite, com  $0 \leq h \leq 24$ , e tanto  $b$  como  $c$  representam números reais utilizados para modelar esse fenômeno. O estudo mostrou ainda que, na mesma época do ano a que se refere a função, as alturas máxima e mínima da maré valem, respectivamente, 1,6 m e 0,4 m.

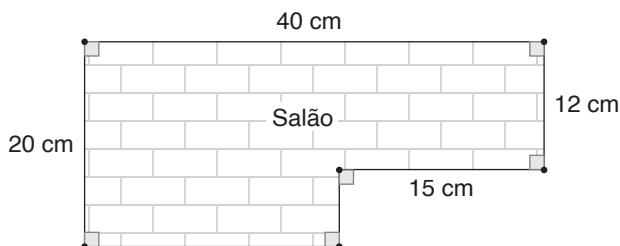
De acordo com a função apresentada, o gráfico que representa a altura da maré nessa praia, em metro, em função da hora diária é dado por:





**QUESTÃO 146** enem2022

O piso do salão de festas de um condomínio será inteiramente trocado. Considerados os custos de matéria-prima e de mão de obra, o preço do metro quadrado de piso reformado será R\$ 50,00. A imagem a seguir mostra a planta-baixa desse salão em escala de 1 : 80.



A estimativa do valor, em real, dessa reforma é de

- A** 13 600,00.
- B** 19 840,00.
- C** 21 760,00.
- D** 25 600,00.
- E** 34 000,00.

**QUESTÃO 147** enem2022

O funcionário de uma fazenda realizou a contagem das cabeças de gado existentes no local, porém não tinha nada com que pudesse anotar a quantidade contabilizada. Assim, a fim de não esquecer esse número, o funcionário guardou em seu bolso três pedras de cor cinza, seis de cor preta e duas de cor branca, pois estabeleceu para si mesmo que cada pedra cinza representaria uma unidade, cada pedra preta representaria uma dezena e cada pedra branca representaria uma centena.

Com base nessas informações, o número de cabeças de gado nessa fazenda é igual a

- A** 236.
- B** 263.
- C** 362.
- D** 526.
- E** 632.

**QUESTÃO 148** enem2022

Quando se escolhe uma senha numérica, a quantidade de algarismos utilizada é bastante significativa para a segurança do que se quer proteger. Porém, deve-se considerar também que uma quantidade excessiva de algarismos dificulta sobremaneira a memorização da senha.

Uma possível solução para esse impasse é usar como senha alguma potência de um número primo, por exemplo,  $11^{11}$ . São 4 algarismos fáceis de se memorizar e que geram a senha 285311670611, composta de 12 algarismos que podem ser calculados com qualquer aplicativo de calculadora científica para celular.

Ao definir a senha de acesso do seu computador, um professor de Matemática precisa decidir entre três potências de números primos:  $3^{25}$ ,  $5^{19}$  ou  $7^{15}$ . Por questão de segurança, ele pretende escolher a potência que resulta no número com a maior quantidade de algarismos. Porém, como ele não dispõe de calculadora para fazer essa verificação, o professor toma sua decisão apenas com as aproximações da tabela e com a informação de que a quantidade de algarismos de um número  $x$  é igual ao menor número natural maior do que  $\log(x)$ .

$\log(3) \cong 0,477$	$\log(5) \cong 0,699$	$\log(7) \cong 0,845$
$\log(25) \cong 1,398$	$\log(19) \cong 1,279$	$\log(15) \cong 1,176$

Nessas condições, o professor escolheu a potência

- A**  $3^{25}$ , pois gera uma senha de 13 algarismos.
- B**  $5^{19}$ , pois gera uma senha de 13 algarismos.
- C**  $5^{19}$ , pois gera uma senha de 14 algarismos.
- D**  $7^{15}$ , pois gera uma senha de 13 algarismos.
- E**  $7^{15}$ , pois gera uma senha de 15 algarismos.

**QUESTÃO 149** enem2022

O time de basquete de uma escola é formado por 5 jogadores titulares e 3 reservas; porém, o técnico do time considera a definição de titulares e reservas apenas como algo necessário para o início do jogo, pois ele acredita na equivalência de habilidades entre todos os seus atletas.

Tendo isso em vista, o técnico pretende fazer sucessivas substituições dos jogadores em quadra durante cada partida de 40 minutos, de modo a garantir que todos os atletas do time joguem a mesma quantidade de minutos e que a equipe permaneça sempre com 5 jogadores em quadra.

Com base nessas informações, ao longo de uma partida de 40 minutos, cada atleta dessa equipe deverá permanecer em quadra por um intervalo de tempo, em minuto, igual a

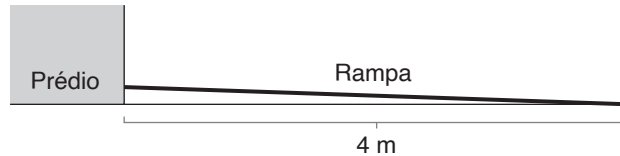
- A** 5.
- B** 8.
- C** 15.
- D** 24.
- E** 25.

**QUESTÃO 150**

enem2022

A entrada de um prédio público fica a 90 cm de altura em relação à calçada horizontal da praça em que o edifício está localizado. Como o único modo de acessar o prédio é por meio de uma escadaria, determinou-se a construção de uma rampa plana e retilínea para pessoas que usam cadeira de rodas na entrada do local.

De acordo com o projeto, a rampa parte da entrada do prédio e alcança o nível da calçada a 4 m de distância do edifício, conforme mostrado na figura. Além disso, com a conclusão da obra, constatou-se que a rampa tem comprimento 10 cm maior do que essa distância.



Considere a seguinte tabela de senos.

$\alpha$	$\text{sen}(\alpha)$	$\alpha$	$\text{sen}(\alpha)$	$\alpha$	$\text{sen}(\alpha)$	$\alpha$	$\text{sen}(\alpha)$
5°	0,087	8°	0,139	11°	0,191	14°	0,242
5°20'	0,093	8°20'	0,145	11°20'	0,196	14°20'	0,247
5°40'	0,098	8°40'	0,151	11°40'	0,202	14°40'	0,253
6°	0,104	9°	0,156	12°	0,208	15°	0,259
6°20'	0,110	9°20'	0,162	12°20'	0,213	15°20'	0,264
6°40'	0,116	9°40'	0,168	12°40'	0,219	15°40'	0,270
7°	0,122	10°	0,174	13°	0,225	16°	0,276
7°20'	0,128	10°20'	0,179	13°20'	0,231	16°20'	0,281
7°40'	0,133	10°40'	0,185	13°40'	0,236	16°40'	0,287

Com base nessas informações, a medida mais próxima do ângulo de inclinação da rampa em relação à calçada da praça vale

- A** 13°.
- B** 12°40'.
- C** 9°.
- D** 6°20'.
- E** 5°40'.

**QUESTÃO 151**

enem2022

Uma companhia aérea oferece três classes de voo aos seus passageiros: econômica, executiva e primeira classe. Ao final de cada voo, todos os passageiros respondem a uma pesquisa de qualidade, em que precisam informar se estão satisfeitos ou insatisfeitos com os serviços prestados.

Em determinado mês, 70% dos clientes dessa empresa aérea viajaram de classe econômica e 20% de classe executiva. Dos clientes que viajaram de classe econômica, apenas 15% ficaram satisfeitos com o serviço. Já entre os clientes da classe executiva e da primeira classe, o percentual de insatisfação foi de 35% e 8%, respectivamente.

Para avaliar a qualidade do serviço em seus voos de forma geral, essa companhia utiliza o quadro a seguir, em que P indica a probabilidade de um cliente escolhido ao acaso ter ficado satisfeito ao final do voo.

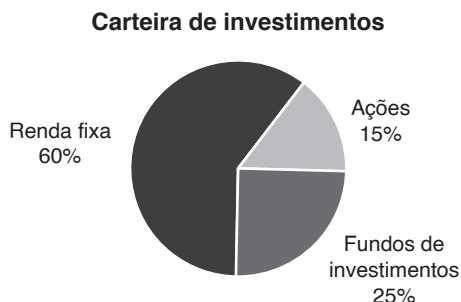
$0\% \leq P < 20\%$ Péssima
$20\% \leq P < 40\%$ Ruim
$40\% \leq P < 60\%$ Regular
$60\% \leq P < 80\%$ Boa
$80\% \leq P$ Excelente

No mês em questão, a qualidade dos serviços prestados por essa companhia aérea, de acordo com os clientes consultados, pode ser classificada como

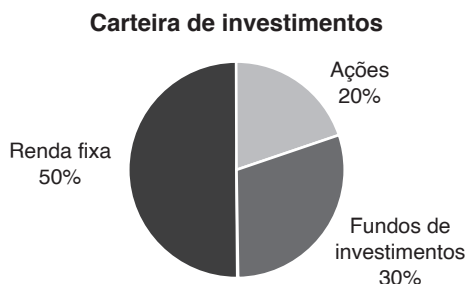
- A** péssima.
- B** ruim.
- C** regular.
- D** boa.
- E** excelente.

**QUESTÃO 152** enem2022

A carteira de investimento de uma pessoa contém três tipos de aplicação distintos: ações, fundos de investimento e renda fixa. Em determinado momento, o valor total aplicado nessa carteira somava R\$ 16 000,00 e estava distribuído entre os três tipos de investimento de acordo com o seguinte gráfico.



A partir desse momento, a carteira ficou um ano sem receber novas aplicações e sem ser sacada. Ao verificar seus investimentos no final desse período, essa pessoa notou que os três tipos de aplicação haviam valorizado, sobretudo as suas ações, que valorizaram 75% em um ano. Em função disso, ela decidiu investir mais R\$ 800,00 em cada tipo de aplicação, o que fez com que, considerada a valorização do último ano, a distribuição dos valores em sua carteira de investimentos adquirisse a proporção mostrada no gráfico a seguir.

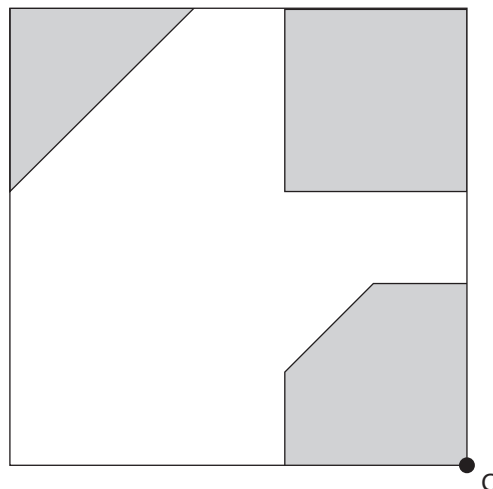


Nessas condições, o valor total, em real, investido nessa carteira após as novas aplicações é de

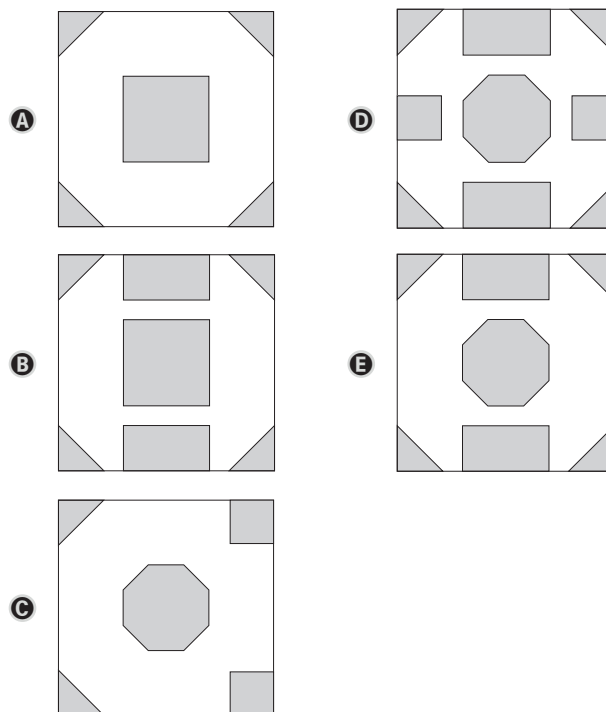
- A** 18 400,00.
- B** 21 000,00.
- C** 25 000,00.
- D** 28 000,00.
- E** 30 400,00.

**QUESTÃO 153** enem2022

Um *designer* criou a logomarca de uma empresa de forma que seu desenho tivesse eixos de simetria na vertical e na horizontal. Além disso, ele projetou essa logo para que ela pudesse ser facilmente construída apenas com alguns recortes em uma folha quadrada. Para construir a logomarca, deve-se inicialmente dobrar a folha quadrada duas vezes seguidas, de modo a obter um quadrado com  $\frac{1}{4}$  da área original. A posição central da folha quadrada, após a realização das dobras, é representada pelo ponto O da figura, e as partes em cinza representam as porções que devem ser recortadas da folha dobrada para a obtenção do desenho da logomarca, correspondente à parte em branco.



Nessas condições, ao desdobrar a folha após a realização dos recortes, o desenho da logomarca revela-se como:



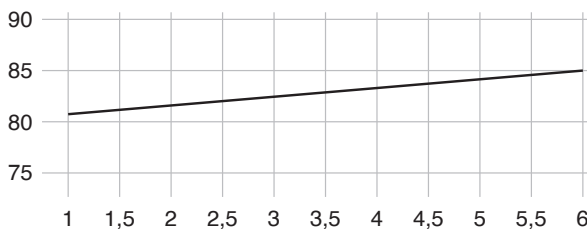


**QUESTÃO 154** enem2022

A octanagem é um índice que determina a resistência de certo combustível à alta temperatura e pressão na câmara de combustão do motor antes da detonação, ou seja, antes de a vela de ignição produzir a centelha para a explosão que vai movimentar pistões, bielas, virabrequim e, assim, gerar a potência e o torque transmitidos para as rodas.

Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br>>. Acesso em: 16 nov. 2021. (Adaptado)

A análise da qualidade de um aditivo de gasolina baseou-se em um experimento que mediu a octanagem do combustível de acordo com a porcentagem de aditivo na mistura. O gráfico mostra o índice de octanagem averiguado em misturas contendo de 1% a 6% desse aditivo.



Entre os resultados obtidos, o experimento mostrou que, com 2,5% de aditivo, o índice de octanagem da mistura é de 82 e que, com 5% de aditivo, o índice é de 84.

Seja  $y$  o índice de octanagem e  $x$  a porcentagem de aditivo na mistura com gasolina.

A expressão  $y = f(x)$  que melhor modela o experimento descrito é dada por:

- A**  $y = \frac{5}{4}(x + 64)$
- B**  $y = \frac{4}{5}(x + 100)$
- C**  $y = \frac{5}{4}(x - 64)$
- D**  $y = \frac{4}{5}(110 - x)$
- E**  $y = \frac{4}{5}(x - 100)$

**QUESTÃO 155** enem2022

Os planetas do Sistema Solar podem ser divididos basicamente entre aqueles que, como a Terra, têm uma superfície sólida (Mercúrio, Vênus e Marte) e os “gigantes gasosos” (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Júpiter é o maior de todos, com um raio médio cerca de 11 vezes o da Terra e uma massa cerca de 318 vezes a da Terra. A sua constituição é bem parecida com a das estrelas (aproximadamente 75% de sua massa é hidrogênio e 25%, hélio, com traços de metano, água, amônia e poeira). O que vemos quando observamos Júpiter são as nuvens mais altas de sua atmosfera. Nosso conhecimento de seu interior, o qual acreditamos ter um pequeno núcleo sólido envolto em uma grande camada de hidrogênio metálico, é indireto.

Disponível em: <<https://www.observatorio.ufmg.br>>. Acesso em: 23 nov. 2021. (Adaptado)

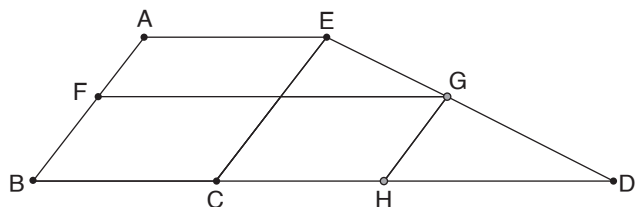
Sabe-se que a aceleração da gravidade na superfície de um planeta é diretamente proporcional à sua massa e inversamente proporcional ao quadrado de seu raio. Sabe-se ainda que a aceleração da gravidade na superfície terrestre é de  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Com base nessas informações, estima-se que a aceleração da gravidade na superfície de Júpiter, em  $\text{m/s}^2$ , é de, aproximadamente,

- A** 25,8.
- B** 28,9.
- C** 141,7.
- D** 3498.
- E** 38478.

**QUESTÃO 156** enem2022

A imagem mostra parte do projeto elétrico do andar de um edifício, em que os segmentos representam fiações e os pontos indicam tomadas e interruptores.



Considere  $\overline{AB} // \overline{EC} // \overline{GH}$ ,  $\overline{AE} // \overline{FG} // \overline{BD}$ ,  $AB = BC = 12 \text{ m}$ ,  $BF = 7 \text{ m}$  e  $BD = 36 \text{ m}$ .

O comprimento, em metro, da fiação  $\overline{CH}$  é igual a

- A** 10.
- B** 14.
- C** 15.
- D** 21.
- E** 24.



**QUESTÃO 161** enem2022

Três investidores decidiram juntar seus capitais e abrir uma empresa. O primeiro investiu R\$ 100 000,00, o segundo R\$ 60 000,00 e o terceiro R\$ 40 000,00. Após o primeiro ano de operação da empresa, o trio obteve um lucro de R\$ 240 000,00, cuja divisão entre os sócios foi feita de maneira proporcional ao valor que cada um investiu inicialmente. O primeiro sócio reinvestiu na empresa um sexto de sua parte no lucro. O segundo sócio reinvestiu na empresa determinada quantia proveniente de sua parte no lucro, de modo que ele conseguiu igualar o montante total investido pelo primeiro sócio (tanto na abertura da empresa como após a divisão do lucro anual). Já o terceiro sócio ficou com R\$ 8 000,00 provenientes de sua parte no lucro e reinvestiu o restante na empresa.

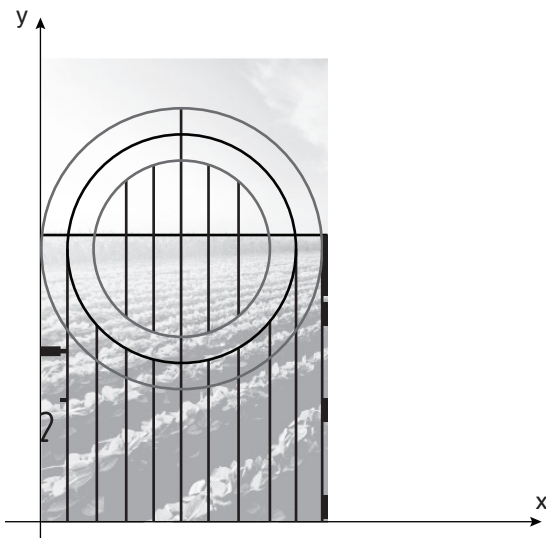
Considere que, ao final do segundo ano de operação da empresa, os três investidores também dividirão o lucro anual do negócio de maneira proporcional ao valor total que cada um investiu desde a sua abertura. Porém, dessa vez, apenas o terceiro sócio pretende utilizar sua parte no lucro para reinvestir na empresa.

A fim de que o terceiro investidor consiga, com esse novo reinvestimento, igualar o montante total investido de cada um de seus sócios, qual deve ser o valor mínimo, em real, do lucro anual gerado pela empresa ao final do segundo ano de operação?

- A** 40 000,00                      **D** 160 000,00
- B** 80 000,00                      **E** 200 000,00
- C** 120 000,00

**QUESTÃO 162** enem2022

O projeto de um portão de ferro será digitalizado em uma *software* que, com o auxílio de dois eixos cartesianos, parametriza formas geométricas de acordo com conceitos da Geometria Analítica, conforme mostrado na figura.



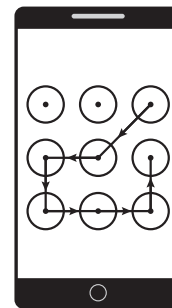
Sabe-se que as três circunferências presentes na imagem do portão são concêntricas e que a equação da menor circunferência é  $x^2 + y^2 - 100x - 200y + 11\,600 = 0$ .

Com base nessas informações, a equação da maior circunferência é dada por:

- A**  $x^2 + y^2 - 100x - 200y + 10\,000 = 0$
- B**  $x^2 + y^2 - 100x - 200y + 2\,500 = 0$
- C**  $x^2 + y^2 - 100x - 200y + 1\,000 = 0$
- D**  $x^2 + y^2 + 100x + 200y + 2\,500 = 0$
- E**  $x^2 + y^2 + 100x + 200y + 10\,000 = 0$

**QUESTÃO 163** enem2022

Uma das alternativas que o dono de um celular tem para evitar o uso não autorizado de seu aparelho consiste na criação de um padrão de desbloqueio. Esse padrão, que funciona como uma senha, é definido por meio de uma linha contínua que liga, em ordem específica, alguns dos nove pontos que aparecem na tela do celular toda vez que alguém tenta utilizá-lo. A figura mostra um padrão de sete pontos que começa no ponto superior direito da tela.



Sabe-se que nenhum padrão pode passar duas vezes pelo mesmo ponto e que, ao ligar dois pontos opostos na tela, o padrão inclui também o ponto alinhado entre o par de pontos opostos.

Uma pessoa quer escolher um padrão de apenas três pontos para proteger seu celular e, para isso, considera a opção de o desenho do padrão começar no ponto:

- I. superior esquerdo;
- II. central da primeira coluna;
- III. central da tela.

Com base nas três opções indicadas, essa pessoa quer escolher aquela que lhe permita o maior número de possibilidades distintas para o desenho do padrão. De acordo com esse critério, ela pode escolher

- A** apenas a opção I.
- B** apenas a opção II.
- C** apenas a opção III.
- D** apenas as opções I ou II.
- E** qualquer uma das opções.

**QUESTÃO 164** enem2022

O gerente de uma rede de lojas de eletrodomésticos solicitou um relatório com a quantidade diária de geladeiras vendidas ao longo do mês de abril do ano anterior. O relatório foi organizado na forma da tabela a seguir, em que a frequência indica o número de dias do mês analisado com determinada quantidade de geladeiras vendidas.

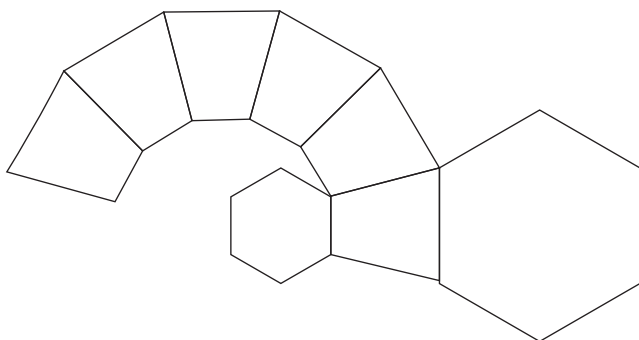
Quantidade de geladeiras vendidas	Frequência
2	6
4	9
6	4
8	3
10	6
12	2

De acordo com a tabela, o valor modal da quantidade de geladeiras vendidas é igual a

- A** 3.
- B** 4.
- C** 5.
- D** 6.
- E** 7.

**QUESTÃO 165** enem2022

Observe a planificação da embalagem utilizada por uma confeitaria para comercializar bolos, representada na figura. Considere que as faces trapezoidais são congruentes entre si e que as faces hexagonais são polígonos regulares.



Após ser montada, a embalagem adquire a forma de um poliedro convexo denominado

- A** prisma.
- B** pirâmide.
- C** octaedro regular.
- D** tronco de prisma.
- E** tronco de pirâmide.

**QUESTÃO 166** enem2022

Um jogo com cartas de baralho disputado entre duas pessoas obedece às seguintes regras:

- I. Selecionam-se três cartas do baralho: duas pretas e uma vermelha. Essas cartas são colocadas sobre a mesa viradas para baixo, de modo que apenas uma das pessoas sabe qual é a carta vermelha.
- II. A pessoa que não sabe qual é a carta vermelha coloca a mão sobre uma das cartas, segurando-a contra a mesa, e deixa as outras cartas livres.
- III. Enquanto isso, a pessoa que sabe qual é a carta vermelha deve revelar a face de uma carta livre que não seja vermelha.
- IV. Agora, a pessoa que não sabe qual é a carta vermelha deve virar uma das cartas que ainda estão viradas para baixo, mesmo que não seja a carta que ela está segurando. Caso a pessoa vire a carta vermelha, ela ganha o jogo.

De acordo com as regras apresentadas, a pessoa que não sabe qual é a carta vermelha deve virar

- A** a carta que está segurando, pois, com a revelação da regra III, a probabilidade de essa carta ser vermelha aumenta para  $\frac{1}{2}$ .
- B** a carta que está segurando, pois, com a revelação da regra III, a probabilidade de essa carta ser vermelha aumenta para  $\frac{2}{3}$ .
- C** qualquer carta, pois a revelação da regra III não muda suas chances de ganhar o jogo.
- D** a carta que não está segurando, pois, com a revelação da regra III, a probabilidade de essa carta ser vermelha aumenta para  $\frac{2}{3}$ .
- E** a carta que não está segurando, pois, com a revelação da regra III, a probabilidade de essa carta ser vermelha aumenta para  $\frac{1}{2}$ .

**QUESTÃO 167** enem2022

Em uma tubulação de aço que canaliza o vapor produzido por uma caldeira, a variação absoluta de pressão  $\Delta P$  é uma grandeza diretamente proporcional tanto ao volume  $V$  da tubulação como ao quadrado da vazão de vapor  $Q$  em seu interior.

Seja  $k$  a constante de proporcionalidade usada para expressar  $\Delta P$  em função de  $V$  e  $Q$ . Além disso, considere que todos os valores envolvidos nessa relação de proporcionalidade são positivos.

A vazão de vapor  $Q$  na tubulação pode ser expressa por:

- A**  $\frac{\Delta P}{k \cdot V}$
- B**  $\sqrt{\frac{\Delta P}{k \cdot V}}$
- C**  $\frac{k}{\Delta P \cdot V}$
- D**  $\sqrt{\frac{k}{\Delta P \cdot V}}$
- E**  $\sqrt{\frac{\Delta P}{V}}$

**QUESTÃO 168** enem2022

Uma empresa especializada na limpeza de cristais utiliza um produto específico nesse tipo de serviço, cuja quantidade empregada depende exclusivamente da área em que será aplicado. Certo dia, um funcionário dessa empresa foi designado para ir até a casa de um cliente fazer a limpeza de um cristal com a forma de um poliedro regular. Porém, a atendente que lhe reportou o serviço não soube confirmar se o cristal era um octaedro regular com volume de 288 mL ou um tetraedro regular com volume de 243 mL. Como o cliente não pôde ser contatado novamente para esclarecer a dúvida, o funcionário decidiu levar uma quantidade do produto de limpeza que fosse suficiente para realizar o serviço em qualquer uma das peças.

Nessas condições, qual deve ser a área mínima de cristal, em centímetro quadrado, que esse funcionário deve considerar para determinar a quantidade do produto de limpeza a ser levada?

- A**  $144\sqrt{2}$
- B**  $162\sqrt{2}$
- C**  $144\sqrt{3}$
- D**  $162\sqrt{3}$
- E**  $306\sqrt{3}$

**QUESTÃO 169** enem2022

O dono de uma loja deseja comprar uma fechadura digital para aumentar a segurança de seu estabelecimento. Ao pesquisar diferentes modelos, ele percebeu que todos os dispositivos têm espaço para criar uma senha de seis caracteres distintos e ordenados. A tabela apresenta os modelos de fechadura pesquisados e os respectivos critérios para a criação da senha de liberação de acesso.

Modelo	Critérios
I	Senha de seis caracteres formada por algarismos de 0 a 9.
II	Senha com os dois primeiros caracteres formados por vogais e os quatro últimos formados por consoantes.
III	Senha com os três primeiros caracteres formados por consoantes e os três últimos formados por algarismos de 1 a 9.
IV	Senha com os três primeiros caracteres formados por vogais e os três últimos formados por algarismos de 0 a 9.
V	Senha com os três primeiros caracteres formados por letras e os três últimos formados por caracteres especiais do grupo a seguir: @, # ou \$.

Sabe-se que o modelo de fechadura mais seguro é aquele que apresenta a maior quantidade possível de senhas válidas.

Qual é o modelo de fechadura que o dono da loja deve comprar se ele quiser o dispositivo que oferece mais segurança?

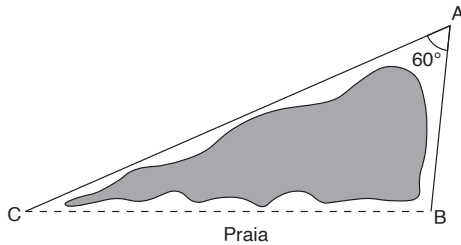
- A** Modelo I
- B** Modelo II
- C** Modelo III
- D** Modelo IV
- E** Modelo V





**QUESTÃO 174** enem2022

Devido ao vazamento de óleo em determinada região litorânea, dois navios foram encarregados de instalar barreiras de contenção para evitar que a mancha de óleo se espalhe ainda mais, o que pode afetar o ecossistema local. Os dois navios saíram do ponto A e partiram em direção a dois pontos distintos, B e C, de modo que o ângulo entre as trajetórias retilíneas das embarcações se manteve sempre em  $60^\circ$ . Na figura, a forma de cor cinza representa a mancha de óleo, e o triângulo ABC a contenção realizada pelos navios.



Sabe-se que, a partir do ponto A, o navio que foi ao ponto B percorreu 14 km, e o navio que foi ao ponto C percorreu 35 km.

Com base nessas informações, o perímetro, em quilômetro, da região ABC é igual a

- A**  $(7 + \sqrt{19}) \cdot 7$ .
- B**  $(7 + \sqrt{24}) \cdot 7$ .
- C**  $(7 + \sqrt{29}) \cdot 7$ .
- D**  $(7 + \sqrt{34}) \cdot 7$ .
- E**  $(7 + \sqrt{39}) \cdot 7$ .

**QUESTÃO 175** enem2022

A tabela mostra o número de inscritos e o número de vagas nos cinco principais cursos de uma universidade federal para o vestibular de 2022.

Curso	Inscrições	Vagas
Administração	484	80
Arquitetura	960	150
Direito	1 221	165
Engenharia	1 260	180
Psicologia	885	125

Os cursos com a menor e a maior relação candidato por vaga são, respectivamente,

- A** Arquitetura e Psicologia.
- B** Direito e Administração.
- C** Administração e Psicologia.
- D** Arquitetura e Direito.
- E** Administração e Direito.

**QUESTÃO 176** enem2022

As taxas de vitórias dos jogadores que disputam o campeonato de um jogo *on-line* foram tabuladas pela equipe de balanceamento da empresa provedora do jogo na internet. Esses dados serão analisados com o objetivo de encontrar possíveis fraudes eletrônicas e, assim, proporcionar uma experiência justa para os jogadores honestos.

Jogador 1		54,6
Jogador 2		51,9
Jogador 3		51,3
Jogador 4		50,1
Jogador 5		49,6
Jogador 6		49,6
Jogador 7		49,3
Jogador 8		49,3
Jogador 9		49,3
Jogador 10		47,9
Jogador 11		47,9

**Taxa de vitórias**

Disponível em: <<https://playvalorant.com>>. Acesso em: 17 nov. 2021. (Adaptado)

A mediana das taxas de vitórias dos jogadores considerados no gráfico vale

- A** 49,30.
- B** 49,45.
- C** 49,60.
- D** 50,07.
- E** 51,25.

QUESTÃO 177

enem2022

O cajá é uma fruta típica do nordeste brasileiro que tem diversas propriedades terapêuticas e nutricionais devido à grande quantidade de vitamina C (ácido ascórbico) presente em sua polpa. Curiosamente, após serem colhidas e armazenadas, a concentração de vitamina C nessas frutas primeiramente aumenta para, somente depois de alguns dias, começar a diminuir.

Ao realizar uma pesquisa sobre essa característica do cajá, um nutricionista descobriu que a função  $f(t) = 5 + 0,45t - 0,03t^2$  é capaz de modelar, no intervalo de duas semanas, a concentração de vitamina C, em g/kg, após  $t$  dias de armazenamento dessas frutas.

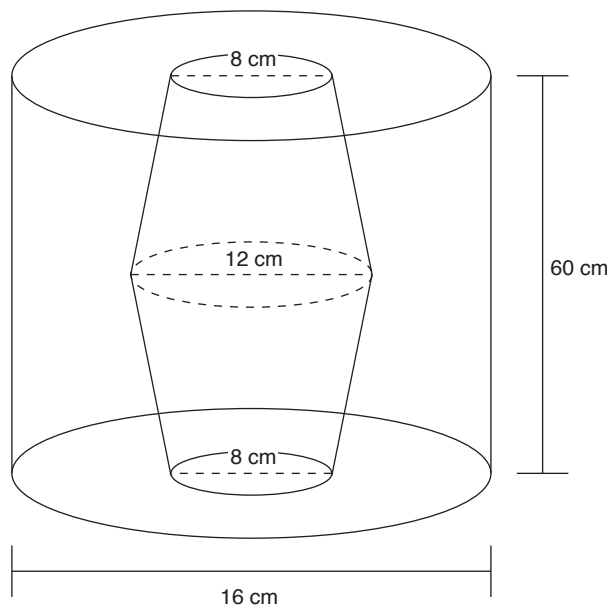
De acordo com essa função, a concentração máxima de vitamina C, em g/kg, do cajá colhido e armazenado é de, aproximadamente,

- A 1,5.
- B 3,3.
- C 4,5.
- D 6,7.
- E 7,5.

QUESTÃO 178

enem2022

Uma engenheira mecânica desenvolveu o projeto de uma peça utilizada na montagem de um motor a combustão. De acordo com esse projeto, a peça, que será fabricada em aço maciço, tem a forma de um cilindro circular reto vazado por dois troncos de cone congruentes, conforme mostra a figura.



Dado que os troncos de cone citados são retos e dotados de bases circulares, o volume, em  $\text{cm}^3$ , de aço presente na peça após a sua fabricação será igual a

- A  $1\,520\pi$ .
- B  $1\,920\pi$ .
- C  $2\,320\pi$ .
- D  $3\,080\pi$ .
- E  $3\,840\pi$ .

**QUESTÃO 179**

enem2022

Uma pessoa comprou um televisor de 50 polegadas. Para servir de suporte para esse aparelho, ela deseja encomendar um painel de madeira quadrado, de modo que a medida do lado desse painel seja igual à soma da altura e do comprimento desse televisor.

Sabe-se que as polegadas utilizadas para expressar o tamanho do aparelho referem-se à medida de sua diagonal, que uma polegada corresponde a 2,54 cm e que o comprimento e a altura do televisor seguem uma proporção de 4 para 3.

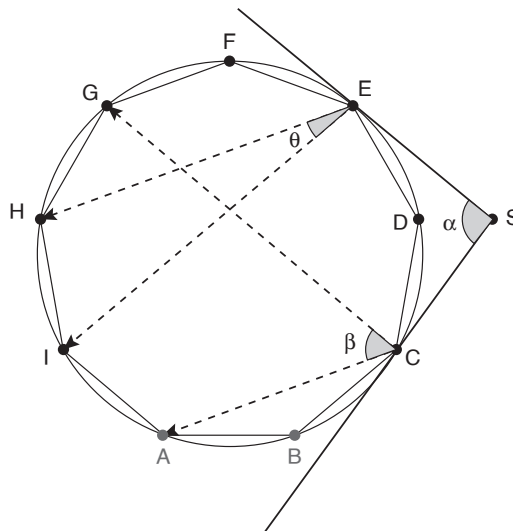
Com base nessas informações, a medida, em centímetro, do lado do painel que essa pessoa pretende encomendar é igual a

- A** 70,0.
- B** 76,2.
- C** 101,6.
- D** 127,0.
- E** 177,8.

**QUESTÃO 180**

enem2022

Uma empresa do setor de telecomunicações instalou, ao longo de uma região circular, nove antenas igualmente espaçadas, as quais são representadas na imagem pelos pontos A, B, C, D, E, F, G, H e I.



O sinal enviado do ponto S por um celular é captado pelas antenas C e E e, em seguida, redirecionado para as antenas A, I, H e G sob os ângulos de transmissão  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\theta$ .

A soma  $\alpha + \beta + \theta$  vale

- A**  $100^\circ$ .
- B**  $170^\circ$ .
- C**  $180^\circ$ .
- D**  $260^\circ$ .
- E**  $360^\circ$ .