



2º DIA

# EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

## PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

## PROVA DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS

enem2024

CADERNO  
**5**  
AMARELO

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

**Todos têm um ideal. O meu é gostar de ler**

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE:

1. Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 91 a 180 e uma FOLHA DE RASCUNHO, 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;
  - c) FOLHA DE RASCUNHO.
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 e na FOLHA DE RASCUNHO não serão considerados na avaliação.
7. Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES, o CARTÃO-RESPOSTA e a FOLHA DE RASCUNHO.
8. 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 nos **30 minutos** que antecedem o término das provas.



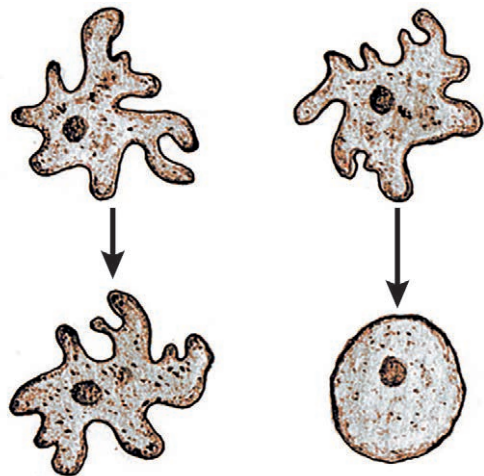


CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Questões de 91 a 135

QUESTÃO 91

O esquema representa um experimento feito com células do protozoário Amoeba proteus. Nele, um grupo de células foi tratado com a droga citocalasina B, enquanto outro grupo não foi tratado, servindo como controle. O formato e o movimento das células tratadas foram comprometidos.



Grupo controle

Ameba tratada com citocalasina B

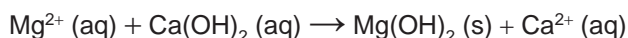
SADAVA, D. et al. **Vida: a ciência da biologia** — volume I: célula e hereditariedade. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Qual componente celular foi afetado pela droga utilizada no experimento?

- A Vacúolos.
- B Mitocôndrias.
- C Microfilamentos.
- D Material genético.
- E Membrana plasmática.

QUESTÃO 92

O magnésio metálico utilizado em ligas leves é produzido em um processo que envolve várias etapas e utiliza água do mar como matéria-prima. A primeira etapa desse processo consiste na reação entre o íon  $Mg^{2+}$  e hidróxido de cálcio,  $Ca(OH)_2$ , obtendo uma mistura que contém hidróxido de magnésio, pouco solúvel, e íons  $Ca^{2+}$ , de acordo com a equação química:



O método adequado para separar o  $Mg(OH)_2$  dessa mistura é a

- A filtração.
- B catação.
- C destilação.
- D dissolução.
- E evaporação.

QUESTÃO 93

Moradores do Brooklin, bairro de São Paulo, perdem o sono com um som alto, constante e estridente. O barulho é causado por anfíbios anuros trazidos do Caribe, da espécie *Eleutherodactylus jahnstonei*, que têm tamanho um pouco maior que o de um grão de feijão e que encontraram na capital um ambiente favorável. Cientistas foram até o local e encontraram esses animais nos jardins das casas.

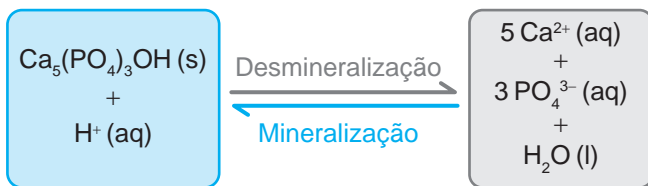
Pererecas-assobiadoras tiram o sono de moradores do Brooklin. Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 26 mar. 2015 (adaptado).

Ao emitirem o som estridente, esses anfíbios

- A indicam que estão fora de seu hábitat natural.
- B alertam para a presença de poluição urbana.
- C sinalizam a existência de superpopulação.
- D direcionam insetos para sua alimentação.
- E atraem fêmeas para o acasalamento.

QUESTÃO 94

A hidroxiapatita,  $Ca_5(PO_4)_3OH$ , é um mineral constituinte do esmalte dos dentes. Entre as diversas reações que ocorrem no meio bucal, encontram-se em equilíbrio as reações de desmineralização e mineralização da hidroxiapatita em meio aquoso, ilustradas a seguir. A desmineralização está associada à fragilização do esmalte do dente e à formação de cáries.



O uso de creme dental pode minimizar a perda da hidroxiapatita. O quadro apresenta o agente de polimento e o pH de alguns cremes dentais comerciais.

Creme dental	Agente de polimento	pH
I	Bicarbonato de sódio	9,5
II	Carbonato de cálcio	11,0
III	Citrato de potássio	7,7
IV	Dióxido de silício	6,9
V	Fosfato de cálcio	7,3

STORGATTO, G. A.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. A química na odontologia. **Química Nova na Escola**, v. 39, fev. 2017 (adaptado).

Considerando o equilíbrio químico envolvido, qual creme dental promove a maior desmineralização do esmalte do dente?

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

**QUESTÃO 95**

A tirinha ilustra esquimós dentro de um iglu, habitação de formato hemisférico construída durante o inverno a partir de neve ou blocos de gelo. Essa estrutura de construção se justifica pelo fato de esse povo habitar as regiões mais setentrionais da Groenlândia, Canadá e Alasca.



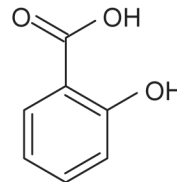
LAERTE. Disponível em: <https://artedafisicapid.blogspot.com>. Acesso em: 4 dez. 2021 (adaptado).

Na tirinha, a geladeira é necessária para fazer gelo porque

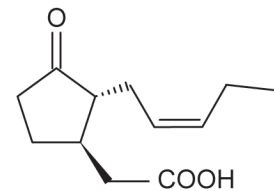
- A** a temperatura interna do iglu é maior que a de solidificação da água.
- B** a umidade dentro do iglu dificulta o processo de mudança de fase da água.
- C** o ar dentro do iglu é isolante térmico, dificultando a perda de calor pela água.
- D** a temperatura uniforme no interior do iglu impede as correntes de convecção.
- E** a pressão do ar no interior do iglu é baixa, dificultando a solidificação da água.

**QUESTÃO 96**

Os pesticidas naturais vêm sendo utilizados no controle de pragas e doenças agrícolas como substituintes de pesticidas sintéticos tradicionais, por serem menos nocivos ao ambiente, biodegradáveis e minimizarem custos e riscos relativos à lavoura. Por exemplo, os compostos 1 e 2 estão envolvidos nas respostas de defesa das plantas. Os grupos funcionais presentes nesses compostos são importantes para suas propriedades no controle de pragas.



**Composto 1**



**Composto 2**

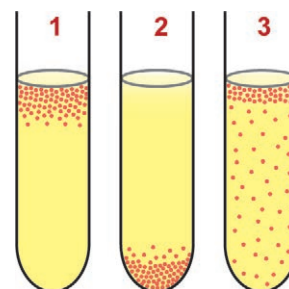
PINTO-ZEVALLOS, D. M.; ZARBIN, P. H. G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. *Química Nova*, n. 10, 2013 (adaptado).

Qual é a função orgânica correspondente ao grupo funcional comum presente nesses dois compostos?

- A** Ácido carboxílico.
- B** Cetona.
- C** Alceno.
- D** Álcool.
- E** Fenol.

**QUESTÃO 97**

Utilizando-se um mesmo meio nutritivo, três gêneros bacterianos diferentes foram submetidos ao cultivo em tubos de ensaio. Após certo período de crescimento da cultura bacteriana em condições físico-químicas ideais, observou-se que o padrão de distribuição das células (representadas por pontos na figura) ao longo dos tubos era diferente em cada um dos casos.



Em relação ao metabolismo energético, os microrganismos presentes nos tubos 1, 2 e 3 são classificados, respectivamente, como

- A** anaeróbio facultativo, anaeróbio estrito e aeróbio estrito.
- B** anaeróbio facultativo, aeróbio estrito e anaeróbio estrito.
- C** aeróbio estrito, anaeróbio estrito e anaeróbio facultativo.
- D** anaeróbio estrito, aeróbio estrito e anaeróbio facultativo.
- E** aeróbio estrito, anaeróbio facultativo e anaeróbio estrito.



### QUESTÃO 98

As placas que indicam saída de emergência brilham no escuro, pois apresentam substâncias que fosforescem na cor amarelo-esverdeada após exposição à luz ambiente, conforme a figura.



Esse fenômeno ocorre pela presença do sulfeto de zinco (ZnS), dopado com prata ou cobre, na superfície da placa.

**Zinc Sulphide Phosphorescence.** Disponível em: <https://physicsopenlab.org>. Acesso em: 8 nov. 2023 (adaptado).

O aparecimento do brilho nessas condições ocorre como consequência de

- A** colisões interatômicas.
- B** coloração dos átomos.
- C** transições eletrônicas.
- D** reações nucleares.
- E** reflexão da luz.

### QUESTÃO 99

Indústrias farmacêuticas e instituições científicas têm trabalhado no desenvolvimento de diferentes vacinas contra a covid-19. Em algumas dessas vacinas, a principal estrutura antigênica é uma proteína de superfície viral chamada espícula (*spike*, em inglês). Essa proteína só existe em coronavírus, incluindo o SARS-CoV-2. Ela se liga a receptores de membrana específicos das células humanas por um mecanismo do tipo “chave-fechadura”. Dessa forma, os vírus entram nas células, podendo se multiplicar e acarretar a doença.

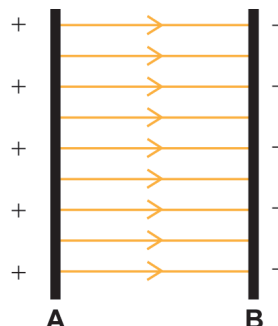
**O que são vacinas?** Disponível em: [www.cienciaviva.pt](http://www.cienciaviva.pt). Acesso em: 30 nov. 2021 (adaptado).

Nessas vacinas, essa proteína viral induz a

- A** produção de anticorpos específicos contra os vírus.
- B** imunidade passiva contra o desenvolvimento da doença.
- C** alteração genômica para formação da memória imunológica.
- D** neutralização direta dos vírus presentes na circulação sanguínea.
- E** modificação dos receptores de membrana específicos para o vírus.

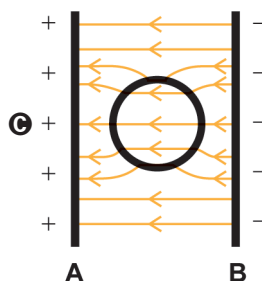
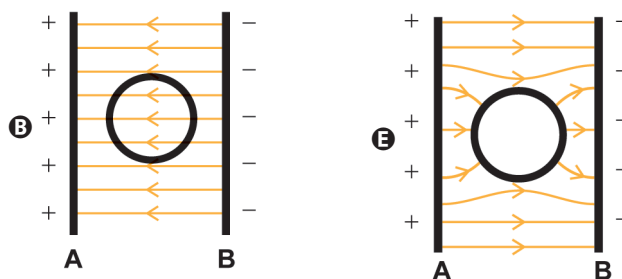
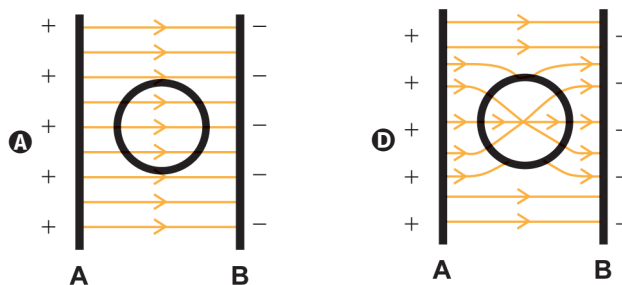
### QUESTÃO 100

Em um experimento de laboratório, duas barras metálicas, **A** e **B**, são carregadas com cargas opostas e imersas em óleo. Farelo de milho é jogado sobre o óleo e, após um certo tempo, o farelo assume o formato das linhas de campo elétrico entre as barras. A figura representa a vista superior desse experimento.



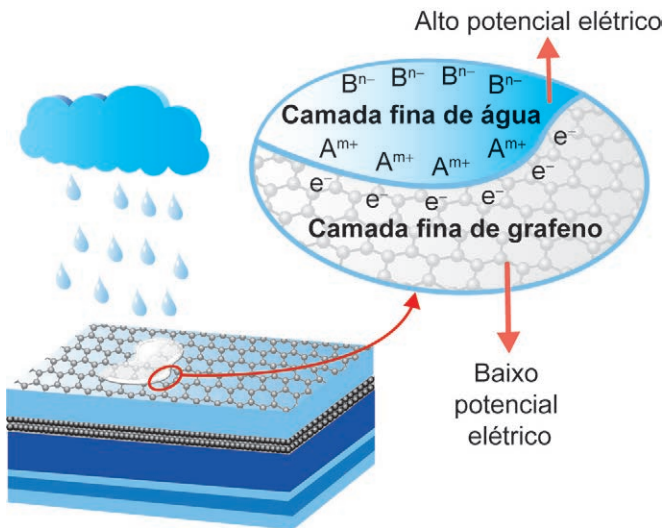
ALMEIDA, M. A. T. **Introdução às ciências físicas 2** — volume 4: módulo 4. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2007 (adaptado).

Ao repetir o experimento colocando um cilindro metálico oco entre as placas, o esquema que representa o formato das linhas de campo assumido pelo farelo é:



**QUESTÃO 101**

Placas solares comuns dependem de dias ensolarados para gerar energia. Mas podemos gerar eletricidade com a ajuda de gotas de chuva, revestindo placas solares com uma fina camada de grafeno. Os íons dissociados a partir da água da chuva ( $A^{m+}$  e  $B^{n-}$ ) tornam a combinação grafeno e água da chuva um par perfeito para geração de energia. O processo requer apenas uma camada de grafeno para que grande quantidade de elétrons ( $e^-$ ) se movimente ao longo da superfície.



TANG, Q. et al. A Solar Cell that is Triggered by Sun and Rain. *Angewandte Chemie International Edition*, n. 55, 2016 (adaptado).

Ao produzir eletricidade em dias chuvosos, o grafeno

- A** oxida os cátions dissolvidos na água da chuva.
- B** impede a difusão da água através das placas solares.
- C** diminui a energia de ativação da reação no pseudocapacitor.
- D** forma um composto não metálico com os íons na água da chuva.
- E** gera uma diferença de potencial pela interação dos elétrons com os cátions.

**QUESTÃO 102**

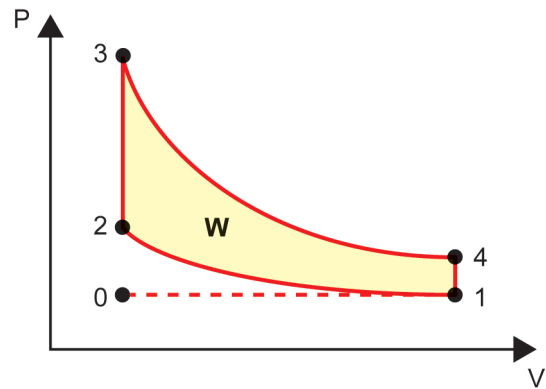
Um estudante comprou uma cafeteira elétrica de 700 W de potência e com capacidade de 0,5 L de água (500 g). Enquanto o café estava em preparação na capacidade máxima da cafeteira, ele marcou que demorou 3 minutos para a cafeteira ferver toda a água (100 °C) a partir da temperatura ambiente de 20 °C. Em seguida, para avaliar a eficiência da cafeteira, ele calculou esse tempo desprezando quaisquer perdas energéticas. É necessária 1 cal (4,2 J) para elevar em 1 °C a temperatura de 1 grama de água.

Qual a eficiência energética calculada pelo estudante?

- A** 100%
- B** 75%
- C** 60%
- D** 7,5%
- E** 5,1%

**QUESTÃO 103**

O diagrama P-V a seguir representa o ciclo de Otto para um motor de combustão interna, como os motores a gasolina ou a etanol, utilizados nos automóveis.



As etapas representadas no diagrama estão descritas no quadro.

Etapa	Processo	Descrição
I	0 a 1	Admissão isobárica da mistura ar-combustível no cilindro do motor.
II	1 a 2	Compressão adiabática da mistura.
III	2 a 3	Introdução de energia na forma de calor da combustão.
IV	3 a 4	Expansão adiabática.
V	4 a 1	Liberação de energia na forma de calor.
VI	1 a 0	Liberação dos gases resultantes da combustão.

Disponível em: [www.mspc.eng.br](http://www.mspc.eng.br). Acesso em: 24 fev. 2013 (adaptado).

A transformação da energia térmica em energia útil ocorre na etapa

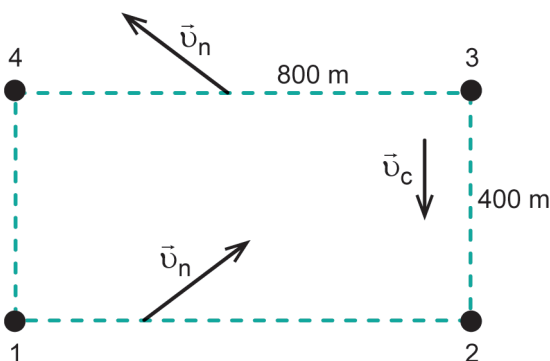
- A** II.
- B** III.
- C** IV.
- D** V.
- E** VI.



\* 0 2 0 1 2 5 A M 6 \*

### QUESTÃO 104

Para os circuitos de maratonas aquáticas realizadas em mares calmos e próximos à praia, é montado um sistema de boias que determinam o trajeto a ser seguido pelos nadadores. Uma das dificuldades desse tipo de circuito é compensar os efeitos da corrente marinha. O diagrama contém o circuito em que deve ser realizada uma volta no sentido anti-horário. As quatro boias estão numeradas de 1 a 4. Existe uma corrente marinha de velocidade  $\vec{v}_c$ , cujo módulo é 30 metros por minuto, paralela à praia em toda a área do circuito. Nas arestas mais longas, o nadador precisará nadar na direção apontada pelos vetores  $\vec{v}_n$  dos pontos 1 até 2 e de 3 até 4. Considere que a velocidade do nadador é de 50 metros por minuto, em relação à água, durante todo o circuito.



Nessa situação, em quantos minutos o nadador completará a prova?

- A 42
- B 65
- C 72
- D 105
- E 120

### QUESTÃO 105

O vírus linfotrópico de células T humanas tipo 1 (HTLV-1) é um retrovírus do mesmo grupo do vírus da imunodeficiência humana (HIV). Ambos são transmitidos da mesma forma e infectam as mesmas células de defesa do organismo, os linfócitos T. A diferença entre eles é que o HTLV-1 estimula o aumento da produção desses linfócitos, enquanto o HIV causa destruição dessas células.

ROMANELLI, L. C. F.; CAMELLI, P.; PROIETTI, A. B. F. C. O vírus linfotrópico de células T humanas tipo 1 (HTLV-1): quando suspeitar da infecção? *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 56, 2010 (adaptado).

Uma possível consequência da infecção por HTLV-1 é o desenvolvimento de

- A aids.
- B câncer.
- C diabetes.
- D hepatite B.
- E hemorragia.

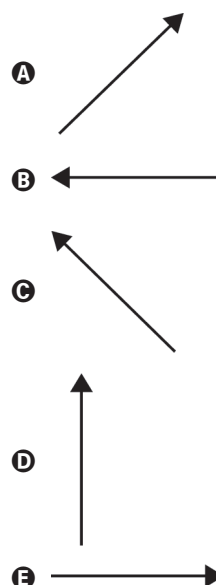
### QUESTÃO 106

Na tirinha, Calvin se diverte em um balanço antes de soltar-se dele e cair ao chão. Em sua fala, ele demonstra ter imaginado que permaneceria em movimento circular. Porém, a força gravitacional, que permanece atuando no garoto, modifica a direção de sua velocidade, fazendo com que ele chegue ao chão da maneira ilustrada no último quadrinho.



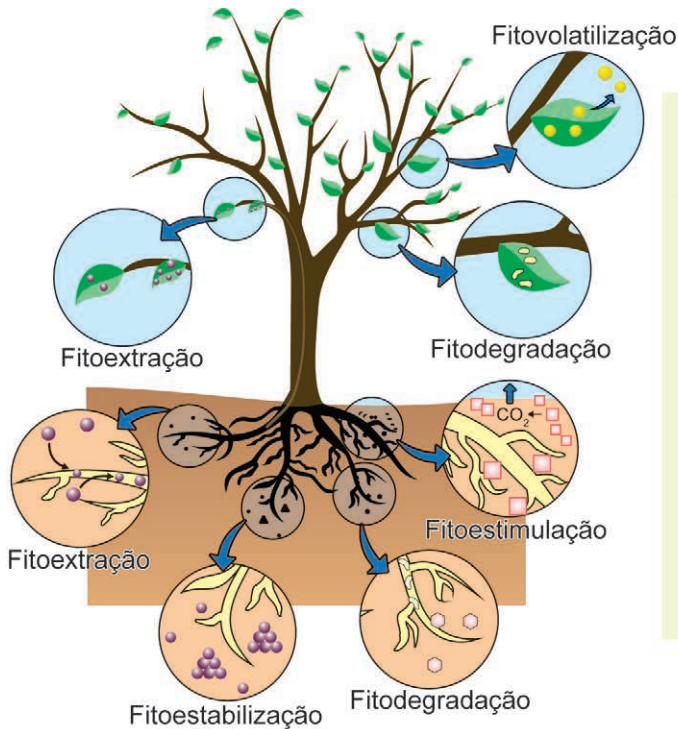
WATTERSON, B. Disponível em: <https://tiras-do-calvin.tumblr.com>. Acesso em: 19 nov. 2021 (adaptado).

Qual vetor representa a força resultante exercida pelo chão sobre Calvin no exato momento em que ele toca o chão?



**QUESTÃO 107**

A fitorremediação é uma técnica que utiliza plantas para a remediação de ambientes contaminados. A descontaminação de solos pode ocorrer por descarte, absorção e metabolização, imobilização, extração ou volatilização do poluente, conforme representado na figura.



**Fitoestabilização:** imobilização dos contaminantes através de sorção por raízes, precipitação, complexação ou redução de valência.

**Fitovolatilização:** retirada de poluentes pelas plantas e transferência para uma forma volátil.

**Fitodegradação:** degradação dos contaminantes orgânicos por ação enzimática.

**Fitoestimulação:** estimulação dos microrganismos degradadores de contaminantes orgânicos.

**Fitoextração:** remoção de poluentes pelas raízes e sua transferência e acúmulo na parte aérea das plantas.

LUIZ, E. P. *Avaliação dos métodos de fitorremediação [...] na remoção de chumbo, cobre e zinco.* São Paulo: UFABC, 2016 (adaptado).

O método que retira o mercúrio de uma área contaminada, impedindo sua entrada na cadeia alimentar, é a

- A** fitoestabilização, ficando o mercúrio disponível sob a superfície das raízes das plantas.
- B** fitovolatilização, permitindo a retirada do mercúrio por plantas e a sua transferência para uma forma volátil.
- C** fitodegradação, com a degradação do mercúrio promovida por enzimas, contidas nas raízes, formando espécies menos tóxicas.
- D** fitoestimulação, com a remoção do mercúrio pela ação de microrganismos presentes nas raízes que absorvem e imobilizam o metal.
- E** fitoextração, em que as plantas que acumulam o mercúrio são cultivadas nesses locais, e a biomassa rica no metal é retirada após o crescimento.

**QUESTÃO 108**

**Brasil fecha 2020 entre os maiores recicladores de latas de alumínio**

A bauxita contém alumina ( $Al_2O_3$ ), que é a matéria-prima para produção do alumínio (Al). De forma geral, são necessários 50 kg de bauxita para produzir 10 kg de alumínio. O Brasil fechou 2020 como um dos principais líderes mundiais em reciclagem de latas de alumínio. De acordo com levantamento da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas), o país obteve um índice de reciclagem de 97,4%, de um total de  $4,0 \times 10^5$  toneladas de latas vendidas. Considere que a lata é constituída de alumínio puro.

Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br>. Acesso em: 30 nov. 2021 (adaptado).

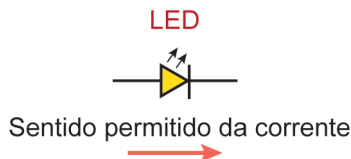
Levando em conta apenas a reciclagem de latas, qual é o valor mais próximo da massa de bauxita, em tonelada, que deixou de ser extraída da natureza em 2020 no Brasil?

- A**  $1,0 \times 10^4$  ton
- B**  $3,9 \times 10^5$  ton
- C**  $5,0 \times 10^5$  ton
- D**  $1,9 \times 10^6$  ton
- E**  $2,0 \times 10^7$  ton



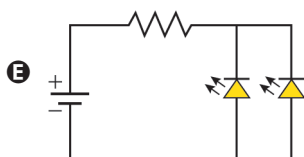
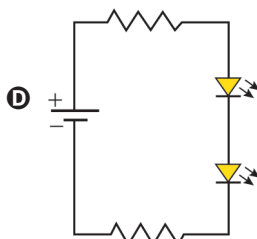
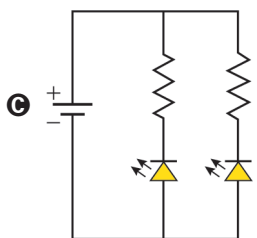
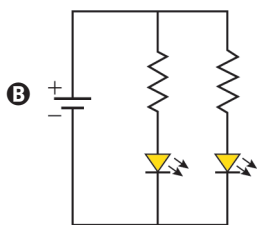
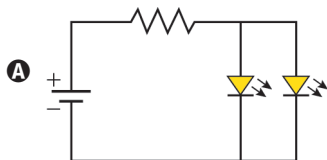
### QUESTÃO 109

O LED é um dispositivo eletrônico que conduz corrente elétrica em um único sentido, sendo caracterizado por uma tensão e uma corrente máxima de funcionamento,  $I_{\text{máx}}$ . Um LED acende apenas se a corrente que o percorre está no sentido permitido e se a diferença de potencial à qual está submetido é igual ou superior à sua tensão de funcionamento. A figura ilustra o símbolo do LED usado na representação de circuitos.



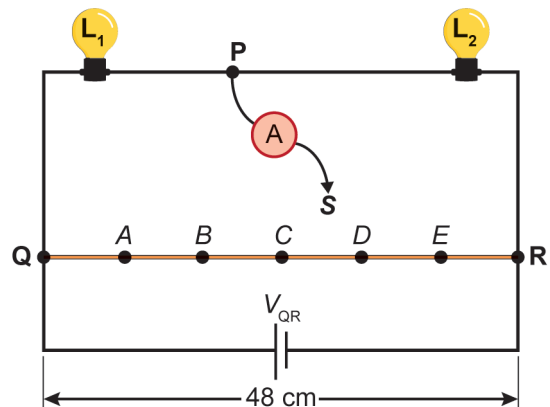
Um estudante de física analisa as propriedades do LED em um circuito simples de corrente contínua. Ele dispõe dos seguintes materiais: uma bateria ideal de 4,5 V; dois LEDs de tensão 3,0 V e  $I_{\text{máx}} = 1,0$  mA cada; e dois resistores de 1,5 k $\Omega$  cada.

O circuito que o estudante pode montar, para que ambos os LEDs fiquem acesos e cada um seja percorrido por  $I_{\text{máx}}$ , é



### QUESTÃO 110

Uma caixa decorativa utiliza duas pequenas lâmpadas,  $L_1$  (6 V – 9 W) e  $L_2$  (12 V – 18 W), ligadas em série a uma bateria de tensão  $V_{\text{QR}}$ . Um fio resistivo  $\text{QR}$ , de 48 centímetros, está ligado em paralelo à bateria. Cinco pontos,  $A, B, C, D$  e  $E$ , dividem o fio  $\text{QR}$  em seis segmentos de comprimentos iguais. O circuito também tem um amperímetro com dois terminais. Um dos terminais ( $P$ ) está ligado ao fio entre as duas lâmpadas. O outro terminal ( $S$ ) está livre e será ligado ao fio  $\text{QR}$ . Dependendo do ponto em que esse terminal livre for conectado, ocorrerá a mudança na tensão à qual as lâmpadas são submetidas. Os demais fios do circuito têm resistências elétricas desprezíveis. A figura ilustra esse circuito.



Em qual desses pontos o amperímetro deve ser conectado para que as lâmpadas acendam exatamente segundo as especificações de tensão e potência elétricas fornecidas?

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

### QUESTÃO 111

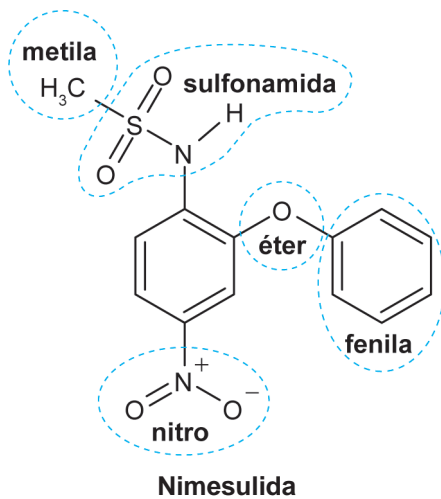
O biogás é uma alternativa energética muito importante, pois, além de reduzir a dependência por combustíveis fósseis, sua obtenção pode ser realizada a partir de resíduos da produção agroindustrial. Considere que o biogás produzido em um empreendimento de suinocultura contém 70% em volume de metano (massa molar 16 g/mol; volume molar 22 L/mol). Ele será utilizado para geração de energia em substituição ao etanol (massa molar 46 g/mol) em um gerador no qual 1 m<sup>3</sup> de biogás de origem suína substitui 0,59 L de etanol anidro (densidade 0,78 g/mL).

Nessas condições, a massa de metano necessária para substituir 10 mol de etanol na produção de energia é mais próxima de

- A 300 g.
- B 400 g.
- C 510 g.
- D 590 g.
- E 720 g.

**QUESTÃO 112**

A nimesulida é um fármaco pouco solúvel em água, utilizado como anti-inflamatório, analgésico e antitérmico. Essa substância pode ser convertida em uma espécie eletricamente carregada, de maior solubilidade em água, mediante o tratamento com uma base de Brønsted-Lowry, isto é, uma espécie química capaz de capturar um próton ( $H^+$ ). Na figura são apresentados os grupamentos presentes na estrutura química da nimesulida.



GONÇALVES, A. A. et al. Contextualizando reações ácido-base de acordo com a teoria protônica de Brønsted-Lowry usando comprimidos de propranolol e nimesulida. *Química Nova*, n. 3, 2013 (adaptado).

Na estrutura desse fármaco, o grupamento capaz de reagir com a base de Brønsted-Lowry é o grupo

- A** sulfonamida.
- B** metila.
- C** fenila.
- D** nitro.
- E** éter.

**QUESTÃO 113**

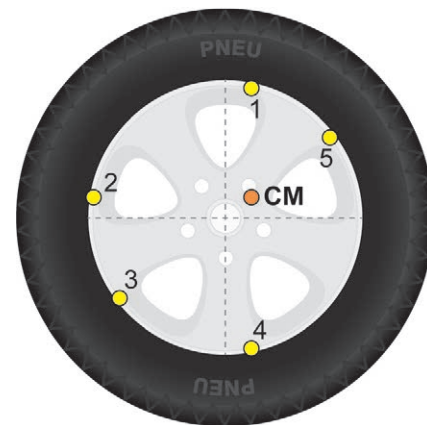
O desenvolvimento da biotecnologia e da clonagem gênica em procaríotos fez com que a produção de proteínas se tornasse mais intensa, rápida e econômica. Para a produção de hormônios, enzimas e proteínas de resistência a drogas, uma variação da técnica de reação em cadeia pela polimerase (PCR, na sigla em inglês) utiliza a enzima transcriptase reversa (RT-PCR), que sintetiza moléculas de DNA complementares a partir de fitas de RNA.

Nesse contexto, essa técnica é importante para detectar genes

- A** expressos.
- B** plasmidiais.
- C** bacterianos.
- D** dominantes.
- E** autossômicos.

**QUESTÃO 114**

Nos automóveis, é importante garantir que o centro de massa (**CM**) de cada conjunto roda/pneu coincida com o seu centro geométrico. Esse processo é realizado em uma máquina de balanceamento, na qual o conjunto roda e pneu é colocado para girar a uma velocidade de valor constante. Com base nas oscilações medidas, a máquina indica a posição do centro de massa do conjunto, e pequenas peças de chumbo são fixadas em lugares específicos da roda até que as vibrações diminuam. Durante o treinamento de sua equipe, a fim de corrigir a posição do centro de massa indicada pela máquina, um mecânico apresenta o esquema a seguir, com cinco possíveis pontos da roda para posicionar uma peça de chumbo.



Em qual ponto deve ser fixada a peça de chumbo para corrigir a posição do centro de massa desse conjunto roda/pneu?

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

**QUESTÃO 115**

O soro caseiro serve para combater a desidratação por meio da reposição da água e sais minerais perdidos, por exemplo, por diarreia. Uma receita simples para a sua preparação consiste em utilizar duas colheres grandes (de sopa) de açúcar e duas colheres pequenas (de café) de sal de cozinha, dissolvidos em 2 L de água fervida, obtendo-se uma solução com concentração de íon sódio de 1,4 mg/mL.

Considere as massas molares:  $NaCl = 58,5 \text{ g/mol}$ ;  $Na = 23 \text{ g/mol}$ .

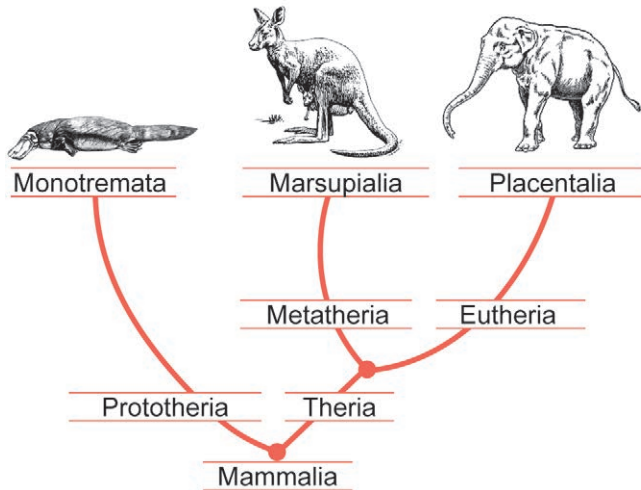
Qual é o valor mais próximo da massa, em grama, de cloreto de sódio presente em uma única colher pequena?

- A** 0,7 g
- B** 1,8 g
- C** 2,8 g
- D** 3,6 g
- E** 7,0 g



### QUESTÃO 116

Apesar de os animais representados no cladograma compartilharem um mesmo ancestral, eles se caracterizam por distintos padrões de reprodução ou de nutrição dos embriões e descendentes.



DIXSON, A. F. **Mammalian Sexuality: The Act of Mating and the Evolution of Reproduction.** Disponível em: [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org). Acesso em: 2 jul. 2024 (adaptado).

Ao longo do processo evolutivo, percebem-se, entre esses animais, perdas e ganhos nos padrões citados que envolvem o(a)

- A aumento no número de descendentes por ninhada.
- B mudança no tipo de fecundação de externa para interna.
- C redução da versatilidade de reprodução, que se torna unicamente sexuada.
- D desenvolvimento embrionário, que passa do meio aquático para o terrestre.
- E diminuição da vesícula vitelínica, associada ao desenvolvimento da lactação.

### QUESTÃO 117

Uma ambulância em alta velocidade com a sirene ligada desloca-se em direção a um radar operado por uma pessoa. O radar emite ondas de rádio com frequência  $f_0$  que são refletidas pela dianteira da ambulância, retornando para o detector com frequência  $f_r$ . A percepção do operador do radar, em relação ao som emitido pela sirene, é de que este se altera à medida que a ambulância se aproxima ou se afasta.

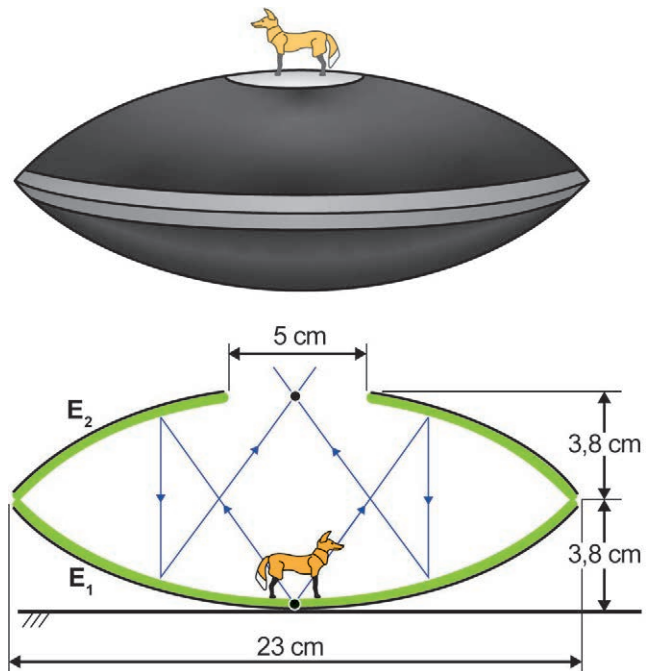
Durante a aproximação, como o operador percebe o som da sirene e qual é a relação entre as frequências  $f_r$  e  $f_0$  medidas pelo radar?

- A Mais grave do que o som emitido e  $f_r < f_0$ .
- B Mais agudo do que o som emitido e  $f_r < f_0$ .
- C Mais agudo do que o som emitido e  $f_r = f_0$ .
- D Mais agudo do que o som emitido e  $f_r > f_0$ .
- E Mais grave do que o som emitido e  $f_r > f_0$ .

### QUESTÃO 118

#### Mirascópio 3D: produtor de ilusão instantânea

O equipamento ilustrado na figura, de dimensões apresentadas no esquema, é composto por dois espelhos côncavos  $E_1$  e  $E_2$ , apoiados um sobre o outro por suas bordas, de tal forma que o vértice de  $E_1$  coincide com o foco de  $E_2$  e vice-versa. Na abertura circular de  $E_2$ , é formada uma imagem tridimensional de um objeto posicionado sobre o vértice de  $E_1$ . Essa imagem é formada a partir dos raios procedentes do objeto, refletidos por  $E_2$  e  $E_1$ , respectivamente, conforme o esquema. Os observadores julgam visualizar o objeto quando estão, de fato, visualizando sua imagem. O efeito só é possível porque as superfícies de ambos os espelhos são de extrema qualidade.



SALZMANN, W. Disponível em: <https://wissenstexte.de>. Acesso em: 27 jun. 2024 (adaptado).

A natureza da imagem formada e a distância vertical entre cada ponto objeto e seu correspondente ponto imagem são

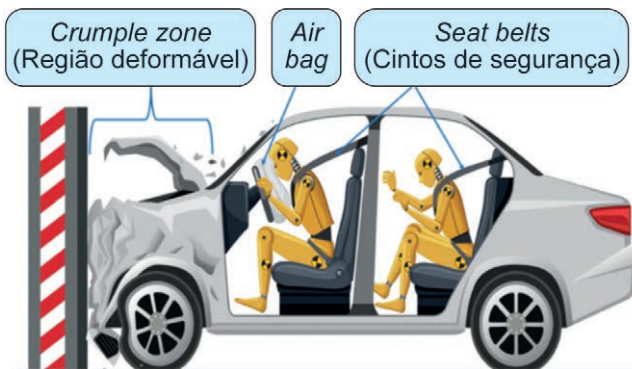
- A real e 5 cm.
- B real e 3,8 cm.
- C real e 7,6 cm.
- D virtual e 7,6 cm.
- E virtual e 3,8 cm.

**QUESTÃO 119**

Muitas pessoas ainda se espantam com o fato de um passageiro sair ileso de um acidente de carro enquanto o veículo onde estava teve perda total. Essas pessoas talvez considerem, equivocadamente, que os carros mais seguros são os que têm as estruturas mais rígidas, ou seja, estruturas, que durante uma colisão, apresentam menor deformação. Na verdade, o que ocorre é o contrário. Por isso, a partir de 1958, passaram a ser produzidos carros com partes que se deformam facilmente.

DAY, C. **Crumple Zones**. Disponível em: <https://pubs.aip.org>. Acesso em: 2 jul. 2024 (adaptado).

Assim, além dos cintos de segurança e dos airbags, os carros modernos passaram a contar com o dispositivo de segurança conhecido como *crumple zone* (região deformável, em inglês), conforme a figura.



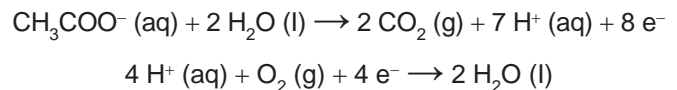
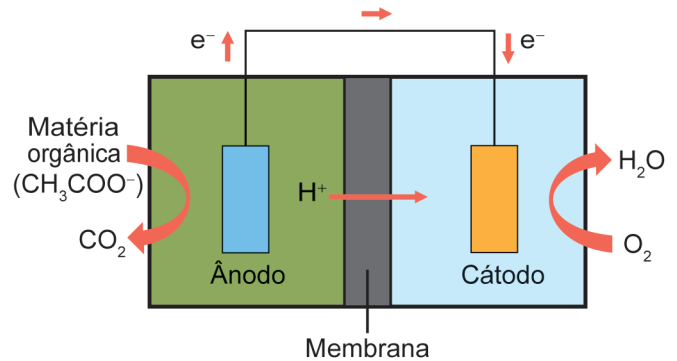
**Momentum and Car safety.** GCSE Physics Revision. Disponível em: [www.shalom-education.com](http://www.shalom-education.com). Acesso em: 5 jul. 2024 (adaptado).

Considerando o carro, seus ocupantes e o muro da figura como um sistema isolado, o *crumple zone* aumenta a segurança dos passageiros porque, durante uma colisão, a deformação da estrutura do carro

- A** aciona os airbags do veículo.
- B** absorve a energia cinética do sistema.
- C** consome a quantidade de movimento do sistema.
- D** cria uma barreira de proteção para seus ocupantes.
- E** diminui a velocidade do centro de massa do sistema.

**QUESTÃO 120**

Células a combustível microbianas (CCM) são capazes de gerar eletricidade a partir de águas residuárias urbanas e agroindustriais. As CCM são compostas de duas câmaras. Numa delas, onde ocorre o tratamento da matéria orgânica, as bactérias eletrogênicas crescem formando um biofilme e se alimentam dos poluentes presentes no efluente. Ao se alimentarem, essas bactérias geram uma corrente elétrica que percorre o material sobre o qual elas formaram o biofilme. Um fio condutor externo possibilita a migração dessa corrente para uma segunda câmara, promovendo uma reação química. A figura esquematiza uma CCM e as reações envolvidas.



QUINTO, A. C. **Biobaterias geram eletricidade a partir de esgoto sanitário e efluentes agroindustriais**. Disponível em: <https://jornal.usp.br>. Acesso em: 1 dez. 2021 (adaptado).

Qual das equações representa a reação global que ocorre durante o funcionamento dessa CCM?

- A**  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}^+ (\text{aq})$
- B**  $\text{CO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$
- C**  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- D**  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) + 15 \text{H}^+ (\text{aq})$
- E**  $2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 11 \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

**QUESTÃO 121**

No senso comum, considera-se, ainda hoje, que compostos orgânicos são substâncias presentes nos seres vivos. Na Química, a expressão “compostos orgânicos” tem um uso histórico de mais de 200 anos, adquirindo diferentes conotações ao longo do desenvolvimento dessa ciência. Atualmente, atribui-se a essa expressão outro significado.

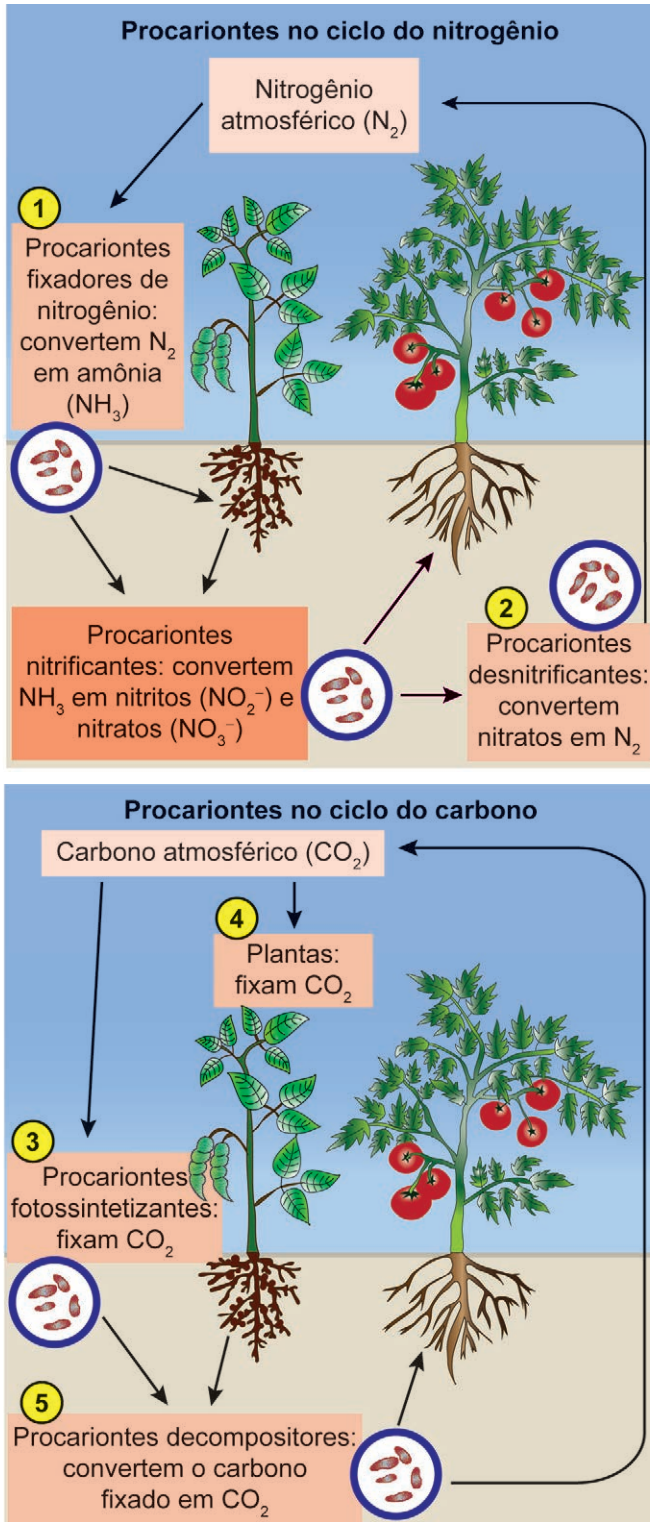
A concepção científica atual define esses compostos como substâncias

- A** benéficas à saúde humana.
- B** capazes de serem biodegradadas.
- C** formadas a partir de gás carbônico.
- D** produzidas sem o uso de agrotóxicos.
- E** contendo carbono como elemento principal.

**QUESTÃO 122**

**Metabolismo de procariontes**

O esquema representa a ação de organismos no ciclo do nitrogênio e no ciclo do carbono. Os números correspondem a algumas etapas dos dois ciclos distintos.



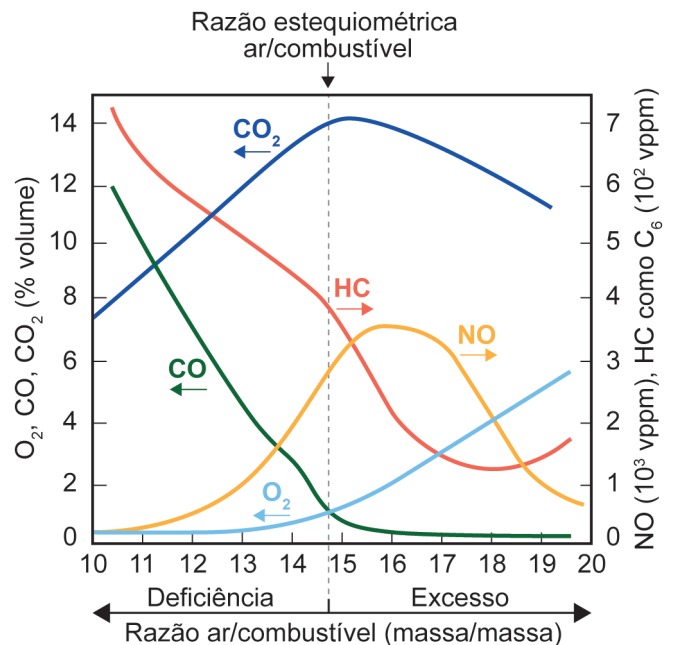
Disponível em: <https://pt.khanacademy.org>. Acesso em: 27 jun. 2024 (adaptado).

Em qual etapa numerada ocorre uma transformação redox como a que ocorre nos procariontes nitrificantes?

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

**QUESTÃO 123**

Um dos agentes que mais contribui para a poluição do ar é o automóvel a combustão interna. Em áreas urbanas, isso é demonstrado dramaticamente pela fumaça fotoquímica, resultante da interação entre óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e luz solar, para formar produtos de oxidação, que causam irritação aos olhos, ao aparelho respiratório e danos às plantas. As condições de operação de motores a combustão, como a razão da mistura ar/combustível no cilindro, influenciam na composição dos gases lançados pelo escapamento na atmosfera. O gráfico ilustra a variação nas composições dos principais gases, dióxido de carbono ( $CO_2$ ), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO) e oxigênio molecular ( $O_2$ ), emitidos por um motor a gasolina, em diferentes razões ar/combustível, em massa.



RANGEL, M. C.; CARVALHO, M. F. A. Impacto dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar. *Química Nova*, v. 26, 2003 (adaptado).

Na condição de razão ar/combustível igual a 18, haverá uma emissão

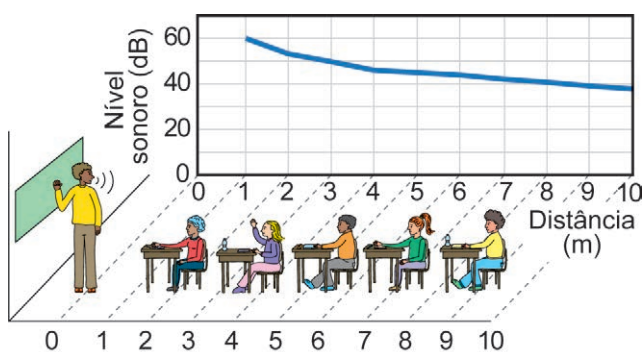
- A baixa de  $O_2$  e alta de NO.
- B baixa de NO e alta de HC.
- C baixa de CO e alta de  $CO_2$ .
- D baixa de HC e alta de CO.
- E baixa de  $CO_2$  e alta de HC.



**QUESTÃO 124**

**A saúde do professor: acústica arquitetônica**

Dentre os parâmetros acústicos que afetam a inteligibilidade dos sons emitidos em ambientes fechados, destacam-se o ruído de fundo do ambiente e o decréscimo do nível sonoro com a distância da fonte emissora. Assim, sentar-se no fundo da sala de aula pode prejudicar a aprendizagem dos estudantes, por impedir que eles distingam, com precisão, os sons emitidos, diminuindo a inteligibilidade da fala de seus professores. Considere a situação exemplificada pelo infográfico: à distância de 1 metro, o nível sonoro da fala de um professor é de 60 dB e diminui com a distância. Considere, ainda, que o ruído de fundo nessa sala de aula pode chegar a 45 dB e que, para ser compreendida, o nível sonoro da fala do professor deve estar 5 dB acima desse ruído.



Disponível em: www.ufrj.br. Acesso em: 2 dez. 2021 (adaptado).

Para um valor máximo do ruído de fundo, a maior distância que um estudante pode estar do professor para que ainda consiga compreender sua fala é mais próxima de

- A 3,0 m.
- B 4,5 m.
- C 6,5 m.
- D 8,0 m.
- E 9,5 m.

**QUESTÃO 125**

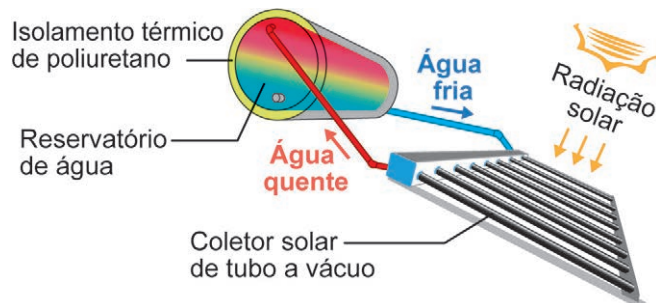
Uma agricultora, com a intenção de comercializar o milho recém-colhido, testou uma forma de preservar o sabor adocicado do seu produto. O melhor resultado foi obtido quando ela imergiu as espigas em água fervente durante alguns minutos e, em seguida, em água gelada. Com esse procedimento, parte da glicose do milho não foi transformada em amido, mantendo o seu sabor adocicado.

Utilizando esse procedimento, o sabor foi conservado porque houve

- A desnaturação enzimática pela alta temperatura.
- B conversão de nutrientes pela redução de temperatura.
- C degradação das reservas nutritivas pelo choque térmico.
- D impedimento da entrada de oxigênio pela fervura da água.
- E desidratação dos grãos por causa da alteração da temperatura.

**QUESTÃO 126**

Aquecedores solares são equipamentos utilizados para o aquecimento de água pelo calor do Sol. São compostos por coletores solares, nos quais ocorre o aquecimento da água, e por um reservatório térmico, em que é armazenada a água quente para ser utilizada posteriormente. A figura ilustra esquematicamente como funciona esse equipamento.



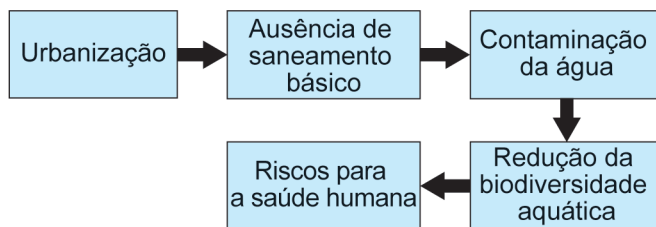
5 dicas de instalação de aquecedor solar. Disponível em: <https://instaline.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2023 (adaptado).

O processo pelo qual ocorre transferência de calor dos coletores solares para o reservatório térmico é a

- A difusão.
- B absorção.
- C condução.
- D irradiação.
- E convecção.

**QUESTÃO 127**

As autoridades sanitárias brasileiras têm se preocupado muito nos últimos anos com o aumento da ocorrência de doenças transmitidas por mosquitos, principalmente arboviroses como chikungunya e zika, que se tornaram epidêmicas ou endêmicas em áreas urbanas. Parte de uma análise da relação entre a urbanização e a incidência dessas doenças está representada no fluxograma.



ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 10, 2020 (adaptado).

Nesse contexto, como a urbanização está causando riscos à saúde humana?

- A Disseminando verminoses.
- B Causando a eutrofização de lagoas.
- C Aumentando a chance de contato com coliformes.
- D Diminuindo a população de predadores aquáticos.
- E Aproximando as pessoas das áreas de ocorrência de mosquitos.



\* 0 2 0 1 2 5 A M 1 4 \*

## QUESTÃO 128

### Impactos do microplástico

A ação de fatores abióticos aliada à biodeterioração contribuem para a formação de microplásticos, os quais se aderem a outros poluentes orgânicos apolares persistentes, como os derivados de pesticidas lipossolúveis. Há uma proporcionalidade direta entre a solubilidade desses tipos de poluentes e sua concentração nos tecidos dos organismos expostos a eles.

Disponível em: [www.ecycle.com.br](http://www.ecycle.com.br).  
Acesso em: 9 dez. 2021 (adaptado).

Em animais vertebrados, essa associação de poluentes será preferencialmente acumulada no tecido

- A ósseo.
- B nervoso.
- C epitelial.
- D adiposo.
- E sanguíneo.

## QUESTÃO 129

Em aeroportos, por razões de segurança, os passageiros devem ter suas bagagens de mão examinadas antes do embarque, passando-as em esteiras para sua inspeção por aparelhos de raios X. Nessas inspeções, os passageiros são orientados a retirar seus computadores portáteis (notebooks ou laptops) de malas, mochilas ou bolsas para passá-los isoladamente pela esteira.

Que explicação física justifica esse procedimento?

- A Os raios X não interagem com os componentes metálicos do computador, o que impede a formação de imagens.
- B Os raios X desmagnetizam o disco rígido do computador, quando refratados pelos componentes metálicos das bagagens de mão.
- C Os raios X aquecem os materiais metálicos encontrados em bagagens de mão, quando refletidos pelos componentes do computador.
- D Os raios X não atravessam os componentes densos do computador, o que impede a visualização de objetos que estão à frente ou atrás deles.
- E Os raios X ionizam os materiais metálicos normalmente encontrados em bagagens de mão, quando difratados pelos componentes do computador.

## QUESTÃO 130

Com base em testes realizados em ratos, concluiu-se que os compostos nitrosos são substâncias mutagênicas, ou seja, produzem mutações nas células e possivelmente câncer. Esses compostos podem ser obtidos pela reação entre o nitrito de sódio, que é um conservante adicionado às carnes, e o ácido clorídrico. O ácido nitroso produzido irá reagir com compostos nitrogenados, como as aminas, dando origem aos compostos nitrosos.

Em qual órgão esse processo será iniciado?

- A Rim.
- B Fígado.
- C Intestino.
- D Pâncreas.
- E Estômago.

## QUESTÃO 131

### Sistemas agroflorestais (SAFs)

Os sistemas agroflorestais alinham os interesses econômicos aos ecológicos. Esses sistemas podem ser usados na recuperação ambiental de áreas degradadas que se tornaram pouco produtivas, como as utilizadas por muito tempo para pastagem. Para isso, num primeiro momento, as árvores nativas são plantadas em conjunto com culturas agrícolas anuais, como feijão, mandioca, milho e abóbora, que geram renda para os proprietários da terra e incentivam a manutenção do sistema. Em um segundo momento, são introduzidas outras espécies, como trepadeiras e arbustos, de acordo com um arranjo espacial e temporal preestabelecido. Nesse processo, ocorrerão mudanças graduais na estrutura e composição das comunidades vegetais ao longo do tempo, que culminarão no aumento da diversidade do ambiente.

Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Acesso em: 9 dez. 2021 (adaptado).

O conjunto dessas mudanças graduais é análogo ao processo natural denominado

- A rotação de culturas.
- B sucessão ecológica.
- C coevolução específica.
- D adaptação por seleção.
- E convergência adaptativa.

## QUESTÃO 132

As fibras musculares esqueléticas não são todas iguais. As fibras lentas, também conhecidas como fibras vermelhas, apresentam muitas mitocôndrias e são bem supridas por vasos sanguíneos. Já as fibras rápidas, ou fibras brancas, apresentam poucas mitocôndrias e recebem menor suprimento sanguíneo. Dessa forma, a distribuição das fibras nos músculos esqueléticos do corpo auxilia de forma diferenciada no desempenho físico de um atleta.

SADAVA, D. et al. **Vida: a ciência da biologia** — volume III: plantas e animais. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Um atleta que sonha em disputar os Jogos Olímpicos e tem uma maior proporção de fibras brancas que fibras vermelhas teria mais vantagens na realização da prova de:

- A Triatlo.
- B Salto em altura.
- C Marcha atlética.
- D Maratona aquática.
- E Ciclismo em estrada.

**QUESTÃO 133**

O Cerrado e a Amazônia abrigam grande número de serpentes popularmente conhecidas como cobras-corais. Na Amazônia predominam as corais-verdadeiras, que são peçonhentas, enquanto no Cerrado prevalecem as falsas-corais, que não possuem peçonha. Essas espécies apresentam um padrão de coloração muito semelhante. Essa similaridade traz uma vantagem tanto para as corais falsas como para as verdadeiras.

FRANÇA, F. G. R. [...] **serpentes corais em ambientes campestres, savânicos e florestais da América do Sul.** Brasília: UnB, 2008 (adaptado).

Nas fotografias, são apresentados exemplos dessas serpentes: uma coral-verdadeira e uma falsa-coral.



**Coral-verdadeira**  
(*Micrurus decoratus*)



**Falsa-coral**  
(*Erythrolamprus aesculapii*)

SILVA, L. C.; COTTA, G. A.; RESENDE, F. C. Cobra-coral: aplicativo educativo para reconhecimento das cobras-corais do estado de Minas Gerais, Brasil. **Herpetologia Brasileira**, n. 1, 2021 (adaptado).

Qual é a vantagem dessa similaridade para as falsas-corais?

- A** Facilita a captura de presas.
- B** Diminui a competição por recursos.
- C** Possibilita a geração de indivíduos híbridos.
- D** Reduz a possibilidade de sofrerem predação.
- E** Otimiza o encontro de parceiros reprodutivos.

**QUESTÃO 134**

O exoesqueleto dos crustáceos é formado por quitina e impregnações de sais calcários e, por isso, é mais duro quando comparado com o exoesqueleto de outros artrópodes. Esse revestimento externo confere proteção, mas, por ser duro, limita o crescimento desses animais.

Para superar essa limitação, o exoesqueleto deve ser

- A** formado somente na fase adulta do animal.
- B** fragmentado para expansão nas áreas de articulação.
- C** modelado continuamente para ajuste ao tamanho do corpo.
- D** substituído por meio de mudas que ocorrem periodicamente.
- E** impregnado por pequena quantidade de sais para sua distensão.

**QUESTÃO 135**

Um dos exemplos mais conhecidos de herança recessiva ligada ao cromossomo X é o daltonismo. Como em qualquer distúrbio recessivo ligado ao cromossomo X, existem muito mais homens apresentando o fenótipo com esse tipo de daltonismo do que mulheres. Um casal formado por um homem não daltônico e por uma mulher gestante também não daltônica, mas portadora do gene recessivo para esse tipo de daltonismo, está esperando um bebê. Em uma das consultas de pré-natal, o casal recebeu um heredograma que contém todas as possibilidades de genótipo para esse bebê.

Considere a legenda:

- Mulher heterozigota portadora do gene para daltonismo
- Mulher não daltônica
- Mulher daltônica
- Homem não daltônico
- Homem daltônico

GRIFFITHS, A. et al. **Introdução à genética.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016 (adaptado).

Qual heredograma foi recebido pelo casal?

