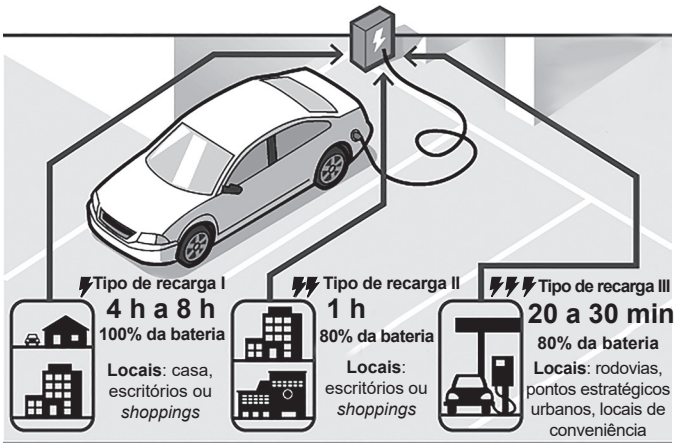


Questão 91 • enem2022

Um dos desafios para a viabilização dos carros elétricos é a implementação de estações de carregamento em pontos estratégicos dos municípios. O tempo de carregamento da bateria de um veículo desse tipo é um aspecto a ser otimizado, pois, dependendo da situação e do local, essas recargas devem ser rápidas. O infográfico a seguir apresenta os tempos de carregamento associados aos tipos de recarga da bateria para um modelo específico de carro elétrico.



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea)

Considerando os respectivos tempos de carregamento mínimo, a razão entre as intensidades de corrente elétrica relacionadas aos tipos de recarga II e III $\left(\frac{i_{II}}{i_{III}}\right)$ é aproximadamente igual a

- A 0,06.
- B 0,17.
- C 0,25.
- D 0,33.
- E 0,50.

Resolução

91. Resposta correta: D

C 5 H 18

a)(F) Possivelmente, o aluno considerou a razão entre os intervalos de tempo máximo para o tipo III (30 min) e máximo para o tipo I (8 h):

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{\Delta t_{III}}{\Delta t_I} \Rightarrow \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{1}{2} = \frac{1}{16} \cong 0,06$$

b)(F) Possivelmente, o aluno considerou que Δt_{III} é igual à diferença entre 30 min e 20 min:

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{\Delta t_{III}}{\Delta t_{II}} \Rightarrow \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{10}{60} \cong 0,17$$

c)(F) Possivelmente, o aluno se confundiu e considerou o intervalo de tempo mínimo para o tipo I (4 h) em vez do intervalo mínimo para o tipo III (20 min):

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{\Delta t_{II}}{\Delta t_I} \Rightarrow \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{1}{4} = 0,25$$

d)(V) A quantidade de carga que atravessa a seção reta de um condutor é dada pelo produto entre a intensidade de corrente elétrica e o intervalo de tempo: $Q = i \cdot \Delta t$. Como os tipos de recarga II e III carregam apenas 80% da bateria, a quantidade de carga na bateria é a mesma para os dois casos. Assim, a razão entre as intensidades de corrente elétrica é obtida por:

$$Q_{II} = Q_{III} \Rightarrow i_{II} \cdot \Delta t_{II} = i_{III} \cdot \Delta t_{III} \Rightarrow \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{\Delta t_{III}}{\Delta t_{II}}$$

Para o tempo de carregamento mínimo, os intervalos de tempo Δt_{III} e Δt_{II} devem ser iguais a 20 min e 1 h, respectivamente. Como 1 h = 60 min, tem-se:

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{\Delta t_{III}}{\Delta t_{II}} \Rightarrow \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3} \cong 0,33$$

e)(F) Possivelmente, o aluno não considerou o tempo de carregamento mínimo e utilizou $\Delta t_{III} = 30$ min:

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{30}{60} = 0,5$$

Questão 92 • enem2022

Os impactos das mudanças promovidas pelo homem nos estoques de carbono foram tema da apresentação de uma pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (Nepam), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

“Temos hoje o dobro de moléculas de dióxido de carbono (CO_2) em volta de nossas mãos do que havia na época em que Charles Darwin passou pelo Brasil (século XIX)”, disse a pesquisadora.

Disponível em: <https://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 21 mar. 2022.

O aumento da produção antrópica mencionado pela pesquisadora é consequência do(a)

- Ⓐ emissão na atmosfera do carbono que estava estocado na litosfera como petróleo.
- Ⓑ liberação de gás carbônico por seres fotossintetizantes, o que se intensificou nos últimos anos.
- Ⓒ absorção de gás carbônico pelos lagos e oceanos, processo que tem aumentado desde a Revolução Industrial.
- Ⓓ aumento na concentração de carbono atmosférico provocada pela proliferação excessiva do fitoplâncton.
- Ⓔ fixação de carbono por conchas e corais, o que desequilibrou o ciclo do carbono.

Resolução

92. Resposta correta: A

C 3 H 9

- a) (V) Diante da fala da pesquisadora, conclui-se que a quantidade de CO_2 presente atualmente na atmosfera é maior do que no século XIX e que o aumento na concentração desse gás na atmosfera é decorrente de atividades antrópicas, a exemplo da queima de combustíveis fósseis. Considerando o ciclo do carbono, pode-se afirmar que o carbono que estava estocado na litosfera na forma de petróleo foi convertido em gás carbônico nos processos de combustão.
- b) (F) Na fotossíntese, o gás carbônico reage com a água na presença de luz para formação de glicose e gás oxigênio. Assim, o CO_2 é o gás consumido, e não o liberado, pelos seres fotossintetizantes.
- c) (F) Com o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, desde a Revolução Industrial, a absorção desse gás pelos corpos-d'água também aumentou, levando à acidificação dessas águas, dada a formação do ácido carbônico (H_2CO_3).
- d) (F) O fitoplâncton corresponde aos microrganismos fotossintetizantes presentes em ambientes aquáticos, responsáveis por captar o gás carbônico da atmosfera para realização de fotossíntese. Dessa forma, a proliferação excessiva do fitoplâncton não é um fator responsável pelo aumento da produção antrópica de gás carbônico.
- e) (F) No ciclo do carbono, os íons carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-) são utilizados na formação de conchas e corais. No entanto, a acidificação das águas dos oceanos, devido à maior concentração de gás carbônico na atmosfera, vem causando a dissolução dessas espécies. Logo, a fixação de carbono por conchas e corais não provoca desequilíbrios no ciclo desse elemento.

Questão 93 • enem2022

A atleta paraolímpica brasileira Beth Gomes coleciona recordes ao longo da carreira. Entre eles, o recorde mundial no arremesso de peso da classe F52 (para atletas que usam cadeiras de rodas). Admita que, em determinada competição, ela tenha batido a sua melhor marca ao obter o maior alcance horizontal entre os lançamentos com ângulo de 45 a 55 graus, nos quais uma bola de metal foi arremessada com uma velocidade de módulo igual a 9 metros por segundo.

Considere $\sin 90^\circ = 1$ e a aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 e suponha que a atleta e a bola são pontos materiais.

Desprezando a ação de forças dissipativas o arremesso de maior alcance teve a marca, em metro, de

- A 1,8.
- B 4,1.
- C 5,7.
- D 8,1.
- E 11,3.

Resolução

93. Resposta correta: D

C 6 H 20

- a)(F) Possivelmente, ao definir a equação do alcance máximo, o aluno considerou o dobro, em vez do quadrado, da velocidade inicial.

$$A = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin(2\theta)}{g} = \frac{2 \cdot 9 \cdot \sin(90^\circ)}{10} = \frac{18}{10} \Rightarrow A = 1,8 \text{ m}$$

- b)(F) Possivelmente, o aluno confundiu altura máxima com alcance máximo, definindo incorretamente a equação do alcance. Além disso, ele pode ter considerado $\theta = 90^\circ$ em vez de $\theta = 45^\circ$.

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2(\theta)}{2g} = \frac{9^2 \cdot \sin^2(90^\circ)}{20} = \frac{81}{20} \Rightarrow A \cong 4,1 \text{ m}$$

- c)(F) Possivelmente, o aluno considerou $\sin \theta$, em vez de $\sin(2\theta)$, ao calcular o alcance.

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin(\theta)}{g} = \frac{9^2 \cdot \sin(45^\circ)}{10} = \frac{81 \cdot 0,7}{10} \Rightarrow A \cong 5,7 \text{ m}$$

- d)(V) De acordo com o texto, deve-se supor que a atleta é um ponto material. Assim, a bola executa um movimento parabólico completo, ou seja, um movimento partindo de um ponto do chão a outro. Sabendo que o alcance horizontal será máximo quando o ângulo de lançamento for 45° e que $\sin 90^\circ = 1$, o maior alcance pode ser calculado por:

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g} = \frac{9^2 \cdot \sin(2 \cdot 45^\circ)}{10} = \frac{9^2 \cdot \sin(90^\circ)}{10} = \frac{81}{10} \Rightarrow A = 8,1 \text{ m}$$

- e)(F) Possivelmente, ao calcular o tempo de subida, o aluno considerou $v_{0y} = v_0$ em vez de $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta$, obtendo a equação do alcance mostrada a seguir.

$$A = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos(\theta)}{g}$$

Além disso, substituindo os valores fornecidos no texto e considerando $\sqrt{2} = 1,4$, obteve:

$$A = \frac{2 \cdot 9^2 \cdot \cos(45^\circ)}{10} = \frac{2 \cdot 81 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{10} = \frac{81 \cdot \sqrt{2}}{10} \Rightarrow A \cong 11,3 \text{ m}$$

Questão 94 • enem2022

“Realizando experimentos controlados de queima, com interesse em avaliar o efeito do fogo na floração das espécies, observamos que, no dia seguinte ao experimento, a *Bulbostylis paradoxa* já começava a florescer”, lembra uma das responsáveis pela pesquisa que desvendou o “mistério” da espécie *B. paradoxa*. De acordo com a pesquisadora, a rapidez na floração é uma prova de como o sistema está adaptado ao fogo. “O ganho é que, logo após as queimadas, outras plantas que poderiam competir com a espécie ainda estão se regenerando”, explica.

Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 18 abr. 2022. (adaptado)

A adaptação descrita confere a essa espécie

- A** resistência contra parasitas.
- B** aumento da taxa de fotossíntese.
- C** proteção contra a perda de água.
- D** vantagem no processo de reprodução.
- E** aperfeiçoamento da captação de nutrientes do solo.

Resolução

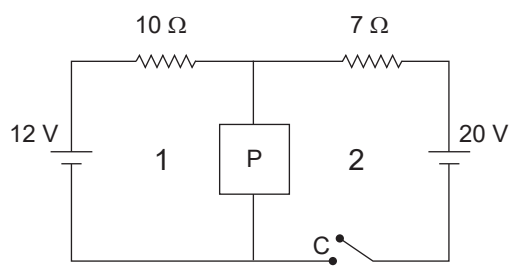
94. Resposta correta: D

C 8 H 28

- a)(F) A adaptação mencionada no texto confere à espécie resistência ao fogo, e não a parasitas.
- b)(F) O rápido florescimento da espécie *B. paradoxa* após queimadas não está relacionado a ganhos na taxa de fotossíntese, uma vez que esse processo de produção de energia ocorre nas folhas, e não nas flores.
- c)(F) A adaptação mencionada no texto confere à espécie resistência ao fogo, e não a períodos de seca, não havendo relação com eficiência na retenção de água pela planta.
- d)(V) Ao florescer logo após uma queimada, a *B. paradoxa* garante uma vantagem para a dispersão de suas sementes por exclusão competitiva, uma vez que essa espécie inicia seu ciclo reprodutivo enquanto as demais plantas, que competiriam por recursos, ainda estão se recuperando. Dessa forma, a *B. paradoxa* pode florescer, frutificar e dispersar suas sementes em um solo descoberto e livre de competidores.
- e)(F) A rapidez na floração da *B. paradoxa* traz vantagens competitivas em relação ao ciclo reprodutivo dessa espécie, não havendo relação com um aumento na eficiência da captação de nutrientes do solo.

Questão 95 • enem2022

O mercado de jogos eletrônicos *mobile* tem crescido bastante nos últimos anos. Por causa disso, uma empresa de *smartphones* lançou um modelo com um *software* pré-instalado denominado Game Turbo, de alto desempenho. Ao ativar o modo turbo desse *software*, o processador do *smartphone* fica sujeito a uma tensão e uma corrente elétrica maiores, o que otimiza o desempenho dos jogos. O esquema a seguir representa o circuito com o processador (P) desse modelo de *smartphone*, no qual a chave (C) é fechada digitalmente apenas quando o modo turbo é ativado.



Considere que o processador se comporta como um receptor de força contraeletromotriz igual a 6 V. A potência, em watt, dissipada pelo processador quando o modo turbo está desativado é igual a

- A 15,6.
- B 12,0.
- C 7,2.
- D 6,0.
- E 3,6.

Resolução

95. Resposta correta: E

C / 2 / H / 5

a)(F) Possivelmente, o aluno considerou o modo turbo ativado em vez de desativado. Assim, calculou as correntes elétricas nas malhas 1 e 2, conforme mostrado a seguir.

Malha 1: $V_1 - V_p = R_1 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{V_1 - V_p}{R_1} = \frac{12 - 6}{10} = \frac{6}{10} \Rightarrow i_1 = 0,6 \text{ A}$

Malha 2: $V_2 - V_p = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{V_2 - V_p}{R_2} = \frac{20 - 6}{7} = \frac{14}{7} \Rightarrow i_2 = 2 \text{ A}$

Somando os resultados, ele obteve:

$P_p = V_p \cdot (i_1 + i_2) = 6 \cdot 2,6 = 15,6 \text{ W}$

b)(F) Possivelmente, o aluno calculou a corrente elétrica da malha 2 em vez da malha 1:

$V_2 - V_p = R_2 \cdot i_2$
 $i_2 = \frac{V_2 - V_p}{R_2} = \frac{20 - 6}{7} = \frac{14}{7}$
 $i_2 = 2 \text{ A}$

Assim, obteve:

$P_p = 6 \cdot 2 = 12 \text{ W}$

c)(F) Possivelmente, o aluno não considerou a força contraeletromotriz do processador ao calcular a corrente elétrica:

$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{12}{10} \Rightarrow i_1 = 1,2 \text{ A}$
Assim, obteve:
 $P_p = 6 \cdot 1,2 = 7,2 \text{ W}$

d)(F) Possivelmente, o aluno concluiu que o valor da potência dissipada pelo processador é igual ao da força contraeletromotriz.

e)(V) É necessário calcular a corrente elétrica que passa pelo processador quando a chave (C) está aberta (modo turbo desativado). Percorrendo a malha 1 no sentido horário, obtém-se:

$V_1 - V_p = R_1 \cdot i_1$
 $i_1 = \frac{V_1 - V_p}{R_1} = \frac{12 - 6}{10} = \frac{6}{10}$
 $i_1 = 0,6 \text{ A}$

Logo, a potência dissipada pelo processador quando o modo turbo está desativado é igual a:

$P_p = V_p \cdot i_1 = 6 \cdot 0,6 \Rightarrow P_p = 3,6 \text{ W}$

Questão 96 • enem2022

Plásticos feitos a partir do etanol de cana-de-açúcar estão na linha de frente de pesquisas e investimentos anunciados por gigantes petroquímicas [...].

Na planta piloto [...], é feita a transformação do etanol – obtido por um processo bioquímico de fermentação do caldo, centrifugação e destilação – em etileno. A conversão ocorre por meio de um processo de desidratação, no qual são adicionados catalisadores – compostos que aceleram as reações químicas – ao etanol aquecido, que permitem a sua transformação em gás etileno. A partir daí, para chegar ao polietileno, o plástico de maior utilização no mundo, o processo de fabricação é igual ao empregado para as matérias-primas provenientes de fontes fósseis, ou seja, o etileno polimerizado resulta no polietileno.

ERENO, Dinorah. Plástico renovável. *Revista Pesquisa Fapesp*. 142 ed. 2007. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 22 abr. 2022. (adaptado)

A etapa que permite separar o etanol de resíduos líquidos para a produção do bioplástico é a

- A** fermentação do caldo.
- B** desidratação catalítica.
- C** polimerização do etileno.
- D** destilação do fermentado.
- E** centrifugação do fermentado.

◦ **Resolução** ◦

96. Resposta correta: D

C 3 H 8

- a)(F) A fermentação do caldo é o processo pelo qual as bactérias transformam a sacarose da cana-de-açúcar em etanol. Nesse processo, obtém-se um fermentado que é uma mistura de etanol, água e resíduos líquidos e sólidos, removidos posteriormente para a obtenção do etanol puro que será utilizado como matéria-prima para a produção do bioplástico.
- b)(F) A desidratação com adição de catalisadores é a reação na qual a matéria-prima (o etanol) é transformada em etileno.
- c)(F) A polimerização do etileno é a etapa final de produção do bioplástico, após a separação e a transformação do etanol.
- d)(V) Após a remoção dos resíduos sólidos do fermentado por meio da centrifugação, a destilação é o processo empregado para separar o etanol da água e de outros resíduos líquidos. Esse processo consiste na separação dos compostos em função do ponto de ebulição, por isso obtém-se etanol com alto grau de pureza, para ser empregado como matéria-prima na produção do bioplástico.
- e)(F) Após a fermentação do caldo, obtém-se uma mistura de etanol, água e resíduos líquidos e sólidos. A primeira etapa de separação é a centrifugação, que consiste na separação dos resíduos sólidos; porém, para obter o etanol puro, ainda é necessário passar a mistura líquida pelo processo de destilação.

Questão 97 • enem2022

Pesquisadores desenvolveram uma técnica para a reconstrução e produção de fígado em laboratório que consiste em submeter o órgão de um doador a sucessivas lavagens, com o objetivo de retirar todas as células do tecido até restar apenas a matriz extracelular. Após isolar e retirar as células do fígado, os pesquisadores injetam na matriz extracelular uma solução rica em moléculas como as proteínas Sparc e a TGFB1, produzidas por células hepáticas cultivadas em laboratório. Essas proteínas sinalizam para as células hepáticas que elas devem se proliferar e formar vasos sanguíneos.

Disponível em: <https://www.uol.com.br>. Acesso em: 14 jul. 2022. (adaptado)

A organela presente nas células hepáticas responsável pela síntese das moléculas citadas é o(a)

- A** centríolo.
- B** lisossomo.
- C** ribossomo.
- D** mitocôndria.
- E** peroxissomo.

Resolução**97. Resposta correta: C****C 4 H 14**

- a)(F) Os centríolos são estruturas celulares que possuem um papel importante no processo de divisão celular, e não participam da síntese de proteínas na célula.
- b)(F) Os lisossomos são organelas que atuam na digestão intracelular, e não na síntese de proteínas.
- c)(V) Os ribossomos são organelas que realizam a síntese de proteínas e que, em células eucarióticas, podem ser encontradas livres no citoplasma ou aderidas ao retículo endoplasmático granular.
- d)(F) As mitocôndrias são organelas responsáveis pela respiração celular, e não pela síntese de proteínas.
- e)(F) Os peroxissomos são organelas que atuam na destruição de substâncias tóxicas e na oxidação de lipídios, não sendo responsáveis pela síntese de proteínas.

Questão 98 • enem2022

Entende-se como calibre a espessura das cordas, que podem ser “finas” ou “grossas”. Não há regras exatas para a escolha do calibre. Porém, sua busca depende muito da anatomia do instrumento que você usa (ponte, tampo etc.) e de qual estilo musical você toca.

A mudança de calibre altera a tensão das cordas e desequilibra a regulagem que funcionava até então. Sendo assim, a cada novo calibre usado, é necessário fazer uma nova regulagem do instrumento.

Disponível em: <http://www.cifraclub.com.br>. Acesso em: 7 abr. 2022. (adaptado)

Uma corda de guitarra que possui 0,009 cm de diâmetro foi trocada por uma outra de 0,054 cm de diâmetro. Para que a velocidade de propagação dos pulsos sonoros permanecesse constante, de modo a manter a regulagem original, a tensão da corda nova foi ajustada.

Considere cordas homogêneas cuja densidade linear (μ) é dada por $\mu = k \cdot D^2$, em que k é uma constante e D é o diâmetro da corda.

Em comparação à corda original (i), a corda nova (f) foi esticada com uma tensão equivalente a

- A $T_f = 6T_i$
- B $T_f = \frac{T_i}{6}$
- C $T_f = 36T_i$
- D $T_f = \frac{T_i}{36}$
- E $T_f = 63T_i$

Resolução

98. Resposta correta: C

C 1 H 1

a)(F) Possivelmente, o aluno considerou que, como a relação entre a tensão e a densidade linear envolve uma raiz quadrada, o resultado deveria ser proporcional à raiz da razão entre as densidades lineares:

$$\frac{T_f}{T_i} = \sqrt{\frac{\mu_f}{\mu_i}} = \sqrt{\frac{k \cdot D_f^2}{k \cdot D_i^2}} = \frac{D_f}{D_i} = \frac{0,054}{0,009} \Rightarrow \frac{T_f}{T_i} = 6$$

Assim, concluiu que a tensão na nova corda seria equivalente a $T_f = 6T_i$.

b)(F) Possivelmente, o aluno considerou que, como a relação entre a tensão e a densidade linear envolve uma raiz quadrada, o resultado deveria ser proporcional à raiz da razão entre as densidades lineares. Além disso, trocou o valor dos índices:

$$\frac{T_f}{T_i} = \sqrt{\frac{\mu_f}{\mu_i}} = \sqrt{\frac{k \cdot D_f^2}{k \cdot D_i^2}} = \frac{D_f}{D_i} = \frac{0,009}{0,054} \Rightarrow \frac{T_f}{T_i} = \frac{1}{6} \Rightarrow T_f = \frac{T_i}{6}$$

Assim, concluiu que a tensão na nova corda seria equivalente a $T_f = \frac{T_i}{6}$.

c)(V) Como a velocidade de propagação dos pulsos sonoros permanece constante após a troca da corda, pela Relação de Taylor, a relação entre a tensão (T) na corda e a densidade linear é obtida por:

$$v_{\text{inicial}} = v_{\text{final}} \Rightarrow \sqrt{\frac{T_i}{\mu_i}} = \sqrt{\frac{T_f}{\mu_f}}$$

Nesse caso, os índices **i** e **f** se referem às cordas original e nova, respectivamente. Portanto, obtém-se:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{T_i}{\mu_i}} &= \sqrt{\frac{T_f}{\mu_f}} \Rightarrow \frac{T_i}{\mu_i} = \frac{T_f}{\mu_f} \Rightarrow \\ \frac{T_f}{T_i} &= \frac{\mu_f}{\mu_i} \Rightarrow \frac{T_f}{T_i} = \frac{k \cdot D_f^2}{k \cdot D_i^2} = \frac{k \cdot 0,054^2}{k \cdot 0,009^2} = \left(\frac{0,054}{0,009}\right)^2 = \left(\frac{54}{9}\right)^2 = 6^2 = 36 \end{aligned}$$

Assim, a corda nova deve ser esticada com uma tensão equivalente a $T_f = 36T_i$.

d)(F) Possivelmente, o aluno confundiu-se durante o cálculo, no momento de rearranjar os termos:

$$\frac{T_i}{\mu_i} = \frac{T_f}{\mu_f} \Rightarrow \frac{T_f}{T_i} = \frac{\mu_i}{\mu_f} = \frac{k \cdot D_i^2}{k \cdot D_f^2} = \frac{k \cdot 0,009^2}{k \cdot 0,054^2} = \left(\frac{0,009}{0,054}\right)^2 = \left(\frac{9}{54}\right)^2 = \left(\frac{1}{6}\right)^2 \Rightarrow \frac{T_f}{T_i} = \frac{1}{36}$$

Assim, concluiu que a tensão na nova corda seria equivalente a $T_f = \frac{T_i}{36}$.

e)(F) Possivelmente, o aluno não considerou a densidade linear das cordas e julgou que a diferença de tensão se deve à soma entre os diâmetros: $0,054 + 0,009 = 0,063$ cm. Assim, concluiu que a tensão na nova corda deveria ser equivalente a $T_f = 63T_i$.

Questão 99 • enem2022

O processo industrial de hidrogenação de óleos e gorduras é realizado utilizando um catalisador de níquel finamente dividido [...]. O processo, que utiliza óleo refinado e branqueado, ocorre a temperaturas entre 150 e 220 °C e a 15 atm de hidrogênio.

Com o desenvolvimento da hidrogenação de óleos na primeira metade do século XX, a gordura vegetal hidrogenada passou a substituir o sebo na formulação das margarinas.

PINHO, D. M. M.; SUAREZ, P. A. Z. A hidrogenação de óleos e gorduras e suas aplicações industriais. *Rev. Virtual Quím.*, v. 5, n. 1, p. 47-62, 2013. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br>. Acesso em: 31 maio 2022. (adaptado)

A reação pela qual ocorre a produção de gorduras vegetais hidrogenadas é classificada como de

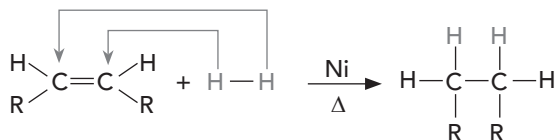
- A adição
- B oxidação.
- C eliminação
- D substituição.
- E polimerização.

Resolução

99. Resposta correta: A

C 7 H 24

- a) (V) Os óleos são triglicerídeos insaturados, encontrados no estado líquido à temperatura ambiente. A reação de hidrogenação catalítica é classificada como uma reação de adição, pois consiste na quebra das insaturações por meio da adição de átomos de hidrogênio.



- b) (F) As reações de oxidação de compostos insaturados ocorrem na presença de um agente oxidante, como o KMnO_4 , e resultam na produção de uma molécula oxigenada, o que não corresponde ao processo descrito no texto.
- c) (F) As reações de eliminação ocorrem em cadeias saturadas, como os alcanos, e consistem na criação de ligações duplas ou triplas por meio da eliminação de átomos de hidrogênio, ou seja, trata-se do processo inverso ao que ocorre na hidrogenação.
- d) (F) As reações de substituição ocorrem em cadeias saturadas, como os alcanos, e consistem na substituição de um átomo ou de um grupo por outro. Portanto, não é o que ocorre na hidrogenação dos óleos.
- e) (F) As reações de polimerização consistem na ligação subsequente entre moléculas iguais, chamadas de monômeros, dando origem a uma macromolécula. Não é o que ocorre na hidrogenação dos óleos, pois trata-se de uma reação com o H_2 .

Questão 100 • enem2022

Distrofia muscular de Duchenne é uma doença genética que ocasiona fraqueza muscular progressiva e incapacitante. Ela é caracterizada por alterações no gene que codifica a proteína distrofina, que é responsável pela estabilidade das fibras musculares. “A ausência de distrofina no músculo resulta em inflamação, degeneração e substituição do tecido muscular por outro gorduroso e fibroso”, conta a pediatra Ana Lúcia Langer. A doença é mais comum nos meninos, acometendo um em cada 3500 a 5000. No caso das meninas, além de ser um quadro mais raro, apenas 24% delas apresentam sintomas, e eles costumam ser mais brandos.

Disponível em: <https://bebe.abril.com.br>. Acesso em: 13 jun. 2022. (adaptado)

A distrofia muscular de Duchenne é um caso de

- A** herança restrita ao cromossomo sexual Y.
- B** padrão de herança ligada ao cromossomo X.
- C** inibição do efeito de determinado alelo por outro alelo.
- D** efeito cumulativo da expressão de dois ou mais genes.
- E** determinação de uma característica por mais de dois alelos.

Resolução

100. Resposta correta: B

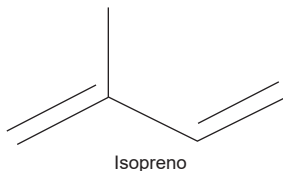
C 4 H 13

- a)(F) A herança restrita ao sexo relacionada ao cromossomo Y se refere à expressão de características apenas nos indivíduos do sexo masculino, uma vez que mulheres não possuem esse cromossomo. Esse não é o caso da doença descrita no texto, uma vez que a distrofia muscular de Duchenne pode afetar também as mulheres, embora com uma frequência menor.
- b)(V) A herança ligada ao sexo está relacionada ao cromossomo X e se refere à expressão de genes ligados a partes desse cromossomo que não são homólogas ao cromossomo Y. Esse tipo de herança se manifesta em frequências distintas entre homens e mulheres. Esse é o caso da distrofia muscular de Duchenne, uma doença com padrão de herança ligado ao sexo que afeta com mais frequência os homens do que as mulheres. Para os homens (XY) manifestarem a condição, basta que apresentem um alelo recessivo (X^d); já no caso das mulheres (XX), a manifestação da condição exigiria dose dupla do alelo recessivo (X^dX^d), o que é menos provável. De modo geral, nas famílias com casos de distrofia de Duchenne, as mulheres são portadoras do alelo recessivo, ou seja, heterozigotas (X^DX^d), ou homozigotas dominantes (X^DX^D), não manifestando a doença em nenhuma dessas situações, a não ser no caso de inativação do cromossomo X^D nas mulheres heterozigotas, por exemplo.
- c)(F) Na interação gênica epistática, os alelos epistáticos possuem ação inibitória e afetam a expressão de outros alelos, chamados de hipostáticos. Esse não é o caso da distrofia muscular de Duchenne, que é uma doença com padrão de herança ligada ao sexo.
- d)(F) Na herança quantitativa, os alelos de dois ou mais genes apresentam efeito cumulativo, o que gera uma variedade de expressões fenotípicas. Esse não é o caso da distrofia muscular de Duchenne, uma doença que possui padrão de herança ligada ao cromossomo X.
- e)(F) A distrofia muscular de Duchenne é uma doença recessiva ligada ao cromossomo X. Nessa doença, há apenas dois alelos: um dominante e outro recessivo, sendo este último o responsável por manifestar a doença quando presente no genótipo do homem (X^dY) ou em dose dupla no genótipo da mulher (X^dX^d).

Questão 101 • enem2022

O poli-isopreno, formador da borracha natural, pode ser encontrado no látex de árvores leitosas, sendo a principal fonte a seringueira (*Hevea brasiliensis*), mas também pode ser encontrado em figueiras, entre outros.

A figura a seguir representa a estrutura da molécula do monômero formador do látex.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARIANA. Polímeros/Elastômeros.
Disponível em: <https://loosa.paginas.ufsc.br>. Acesso em: 26 abr. 2022. (adaptado)

O nome oficial desse monômero, de acordo com as normas da IUPAC, é

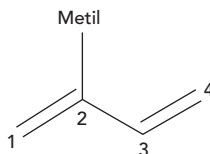
- Ⓐ 2-etil-buta-1,4-dieno.
- Ⓑ 2-metil-buta-1,3-eno.
- Ⓒ 3-etil-buta-1,3-dieno.
- Ⓓ 2-metil-buta-1,3-dieno.
- Ⓔ 3-metil-buta-1,4-dieno.

Resolução

101. Resposta correta: D

C 7 H 24

- a)(F) A ramificação é metil, pois apresenta somente um carbono. Além disso, a ligação dupla encontra-se nos carbonos 1 e 3.
- b)(F) O afixo é "-dien-", pois a cadeia possui duas ligações duplas.
- c)(F) Há somente um carbono na ramificação, ligado ao carbono 2. Por isso, o correto é "2-metil".
- d)(V) O composto apresenta uma ramificação metil no carbono 2 (2-metil), quatro carbonos na cadeia principal (buta) e duas ligações duplas (dieno), nos carbonos 1 e 3.



- e)(F) As ligações duplas estão nos carbonos 1 e 3, e a ramificação encontra-se no carbono 2.

Questão 102 • enem2022

São animais que se caracterizam por apresentar dois pares de pernas em cada segmento do corpo e se enrolarem quando perturbados. [...] Eles se protegem retraindo-se e enrolando o corpo em forma de uma espiral plana. [...] Esses artrópodes apresentam maior atividade no período noturno, abrigam-se debaixo da palhada nas horas mais quentes do dia e concentram-se na linha do sulco de semeadura da soja, onde o solo é mais solto [...].

Disponível em: <https://pragas.cpao.embrapa.br>. Acesso em: 15 jun. 2022. (adaptado)

As características mencionadas no texto se referem aos

- A** aracnídeos.
- B** crustáceos.
- C** diplópodes.
- D** quilópodes.
- E** insetos.

Resolução

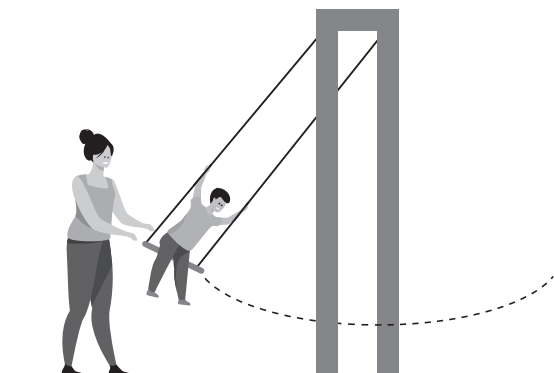
102. Resposta correta: C

C 8 H 28

- a)(F) Nos aracnídeos, o corpo é dividido em cefalotórax e abdômen. Portanto, não são capazes de enrolar o corpo em forma de uma espiral plana.
- b)(F) Os crustáceos também apresentam o corpo dividido em cefalotórax e abdômen, o que não possibilita que enrolem o corpo em forma de uma espiral plana.
- c)(V) Os diplópodes, como os piolhos-de-cobra, apresentam o corpo cilíndrico e segmentado com dois pares de patas por segmento. Essa característica possibilita que eles enrolem o corpo em forma de uma espiral plana como mecanismo de defesa sob alguma ameaça, como potenciais predadores.
- d)(F) Os quilópodes, como as lacraias, possuem grande quantidade de pernas articuladas, tendo apenas um par de patas por segmento. Além disso, os quilópodes não enrolam o próprio corpo quando se sentem ameaçados; esses animais utilizam o par de apêndices modificados no primeiro segmento, no qual se encontra uma glândula produtora de peçonha.
- e)(F) Os insetos apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen e não apresentam o comportamento de enrolar o corpo em forma de uma espiral plana em situações de ameaça.

Questão 103 • enem2022

Em parquinhos infantis, é comum encontrar balanços com duas cordas idênticas que prendem o assento a uma barra horizontal superior que o sustenta. Em certo momento, uma criança brinca em um balanço desse tipo, sendo solta de determinada altura; com isso, o assento do balanço descreve o movimento ilustrado na figura a seguir.



Considere que o sistema se comporta como um pêndulo simples e despreze todas as forças dissipativas.

Em comparação à energia potencial gravitacional do corpo, a energia cinética dele é

- A** igual em todos os pontos da trajetória.
- B** maior em todos os pontos da trajetória.
- C** maior no ponto mais baixo da trajetória.
- D** menor em todos os pontos da trajetória.
- E** menor no ponto mais baixo da trajetória.

Resolução

103. Resposta correta: C

C 1 H 1

- a)(F) Possivelmente, o aluno considerou a energia mecânica total (igual em todos os pontos da trajetória) em vez da energia cinética.
- b)(F) Possivelmente, o aluno associou que a energia cinética é maior em todos os pontos da trajetória por considerar que o corpo está se movendo constantemente com velocidade máxima.
- c)(V) A energia cinética é dada por $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$, em que **m** é a massa do corpo e **v** é o módulo de sua velocidade. No ponto mais baixo da trajetória, a velocidade é máxima, e, consequentemente, a energia cinética também. Como a energia mecânica total do sistema é dada por $E = E_c + E_p$, a energia potencial (E_p) será mínima quando a energia cinética (E_c) for máxima. Logo, $E_c > E_p$ no ponto mais baixo da trajetória.
- d)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a velocidade do corpo é mínima em todos os pontos da trajetória.
- e)(F) Possivelmente, o aluno confundiu os conceitos de energia cinética e energia potencial.

Questão 104 • enem2022

A capacidade de reconhecimento individual é um elemento fundamental para estudos comportamentais e ecológicos de múltiplas espécies. [...] A identificação individual por fotografia (fotoidentificação) pode ser usada para acessar, de forma não invasiva, uma variedade de informações sobre a história natural e a ecologia da espécie estudada. Para cetáceos (baleias, botos e golfinhos), o reconhecimento individual por fotoidentificação de marcas naturais em seu corpo pode ser aplicado para, por exemplo, identificar áreas de distribuição e obter dados sobre a movimentação desses animais no ambiente, em pequena e grande escala.

Disponível em: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br>.
Acesso em: 17 jun. 2022. (adaptado)

Os resultados citados no texto podem ser essenciais na determinação dos(as)

- A** padrões de migração das espécies.
- B** doenças que afetam esses animais.
- C** composições genéticas dos indivíduos.
- D** preferências alimentares dos organismos.
- E** rituais de acasalamento entre parceiros.

◦ **Resolução** ◦

104. Resposta correta: A

C 8 H 29

- a)(V) Os padrões de migração de uma espécie estão relacionados aos movimentos de emigração e de imigração realizados por ela, os quais podem ser determinados a partir da obtenção de informações como as áreas de distribuição da espécie e dados de movimentação dos indivíduos.
- b)(F) Os resultados citados no texto geram dados importantes para o estudo dos padrões de migração das espécies, por exemplo, mas não fornecem os dados necessários para que se possa determinar as doenças que afetam os animais.
- c)(F) Os resultados citados no texto, fornecidos pela técnica de fotoidentificação, oferecem informações visuais que, sozinhas, não são suficientes para se obter dados sobre a composição genética dos indivíduos.
- d)(F) Apesar de ser possível gerar dados sobre o comportamento dos animais utilizando a técnica de fotoidentificação, os resultados de sua aplicação citados no texto não geram as informações que são essenciais para a determinação da preferência alimentar dos organismos. Nesses casos, torna-se mais essencial, por exemplo, a análise do conteúdo estomacal dos animais.
- e)(F) A técnica citada pode fornecer dados sobre rituais relacionados ao comportamento sexual dos animais, mas os resultados fornecidos no texto são voltados para estudos de densidade populacional, que envolvem, por exemplo, os padrões de migração das espécies.

Questão 105 • enem2022

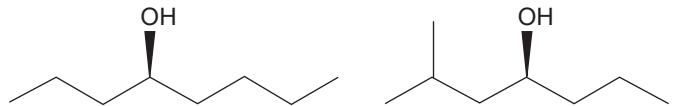
TEXTO I

A solução ideal para o combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes altamente específicos que viessem atacar apenas as espécies nocivas, não permitissem o desenvolvimento de resistência e não colocassem em risco a preservação do meio ambiente. Ante essas condições, os feromônios ocupam lugar de destaque. Por serem substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, é pouquíssimo provável que os insetos possam vir a desenvolver algum tipo de resistência aos feromônios, similar ao que ocorre com agrotóxicos tradicionais. [...]

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre insetos. *Química Nova na escola*, n. 7, maio 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br>. Acesso em: 3 ago. 2022.

TEXTO II

A broca-da-cana-de-açúcar é uma das principais pragas da cana-de-açúcar [...]. Os feromônios de agregação, representados a seguir, são usados para monitoramento, empregados em armadilhas.



SILVA, Magna S.; LÚCIO, Vanessa H. G.; SANTOS, Aldenir F. A importância da comunicação química para os insetos. *Revista Ambientale*, v. 2, 2010. (adaptado)

O controle da broca-da-cana-de-açúcar por meio de feromônios é feito mediante o emprego de

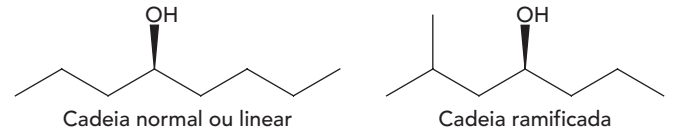
- A tautômeros.
- B enantiômeros.
- C isômeros de cadeia.
- D isômeros de função.
- E isômeros de posição.

Resolução

105. Resposta correta: C

C 7 H 24

- a)(F) A tautomeria é um tipo de isomeria de função na qual existe um equilíbrio dinâmico entre dois isômeros. Ambos os feromônios representados possuem a função álcool e, por terem a mesma função, não são considerados tautômeros.
- b)(F) Os enantiômeros são isômeros espaciais que apresentam imagem especular um do outro. Apesar de apresentarem isomeria óptica, os feromônios representados não são considerados enantiômeros entre si.
- c)(V) Os feromônios usados no controle da broca-da-cana-de-açúcar apresentam a mesma função (álcool) e a mesma fórmula molecular ($C_8H_{18}O$). As estruturas diferem entre si apenas quanto ao tipo de cadeia: uma é linear, e a outra é ramificada.

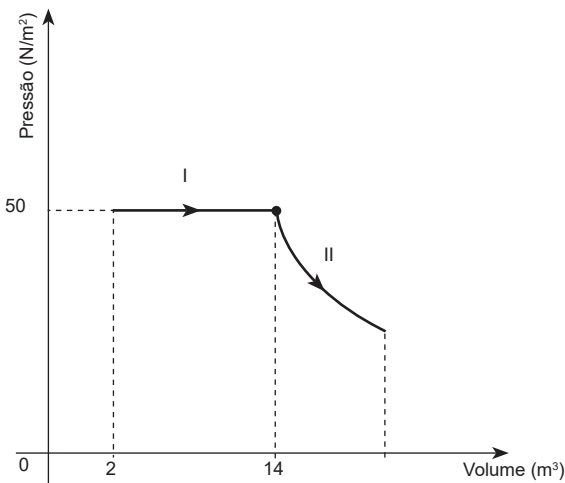


Dessa forma, os feromônios são considerados isômeros de cadeia.

- d)(F) Os isômeros de função possuem a mesma fórmula molecular, mas diferentes funções. Ambos os feromônios representados possuem grupo hidroxila, característica da função álcool; portanto, não são isômeros de função.
- e)(F) Os isômeros de posição possuem a mesma fórmula molecular, mas apresentam uma insaturação, uma ramificação ou um heteroátomo em posições diferentes na cadeia. Pode-se ter considerado, equivocadamente, que a ramificação estivesse em posições diferentes nos compostos, mas a primeira estrutura apresenta cadeia linear.

Questão 106 • enem2022

Um gás ideal está contido em um recipiente cilíndrico de paredes rígidas, exceto pela tampa, que é um êmbolo que pode se mover sem atrito. O gás inicialmente sofre uma expansão isobárica (I) ao receber 1000 J de uma fonte térmica externa. Em seguida, ele sofre uma expansão isotérmica (II), realizando um trabalho de 300 J. O gráfico representa as duas transformações sofridas pelo gás.



A variação de energia interna total do gás, após as duas transformações, é igual a

- A 100.
- B 400.
- C 700.
- D 900.
- E 1600.

Resolução

106. Resposta correta: B

C 6 H 21

- a)(F) O aluno pode ter considerado a variação de energia interna após as transformações (ΔU) igual à diferença entre o calor recebido na transformação I e a soma dos trabalhos realizados nas duas transformações:
- $$\Delta U = Q - (\tau_I + \tau_{II}) = Q - (P \cdot \Delta V + \tau_{II}) = 1000 - (50 \cdot 12 + 300) = 1000 - 900 \Rightarrow \Delta U = 100 \text{ J}$$
- b)(V) Como a transformação I é isobárica, o trabalho é dado por $\tau = P \cdot \Delta V$. A variação de energia interna na transformação I (ΔU_I) é obtida pela diferença entre o calor recebido da fonte externa e o trabalho realizado:
- $$\Delta U_I = Q - \tau_I = Q - P \cdot \Delta V = 1000 - (50 \cdot 12) = 1000 - 600 \Rightarrow \Delta U_I = 400 \text{ J}$$
- Como a transformação II é isotérmica, ou seja, ocorre à temperatura constante, não há variação de energia interna em II ($\Delta U_{II} = 0$). Logo, a variação de energia interna do gás após as duas transformações é igual a:
- $$\Delta U_I + \Delta U_{II} = 400 + 0 = 400 \text{ J}$$
- c)(F) O aluno pode ter considerado a diferença entre o calor recebido em I e o trabalho realizado em II:
- $$\Delta U = Q - \tau_{II} = 1000 - 300 = 700 \text{ J}$$
- d)(F) O aluno pode ter calculado a soma dos trabalhos realizados nas duas transformações:
- $$\Delta U = \tau_I + \tau_{II} = 600 + 300 = 900 \text{ J}$$
- e)(F) O aluno pode ter se equivocado ao definir a equação da variação de energia interna para a transformação I:
- $$\Delta U_I = Q + \tau_I = 1000 + 600 = 1600 \text{ J}$$
- Assim, ele obteve $\Delta U_I + \Delta U_{II} = 1600 + 0 = 1600 \text{ J}$.

Questão 107 • enem2022

Uma das classes mais novas de antidepressivos é a dos inibidores seletivos da recaptação da serotonina, também conhecidos como antidepressivos ISRS. O nome do medicamento é autoexplicativo: o efeito antidepressivo ocorre pelos inibidores da recaptação da serotonina, que agem impedindo a retirada desse neurotransmissor do local em que são liberados. Desse modo, a serotonina permanece disponível por mais tempo, causando melhora no humor dos pacientes.

COLTRI, Flavia. Antidepressivos de inibidores seletivos são os mais usados. Disponível em: <https://jornal.usp.br>. Acesso em: 24 mar. 2022. (adaptado)

O uso desses medicamentos afeta o humor do paciente ao elevar o teor de serotonina no(a)

- A** fenda sináptica.
- B** estrato mielínico.
- C** interior da vesícula sináptica.
- D** membrana do neurônio pré-sináptico.
- E** corpo celular do neurônio pós-sináptico.

◦ **Resolução**

107. Resposta correta: A

C 4 H 14

- a)(V) A serotonina liberada pelo neurônio pré-sináptico na fenda sináptica se liga aos receptores do neurônio pós-sináptico, promovendo a despolarização da membrana deste neurônio, o que leva à propagação do impulso nervoso. Em casos clínicos como o de depressão, pode haver uma recaptação da serotonina, que é a retirada desse neurotransmissor da fenda sináptica. O papel dos antidepressivos ISRS é inibir essa recaptação, aumentando a disponibilidade de serotonina na fenda sináptica.
- b)(F) O estrato mielínico é uma bainha de composição lipoproteica que envolve regiões do axônio e permite um aumento da velocidade de propagação dos impulsos elétricos. Não há atuação direta da serotonina nessa estrutura.
- c)(F) As vesículas sinápticas são os locais em que neurotransmissores, como a serotonina, são armazenados. Os medicamentos em questão atuam estimulando a presença de serotonina na fenda sináptica, e não no interior dessas vesículas.
- d)(F) Os medicamentos em questão atuam estimulando a presença de serotonina na fenda sináptica, que fica fora do neurônio pré-sináptico, e não na membrana dele.
- e)(F) O corpo celular é a região de um neurônio constituída pelo citoplasma, pelo núcleo e pela maioria das demais organelas celulares. O medicamento em questão aumenta a disponibilidade de serotonina na fenda sináptica, e não no corpo celular do neurônio pós-sináptico.

Questão 108 • enem2022

Quem é fã de culinária já deve ter ouvido sobre um truque para fazer a água começar a ferver mais depressa: basta adicionar uma pitadinha de sal e pronto! O líquido alcança o ponto de ebulição em menos tempo do que o normal – o que é especialmente útil para quem deseja preparar uma bela macarronada em tempo recorde.

RINCÓN, Maria L. É verdade que se a gente colocar sal na água ela ferve mais depressa? Disponível em: <http://www.megacurioso.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2022.

O truque descrito no texto pode ser considerado, do ponto de vista da ciência, como

- A** verdadeiro, pois provoca diminuição da densidade do solvente.
- B** verdadeiro, pois provoca aumento da pressão de vapor do solvente.
- C** equivocado, pois provoca diminuição da polaridade do solvente.
- D** equivocado, pois provoca aumento da temperatura de fusão do solvente.
- E** equivocado, pois provoca aumento da temperatura de ebulição do solvente.

◦ **Resolução** ◦

108. Resposta correta: E

C 1 H 3

- a)(F) A adição de sal de cozinha à água aumenta a densidade do solvente, pois, após a dissolução, a massa da solução é maior, mas o volume não é alterado consideravelmente. Esse fato, contudo, não diminui a temperatura de ebulição da água, por isso o truque está equivocado.
- b)(F) A adição de um soluto não volátil diminui a pressão do vapor do solvente, o que o faz demorar mais tempo para entrar em ebulição. Também por esse motivo, o truque está equivocado.
- c)(F) A adição de um soluto à água não altera a polaridade da molécula. Provavelmente, o aluno associou, de forma equivocada, a situação descrita no texto com o fato de a adição de cloreto de sódio à água resultar na formação de uma solução eletrolítica.
- d)(F) O fenômeno analisado se refere à ebulição da água. Além disso, a adição de um soluto não volátil a um solvente diminui sua temperatura de fusão (passagem do estado sólido para o líquido), propriedade denominada crioscopia.
- e)(V) A adição de um soluto não volátil (cloreto de sódio) a um solvente (água) aumenta sua temperatura de ebulição, propriedade denominada ebulioscopia. Dessa forma, ao adicionar sal à água, a temperatura de ebulição aumenta, fazendo demorar mais tempo para esse solvente entrar em ebulição. Por isso, o truque está equivocado.

Questão 109 • enem2022

O modelo de encaixe induzido foi desenvolvido inicialmente por Koshland e colaboradores, baseado em sistemas enzimáticos. Esse modelo sugere que o substrato causa uma mudança conformacional na subunidade da enzima com a qual interage. Essa mudança pode ser transmitida às subunidades vizinhas, induzindo na enzima a conformação responsável pelo processo catalítico. Em outras palavras, o modelo do encaixe induzido considera a capacidade do ligante de selecionar a modificação da estrutura tridimensional de seu receptor biológico.

VERLI, Hugo; BARREIRO, Eliezer. Um paradigma da química medicinal: a flexibilidade dos ligantes e receptores. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 95-102, 2005. (adaptado)

Um processo biológico que pode ser explicado pelo modelo descrito é o(a)

- A** quebra do amido em maltose durante a digestão.
- B** difusão simples de íons pela membrana plasmática.
- C** movimento da seiva pelos vasos condutores em plantas.
- D** absorção de luz pela clorofila na fase clara da fotossíntese.
- E** difusão do oxigênio para o sangue nos alvéolos pulmonares.

◦ **Resolução** ◦

109. Resposta correta: A

C 4 H 15

- a)(V) O modelo de encaixe induzido é utilizado para explicar, por exemplo, como ocorre a interação entre a enzima amilase salivar e seu substrato, o amido.
- b)(F) Os íons e as moléculas pequenas atravessam a membrana plasmática por simples difusão, sem haver necessidade de uma enzima atuando no processo. Assim, esse tipo de transporte não pode ser explicado pelo modelo de encaixe induzido.
- c)(F) O movimento da seiva pelos vasos condutores em plantas pode ser explicado por modelos como o da Teoria da Coesão-Tensão, não tendo relação com o modelo de encaixe induzido.
- d)(F) A clorofila é um pigmento fotossintetizante, e não uma enzima. Assim, esse processo não pode ser explicado pelo modelo de encaixe induzido.
- e)(F) A hematose é um processo no qual ocorrem trocas gasosas entre os alvéolos pulmonares e o sangue. Esse processo ocorre por difusão simples e, portanto, não é mediado por enzimas para ser explicado pelo modelo de encaixe induzido.

Questão 110 • enem2022

Uma empresa chinesa prepara-se para lançar o que pode ser o primeiro serviço autônomo de táxi aéreo. O *drone* modelo 216, com capacidade para até dois passageiros, possui 16 motores e pode atingir uma velocidade máxima de 160 km/h. A empresa afirma que realizou com segurança mais de 2000 testes de voo do modelo 216, inclusive em condições de ventos fortes.

Disponível em: <https://forbes.com.br>. Acesso em: 8 abr. 2022. (adaptado)

Considere que os testes foram realizados com uma velocidade de voo constante e limitada a 90% da velocidade máxima e que a força de resistência do ar no local, em newton, é dada por $F = 20 \cdot v^2$.

Durante os testes, a potência dos motores responsável pelo deslocamento horizontal do *drone* modelo 216, em kW, é igual a

- A 1280.
- B 1421.
- C 6636.
- D 59720.
- E 81920.

Resolução

110. Resposta correta: A

C 1 H 2

a)(V) Pelo texto, sabe-se que a velocidade limite (v_L) durante os testes corresponde a 90% da velocidade máxima do *drone*:

$$v_L = 0,9 \cdot v_{\text{máx.}} = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ km/h} = 144 : 3,6 \text{ m/s} \Rightarrow v_L = 40 \text{ m/s}$$

Substituindo esse resultado na equação da força de resistência do ar, obtém-se:

$$F = 20 \cdot v_L^2 = 20 \cdot 40^2 = 20 \cdot 1600 = 32000 \text{ N}$$

Durante os testes, o *drone* voa com velocidade constante, ou seja, a sua aceleração é nula. Portanto, devido ao equilíbrio das forças, o módulo da força de resistência do ar deve ser igual ao módulo da força dos motores. Assim, como a força dos motores é aplicada na mesma direção de deslocamento do *drone*, a potência é dada por:

$$P = F \cdot v_L = 32000 \cdot 40 = 1280000 \text{ W} \Rightarrow P = 1280 \text{ kW}$$

b)(F) Possivelmente, o aluno calculou a força corretamente e chegou ao valor de 32000 N; mas, ao calcular a potência, ele pode ter utilizado a velocidade máxima em m/s ($160 : 3,6 \approx 44,4 \text{ m/s}$) em vez da velocidade limite:

$$P = F \cdot v_{\text{máx.}} = 32000 \cdot 44,4 = 1420800 \text{ W} \Rightarrow P \approx 1421 \text{ kW}$$

c)(F) Possivelmente, o aluno considerou 100% da velocidade máxima e se equivocou ao transformar as unidades de medida da velocidade:

$$F = 20 \cdot v^2 = 20 \cdot (160 \cdot 3,6)^2 = 20 \cdot 576^2 = 6635520 \text{ N}$$

Além disso, ele pode ter considerado $P = F$ em vez de $P = F \cdot v$:

$$P = 6635520 \text{ W} \Rightarrow P \approx 6636 \text{ kW}$$

d)(F) Possivelmente, o aluno apenas esqueceu de transformar as unidades de medida da velocidade limite:

$$F = 20 \cdot v_L^2 = 20 \cdot 144^2 = 20 \cdot 20736 = 414720 \text{ N}$$

$$P = F \cdot v_L = 414720 \cdot 144 = 59719680 \text{ W} \Rightarrow P \approx 59720 \text{ kW}$$

e)(F) Possivelmente, o aluno não considerou o limite de velocidade, além de não realizar a transformação de unidades:

$$F = 20 \cdot v^2 = 20 \cdot 160^2 = 20 \cdot 25600 = 512000 \text{ N}$$

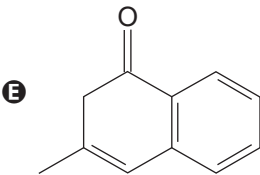
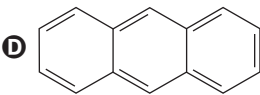
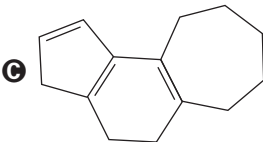
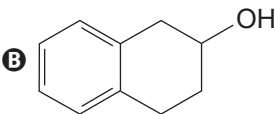
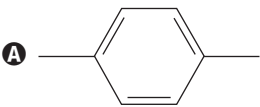
$$P = F \cdot v = 512000 \cdot 160 = 81920000 \text{ W} \Rightarrow P = 81920 \text{ kW}$$

Questão 111 enem2022

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são considerados poluentes orgânicos prioritários em estudos ambientais, sendo alguns descritos como precursores de ações mutagênicas e tumorais em sistemas biológicos. HPAs são compostos aromáticos formados por dois ou mais anéis benzênicos, constituídos exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, organizados sob forma linear, angular ou agrupada. A formação desses contaminantes tem sua origem na combustão incompleta da matéria orgânica [...]. Desse modo, incêndios florestais e de campos, assim como a queima de combustível fóssil, seriam as principais fontes de HPAs para o meio ambiente.

MEIRE, R. O. Aspectos ecotoxicológicos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 2, p. 188-201, 2007. (adaptado)

Qual estrutura representa um desses poluentes?



Resolução

111. Resposta correta: D

C 7 H 24

- a)(F) Apesar de a estrutura representada ser um composto aromático, não é considerado um HPA, pois apresenta apenas um anel benzênico.
- b)(F) A estrutura representada é um álcool, e não um hidrocarboneto, e apresenta apenas um anel aromático; portanto, não é um HPA.
- c)(F) Apesar de a estrutura representar um hidrocarboneto policíclico, os ciclos não apresentam anéis aromáticos.
- d)(V) Os HPAs são hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, ou seja, possuem apenas carbonos e hidrogênios na molécula. Além disso, esses compostos possuem mais de um anel benzênico (ligações duplas alternadas dentro dos ciclos). A estrutura representada é considerada um HPA por possuir essas três características.
- e)(F) A estrutura representada é uma cetona, e não um hidrocarboneto, e apresenta apenas um anel aromático, não sendo considerada um HPA.

Questão 112 enem2022

Oito indivíduos de peixe-leão, espécie naturalmente encontrada nos oceanos Índico e Pacífico, foram capturados no norte do Ceará. A espécie, que vem se espalhando pelos mares do planeta nas últimas décadas, é predadora agressiva de outros peixes e invertebrados marinhos, além de ser um animal peçonhento. Ela se reproduz rapidamente e é considerada uma das espécies invasoras de maior risco global, sendo capaz de causar elevados prejuízos ambientais e socioeconômicos.

Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br>. Acesso em: 24 mar. 2022. (adaptado)

A introdução dessa espécie em um novo ambiente tem o potencial de levar ao(à)

- A** aumento dos recursos pesqueiros locais.
- B** diminuição da competição interespecífica.
- C** queda do número de relações desarmônicas.
- D** redução das populações de espécies nativas.
- E** ampliação da diversidade de espécies na região.

◦ **Resolução**

112. Resposta correta: D

C 3 H 10

- a)(F) A introdução do peixe-leão pode levar à redução das populações de espécies nativas de peixes tanto por predação quanto por competição. Dessa forma, a introdução dessa espécie no ambiente possui o potencial de reduzir os recursos pesqueiros locais.
- b)(F) Como dito no texto, o peixe-leão é um predador agressivo que se reproduz rapidamente. Quando está em um ambiente sem seus predadores naturais, esse animal tem potencial para aumentar consideravelmente sua população, podendo competir com espécies nativas que ocupam o mesmo nicho ecológico que ele. Dessa forma, pode haver um aumento, e não diminuição, da competição interespecífica.
- c)(F) Competição e predação são exemplos de relações ecológicas desarmônicas. Ambas tendem a aumentar no ambiente de introdução de uma espécie invasora como o peixe-leão.
- d)(V) A introdução do peixe-leão pode levar à redução das populações de espécies nativas tanto por predação, no caso dessa espécie invasora passar a se alimentar de forma intensa das espécies de peixes locais, quanto por competição, no caso de o peixe-leão passar a ocupar o mesmo nicho que as espécies locais, competindo pelos mesmos recursos que elas.
- e)(F) A introdução de espécies invasoras tem o potencial de levar à redução da diversidade de espécies da região, seja por aumento da predação, seja por aumento da competição interespecífica com os peixes locais. Como ambos os cenários são possíveis no caso da introdução do peixe-leão, não deve haver uma ampliação da diversidade de espécies da região.

Questão 113 • enem2022

Em muitas cidades do Nordeste brasileiro, a temperatura geralmente atinge valores acima de 25°C durante quase todo o ano. Assim, como forma de proporcionar aos frequentadores de um *shopping* de uma dessas cidades a sensação de estar em países e cidades mais frios, foi instalado no local um ambiente temático e artificialmente preparado para os visitantes experimentarem temperaturas de até -15°C . Para tornar a experiência mais confortável, são fornecidos casacos e luvas térmicas aos aventureiros.

O uso de casacos e luvas térmicas se justifica, pois

- A** diminui o frio irradiado pelo corpo para o ambiente.
- B** produz a energia térmica que mantém o corpo aquecido.
- C** dificulta a perda do calor produzido pelo corpo para o ambiente.
- D** aumenta a tolerância fisiológica do corpo a baixas temperaturas.
- E** evita a transmissão espontânea de calor do ambiente para o corpo.

◦ **Resolução** ◦

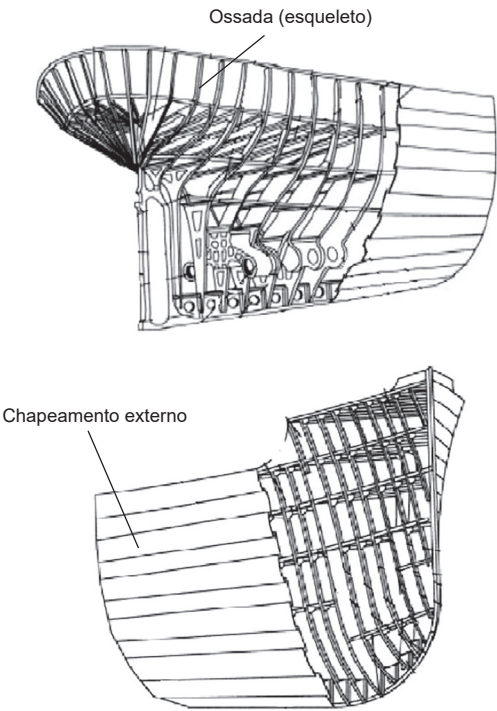
113. Resposta correta: C

C / 6 / H / 22

- a)(F) O frio é uma sensação decorrente da perda de calor, logo ele não pode ser transmitido por irradiação como o calor, que corresponde à energia térmica transferida entre dois corpos de diferentes temperaturas.
- b)(F) Na situação apresentada, as vestimentas dificultam a perda de energia térmica, e não a produzem.
- c)(V) Os casacos e as luvas citados no texto são bons isolantes térmicos, pois possuem baixa condutividade térmica. Sendo assim, eles agem como barreiras à irradiação emitida pelo corpo, dificultando a perda de calor devido à diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente frio do *shopping*.
- d)(F) A temperatura interna do corpo humano é regulada por um conjunto de mecanismos fisiológicos que compõem o chamado sistema de termorregulação. Como esse sistema é uma característica do próprio corpo, o uso de casacos e luvas térmicas não interfere na tolerância fisiológica corporal.
- e)(F) A transmissão espontânea de calor ocorre do objeto de maior temperatura para o de menor temperatura. Sabe-se que a temperatura corporal normal (em torno de 37°C) é maior que a do ambiente temático. Portanto, o calor é transmitido espontaneamente do corpo para o ambiente, e não do ambiente para o corpo.

Questão 114 • enem2022

A estrutura do casco do navio consta da ossada, ou esqueleto, e do forro exterior (chapeamento, nos navios metálicos). [...] O chapeamento é um conjunto de chapas que compõe um revestimento ou uma subdivisão qualquer do casco dos navios metálicos. Em geral, o esqueleto dos navios é feito de ferro, e o chapeamento é feito de zinco.



Disponível em: <https://cnavblog.files.wordpress.com>. Acesso em: 26 maio 2022. (adaptado)

A utilização de chapas de zinco para proteção do esqueleto de ferro se deve ao fato de o zinco apresentar

- A densidade maior que a do ferro.
- B ponto de fusão maior que o do ferro.
- C energia de ionização menor que a do ferro.
- D potencial de oxidação maior que o do ferro.
- E reatividade com a água menor que a do ferro.

Resolução

114. Resposta correta: D

C 5 H 18

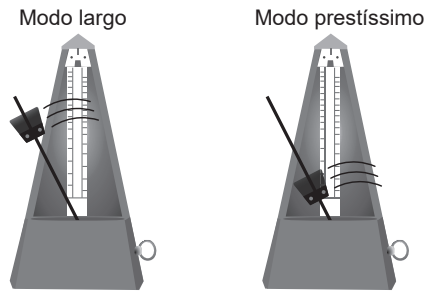
- a)(F) A densidade não é um fator relevante para o revestimento, pois não interfere diretamente na reação de oxidação sofrida pelos metais, e é essa a propriedade que é utilizada para a proteção do esqueleto de ferro.
- b)(F) O ponto de fusão não é um fator relevante para a escolha de um metal de sacrifício, pois o sistema em questão não se encontra sob altas temperaturas, e os materiais permanecem no estado sólido.
- c)(F) A energia de ionização é uma propriedade periódica que aumenta da esquerda para a direita na tabela periódica. Assim, a energia de ionização do zinco é maior que a do ferro.
- d)(V) O zinco é usado como metal de sacrifício por apresentar potencial de oxidação maior que o do ferro. Assim, o zinco sofre oxidação, evitando que o ferro sofra desgaste por corrosão.
- e)(F) O zinco e o ferro pertencem a um mesmo conjunto de elementos, o dos metais de transição comuns (não nobres). Assim, possuem praticamente a mesma reatividade; logo, não é esse o fator relevante para a escolha do metal de sacrifício, que protegerá o esqueleto de ferro.

Questão 115

• enem2022

O metrônomo é um dispositivo que emite um som (“clique”) a intervalos regulares e ajustáveis de tempo, com uma pulsação que é usualmente medida em batidas por minuto (bpm). Entre outras aplicações, esses aparelhos são muito utilizados na marcação de tempos musicais. [...] Os metrônomos mecânicos consistem essencialmente em uma haste com um peso [...], cuja posição ao longo da haste pode ser ajustada para controlar a pulsação. Se o peso é deslizado em direção à extremidade livre da haste, a pulsação é diminuída, enquanto, se for deslizada na direção oposta, a pulsação aumenta. Essa configuração é conhecida também como “pêndulo invertido”. [...] A frequência nesses dispositivos pode ir de 20 bpm (modo largo) a 120 bpm (modo prestíssimo).

VIANA, Ricardo L. Sincronização de relógios de pêndulo e metrônomo: um tratamento qualitativo. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 15 jun. 2022. (adaptado)



Considerando que o metrônomo é ajustado para funcionar no modo prestíssimo, o período de oscilação do pêndulo invertido, em segundo, é igual a

- A 0,4.
- B 0,5.
- C 0,6.
- D 2,0.
- E 3,0.

Resolução

115. Resposta correta: B

C 1 H 1

a)(F) Possivelmente, o aluno somou as frequências dos modos largo e prestíssimo:

$$f = \frac{140}{60} = \frac{7}{3} \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{3}{7} \approx 0,4 \text{ s}$$

b)(V) No modo prestíssimo, o pêndulo invertido efetua 120 batidas por minuto, ou seja, a sua frequência é dada por:

$$f = \frac{120}{60} = 2 \text{ Hz}$$

Da relação entre a frequência e o período de oscilação, obtém-se:

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$$

c)(F) Possivelmente, o aluno considerou a diferença entre as frequências dos modos largo e prestíssimo:

$$f = \frac{100}{60} = \frac{5}{3} \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{3}{5} \Rightarrow T = 0,6 \text{ s}$$

d)(F) Possivelmente, o aluno considerou o valor da frequência em vez do período.

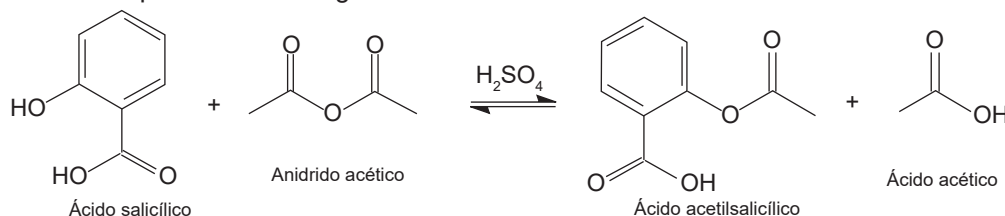
e)(F) Possivelmente, o aluno considerou a frequência no modo largo em vez do prestíssimo:

$$f = \frac{20}{60} = \frac{1}{3} \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = 3 \text{ s}$$

Questão 116

enem2022

O ácido acetilsalicílico (AAS) é um medicamento produzido pela reação entre ácido salicílico e anidrido acético em meio ácido, conforme representado a seguir.



Com o aquecimento da mistura reacional, podem ser obtidas maiores taxas de rendimento para a reação, de acordo com os dados da tabela a seguir.

Temperatura (°C)	Rendimento (%)
40	68
50	65
60	65
70	71
80	78
90	69

LUZ, L. T. S. *et al.* Avaliação e otimização das condições de obtenção do ácido acetilsalicílico para fins didáticos. *Educación química*. v. 30, n. 2, 2019. (adaptado)

Considere a massa molar do ácido salicílico igual a 138 g/mol e a do AAS igual a 180 g/mol.

Qual é a massa aproximada de AAS formada a partir de 200 g de ácido salicílico nas condições que resultam no maior rendimento da reação apresentado na tabela?

- A 106 g
- B 120 g
- C 180 g
- D 204 g
- E 261 g

Resolução

116. Resposta correta: D

C 7 H 25

- a)(F) Provavelmente, o aluno identificou os cálculos necessários, mas inverteu as massas molares dos compostos. Além disso, considerou como maior rendimento o de maior temperatura, ou seja, 69%. Assim, a massa obtida seria aproximadamente igual a 105,5 g.
- b)(F) Provavelmente, o aluno identificou os cálculos necessários, mas inverteu as massas molares dos compostos. Assim, obteve como resultado a massa igual a 119,6 g.
- c)(F) Provavelmente, o aluno realizou os cálculos corretamente, mas considerou como maior rendimento o de maior temperatura, ou seja, 69%. Assim, a massa obtida seria aproximadamente igual a 180 g.
- d)(V) Primeiramente, determina-se o número de mol de ácido salicílico reagente nas condições descritas:

$$n = \frac{m}{MM} = \frac{200}{138} \cong 1,45 \text{ mol}$$

Pela estequiometria da reação, 1 mol de ácido salicílico forma 1 mol de AAS. Essa quantidade corresponde, em massa, a:

$$m = n \cdot MM = 1,45 \cdot 180 = 261 \text{ g}$$

Essa seria a quantidade de AAS formada se o rendimento fosse igual a 100%. Porém, na condição mais favorável, o rendimento é igual a 78%. Assim, a massa de AAS formada é igual a:

$$x = \frac{261 \cdot 78}{100} = 203,58 \cong 204 \text{ g}$$

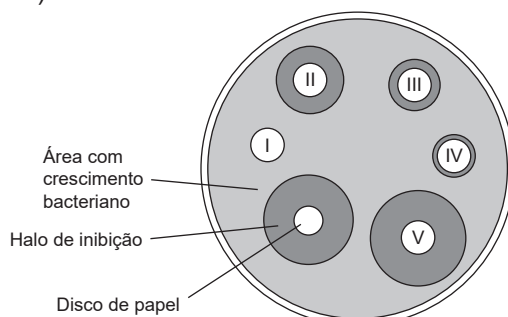
- e)(F) Provavelmente, o aluno realizou os cálculos corretamente, mas esqueceu de considerar o rendimento da reação. Por isso, considerou 261 g como a massa final.

Questão 117 • enem2022

O antibiograma é um teste que oferece como resultado padrões de resistência ou suscetibilidade de uma bactéria específica a vários antimicrobianos. Os resultados do antibiograma são interpretados e usados para tomar decisões sobre tratamentos. Um método comum em certas rotinas laboratoriais é o da difusão do antimicrobiano. Nessa técnica, uma suspensão padronizada do organismo em teste é espalhada na superfície do meio de cultura. O antimicrobiano, impregnado em um disco de papel de filtro, é colocado sobre o meio de cultura inoculado com a bactéria. A interpretação da suscetibilidade se baseia na medida do halo de inibição do crescimento bacteriano formado ao redor do disco.

Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 1 jun. 2022. (adaptado)

A figura a seguir traz o resultado experimental de um antibiograma realizado com 5 antibióticos distintos (I, II, III, IV e V).



O resultado do antibiograma indica que o antibiótico mais recomendado para o tratamento contra a bactéria foi aquele impregnado no disco

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

Resolução

117. Resposta correta: E

C 4 H 15

- a)(F) O antibiótico I não levou à formação de um halo de inibição, o que indica que a bactéria é resistente a ele. Dessa forma, não é um medicamento recomendando para o tratamento contra essa bactéria.
- b)(F) O antibiótico II gerou um halo de inibição, indicando que a bactéria é suscetível a ele. Entretanto, o halo gerado é menor do que o formado pelo antibiótico V; portanto, não é o mais recomendado.
- c)(F) O antibiótico III levou à formação de um pequeno halo de inibição, indicando que o antibiótico possui ação contra o crescimento bacteriano; no entanto, como há antibióticos que geraram halos maiores, esse não é o mais recomendado para o tratamento.
- d)(F) O antibiótico IV apresentou um halo de inibição reduzido, indicando que há uma sensibilidade da bactéria ao medicamento, mas que é baixa se comparada aos outros medicamentos, o que indica que esse não é o antibiótico mais recomendado para o tratamento.
- e)(V) O antibiótico V foi o que levou à formação do maior halo de inibição entre os medicamentos testados, o que indica que esse é o fármaco mais recomendado para o tratamento contra a bactéria em questão entre os antibióticos testados.

Questão 118 • enem2022

Um raio começa com pequenas descargas dentro da nuvem, que liberam os primeiros elétrons em direção ao solo. Quando essa descarga [...] encontra-se a algumas dezenas de metros da superfície, parte em direção a ela uma outra descarga com cargas opostas [...]. Forma-se então o que é conhecido como o canal do raio, um caminho ionizado e altamente condutor. Por ele passa um gigantesco fluxo de cargas elétricas denominado "descarga de retorno". É nesse momento que o raio acontece com a máxima potência, liberando grande quantidade de luz.

Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br>. Acesso em: 20 jul. 2022. (adaptado)

A ocorrência dos raios é um fenômeno que ocorre porque, entre a nuvem carregada e as proximidades do solo, há um(a)

- A** campo elétrico nulo.
- B** rigidez dielétrica nula.
- C** acúmulo de cargas elétricas.
- D** diferença de potencial elétrico.
- E** movimento retilíneo de cargas elétricas.

◦ **Resolução** ◦

118. Resposta correta: D

C 6 H 20

- a)(F) O campo elétrico formado entre o solo e a nuvem não pode ser nulo, pois assim não haveria transporte de cargas.
- b)(F) A rigidez dielétrica de um meio pode ser reduzida (devido à umidade do ar, por exemplo), mas não a zero. Na formação de um raio, romper a rigidez dielétrica não significa diminuí-la, mas fornecer um campo elétrico capaz de ionizar o meio e fazê-lo se comportar como um condutor.
- c)(F) O acúmulo de cargas elétricas não ocorre entre o solo e a nuvem. Embora esteja relacionado à formação dos raios, ocorre na própria nuvem e no solo.
- d)(V) Para a maior parte dos raios nuvem-solo, o acúmulo de cargas negativas na parte inferior da nuvem induz cargas positivas no solo. Esse efeito é responsável por gerar uma diferença de potencial elétrico entre a nuvem carregada e as proximidades do solo, capaz de romper a rigidez dielétrica do ar e ionizá-lo. Dessa forma, as cargas elétricas começam a se mover em direção ao solo, produzindo a descarga elétrica associada ao raio.
- e)(F) A maior parte das cargas elétricas se move pelo canal que é gerado por uma fraca descarga luminosa chamada de "líder escalonado". Ao se moverem pelo canal, essas cargas percorrem o caminho de menor resistência (zigue-zague) em vez daquele que poderia apresentar maior resistência (retilíneo).

Questão 119 • enem2022

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial requerido por todos os organismos vivos e, frequentemente, limita a produção primária em ecossistemas aquáticos e terrestres. [...] As proteínas sozinhas compreendem 60% ou mais do N das plantas e de células microbianas. [...] Aproximadamente 95% do N presente no solo encontram-se na forma orgânica.

VIEIRA, Rosana F. *Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 21 abr. 2022. (adaptado)

As proteínas representam a maior parte do nitrogênio orgânico porque são formadas por

- A** vitaminas, que são nitrocompostos.
- B** ácidos nucleicos, que apresentam bases nitrogenadas.
- C** aminoácidos, que apresentam o grupo funcional amina.
- D** ácidos ribonucleicos, que apresentam o grupo funcional nitrila.
- E** monossacarídeos, que apresentam o grupo funcional amida.

◦ **Resolução** ◦

119. Resposta correta: C

C 5 H 18

- a)(F) As proteínas são formadas por aminoácidos, e não por vitaminas. Estas não são consideradas nitrocompostos, pois não apresentam o grupo funcional nitro ($-\text{NO}_2$).
- b)(F) Os ácidos nucleicos apresentam nitrogênio em sua composição devido à presença das bases nitrogenadas. Porém, essas moléculas são as unidades formadoras do DNA e do RNA, e não das proteínas.
- c)(V) Os aminoácidos apresentam grupos amina ($-\text{NH}_2$) e carboxila ($-\text{COOH}$) que se unem por meio de ligações peptídicas, que dão origem a grupos amida ($-\text{CON}-$) para a formação das proteínas.
- d)(F) Os ácidos ribonucleicos apresentam bases nitrogenadas, que apresentam grupo funcional amina ($-\text{NH}_2$), e não nitrila ($-\text{C}\equiv\text{N}$).
- e)(F) Os monossacarídeos não são compostos nitrogenados e compõem os carboidratos, e não as proteínas.

Questão 120 • enem2022

Conforme a origem, os distúrbios do equilíbrio ácido-base, acidose ou alcalose, podem ser de natureza metabólica ou respiratória. [...] Quando o pH se reduz devido ao acúmulo de ácidos oriundos do metabolismo, diz-se que a acidose é de origem metabólica. Quando o pH se reduz devido ao acúmulo de CO_2 no organismo, não o eliminando adequadamente pela ventilação, diz-se que a acidose é de origem respiratória.

Disponível em: <https://ppgbqa.ufsc.br>. Acesso em: 21 abr. 2022. (adaptado)

Esse distúrbio de origem respiratória decorre da

- A** solubilização do CO_2 em água, elevando a concentração de íons OH^- .
- B** dissociação das moléculas de água na presença do CO_2 , elevando a concentração de íons H^+ .
- C** quebra do sistema tampão do sangue, devido ao aumento da concentração de O_2 .
- D** oxidação do CO_2 pela hemoglobina do sangue, diminuindo a concentração de íons H^+ .
- E** reação do CO_2 com água, formando H_2CO_3 , que se ioniza, aumentando a concentração de íons H^+ .

◦ **Resolução** ◦

120. Resposta correta: E

C 4 H 14

- a)(F) O gás carbônico reage com a água, e não se ioniza em meio aquoso. Além disso, a diminuição do pH está relacionada ao aumento da concentração dos íons H^+ , e não dos OH^- .
- b)(F) A água é um composto molecular; logo, não sofre dissociação – que é observada em compostos iônicos. A água sofre autoionização para formar íons H^+ , mas esse fenômeno independe da presença do gás carbônico.
- c)(F) O sistema tampão do sangue é um mecanismo para evitar alterações bruscas no pH; logo, ele não é quebrado com facilidade, mesmo que haja uma leve mudança na acidez do meio. Além disso, a acidose é causada pelo gás carbônico, e não pelo gás oxigênio.
- d)(F) A alteração da concentração dos íons H^+ no sangue não apresenta relação com a oxidação do gás carbônico. Além disso, o carbono desse composto já está em seu Nox máximo; portanto, não é possível oxidá-lo.
- e)(V) O gás carbônico reage com a água presente no sangue formando ácido carbônico, que se ioniza facilmente nos íons H^+ e HCO_3^- . Dessa forma, quando a concentração de CO_2 no organismo se eleva, a concentração de íons H^+ aumenta, levando ao quadro de acidose.

Questão 121 • enem2022

Historicamente, os programas de vacinação com cobertura universal ganharam credibilidade e alcançaram êxitos com a eliminação da varíola, a quase erradicação da poliomielite e a diminuição da incidência de doenças como caxumba, sarampo e catapora. [...] Com isso, um dos principais desafios na área de saúde pública tem sido manter altas taxas de cobertura vacinal [...], ampliando cada vez mais a responsabilidade do indivíduo pela manutenção de sua saúde para a proteção coletiva e, consequentemente, a melhoria da saúde da população.

LESSA, S. D. C.; SCHRAMM, F. R. Proteção individual *versus* proteção coletiva: análise bioética do programa nacional de vacinação infantil em massa. *Ciência & Saúde Coletiva*, n. 20, p. 115-124, 2015. (adaptado)

Os programas abordados no texto são importantes para a saúde coletiva porque

- ☒ A eliminam a necessidade de doses de reforço de imunizantes.
- ☐ B garantem a imunização da população de forma passiva.
- ☐ C tratam os sintomas gerados por doenças contagiosas.
- ☐ D mitigam o ressurgimento de doenças já controladas.
- ☐ E fortalecem a resposta imune inata dos indivíduos.

◦ **Resolução** ◦

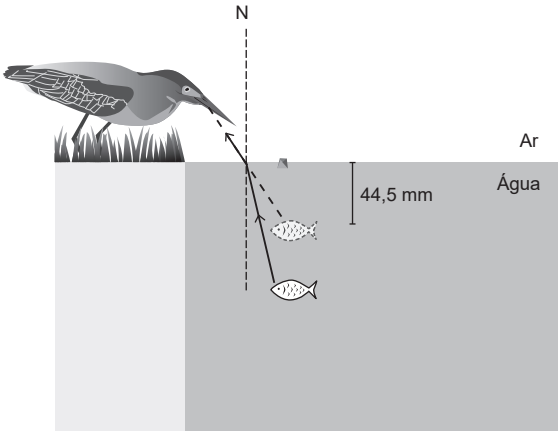
121. Resposta correta: D

C 8 H 30

- a)(F) Programas de vacinação são necessários para aumentar a cobertura de imunização na população e impedir, por exemplo, o ressurgimento de doenças já controladas. Uma cobertura ampla de vacinação não exclui a necessidade de doses de reforço, uma vez que estas podem ser necessárias no caso, por exemplo, de surgirem novas variantes do vírus em questão ou por limitações intrínsecas à resposta imune gerada pela vacina.
- b)(F) A vacinação é uma técnica de imunização ativa, e não passiva, na qual o corpo é estimulado a produzir anticorpos após contato com vírus inativado ou com partes dele.
- c)(F) A vacinação é uma medida preventiva que tem o objetivo de evitar que uma pessoa adquira uma doença ou de garantir que os sintomas serão atenuados caso ela adquira. Assim, as vacinas atuam em uma frente de prevenção, e não de tratamento de sintomas, o qual é feito por meio do uso de remédios, por exemplo.
- d)(V) Uma cobertura ampla de vacinação contra determinada doença diminui a circulação do vírus causador, uma vez que este encontra dificuldade de infectar novas pessoas, já que a população se encontra amplamente imunizada. Quando essa cobertura vacinal diminui, pode haver um aumento do número de pessoas não imunizadas e, portanto, suscetíveis à infecção viral.
- e)(F) A imunidade inata compreende os mecanismos de defesa do corpo que são inespecíficos, a exemplo da pele e das mucosas, barreiras físicas que impedem a entrada de microrganismos no corpo. Já a vacinação contribui com a resposta imune adaptativa, que envolve a formação de memória imunitária contra determinado antígeno.

Questão 122 enem2022

Para obter alimento, determinada espécie de ave mergulha rapidamente o bico na água, a uma profundidade suficiente para capturar uma presa. Suponha que, em uma dessas vezes, a ave tenha enxergado a imagem do peixe a ser fígado a uma distância de 44,5 mm em relação à superfície plana de um lago, conforme representado na figura.



Considere que os raios incidente e refratado formam pequenos ângulos com a normal (N) e que os índices de refração do ar e da água são, respectivamente, iguais a 1 e 1,3.

A profundidade real do peixe observado pela ave, em milímetro, é igual a

- A 22,25.
- B 34,20.
- C 57,85.
- D 78,70.
- E 102,35.

Resolução

122. Resposta correta: C

C 5 H 17

- a)(F) Possivelmente, o aluno considerou a metade da profundidade aparente.
- b)(F) Possivelmente, o aluno considerou equivocadamente $H \cdot n_{\text{Água}} = h \cdot n_{\text{Ar}}$.

$$H = \frac{n_{\text{Ar}}}{n_{\text{Água}}} \cdot h = \frac{1}{1,3} \cdot 44,5 \cong 34,20 \text{ mm}$$

- c)(V) A projeção do raio refratado fornece a posição aparente do peixe, que está a uma profundidade aparente (h) igual a 44,5mm, conforme visto pela ave. Essa ilusão de óptica é causada pelo dioptro plano, um sistema formado por dois meios transparentes, de diferentes refringências e separados por uma superfície plana. Como os raios incidente e refratado formam pequenos ângulos com a reta normal (N), pode-se utilizar a equação do dioptro plano para calcular a posição real do peixe (H), dada por:

$$H = \frac{n_{\text{Água}}}{n_{\text{Ar}}} \cdot h = \frac{1,3}{1} \cdot 44,5 = 57,85 \text{ mm}$$

- d)(F) Possivelmente, o aluno considerou equivocadamente $H \cdot n_{\text{Água}} = h \cdot n_{\text{Ar}}$.

$$H = \frac{n_{\text{Ar}}}{n_{\text{Água}}} \cdot h = \frac{1}{1,3} \cdot 44,5 \cong 34,20 \text{ mm}$$

Em seguida, somou o valor de H a 44,5 mm:

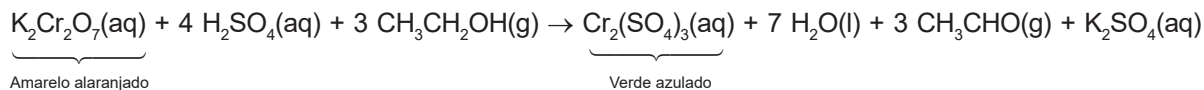
$$H + 44,50 = 34,20 + 44,50 = 78,70 \text{ mm}$$

- e)(F) Possivelmente, o aluno obteve corretamente o valor de H, mas somou ao final o valor de 44,5 mm.

Questão 123

• enem2022

Os bafômetros mais simples são descartáveis e consistem em pequenos tubos contendo uma mistura sólida de solução aquosa de dicromato de potássio e sílica, umedecida com ácido sulfúrico. A detecção da embriaguez por esse instrumento é visual: a coloração inicial é amarelo alaranjado, devido ao dicromato, e a final, em casos de embriaguez, é verde azulada.



BRAATHEN, Christian. Hálito culpado – O princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*. n. 5, 1997. (adaptado)

A mudança de cor que ocorre no bafômetro descartável é consequência da

- A** redução do elemento cromo.
- B** oxidação do elemento potássio.
- C** neutralização do ácido sulfúrico.
- D** conversão do etanol a ácido etanoico.
- E** menor concentração de cromo no produto.

◦ Resolução

123. Resposta correta: A

C / 2 / H / 6

- a)(V) Na reação descrita no texto, a coloração inicial é amarelo alaranjado devido ao dicromato de potássio, composto no qual o Nox do cromo é igual a +6. Já no composto de cor verde azulada, o Nox do cromo é igual a +3, o que significa que o elemento cromo sofreu uma redução.
- b)(F) O elemento potássio, inicialmente presente no composto amarelo alaranjado, deixa de estar associado ao cromo no produto. Porém, seu Nox não se altera nesse processo, sendo igual a +1 em ambos os compostos.
- c)(F) Apesar de o ácido sulfúrico ser um reagente e haver formação de sais e água nos produtos, a reação descrita não é de neutralização, pois não há substância de característica básica nos reagentes. Além disso, essa espécie não influencia a mudança de cor.
- d)(F) O etanol sofre uma oxidação, mas o que ocorre é formação de etanal, e não de ácido etanoico. Além disso, a cor do meio não seria alterada por essas substâncias.
- e)(F) Apesar de haver formação de água nos produtos, a concentração do cromo não é a responsável pela mudança na coloração de amarelo alaranjado para verde azulada, que é promovida pela mudança do estado de oxidação desse composto.

Questão 124

• enem2022

Aproximadamente 60% das espécies de primatas correm risco de extinção. Os quatro países em situação mais delicada são justamente os que concentram o maior número de espécies. Indonésia, Madagascar, República Democrática do Congo (RDC) e Brasil abrigam dois terços das espécies de macacos conhecidas. Um dos problemas é a transformação de áreas contínuas de mata em trechos isolados. Esse efeito, chamado fragmentação, está, por exemplo, obstruindo as rotas de dispersão usadas pelos zogue-zogues (*Callicebus* spp.) para migrar de um lugar para outro nas florestas no sul do estado de Rondônia.

Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 13 jun. 2022. (adaptado)

O processo de fragmentação citado no texto é consequência do(a)

- Ⓐ acúmulo de pesticidas nas cadeias tróficas.
- Ⓑ aumento da emissão de gases do efeito estufa.
- Ⓒ redução de habitat gerada pelo desmatamento.
- Ⓓ contaminação do ambiente por resíduos sólidos.
- Ⓔ introdução de espécies exóticas de vertebrados.

Resolução

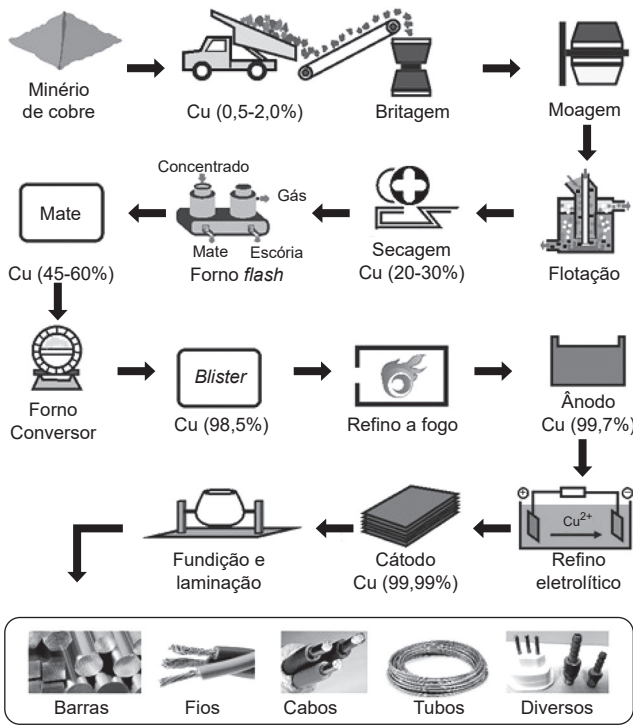
124. Resposta correta: C

C / 3 H 10

- a)(F) O acúmulo de pesticidas nas cadeias tróficas causa danos ao meio ambiente, porém esse acúmulo não é o fator responsável pela fragmentação de habitat descrita no texto.
- b)(F) Embora a emissão de gases do efeito estufa seja maior com o aumento do desmatamento, esse fator não é responsável pelo processo de fragmentação de habitat citado no texto.
- c)(V) O fator explorado no texto que contribui com o processo de extinção dos primatas é o desmatamento. A fragmentação de habitats, causada pelo desmatamento, interfere no modo de vida desses animais, que, restritos a uma área de vida menor, passam a ter dificuldade em encontrar alimentos e parceiros sexuais, além de ficarem mais expostos ao contato com os seres humanos.
- d)(F) A poluição por resíduos sólidos gera impactos no ambiente e nos seres vivos, mas não relacionados à fragmentação de habitat tratada no texto.
- e)(F) A introdução de espécies exóticas é uma das causas de perda de biodiversidade, porém não é responsável pela fragmentação de habitat mencionada no texto.

Questão 125 enem 2022

O cobre é largamente empregado na indústria de geração e transmissão de energia elétrica devido à associação de duas propriedades marcantes: elevada condutividade elétrica [...] e resistência à corrosão [...], o que justifica a extensa extração e o beneficiamento de seus minérios. Cerca de 80% da produção primária de cobre provém de minérios sulfetados de baixa qualidade, com cerca de 0,5 a 2,0% do metal, exigindo uma etapa prévia de enriquecimento para obter o concentrado com cerca de 20 a 30% de cobre, como ilustrado no fluxograma a seguir.



SILVA, Luciana A. et al. Cobre: produção industrial e aplicações. Quím. Nova, v. 42, n. 10, 1154-1161, 2019. (adaptado)

No beneficiamento do cobre, a primeira etapa de pirometalurgia é o(a)

- A flotação.
- B moagem.
- C forno flash.
- D forno conversor.
- E refino eletrolítico.

Resolução

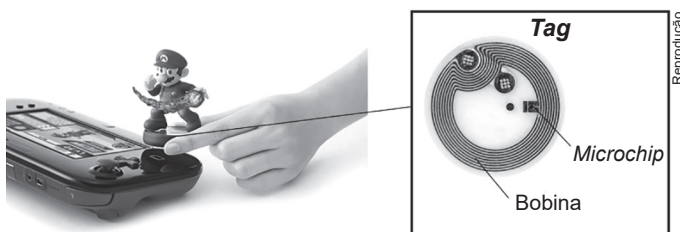
125. Resposta correta: C

C 7 H 25

- a)(F) Na flotação, é utilizada apenas a injeção de bolhas de ar para remover um dos materiais da mistura heterogênea, que é recolhido na superfície. Como essa etapa não envolve o emprego de variação de temperatura, não se trata de um processo pirometalúrgico.
- b)(F) Na moagem, há a intenção de diminuir o diâmetro do minério e reduzir irregularidades. Por não envolver o emprego de alta temperatura, não é considerado um processo pirometalúrgico.
- c)(V) O termo **metalurgia** se refere, entre outros, aos processos de produção e refino dos metais e suas ligas. Entre eles, a pirometalurgia envolve emprego de altas temperaturas, sendo a primeira etapa a do forno *flash*, onde o concentrado de sulfetos metálicos de cobre e ferro sofre ustulação (transformação de sulfetos em óxido, por meio do aquecimento, em atmosfera oxidante) até a formação de um mate (solução com teor de cobre mais elevado).
- d)(F) No forno conversor, ocorre uso de altas temperaturas para obtenção do cobre com grau de pureza maior que o mate. Porém, não se trata da primeira etapa pirometalúrgica, pois já havia sido utilizada alta temperatura no forno *flash*.
- e)(F) O refino eletrolítico usa a eletricidade (eletrolise) para obter cobre com alto grau de pureza, chamado de cobre eletrolítico; logo, não se trata de um processo pirometalúrgico.

Questão 126 • enem2022

Os amiibo são estatuetas ou cartões que representam diversas personagens de uma desenvolvedora de jogos eletrônicos. Eles funcionam via tecnologia NFC (Comunicação de Campo Próximo – traduzido do inglês) graças a uma *tag* instalada na base do amiibo e a um leitor NFC no console. A *tag*, que não possui fonte de alimentação própria, é composta por um *microchip* e por uma fina bobina de cobre. Ao aproximar a base do amiibo a uma distância em que ela fique perto o suficiente do leitor, uma força eletromotriz induzida surge na bobina, o que permite a troca de informações entre o console e o amiibo.



Uma das vantagens da tecnologia mencionada no texto é que ela dispensa o uso de baterias nos amiibo, pois a energia utilizada por estes está diretamente associada a

- Ⓐ cargas elétricas, emitidas pela base do amiibo.
- Ⓑ sinais de radiofrequência, induzidos no *microchip*.
- Ⓒ uma corrente elétrica, induzida na bobina do amiibo.
- Ⓓ ondas eletromagnéticas, emitidas da *tag* para o leitor.
- Ⓔ um campo elétrico uniforme, gerado pelo leitor do console.

Resolução

126. Resposta correta: C

C 2 H 6

- a)(F) O aluno possivelmente considerou que a energia utilizada pelo amiibo é transferida por meio de uma corrente elétrica (cargas elétricas em movimento) fluindo da base do amiibo para o leitor NFC.
- b)(F) O aluno pode ter confundido as tecnologias RFID (identificação por radiofrequência – traduzido do inglês), também associadas à emissão de sinais de radiofrequência, com as tecnologias NFC.
- c)(V) O texto menciona a tecnologia de comunicação sem fio chamada de NFC; nesse caso, responsável pela troca de informações entre o amiibo e o console. O funcionamento dessa tecnologia se baseia na indução eletromagnética. A *tag* instalada na base do amiibo contém uma pequena estrutura no formato de espiras circulares (a bobina de cobre), que, ao ser inserida na região de campo magnético variável (gerado pelo leitor do console), passa a ser percorrida por uma corrente elétrica induzida. Essa corrente induzida está diretamente associada à energia utilizada pelo amiibo.
- d)(F) O aluno, por saber que o fenômeno de indução eletromagnética envolve um campo magnético variável e um campo elétrico induzido, pode ter associado a energia utilizada pelo amiibo a ondas eletromagnéticas.
- e)(F) O aluno provavelmente concluiu que o campo magnético variável, gerado pelo leitor do console, induz um campo elétrico uniforme em vez de um variável.

Questão 127 • enem2022

O fenômeno da chuva ácida de origem antropogênica ocorre principalmente em regiões industrializadas, em que a queima de combustíveis fósseis libera grande quantidade de óxidos de nitrogênio para a atmosfera. Para ser considerada ácida, a chuva deve apresentar um pH menor que 5,5.

Em um estudo sobre a acidez da chuva de determinada região de uma cidade, uma amostra de 100 mL de água da chuva foi coletada e submetida à titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L como titulante, a 25 °C. Sabe-se que o único ácido presente na amostra era o ácido nítrico e que o volume de titulante utilizado foi de 1,0 mL.

Com base na amostra analisada, o pH da chuva dessa região é aproximadamente igual a

- A** 1,0.
- B** 3,5.
- C** 4,0.
- D** 4,5.
- E** 5,0.

Resolução

127. Resposta correta: C

C 5 H 19

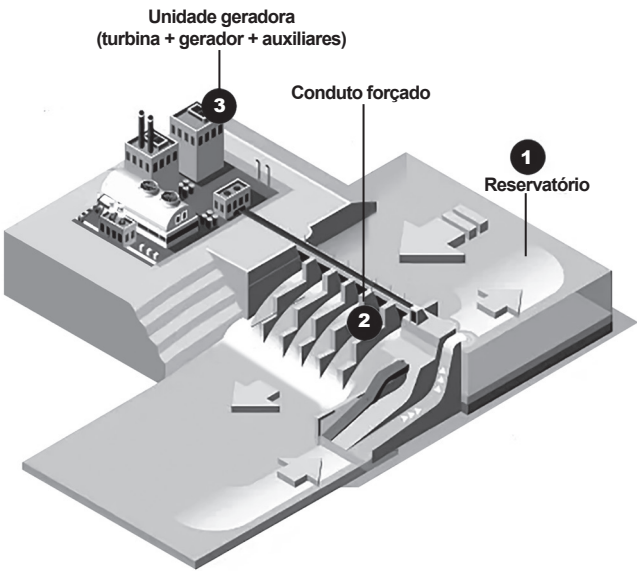
- a)(F) Possivelmente, o aluno não determinou a quantidade de matéria em mol de NaOH e considerou que essa seria igual a 0,01. Ao prosseguir com esse valor nas operações seguintes, obteve que a concentração de HNO_3 seria igual a 0,1 mol/L. Assim, calculou que $\text{pH} = -\log 0,1 = 1,0$.
- b)(F) Possivelmente, o aluno confundiu-se ao realizar o cálculo da concentração de HNO_3 e considerou que esse valor deveria ser multiplicado por 3 pelo fato de o ácido ter 3 oxigênios, obtendo a concentração de ácido igual a $3 \cdot 10^{-4}$ mol/L. Assim, concluiu que $\text{pH} = -\log (3 \cdot 10^{-4}) = 3,52 \approx 3,5$.
- c)(V) Primeiramente, é necessário determinar a quantidade de matéria em mol de NaOH usado na titulação, calculando-se a partir dos valores de concentração e volume fornecidos:
- $$n = C \cdot V = 0,01 \cdot (1 \cdot 10^{-3}) = 10^{-5} \text{ mol}$$
- De acordo com a equação de neutralização do ácido nítrico ($\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), 1 mol de ácido reage com 1 mol de base. Portanto, foi consumido 10^{-5} mol de HNO_3 .
- Em seguida, determina-se a concentração de HNO_3 :
- $$C = \frac{n}{V} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4} \text{ mol/L}$$
- Como se trata de um ácido forte, a ionização é de 100%, e $[\text{HNO}_3] = [\text{H}^+]$. Logo, o pH da amostra é dado por:
- $$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-4} = 4,0$$
- d)(F) Possivelmente, o aluno confundiu a fórmula do ácido nítrico, considerando que seria H_3NO . Ao prosseguir com essa informação, obteve que a reação de neutralização seria $\text{H}_3\text{NO} + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{NO} + 3 \text{H}_2\text{O}$, que 1 mol de ácido reagiria com 3 mol de base e que seria consumido $0,33 \cdot 10^{-5}$ mol de ácido, chegando à concentração final de $0,33 \cdot 10^{-4}$ mol/L. Assim, calculou que $\text{pH} = -\log (0,33 \cdot 10^{-4}) \approx 4,48 \approx 4,5$.
- e)(F) Possivelmente, o aluno realizou os cálculos corretamente até determinar a quantidade em mol de ácido que foi consumida, mas esqueceu-se de calcular em termos de concentração. Assim, considerou que $\text{pH} = -\log 10^{-5} = 5,0$.

Questão 128 • enem2022

A usina hidrelétrica de Itaipu tem 20 unidades geradoras. [...] Cada unidade geradora é composta por um gerador, uma turbina e seus auxiliares. A turbina é formada por uma série de pás ligadas a um eixo acoplado ao gerador. A pressão da água que entra na turbina, por meio do conduto forçado, produz um movimento giratório do eixo. Esse movimento gera eletricidade devido a um campo magnético induzido dentro do gerador. Neste, por sua vez, a energia hidráulica que movimenta as pás é transformada em energia elétrica.

Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br>. Acesso em: 21 jun. 2022. (adaptado)

O infográfico a seguir apresenta um esquema simplificado do funcionamento de uma das unidades geradoras da usina de Itaipu.



O gerador associado à unidade geradora da usina é do tipo

- A mecânico.
- B luminoso.
- C químico.
- D térmico.
- E eólico.

Resolução

128. Resposta correta: A

C 5 H 18

- a)(V) A água represada no reservatório de uma usina hidrelétrica armazena energia potencial gravitacional, que é transformada em energia cinética à medida que a água vai escoando pelo duto. Essa energia cinética está relacionada à energia mecânica que é transferida para as turbinas, capazes de acionar o gerador que, por sua vez, converte a energia mecânica em elétrica.
- b)(F) Os geradores luminosos transformam a energia proveniente da irradiação solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico, a exemplo dos painéis solares. Embora a água no reservatório da usina fique exposta à energia vinda do Sol, esta não é responsável por girar a turbina e, conseqüentemente, por acionar o gerador.
- c)(F) Os geradores químicos convertem energia química, liberada durante processos ou reações químicas, em elétrica, a exemplo de pilhas e baterias utilizadas em dispositivos eletrônicos.
- d)(F) Os geradores térmicos convertem energia térmica, obtida a partir da queima de combustíveis fósseis, em energia elétrica, como observado nas usinas termelétricas.
- e)(F) Os geradores eólicos também convertem energia cinética em elétrica. Porém, diferentemente do que acontece nas usinas hidrelétricas, essa energia cinética (ou eólica) está relacionada ao movimento dos ventos. Tais geradores são comumente encontrados em parques eólicos.

Questão 129 • enem2022

A Diretoria Colegiada da Anvisa aprovou, por unanimidade, a nova norma sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. A medida melhora a clareza e a legibilidade das informações nutricionais presentes no rótulo dos alimentos. Foi desenvolvido um *design* de lupa para identificar o alto teor de três nutrientes: açúcar adicionado, gordura saturada e sódio. O símbolo deverá ser aplicado na frente do produto, na parte superior, por ser uma área facilmente capturada pelo nosso olhar. Alguns dos modelos podem ser conferidos a seguir.



Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 24 fev. 2022. (adaptado)

Uma das consequências, a longo prazo, que poderia ser resultante dessa medida é o(a)

- A** aumento do teor calórico dos produtos alimentícios
- B** proibição do consumo de alimentos ultraprocessados.
- C** diminuição de casos de doenças como diabetes e hipertensão.
- D** mudança na rotina de exercícios físicos praticados pela população.
- E** redução do uso de medicamentos com potencial de emagrecimento.

◦ **Resolução** ◦

129. Resposta correta: C

C / 8 / H / 30

- a)(F) A medida apresentada tem o objetivo de facilitar o acesso da população a informações nutricionais de alimentos embalados. Não há uma relação entre essa medida e o aumento do teor calórico dos alimentos em questão.
- b)(F) A disponibilidade dessas informações visa que as pessoas optem por consumir alimentos mais saudáveis, mas essa medida não proíbe o consumo de alimentos ultraprocessados.
- c)(V) Ao destacar as informações sobre o teor de nutrientes como açúcar e sódio, a medida ajuda a informar o consumidor e pode levar, a longo prazo, à diminuição de doenças que têm relação com o consumo em excesso desses nutrientes, a exemplo da diabetes e da hipertensão.
- d)(F) O objetivo dessa medida é a conscientização da população sobre a composição nutricional de alimentos embalados, e não possui relação direta com o estímulo à prática de exercícios físicos.
- e)(F) Não há referência a medicamentos nessa medida, e não há a intenção de ser abordada a questão sobre a perda de peso. A ideia por trás dessa ação é melhorar o acesso do consumidor à informação sobre a concentração de determinados nutrientes presentes em alimentos embalados, e uma das possíveis consequências dessa ação é a redução de casos de doenças como diabetes e hipertensão.

Questão 130 • enem2022

Uma empresa fabricante de pneus disponibiliza aos consumidores diversos modelos visando atender às mais diversas necessidades e condições climáticas. Determinado modelo de pneu possui coeficiente de atrito estático igual a 0,4.

Com o objetivo de garantir a segurança dos motoristas, essa empresa calculou a velocidade máxima recomendada aos veículos equipados com esse tipo de pneu para que não derrapem na pista na seguinte situação: uma estrada na qual as curvas mais fechadas são todas planas e possuem raio de 100 m. Em seguida, assegurou-se que essa velocidade era maior que a velocidade máxima permitida naquele trecho pelo código de trânsito.

Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

Na situação descrita, a velocidade máxima calculada pela empresa foi de

- A** 14 km/h.
- B** 20 km/h.
- C** 29 km/h.
- D** 40 km/h.
- E** 72 km/h.

◦ **Resolução**

130. Resposta correta: E

C 2 H 7

- a)(F) Possivelmente, o aluno calculou a aceleração centrípeta em vez da velocidade, além de confundir as unidades de medida:
- $$\mu \cdot m \cdot g = m \cdot a_{cp} \Rightarrow a_{cp} = \mu \cdot g = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a_{cp} = 4 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 14,4 \text{ km/h} \cong 14 \text{ km/h}$$
- b)(F) Possivelmente, o aluno calculou corretamente a velocidade máxima ao igualar a força de atrito à força centrípeta, mas não converteu para km/h a unidade de medida da velocidade encontrada.
- c)(F) Possivelmente, o aluno confundiu as equações da força centrípeta e da energia cinética. Além disso, ele considerou v em vez de v^2 :

$$\mu \cdot m \cdot g = \frac{m \cdot v}{2} \Rightarrow \mu \cdot g \cdot 2 = v \Rightarrow v = 0,4 \cdot 10 \cdot 2 = 8 \text{ m/s} \Rightarrow v = 8 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 28,8 \text{ km/h} \cong 29 \text{ km/h}$$

- d)(F) Possivelmente, o aluno apenas multiplicou o coeficiente de atrito cinético ao raio da curva, obtendo um valor que considerou ser igual ao da velocidade.
- e)(V) Para um veículo executando um movimento curvilíneo, a força de atrito estático entre os pneus e o solo é igual à resultante centrípeta. Nesse caso, a velocidade máxima é calculada igualando-se a força de atrito estático máxima à força centrípeta:

$$F_{at_{máx.}} = F_{cp} \Rightarrow \mu \cdot N = \frac{mv_{máx.}^2}{r} \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = \frac{mv_{máx.}^2}{r} \Rightarrow \mu \cdot g \cdot r = v_{máx.}^2 \Rightarrow v = \sqrt{0,4 \cdot 10 \cdot 100} = 20 \text{ m/s}$$

Transformando a unidade de medida, obtém-se:

$$v_{máx.} = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ km/h}$$

Questão 131 • enem2022

Estudo brasileiro publicado na revista *Viruses* sugere que variantes do SARS-CoV-2 com potencial de driblar as defesas imunes da população devem surgir em breve. “Estamos em uma situação confortável para os próximos meses, quando a imunidade induzida pelas doses de reforço das vacinas e pela grande disseminação da variante ômicron ainda estará alta. Mas, depois, a tendência é que as pessoas comecem a se infectar novamente e ficaremos sujeitos ao surgimento de variantes ainda mais contagiosas e fortes do que as já conhecidas, o que diminui a eficácia das vacinas”, explica Cristiane Guzzo, autora principal do estudo.

Disponível em: <https://saude.abril.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2022. (adaptado)

O surgimento dessas novas variantes possui relação direta com a

- A** proteção fornecida ao vírus pelo capsídeo.
- B** ausência de mitocôndrias na estrutura viral.
- C** velocidade de conclusão de cada ciclo lítico.
- D** taxa elevada de mutações sofridas pelo vírus.
- E** seleção de cepas graças ao uso de antibióticos.

◦ **Resolução** ◦**131. Resposta correta: D****C 4 H 16**

- a)(F) O capsídeo é uma estrutura proteica que envolve o material genético viral, conferindo proteção, mas não é o fator que leva ao surgimento de novas variantes.
- b)(F) A ausência de organelas como as mitocôndrias nos vírus não possui relação com o processo de surgimento de novas variantes.
- c)(F) Ciclo lítico é uma modalidade de reprodução que ocorre em certos bacteriófagos, que são vírus que infectam bactérias. O SARS-CoV-2 não é um bacteriófago e não realiza o ciclo lítico.
- d)(V) O SARS-CoV-2, assim como outros vírus, sofre mutações no processo de multiplicação viral. Essas mutações são erros que ocorrem durante esse processo de replicação, os quais geram mudanças que podem ser indiferentes, prejudiciais ou que causam algum tipo de vantagem para o vírus. Quanto mais oportunidades o vírus tiver de infectar células, mais mutações podem ocorrer, e maior é o risco de surgirem variantes com maior capacidade de infecção.
- e)(F) Antibióticos são fármacos utilizados no combate a bactérias, de forma que seu uso não gera uma seleção de cepas virais mais resistentes.

Questão 132 • enem2022

Ao observar que a luminária da cozinha não estava funcionando, o dono de uma residência alegou que isso ocorria por não haver corrente elétrica passando pela lâmpada. Para constatar a própria suspeita, ele decidiu contratar um eletricista, que utilizou uma chave de teste para verificar se havia corrente passando pelo bocal elétrico.

A etapa do método científico realizada pelo eletricista é chamada de

- A** conclusão.
- B** observação.
- C** experimentação.
- D** análise do resultado.
- E** levantamento de hipótese.

Resolução

132. Resposta correta: C

C / 5 / H / 19

- a)(F) A conclusão é a etapa em que a hipótese pode ser confirmada ou refutada, com base na análise de resultados. O texto não menciona os resultados obtidos pelo eletricista, portanto não é possível tirar conclusão.
- b)(F) A observação consiste em levantar informações sobre o fenômeno a ser compreendido. De acordo com o texto, é o dono da residência quem realiza a observação.
- c)(V) A experimentação consiste em realizar experimentos para testar uma hipótese formulada. O objetivo dessa etapa é encontrar a resposta para o questionamento elaborado na etapa anterior, chamada de levantamento de hipótese. A hipótese levantada pelo dono da residência diz que a luminária não está funcionando porque não há corrente elétrica passando pela lâmpada. O eletricista, por sua vez, realiza o experimento necessário para verificar a validade da hipótese, ou seja, ele utiliza uma chave de teste para verificar se a corrente elétrica está chegando até a lâmpada.
- d)(F) A análise dos resultados consiste em verificar os dados obtidos na experimentação. O texto não menciona os resultados obtidos pelo eletricista.
- e)(F) O levantamento de hipótese é a etapa em que a pergunta norteadora do método é formulada. O eletricista apenas testa a hipótese levantada.

Questão 133 • enem2022

Atualmente, os avanços da biotecnologia geram benefícios a diversas áreas, como saúde, meio ambiente, agricultura e infraestrutura. Mas há possíveis malefícios que devem ser considerados. Um deles se refere aos danos sofridos por espécies não alvos. A contaminação de plantações não transgênicas (nativas) com os genes das plantações modificadas pode ocorrer por meio do transporte do pólen, por vento, água, insetos e aves.

MARTINS *et al.* Alimentos transgênicos: os benefícios e malefícios desta Biotecnologia. *Revista Alomorfia*, v. 5, n. 3, p. 386-399, 2021. (adaptado)

Uma possível consequência gerada por essa contaminação é o(a)

- A** perda de genótipos selvagens.
- B** aumento da biodiversidade local.
- C** introdução de novos agentes polinizantes.
- D** controle sobre a expressão dos transgenes.
- E** ganho de mais espécies de interesse econômico.

◦ **Resolução** ◦

133. Resposta correta: A

C 3 H 12

- a)(V) O cruzamento acidental entre indivíduos nativos e indivíduos transgênicos pode levar à disseminação do gene das plantações modificadas, a qual pode acarretar uma seleção que favoreça a conservação desse gene e a perda de genes selvagens dessa espécie, o que implica uma perda de genótipos selvagens.
- b)(F) A disseminação de pólen de plantações transgênicas pode ocasionar a redução populacional das espécies nativas por competição, diminuindo a biodiversidade local.
- c)(F) A dispersão de forma não controlada de genes de plantas transgênicas pode levar ao aumento de mortalidade de agentes polinizadores, e não à introdução de novos agentes.
- d)(F) Transgenes são os genes que foram introduzidos no genoma de organismos alvo por meio de engenharia genética. A passagem acidental desses genes para plantações nativas impede que haja um controle sobre a forma como esses genes serão expressos.
- e)(F) O espalhamento acidental de pólen de plantações transgênicas pode levar à contaminação de plantações nativas e à seleção de ervas daninhas resistentes a herbicidas, que não são espécies de interesse econômico.

Questão 134 • enem2022

A maioria das usinas nucleares do mundo usa urânio como combustível. Mas o que está sendo testado na China é um método que, embora não seja novo, nunca foi testado em uma escala tão grande. Eles estão usando sal fundido de fluoreto combinado com tório, um elemento químico encontrado em minerais que é quatro vezes mais abundante no planeta do que o urânio. [...] Como esse tipo de processo não requer água, como nas usinas nucleares que utilizam urânio-235, o reator de sal fundido pode ser construído em locais remotos e, assim, evitar maiores riscos à população, como vimos em Chernobyl ou Fukushima.

Disponível em: <http://www.bbc.com>. Acesso em: 20 abr. 2022. (adaptado)

A implementação de usinas nucleares ocorre, tradicionalmente, próxima ao mar porque a água é importante para

- Ⓐ receber o descarte dos resíduos radioativos do processo.
- Ⓑ fornecer os nêutrons que participam da reação nuclear.
- Ⓒ diminuir os efeitos nocivos da radiação à saúde em caso de vazamento.
- Ⓓ gerar o vapor que movimenta as turbinas que produzem energia elétrica.
- Ⓔ aquecer o reator até atingir a temperatura necessária para a reação nuclear.

Resolução

134. Resposta correta: D

C 7 H 26

- a)(F) O lixo nuclear deve ser armazenado em locais apropriados e isolados, sendo que o seu descarte diretamente no ambiente é inadequado.
- b)(F) A água não participa da reação nuclear que ocorre com os átomos de urânio que sofrem fissão. Seu papel no processo é físico, pois atua na geração do vapor que move as turbinas e no resfriamento do sistema.
- c)(F) Um acidente nuclear que resulte no vazamento de radiação irá causar contaminação da água próxima à usina, o que impacta tanto os seres humanos quanto as formas de vida marinhas.
- d)(V) Nas usinas nucleares, a água possui dois papéis importantes: após ser vaporizada, ela é utilizada por uma turbina a vapor para gerar eletricidade; além disso, é responsável por ajudar a controlar a temperatura de fissão, evitando assim o superaquecimento e derretimento do núcleo do reator.
- e)(F) A água é utilizada para resfriar os reatores, e não para aquecê-los. A alta temperatura do reator é proveniente da grande quantidade de energia liberada na fissão nuclear.

Questão 135 • enem2022

Amphisbaenia é um grupo de répteis de corpo cilíndrico e alongado, desprovido de membros na maioria das espécies. São predominantemente fossoriais, vivendo em sistemas de túneis construídos por eles mesmos, por meio de seus crânios altamente adaptados para a escavação, o que os torna um exemplo excelente para o estudo de modificações sofridas por organismos que se adaptaram a um modo de vida em ambiente extremo [...]. A redução ou perda total dos membros em Amphisbaenia está intrinsecamente associada com o alongamento do corpo e a redução de seu diâmetro, o que facilita sua passagem por locais estreitos durante o processo de escavação.

NAVEGA-GONÇALVES, M. E. C.; BENITES, J. P. A. Amphisbaenia: adaptações para o modo de vida fossorial. *Revista Brasileira de Zoociências*, p. 1-30, 2019. (adaptado)

A redução ou perda dos membros nesse grupo ocorreu devido ao(à)

- A** pressão seletiva exercida pelo meio.
- B** necessidade de sobrevivência das espécies.
- C** intenção de se tornar mais apto ao ambiente.
- D** seleção artificial de características vantajosas.
- E** aperfeiçoamento proposital do código genético.

◦ **Resolução** ◦

135. Resposta correta: A

C 4 H 16

- a)(V) A natureza atua selecionando os indivíduos que possuem as características mais vantajosas para a sobrevivência em determinado ambiente, permitindo que esses seres transmitam seus genes para a próxima geração. No exemplo em questão, os espécimes de Amphisbaenia que possuíam corpo mais alongado e cilíndrico (portanto, com membros reduzidos ou ausentes) eram os que sobreviviam com maior facilidade nos habitats formados por túneis, de forma que essas características foram transmitidas aos descendentes por pressão seletiva exercida pelo meio.
- b)(F) A seleção natural é o mecanismo por meio do qual os organismos com as características mais vantajosas conseguem sobreviver em determinado ambiente e se reproduzir, repassando seus genes para as gerações futuras. Esse mecanismo é movido por pressões seletivas do ambiente, e não partem da necessidade de sobrevivência dos seres vivos.
- c)(F) A seleção natural é um mecanismo movido por pressões seletivas do ambiente, e não parte da intenção ou do desejo das espécies de se tornarem mais aptas ao ambiente.
- d)(F) A seleção artificial é o mecanismo no qual o ser humano é o agente seletivo, o que é diferente da seleção natural e das pressões seletivas exercidas pelo meio ambiente, que são os fatores que explicam as mudanças ocorridas no grupo de répteis em questão.
- e)(F) As mudanças naturais que ocorrem nos seres vivos ao longo do tempo são fruto de mecanismos como a seleção natural, e nesses processos não há aperfeiçoamento intencional do código genético dos indivíduos.