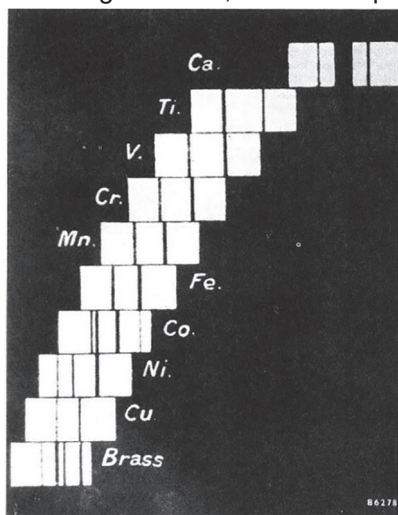


Questão 91 • enem2022

Em 1913, Henry Moseley construiu tubos de raios X com alvos metálicos intercambiáveis, com os quais ele examinou os espectros da série de elementos – em que aparecem as linhas características de cada metal – em progressão regular com a série periódica, correlacionando-a com a raiz quadrada das frequências dos raios X, obtendo retas bem características e mostrando que o que particulariza e identifica um elemento é sua carga nuclear, e não seu peso atômico.



SANTIN FILHO, Ourides. Breve histórico dos cem anos da descoberta dos raios x: 1895-1995. *Química Nova*, São Paulo, v. 18, n. 6, p. 580-581, 1995. (adaptado)

Um fenômeno que possui a mesma explicação do observado por Moseley é a

- Ⓐ coloração dos fogos de artifício.
- Ⓑ produção de energia nas pilhas.
- Ⓒ emissão de partículas alfa pelo núcleo.
- Ⓓ condução de eletricidade pelos metais.
- Ⓔ existência de isótopos de um elemento.

Resolução

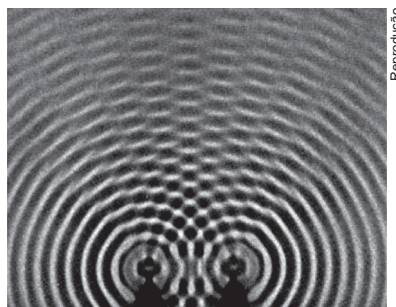
91. Resposta correta: A

C 6 H 20

- a)(V) O modelo atômico de Bohr explicou os espectros dos elementos ao considerar que os elétrons que se movimentam em uma órbita fixa não perdem nem ganham energia; a transição entre as órbitas ocorreria quando o elétron recebe energia e salta de uma camada mais interna para outra mais externa. Desse modo, ao retornar da camada mais externa para outra mais interna, o elétron emite a mesma energia que havia recebido na forma de luz. Um fenômeno associado à explicação de Bohr é a coloração observada nos fogos de artifício.
- b)(F) A produção de energia nas pilhas está relacionada com a transferência de elétrons entre as espécies envolvidas, e não com a emissão de luz pelo retorno de elétrons ao estado estacionário.
- c)(F) A emissão de partículas alfa pelo núcleo de átomos instáveis não tem relação com a movimentação de elétrons no átomo.
- d)(F) A condução de eletricidade é explicada por meio da movimentação de elétrons pela estrutura do metal, e não entre as camadas eletrônicas do átomo.
- e)(F) Os isótopos apresentam números de massa diferentes. Assim, a existência dessas espécies não apresenta relação com a movimentação de elétrons nas camadas eletrônicas do átomo.

Questão 92 • enem2022

As cubas de ondas são aparelhos capazes de emitir ondas mecânicas bidimensionais na superfície de um líquido, registrando o comportamento destas. A figura a seguir é o registro de um experimento realizado em um desses aparelhos em duas fontes que emitiam, simultaneamente, ondas de mesma frequência.



O fenômeno físico evidenciado pelo padrão observado no experimento é a

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

Resolução

92. Resposta correta: E

C 1 H 1

- a)(F) A difração ocorre quando a onda tem sua trajetória alterada de modo a contornar os obstáculos com os quais se depara.
- b)(F) A reflexão ocorre quando a onda atinge um obstáculo e retorna ao meio de propagação sem alterar suas características, ou seja, mantendo a frequência, a velocidade de propagação e o comprimento de onda.
- c)(F) A refração ocorre quando, ao mudar de meio de propagação, a onda sofre alteração em sua velocidade de propagação.
- d)(F) A polarização ocorre quando um polarizador altera ou filtra a direção de vibração da onda.
- e)(V) O fenômeno físico evidenciado no experimento é a interferência, que ocorre quando duas ou mais ondas se encontram, tendo suas amplitudes alteradas. Esse fenômeno pode ocorrer de forma construtiva (quando os pulsos se somam) ou destrutiva (quando os pulsos se anulam mutuamente). Essas duas formas estão representadas na figura pelos pontos escuros (interferência construtiva) e claros (interferência destrutiva).

Questão 93 • enem2022

Um dos efeitos da pandemia do novo coronavírus é o aumento do uso dos antibióticos, embora menos de 15% dos pacientes hospitalizados por covid-19 necessitem de tratamento com esse tipo de medicação. Mais de 75% dos acometidos pela doença têm recebido antibióticos, de acordo com estudos clínicos internacionais.

Disponível em: <https://ictq.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2022. (adaptado)

O uso indevido das substâncias mencionadas no texto pode ocasionar

- A** menor produção de anticorpos pelo organismo.
- B** redução da imunidade contra infecções virais.
- C** aumento no número de bactérias resistentes.
- D** maior suscetibilidade a infecções oportunistas.
- E** perda da resposta imune inata contra patógenos.

Resolução

93. Resposta correta: C

C 1 H 3

- a)(F) Os antibióticos apresentam efeito bactericida, ou seja, matam as bactérias. O uso dessas substâncias não interfere na produção de anticorpos pelo organismo.
- b)(F) Os antibióticos não atuam contra os vírus e, portanto, não diminuem a resposta imune do organismo contra esses microrganismos.
- c)(V) O uso indiscriminado de antibióticos favorece a seleção de cepas de bactérias cada vez mais resistentes a eles, tornando mais difícil combater infecções bacterianas.
- d)(F) A ocorrência de infecções oportunistas está relacionada à supressão do sistema imunitário de um organismo, e não ao uso indevido de antibióticos.
- e)(F) O uso indiscriminado de antibióticos não reduz a resposta imune inata contra patógenos, que é um mecanismo de defesa inespecífico do organismo. Os antibióticos agem sobre as bactérias patogênicas, auxiliando o sistema imune no combate desses microrganismos.

Questão 94 • enem2022

Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2019 a doença transmitida pela picada das fêmeas do mosquito *Anopheles*, que afeta pessoas negligenciadas em países de baixa renda, matou cerca de 409 mil pessoas. Desses casos, cerca de 94% ocorreram no continente africano, principalmente na África Subsaariana, sendo 67% crianças abaixo de 5 anos. [...] Além de medicamentos, é fundamental manter o uso de redes de proteção (tipo mosquiteiros) com inseticida em volta das camas, pois nessa idade as crianças se movimentam pouco, o que facilita as picadas pelos mosquitos. [...] No dia 6 de outubro de 2021, a OMS anunciou a aprovação da vacina Mosquirix™, primeiro imunizante para combater a doença.

Disponível em: <https://www.unicamp.br>. Acesso em: 16 fev. 2022. (adaptado)

A qual doença negligenciada o texto se refere?

- ☒ A Malária.
- ☐ B Dengue.
- ☐ C Hanseníase.
- ☐ D Leishmaniose.
- ☐ E Tripanossomíase.

Resolução

94. Resposta correta: A

C 8 H 30

- a)(V) A malária é causada pelo protozoário do gênero *Plasmodium*, que é transmitido ao ser humano por meio da picada de fêmeas do mosquito *Anopheles*. O uso de telas mosquiteiras e repelentes são importantes medidas de prevenção nas áreas de incidência da doença. Recentemente, a vacina Mosquirix™ foi recomendada pela OMS para aplicação em crianças na África Subsaariana e em outras regiões com alta incidência do *Plasmodium falciparum*, espécie que causa a forma mais agressiva de malária.
- b)(F) Embora a dengue seja transmitida por mosquitos e as medidas de prevenção incluam ações de combate ao inseto, os seus vetores são mosquitos do gênero *Aedes*.
- c)(F) A hanseníase é também uma doença negligenciada, porém não é transmitida por mosquitos, como a malária. Trata-se de uma doença transmitida por meio do contato com secreções das vias respiratórias de uma pessoa contaminada pela bactéria *Mycobacterium leprae*.
- d)(F) A leishmaniose é uma doença negligenciada transmitida pelo mosquito-palha (família Psychodidae), e não por mosquitos do gênero *Anopheles*. Embora medidas preventivas para o controle de mosquitos sejam válidas para a prevenção da leishmaniose, outras ações que ajudam a prevenir a doença é evitar o acúmulo de lixo, que serve de criadouros do mosquito-palha, e vacinar os cães contra a enfermidade, já que esses animais podem atuar como reservatórios naturais do protozoário.
- e)(F) A tripanossomíase ou doença de Chagas, apesar de também ser uma doença negligenciada, é transmitida pelas fezes do inseto barbeiro, e não pela picada de mosquitos. As medidas de prevenção contra a doença de Chagas incluem tanto o combate ao vetor quanto cuidados com a conservação de moradias, já que que o barbeiro pode se instalar nas paredes de casas de pau a pique, sapê etc.

Questão 95 • enem2022

Quando as águas costeiras são protegidas da poluição e de atividades pesqueiras predatórias, de forma a garantir a sobrevivência das tartarugas marinhas, por consequência também estarão protegidos peixes e outros animais colocados em risco pela pesca artesanal e mais ainda pelo setor pesqueiro industrial, considerando o seu caráter intensivo. Esse entendimento favoreceu a criação de várias áreas de proteção marinhas e costeiras federais, estaduais e municipais no Brasil, beneficiando outras espécies por meio da proteção de seus respectivos habitats.

Disponível em: <https://www.tamar.org.br>. Acesso em: 14 fev. 2022. (adaptado)

No contexto apresentado, as tartarugas marinhas podem ser consideradas como espécies

- A exóticas.
- B endêmicas.
- C pioneiras.
- D bentônicas.
- E guarda-chuva.

◦ Resolução

95. Resposta correta: E

C 1 H 4

- a)(F) Espécies exóticas ou invasoras são aquelas encontradas fora de seu habitat natural. A introdução de espécies gera muitos impactos ambientais negativos e, portanto, não favorece a preservação de outros seres vivos.
- b)(F) Espécies endêmicas são aquelas que ocorrem apenas em determinada região. A localização geográfica de uma espécie não implica maior ou menor preservação ambiental.
- c)(F) Espécies pioneiras são organismos que colonizam ambientes inóspitos no início do processo de sucessão ecológica, a exemplo de líquens e musgos. As tartarugas marinhas não são capazes de resistir a ambientes desprovidos de outros seres vivos.
- d)(F) Os organismos bentônicos são aqueles que vivem fixos no substrato marinho, como algas e corais, ou que se locomovem sobre o substrato, como crustáceos e moluscos. Além de as tartarugas marinhas serem animais nectônicos, seu hábito de vida não tem relação direta com a preservação de outras espécies.
- e)(V) As tartarugas marinhas podem ser consideradas espécies guarda-chuva, pois elas ocupam uma área bastante extensa que, se conservada, favorece a preservação de outras espécies. Assim, a criação de áreas de proteção marinhas e costeiras beneficia não apenas as tartarugas marinhas, mas toda a comunidade que vive nesses ecossistemas.

Questão 96 • enem2022

Um satélite geoestacionário se move na mesma direção e velocidade angular de rotação da Terra. A órbita geoestacionária desse satélite se encontra a uma distância de 36 000 km em relação à superfície da Terra. Desse modo, ele se mantém acima de um ponto fixo tomado como referência no planeta Terra.

Considere π igual a 3 e o raio da Terra equivalente a 6 400 km.

A velocidade orbital desse satélite é de

- A** 1 600 km/h.
- B** 7 400 km/h.
- C** 9 000 km/h.
- D** 10 600 km/h.
- E** 169 600 km/h.

◦ **Resolução** ◦

96. Resposta correta: D

C 6 H 20

a)(F) Possivelmente, o aluno utilizou o raio da Terra em vez do raio da órbita.

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 6\,400}{24} = 1\,600 \text{ km/h}$$

b)(F) Possivelmente, o aluno utilizou a diferença entre a altitude do satélite e o raio da Terra como sendo o raio da órbita.

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{2 \cdot 3 \cdot (36\,000 - 6\,400)}{24} = 7\,400 \text{ km/h}$$

c)(F) Possivelmente, o aluno apenas considerou a altitude do satélite.

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 36\,000}{24} = 9\,000 \text{ km/h}$$

d)(V) A velocidade orbital é calculada pela seguinte relação:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$$

$$v = \frac{2 \cdot 3 \cdot (6\,400 + 36\,000)}{24} = 10\,600 \text{ km/h}$$

e)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a equação da velocidade do satélite.

$$v = \frac{T \cdot R}{2 \cdot \pi} = \frac{24 \cdot (6\,400 + 36\,000)}{6} = 169\,600 \text{ km/h}$$

Questão 97 • enem2022

As fontes de alimento são geralmente escassas nas cavernas, em especial naquelas mais isoladas do exterior, criando um grande problema para os animais que ali vivem. Alguns integrantes dessa fauna passam toda a vida nesses ambientes escuros e às vezes só obtêm alimento nos dejetos – o guano – de animais maiores, como os morcegos, que saem das cavernas para buscar sua comida. As comunidades são quase sempre estruturadas a partir de organismos que se alimentam de dejetos, como colêmbolos, ácaros, psocópteros, larvas de moscas e traças. Esses organismos, por sua vez, são o alimento de percevejos e aranhas, em geral predadores de topo (não são predados por outros) nessas comunidades.

FERREIRA, R. L.; Martins, R. P. Guano de morcegos. *Ciência Hoje*, v. 25, n. 146, jan./fev. 1999. Disponível em: <https://www.biologiasubterranea.com.br>. Acesso em: 15 fev. 2022. (adaptado)

Na cadeia alimentar exemplificada no texto, pode-se afirmar que

- A** a quantidade de energia disponível para as aranhas é maior que a dos ácaros.
- B** os consumidores primários obtêm energia alimentando-se de larvas de moscas.
- C** os seres fotoautotróficos fornecem energia para todos os outros níveis tróficos do local.
- D** a matéria orgânica constituída pelo guano de morcegos é a base da cadeia alimentar.
- E** os percevejos compõem o nível trófico com a maior quantidade de energia à disposição.

◦ **Resolução** ◦

97. Resposta correta: D

C 3 H 9

- a)(F) Como as aranhas ocupam um nível trófico superior ao dos ácaros, a quantidade de energia disponível para elas será menor, visto que a energia diminui ao longo da cadeia alimentar.
- b)(F) Os consumidores primários nessa cadeia alimentar obtêm energia alimentando-se de dejetos (guano de morcego). Assim, as larvas de moscas ocupam o nível trófico de consumidor primário, e os organismos que se alimentam delas são consumidores secundários.
- c)(F) A ausência de luz no interior da caverna impede a existência de seres fotoautotróficos, ou seja, que sintetizam matéria orgânica por meio da fotossíntese. Assim, a base da cadeia alimentar de uma caverna como a descrita no texto não se inicia com os produtores.
- d)(V) Nas cavernas secas e afóticas, como a descrita no texto, o guano de morcegos costuma ser a principal fonte de matéria orgânica, constituindo a base da cadeia alimentar. Desse modo, pode-se dizer que o primeiro nível trófico nesse tipo de ambiente é o de consumidor primário.
- e)(F) A quantidade de energia diminui de um nível trófico para o outro; logo, os percevejos apresentam pouca energia à sua disposição por serem predadores de topo no ambiente cavernícola descrito.

Questão 98 • enem2022

A presença de ligações duplas interfere de forma drástica na força das interações do tipo Van der Waals, o que irá influenciar as propriedades físicas e químicas dos óleos e das gorduras, como viscosidade, densidade e temperatura de fusão. Por outro lado, as ligações duplas conferem ao material graxo reatividade diante de diversos agentes químicos. Essa reatividade pode ser tanto benéfica – pois permite a obtenção de uma série de produtos químicos como polímeros ou epóxidos – quanto prejudicial – uma vez que diminui a estabilidade química diante de oxigênio molecular, reduzindo o tempo de armazenamento do material antes do seu consumo, o que determina seu prazo de validade para comercialização. Deve-se salientar que a reatividade de um óleo ou de uma gordura frente ao oxigênio é favorecida pelo aumento no número de ligações duplas.

Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br>. Acesso em: 12 fev. 2022.

Uma das formas de aumentar o prazo de validade desses produtos é realizar reações de

- A** oxirredução, que provocam a oxidação dos óleos.
- B** hidratação, que formam óleos vegetais poli-insaturados.
- C** substituição, que geram hidrocarbonetos como produto.
- D** eliminação, que promovem a quebra das insaturações.
- E** hidrogenação, que produzem gorduras vegetais saturadas.

◦ **Resolução** ◦

98. Resposta correta: E

C 3 H 8

- a)(F) A oxirredução é um processo que diminui o prazo de validade dos óleos, dada a degradação do composto provocada pela reação com o oxigênio.
- b)(F) Os óleos vegetais poli-insaturados apresentam maior número de insaturações e menor estabilidade química diante do oxigênio molecular. Além disso, as reações de hidratação formam compostos com menor número de insaturações.
- c)(F) As reações de substituição não promovem quebra das ligações duplas e, portanto, não aumentam o prazo de validade dos produtos mencionados.
- d)(F) As reações de eliminação formam ligações duplas nos produtos, o que não é desejável para aumentar o prazo de validade deles.
- e)(V) Na reação de hidrogenação, são adicionados átomos de hidrogênio nas insaturações dos produtos mencionados, levando à formação de gorduras vegetais saturadas (com ligações simples entre os átomos de carbono), as quais apresentam maior estabilidade diante do oxigênio molecular e maior prazo de validade.

Questão 99 • enem2022

Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria de alimentos refere-se à preservação de seus produtos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 20% dos alimentos produzidos são perdidos por deterioração. Sal e açúcar são exemplos de substâncias que eram e ainda são utilizadas para conservar os alimentos. Entre os conservantes mais utilizados em alimentos, podem-se citar os propionatos de sódio e de cálcio, que são bastante usados na indústria de panificação devido à sua pouca atuação contra os fermentos biológicos; os sulfitos de sódio e de potássio, que são particularmente indicados para a conservação de frutas e vegetais; e os nitritos e nitratos de sódio e de potássio, que são especialmente usados em sal de cura, misturados com cloreto de sódio, sendo injetados na forma de solução em pernis, palhetas e outros produtos cárneos.

CONSERVANTES. *Food Ingredients Brasil*, v. 18, 2011. Disponível em: <https://revista-fi.com.br>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Entre as substâncias mencionadas no texto, o conservante que pode ser utilizado para preservar maçãs é o

- A K_2CO_3 .
- B K_2SO_4 .
- C $NaNO_2$.
- D $NaNO_3$.
- E Na_2SO_3 .

Resolução

99. Resposta correta: E

C 7 H 24

- a)(F) O carbonato de potássio (K_2CO_3) não pode ser usado na conservação de frutas ou vegetais, que é feita com sulfito de sódio ou de potássio, de acordo com o texto.
- b)(F) O sulfato de potássio (K_2SO_4) não pode ser usado na conservação de frutas ou vegetais por não ser um sulfito de sódio ou de potássio.
- c)(F) O nitrito de sódio ($NaNO_2$) é empregado na conservação de carnes.
- d)(F) O nitrato de sódio ($NaNO_3$) é utilizado para conservação de carnes.
- e)(V) De acordo com o texto, a conservação de frutas e vegetais é feita com a adição de sulfitos de sódio e de potássio. O ânion sulfito (SO_3^{2-}) interage com o cátion de sódio (Na^+) para formar o composto iônico sulfito de sódio (Na_2SO_3).

Questão 100 • enem2022

O termo “rios voadores” é uma expressão popular para os verdadeiros cursos de água atmosféricos, formados por massas de ar carregadas de vapor-d'água, muitas vezes acompanhados por nuvens, que são empurradas pelos ventos. Essas correntes de ar invisíveis passam em cima das nossas cabeças carregando umidade, desde a Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul do Brasil. Essa umidade, nas condições meteorológicas propícias – como uma frente fria vinda do sul, por exemplo –, se transforma em chuva.

Disponível em: <https://jornal.unesp.br>. Acesso em: 20 fev. 2022. (adaptado)

Uma intervenção no ambiente a qual prejudica diretamente esse processo é o(a)

- A** desmatamento da Região Amazônica.
- B** expansão agrícola nos campos sulinos.
- C** eutrofização de ecossistemas aquáticos.
- D** redução das emissões de carbono no Pantanal.
- E** impermeabilização do solo no Semiárido nordestino.

Resolução

100. Resposta correta: A

C 3 H 10

- a) (V) A formação das nuvens que compõem os rios voadores ocorre devido à evapotranspiração da Floresta Amazônica. Portanto, o desmatamento dessa região impacta negativamente esse processo.
- b) (F) A formação dos rios voadores é observada na Região Norte do país, e não nos campos sulinos (Pampas).
- c) (F) A eutrofização é um desequilíbrio observado nos ecossistemas aquáticos decorrente do aporte excessivo de nutrientes; portanto, não tem relação direta com a redução da quantidade de vapor-d'água na atmosfera.
- d) (F) A redução das emissões de carbono, ou seja, de gases do efeito estufa, como o metano e o gás carbônico, contribui para a manutenção de um ambiente equilibrado; logo, não é uma causa de desequilíbrio ambiental.
- e) (F) A impermeabilização do solo pode ser uma consequência das secas prolongadas, e não a causa da redução da umidade relativa do ar.

Questão 101 • enem2022

Um laudo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) constatou a degradação da qualidade das águas do Rio Gramame, no município do Conde, na Grande João Pessoa. A análise foi feita após mais de 40 mil litros de hidróxido de sódio (soda cáustica) vazarem de uma estação de tratamento da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa).

Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 14 fev. 2022. (adaptado)

A degradação da qualidade da água mencionada no texto ocorre devido ao(à)

- A** aumento na concentração de íons OH^- .
- B** diminuição do potencial hidrogeniônico (pH).
- C** redução na quantidade de gás oxigênio dissolvido.
- D** multiplicação das partículas sólidas em suspensão.
- E** elevação da concentração de compostos orgânicos.

Resolução

101. Resposta correta: A

C 3 H 10

- a)(V) O hidróxido de sódio (NaOH) é classificado como uma base solúvel em água; dessa forma, sofre dissociação e libera os íons Na^+ e OH^- em meio aquoso. O aumento na concentração de íons OH^- eleva o pH da água, causando degradação de sua qualidade.
- b)(F) Por ser uma base, o hidróxido de sódio irá aumentar o pH da água, e não diminuir.
- c)(F) A dissolução da base na água não altera a quantidade de gás oxigênio dissolvido.
- d)(F) O hidróxido de sódio é uma base solúvel em água e, portanto, não causa multiplicação das partículas sólidas em suspensão.
- e)(F) O hidróxido de sódio é um composto inorgânico, e não orgânico.

Questão 102 • enem2022

Partindo da evidência de que o conhecimento do genoma humano e suas aplicações futuras repercutirão bastante na sociedade humana, sabe-se que muitas discussões acontecerão acerca do impacto das novas biotecnologias na vida e na natureza como um todo. A possibilidade da clonagem humana traz à discussão o papel da ciência e da engenharia genética e as chances de que se possa estabelecer um domínio completo sobre o processo reprodutivo, colocando-se em primeira ordem os interesses individuais.

BRAUNER, Maria Claudia Crespo. Clonagem humana: algumas premissas para o debate jurídico. Disponível em: <https://www.ufrgs.br>. Acesso em: 11 fev. 2022.

A limitação bioética relacionada a esse avanço biotecnológico justifica-se porque o(a)

- Ⓐ uso de células-tronco para tratar doenças é inconstitucional no Brasil.
- Ⓑ reprogramação de células adultas em células-tronco embrionárias é inviável.
- Ⓒ clonagem terapêutica visa gerar um feto geneticamente idêntico ao seu doador.
- Ⓓ procedimento não pode ser usado para o manejo de espécies ameaçadas de extinção.
- Ⓔ clonagem reprodutiva humana entra em conflito com alguns direitos humanos fundamentais.

◦ **Resolução** ◦

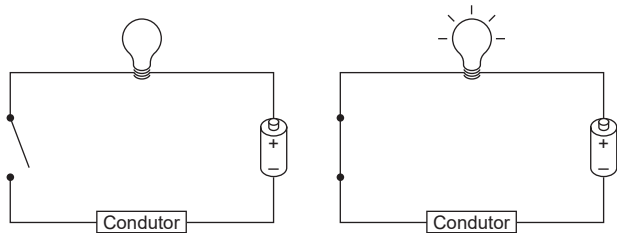
102. Resposta correta: E

C 3 H 11

- a)(F) No Brasil, o uso de células-tronco adultas é permitido para fins terapêuticos. Já o uso de células-tronco embrionárias é regulamentado no país pela Lei de Biossegurança (Lei 11.105 de 24 de março de 2005), que permite para fins de pesquisa e terapia o uso de células-tronco embrionárias obtidas de embriões humanos produzidos por fertilização *in vitro*, desde que os embriões sejam inviáveis, estejam congelados há 3 anos ou mais e haja consentimento dos genitores.
- b)(F) A reprogramação de células adultas em células-tronco embrionárias é uma técnica estudada atualmente e de grande interesse para clonagem terapêutica, sendo já aplicada em diversas situações.
- c)(F) A clonagem terapêutica não visa a fins reprodutivos, mas sim ao tratamento de doenças por meio do uso de células-tronco.
- d)(F) A clonagem reprodutiva de plantas e animais é permitida. Esse avanço biotecnológico pode ser uma ferramenta útil para o manejo de espécies ameaçadas de extinção, ajudando a aumentar o tamanho de suas populações tanto em cativeiro quanto em ambiente natural.
- e)(V) A clonagem reprodutiva humana é proibida, pois fere princípios bioéticos fundamentais, como a dignidade do indivíduo, direito à identidade, à segurança, à igualdade etc. Assim, se um ser humano for concebido por meio da técnica de clonagem, além de haver riscos quanto à integridade de sua saúde, também pode ter sua integridade moral comprometida.

Questão 103 • enem2022

Os esquemas a seguir mostram a representação de dois estados de um circuito elétrico em que a estrutura identificada como condutor é metálica.



Considerando que \oplus representa os núcleos dos átomos do metal condutor e \ominus representa os elétrons livres destes, o esquema que mostra de modo simplificado o que ocorre com essas partículas do condutor quando a chave do circuito está aberta e fechada, respectivamente, é:

A

B

C

D

E

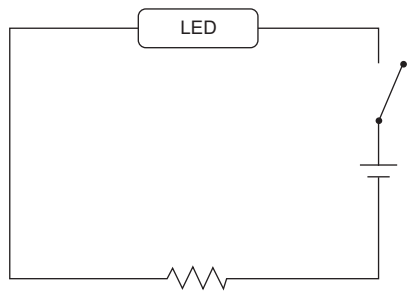
Resolução

103. Resposta correta: B

C 5 H 18

- a)(F) Os núcleos atômicos do metal condutor não se movem em seu interior, independentemente de o circuito estar aberto ou fechado.
- b)(V) O primeiro esquema mostra a movimentação desordenada dos elétrons livres do condutor metálico quando não há corrente elétrica (chave aberta). Já o segundo esquema mostra os elétrons livres se movendo ordenadamente, todos em um mesmo sentido, quando há corrente elétrica (chave fechada). Além disso, o sentido de deslocamento dos elétrons livres no condutor é do polo negativo para o polo positivo do gerador no circuito, ou seja, com sentido contrário ao estabelecido como convencional para a corrente elétrica.
- c)(F) Quando a chave está fechada, são os elétrons livres que se movem ordenadamente, e não os núcleos atômicos do metal.
- d)(F) Quando a chave está aberta, são os elétrons livres que se movem desordenadamente, e não os núcleos atômicos do metal.
- e)(F) Os núcleos atômicos do metal condutor não se movem em seu interior, independentemente de o circuito estar aberto ou fechado.

Questão 104 enem2022



O LED (acrônimo derivado de *light-emitting diode* ou, na tradução literal, diodo emissor de luz) é um semicondutor bastante utilizado em eletroeletrônicos. Um exemplo bem conhecido de suas várias aplicações é o brilho emitido pela tela de um telefone celular quando uma mensagem ou chamada é recebida. O LED converte energia elétrica em luz, e, para funcionar adequadamente, a intensidade de corrente que o atravessa deve ser limitada por resistores no circuito elétrico. Suponha que a corrente máxima suportada por um LED seja de $1,5 \cdot 10^{-2}$ A, quando submetido a uma tensão de 6 V.

Caso o circuito seja conectado a uma tensão de 9V, qual deve ser o menor valor da resistência associada em série ao LED para que este não seja danificado?

- A 100 Ω
- B 200 Ω
- C 400 Ω
- D 600 Ω
- E 1000 Ω

Resolução

104. Resposta correta: B

C 2 H 5

a)(F) Possivelmente, o aluno calculou a razão entre as tensões e aplicou a Primeira Lei de Ohm.

$$R = \frac{U}{i} = \frac{\left(\frac{9}{6}\right)}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 100 \, \Omega$$

b)(V) De acordo com a Primeira Lei de Ohm, a resistência elétrica do LED é dada por:

$$R = \frac{U}{i}$$
$$R_{LED} = \frac{6}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 400 \, \Omega$$

Assim, calcula-se a resistência que deve estar associada em série (R_s) ao LED para que a corrente não ultrapasse $1,5 \cdot 10^{-2}$ A a uma tensão de 9 V:

$$R_{LED} + R_s = \frac{U}{i}$$
$$R_s + 400 = \frac{9}{1,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow R_s = 200 \, \Omega$$

c)(F) Possivelmente, o aluno calculou a resistência do LED quando submetido a tensão e corrente nominais.

$$R_{LED} = \frac{6}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 400 \, \Omega$$

d)(F) Possivelmente, o aluno calculou a resistência do LED quando submetido a uma corrente de $1,5 \cdot 10^{-2}$ A e a uma tensão de 9 V.

$$R = \frac{U}{i} = \frac{9}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 600 \, \Omega$$

e)(F) Possivelmente, aluno somou as tensões e aplicou a Primeira Lei de Ohm.

$$R_{LED} = \frac{6 + 9}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 1000 \, \Omega$$

Questão 105 • enem2022

Por que não podemos descartar medicamentos de qualquer jeito? O descarte inadequado de restos de medicamentos pode causar, por exemplo, o uso inadvertido por outras pessoas, resultando em reações adversas graves e intoxicações. Além disso, o meio ambiente é agredido com a contaminação da água, do solo e dos animais. O descarte de medicamentos no esgoto e no lixo comum faz com que as substâncias químicas contidas neles cheguem aos rios e córregos, podendo contaminar a água.

Disponível em: <https://www.pfizer.com.br>. Acesso em: 22 fev. 2022. (adaptado)

Atualmente, é indicado que os estabelecimentos de saúde encaminhem os resíduos citados no texto para

- A** aterros sanitários, onde o solo impermeabilizado impede a contaminação do ambiente por agentes infectantes.
- B** aterros controlados, que regulam a quantidade de chorume contaminado ao cobrir com terra o lixo descartado.
- C** incineração, que é capaz de eliminar os contaminantes antes do descarte das cinzas em aterros especializados.
- D** centros de reciclagem, que são aptos a triar e processar tanto materiais recicláveis quanto medicamentos.
- E** usinas de compostagem, onde é possível reaproveitar os princípios ativos presentes na composição dos remédios.

◦ **Resolução** ◦

105. Resposta correta: C

C / 8 H / 30

- a)(F) Embora os aterros sanitários tenham o solo impermeabilizado para impedir a contaminação do ambiente por chorume, ele não é o destino indicado para resíduos hospitalares, que precisam passar por um processo de descontaminação antes de irem para aterros especializados.
- b)(F) Os aterros controlados não apresentam solo impermeabilizado nem sistema de coleta de chorume, sendo contraindicados para resíduos hospitalares e até para os demais resíduos sólidos. Trata-se de uma alternativa paliativa aos lixões, enquanto esses não são substituídos por aterros sanitários, como previsto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- c)(V) Dado seu alto poder infectante, o lixo hospitalar precisa ser descontaminado antes de ser depositado em aterros especializados. No Brasil, esse processo de descontaminação é feito geralmente por meio da incineração, que transforma os resíduos hospitalares em cinzas.
- d)(F) Os centros de reciclagem são locais destinados à triagem e ao processamento de materiais recicláveis, não servindo de destino para os resíduos hospitalares.
- e)(F) As usinas de compostagem são locais onde os resíduos orgânicos são transformados em adubo, não servindo de destino para os resíduos hospitalares.

Questão 106 • enem2022

Com base na teoria atômica, Dalton concluiu que, se dois elementos, A e B, podem formar mais de um composto, então as massas de B que combinam com a mesma massa de A nos diferentes compostos estão na mesma proporção que pequenos números inteiros. Por exemplo, oxigênio e carbono podem formar dois compostos: em um deles, o monóxido de carbono, a proporção dos dois elementos é de 4:3 (massa), respectivamente; e, no outro, o dióxido de carbono, é de 8:3. Essa ficou conhecida como Lei das Proporções Múltiplas, ou Lei de Dalton.

Disponível em: <http://allchemy.iq.usp.br>. Acesso em: 14 fev. 2022. (adaptado)

De acordo com essas proporções, a relação entre a massa de oxigênio em uma molécula de monóxido de carbono e a massa de oxigênio em uma molécula de dióxido de carbono é

- A 1:1.
- B 1:2.
- C 3:3.
- D 4:2.
- E 8:4.

Resolução

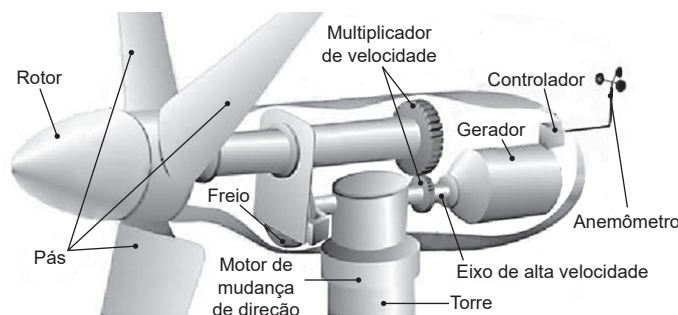
106. Resposta correta: B

C 5 H 17

- a)(F) Possivelmente, o aluno utilizou a massa do carbono nas substâncias citadas e chegou à proporção 3:3, que simplificada é igual a 1:1.
- b)(V) De acordo com o texto, usando-se a mesma massa de carbono, a proporção entre as massas de oxigênio nos dois compostos é igual a 4 (no CO) e 8 (no CO₂). Ao simplificar a proporção de 4:8, obtém-se 1:2.
- c)(F) Possivelmente, o aluno considerou a proporção entre a massa do carbono nos dois compostos (3:3) e não simplificou para 1:1.
- d)(F) Possivelmente, o aluno inverteu a ordem das substâncias na proporção, de 4:8 para 8:4, e não simplificou o máximo possível, reduzindo a relação apenas para 4:2.
- e)(F) Possivelmente, o aluno inverteu a ordem das substâncias na proporção, de 4:8 para 8:4, e não simplificou a relação.

Questão 107 • enem2022

Aerogeradores, como o ilustrado na figura a seguir, são a base de funcionamento de usinas de energia eólica. Quando instalados adequadamente, o vento movimenta as pás, que fazem girar o rotor. Este, por sua vez, transmite o movimento ao multiplicador de velocidade – sistema formado por duas engrenagens de tamanhos distintos conectadas –, o qual provoca a rotação do eixo do gerador. Assim, a energia cinética é convertida em energia elétrica.



Disponível em: <https://www.eepowerschool.com>. Acesso em: 28 mar. 2022. (adaptado)

Considere que o movimento entre as duas engrenagens ocorre sem deslizamento.

Em relação à engrenagem conectada ao eixo do rotor, a engrenagem acoplada ao gerador apresenta mesma velocidade

- A** linear e maior velocidade angular.
- B** angular e maior velocidade linear.
- C** linear e menor velocidade angular.
- D** angular e menor velocidade linear.
- E** angular e mesma velocidade linear.

Resolução

107. Resposta correta: A

C 2 H 6

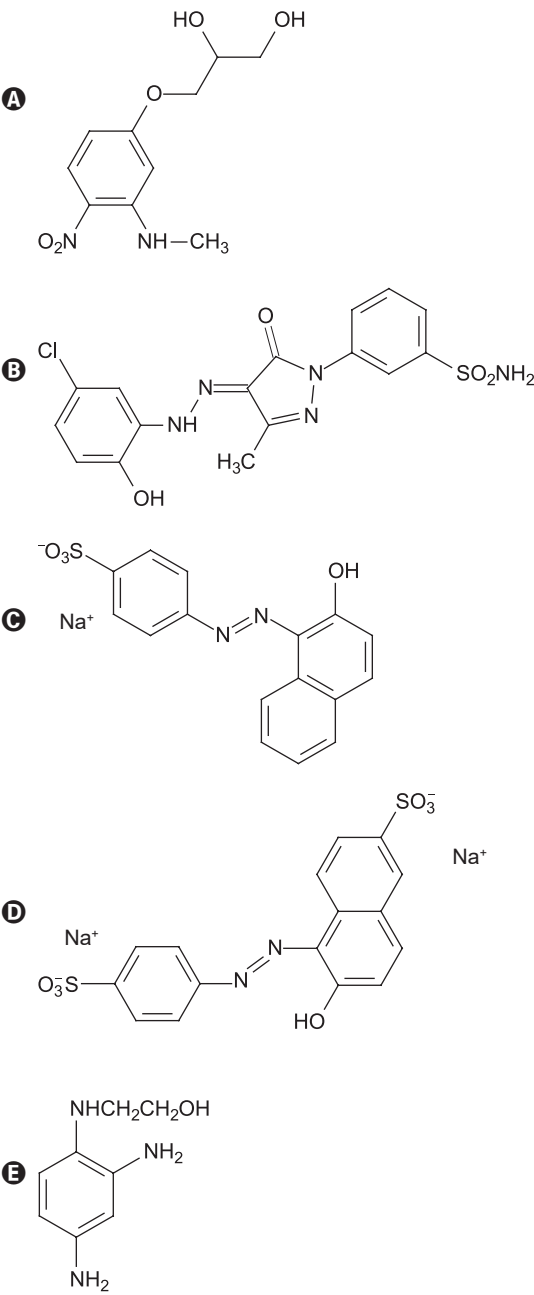
- a)(V) As engrenagens estão conectadas, o que significa que apresentam a mesma velocidade linear. Já a velocidade angular é inversamente proporcional ao raio. Desse modo, a engrenagem com o menor raio (que está conectada ao eixo do gerador) apresenta maior velocidade angular.
- b)(F) Para que apresentassem a mesma velocidade angular, seria necessário que as engrenagens estivessem acopladas pelo mesmo eixo central ou que tivessem o mesmo raio. Além disso, a velocidade linear é a mesma para as duas engrenagens, pois estão conectadas.
- c)(F) A velocidade angular é inversamente proporcional ao raio, ou seja, a engrenagem de menor raio tem maior velocidade angular.
- d)(F) A velocidade linear é a mesma para as duas engrenagens, pois estão conectadas. Já a velocidade angular é distinta, pois as engrenagens possuem raios diferentes.
- e)(F) Para que apresentassem a mesma velocidade angular, seria necessário que as engrenagens estivessem acopladas pelo mesmo eixo central ou que tivessem o mesmo raio.

Questão 108 enem2022

A tintura de cabelo temporária contém corantes capazes de reagir preferencialmente com as fibras proteicas que estão presentes na cutícula do fio de cabelo e são aplicadas via formulações comerciais de xampu, loções, gel e produtos condicionadores. Já as tinturas do tipo semipermanentes produzem um efeito com duração de 6 a 12 lavagens e são derivadas de nitrocompostos, contendo diferentes grupos auxocrômicos, que acentuam a cor do grupo nitro presente, como o cromóforo.

Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br>. Acesso em: 12 fev. 2022. (adaptado)

Uma substância que tem as características citadas no texto e que pode ser usada como tintura semipermanente é representada pela estrutura:

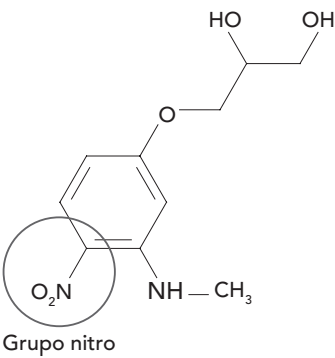


Resolução

108. Resposta correta: A

C 5 H 18

a)(V) De acordo com o texto, as tinturas semipermanentes são derivadas de nitrocompostos, que têm o grupo nitro (R — NO₂) atuando como cromóforo (parte da molécula responsável pela sua cor). A estrutura a seguir é a única derivada de nitrocomposto.



- b)(F) A estrutura representada possui grupamentos nitrogenados das funções amina e amida, mas não do grupo nitro (R — NO₂).
- c)(F) A estrutura representada possui grupo azo (— N = N —), não sendo considerada derivada de nitrocompostos.
- d)(F) A estrutura representada não apresenta o grupo nitro (R — NO₂), mas sim o grupo azo (— N = N —).
- e)(F) A estrutura representada possui a função amina (primária e secundária), que não é derivada de nitrocompostos.

Questão 109 • enem2022

Autoridades de segurança aérea norte-americanas pediram que a Boeing forneça uma nova documentação mostrando que vários subsistemas do 737 MAX já teriam problemas de aterramento elétrico em pelo menos três áreas distintas em um equipamento chamado de *cockpit*. Parte da frota está com a operação interrompida por causa dos problemas relacionados à qualidade na produção, que envolveram a instalação fora dos padrões de uma unidade de controle de energia de *backup* de alguns aviões recém-construídos. A falta do aterramento pode causar acidentes no momento de reabastecimento do avião, pois a carcaça da aeronave passa por um processo de eletrização durante o voo.

Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br>. Acesso em: 16 fev. 2022. (adaptado)

Sobre o processo de eletrização ao qual o texto se refere, é correto afirmar que ele

- A** induz uma corrente elétrica na carcaça.
- B** atrai as moléculas do ar para a carcaça.
- C** resulta na troca de cargas entre o ar e a carcaça.
- D** diminui o número de prótons na carcaça do avião.
- E** distribui as cargas elétricas na carcaça de modo uniforme.

Resolução

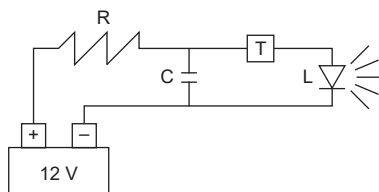
109. Resposta correta: C

C 5 H 18

- a)(F) O atrito provoca o acúmulo de cargas estáticas no avião; portanto, não há corrente.
- b)(F) Não há atração entre a carcaça do avião e as moléculas do ar, visto que se trata de corpos eletricamente neutros.
- c)(V) Devido ao movimento relativo do avião no ar, o atrito entre eles provoca a troca de cargas elétricas, o que acarreta eletrização por atrito.
- d)(F) Os processos de eletrização provocam variação da quantidade de elétrons de um corpo, e não de prótons.
- e)(F) Devido ao poder das pontas, há maior concentração de partículas nelas, mas isso não explica o processo de eletrização do avião.

Questão 110 • enem2022

A figura a seguir representa, de forma simplificada e sem proporção, o circuito utilizado no funcionamento do pisca-alerta de um veículo.



Uma bateria de 12 V alimenta o circuito, o qual contém um resistor ($R = 1 \text{ k}\Omega$) e um capacitor ($C = 1000 \text{ }\mu\text{F}$). O componente T só permite a passagem de corrente elétrica para o LED (L) quando o capacitor termina de ser carregado. Além disso, T não interfere no funcionamento do circuito durante o carregamento.

A energia fornecida pelo capacitor ao LED é igual a

- A $4,2 \cdot 10^{-8} \text{ J}$.
- B $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.
- C $7,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.
- D $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.
- E $1,4 \cdot 10^{-1} \text{ J}$.

Resolução

110. Resposta correta: C

C 2 H 5

- a)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a equação que determina a quantidade de energia fornecida pelo capacitor, elevando ao quadrado a capacitância e colocando a tensão no denominador.

$$E = \frac{C^2}{2V} = \frac{(1000 \cdot 10^{-6})^2}{2 \cdot 12} \cong 4,2 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

- b)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a equação que determina a quantidade de energia fornecida pelo capacitor, esquecendo-se de elevar ao quadrado a tensão.

$$E = \frac{C \cdot V}{2} = \frac{1000 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{2} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

- c)(V) Ao completar o processo de carga, o capacitor fica sujeito a uma tensão de 12 V. Assim, para obter a quantidade de energia fornecida por ele, usa-se a equação a seguir.

$$E = \frac{C \cdot V^2}{2}$$

$$E = \frac{1000 \cdot 10^{-6} \cdot 12^2}{2} \Rightarrow E = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

- d)(F) Possivelmente, o aluno calculou apenas a carga armazenada no capacitor, imaginando que essa grandeza é medida em joule.

$$Q = C \cdot V = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

- e)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a equação que determina a quantidade de energia fornecida pelo capacitor, esquecendo-se de dividir por 2.

$$E = C \cdot V^2 = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 12^2 = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ J}$$

Questão 111 • enem2022

Adsorção é um dos processos mais eficientes de tratamento de águas residuárias, sendo empregado nas indústrias a fim de reduzir os níveis de compostos tóxicos no meio ambiente dos seus efluentes.

Desse modo, as diferentes partes da *Eichhornia crassipes* – aguapé – (raiz, caule e folha) foram empregadas como bioadsorventes para remoção do corante têxtil turquesa remazol, em meio aquoso. Os dados obtidos dessa bioadsorção estão relacionados na tabela a seguir.

Biomassa do aguapé	Temperatura (K)	Constante de equilíbrio
Raiz	283	$1,61 \cdot 10^4$
	298	$4,69 \cdot 10^4$
	313	$25,20 \cdot 10^4$
Caule	283	$1,45 \cdot 10^4$
	298	$2,05 \cdot 10^4$
	313	$16,50 \cdot 10^4$
Folha	283	$1,52 \cdot 10^4$
	298	$4,02 \cdot 10^4$
	313	$32,00 \cdot 10^4$

NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do *et al.* Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256 p. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br>. Acesso em: 12 abr. 2022. (adaptado)

Considerando os dados da tabela, a adsorção do corante pelo aguapé deve apresentar a maior eficiência quando ocorre

- A na raiz da planta.
- B no caule da planta.
- C a uma temperatura de 10 °C.
- D a uma temperatura de 25 °C.
- E a uma temperatura de 40 °C.

Resolução

111. Resposta correta: E

C 5 H 19

- a)(F) Embora os valores de constante de equilíbrio (K_{eq}) na raiz sejam ligeiramente maiores do que na folha nas temperaturas de 283 K e 298 K, o valor de K_{eq} na raiz é menor do que na folha quando a temperatura é de 313 K. Portanto, a adsorção do corante nem sempre é mais eficiente na raiz do aguapé.
- b)(F) Os valores de constante de equilíbrio no caule são menores do que nas outras partes da planta, indicando que a eficiência na adsorção do corante é menor.
- c)(F) Na temperatura de 10 °C (283 K), tem-se os menores valores de constante de equilíbrio, o que acarreta em menor eficiência na adsorção do corante.
- d)(F) Apesar de a constante de equilíbrio na temperatura de 25 °C (298 K) ser maior do que na temperatura de 10 °C (283 K), ainda é menor do que na temperatura de 40 °C (313 K), portanto também apresenta menor eficiência na adsorção.
- e)(V) Na tabela, nota-se que, em cada parte da planta, os maiores valores de constante de equilíbrio (K_{eq}) foram obtidos na temperatura de 313 K, que corresponde a 40 °C ($313 - 273 = 40$ °C). A constante de equilíbrio (K_{eq}) representa a razão entre a concentração dos produtos e dos reagentes; logo, quanto maior a adsorção do corante, maior a concentração dos produtos e menor a dos reagentes, resultando em um maior valor de K_{eq} . Assim, pode-se dizer que a adsorção do corante ocorre com maior eficiência nos valores mais altos de K_{eq} .

Questão 112 • enem2022

Um sistema embarcado autônomo é utilizado para monitoramento de segurança do trabalho em uma planta industrial. Esse sistema é constituído por um carrinho elétrico com sensores de presença e transporta câmeras de visão noturna. Mantendo velocidade constante, o carrinho é capaz de detectar desde pequenos obstáculos em corredores até um piso escorregadio, ambos potencialmente capazes de provocar acidentes de trabalho. Considere que a velocidade máxima do carrinho seja de 2 m/s, que sua massa total seja de 8 kg, que a potência mecânica fornecida pelo motor dele equivale a 144 W e que a aceleração da gravidade no local é de 10 m/s².

Para evitar o deslizamento durante o movimento com a potência e a velocidade máxima dadas no texto, o valor mínimo do coeficiente de atrito estático entre o pneu do carrinho e o material do piso deve ser igual a

- A 0,09.
- B 0,18.
- C 0,23.
- D 0,45.
- E 0,90.

Resolução

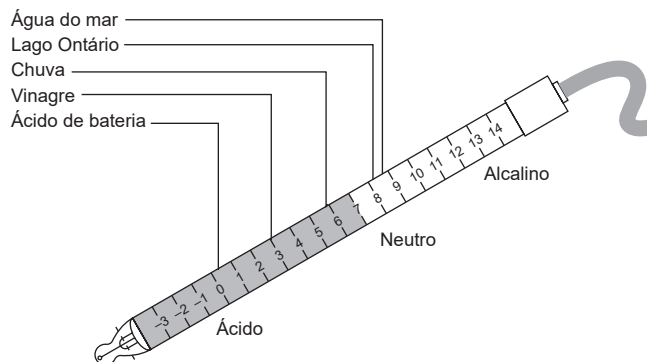
112. Resposta correta: E

C 2 H 7

- a)(F) Possivelmente, o aluno confundiu os conceitos de massa e de peso.
- $$m = 8 \cdot 10 = 80 \text{ N}$$
- $$\mu_e \cdot m \cdot g = F$$
- $$\mu_e \cdot 80 \cdot 10 = 72 \Rightarrow \mu_e = 0,09$$
- b)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a equação da potência, trocando a velocidade pela aceleração da gravidade.
- $$\text{Pot} = F \cdot a$$
- $$144 = F \cdot 10 \Rightarrow F = 14,4$$
- $$\mu_e \cdot m \cdot g = F$$
- $$\mu_e \cdot 8 \cdot 10 = 14,4 \Rightarrow \mu_e = 0,18$$
- c)(F) Possivelmente, o aluno dividiu a potência do carrinho por 4, considerando que ela está distribuída entre os quatro pneus (Pot = 36 W), e arredondou o resultado final para duas casas decimais.
- $$F = \frac{\text{Pot}}{v} = \frac{36}{2} = 18 \text{ N}$$
- $$\mu_e \cdot m \cdot g = F$$
- $$\mu_e \cdot 8 \cdot 10 = 18 \Rightarrow \mu_e = 0,225 \cong 0,23$$
- d)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir a força de reação normal, considerando a velocidade na equação.
- $$\mu_e \cdot N = F$$
- $$\mu_e \cdot m \cdot g \cdot v = F$$
- $$\mu_e \cdot 8 \cdot 10 \cdot 2 = 72 \Rightarrow \mu_e = 0,45$$
- e)(V) Inicialmente, calcula-se a força que o carrinho imprime no piso:
- $$F = \frac{\text{Pot}}{v} = \frac{144}{2} = 72 \text{ N}$$
- Em seguida, determina-se o coeficiente de atrito estático, sabendo que a força de atrito estático máxima ($F_{\text{ate}_{\text{máx}}}$) deve ser maior ou igual a F.
- $$F_{\text{ate}_{\text{máx}}} = F$$
- $$\mu_e \cdot N = F$$
- $$\mu_e \cdot m \cdot g = F$$
- $$\mu_e \cdot 8 \cdot 10 = 72 \Rightarrow \mu_e = 0,9$$
- Portanto, o coeficiente de atrito estático deve ser de, no mínimo, 0,9.

Questão 113 • enem2022

A imagem a seguir apresenta a escala pH indicando exemplos de soluções ácidas e alcalinas, encontradas no cotidiano ou na natureza, com os seus respectivos potenciais hidrogeniônicos.



HARRIS, Daniel C. *Explorando a Química analítica*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. (adaptado)

Analizando a escala apresentada, a solução com concentração de íons hidróxido mais perto de 10^{-8} é a do(a)

- A** vinagre.
- B** água do mar.
- C** ácido de bateria.
- D** Lago Ontário.
- E** chuva.

Resolução

113. Resposta correta: E

C 7 H 24

- a)(F) O pOH do vinagre é, aproximadamente, 11; portanto, $[\text{OH}^-] \cong 1 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$.
- b)(F) O pOH da água do mar é um pouco menor que 6; logo, $[\text{OH}^-] < 10^{-6} \text{ mol/L}$.
- c)(F) O pOH do ácido de bateria é igual a 14; logo, $[\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol/L}$.
- d)(F) O pOH do Lago Ontário é igual a 6; portanto, $[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol/L}$.
- e)(V) Sabendo que a concentração de íons hidróxido (OH^-) mais perto de 10^{-8} é aquela que tem pOH = 8, é necessário determinar o valor de pH correspondente para identificar a solução no esquema. Assim, tem-se que:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} + 8 = 14 \Rightarrow \text{pH} = 6$$
 De acordo com o esquema, a solução que tem pH = 6 e, portanto, pOH = 8 é a chuva.

Questão 114 • enem2022

Um estudante irá passar por um processo cirúrgico e precisa receber uma transfusão sanguínea. Em relação ao sistema ABO, sabe-se que sua mãe biológica pode receber qualquer tipo de sangue, enquanto seu pai biológico é doador universal.

Considerando os genótipos dos pais, a probabilidade de o estudante poder receber sangue tipo A é de

- A** 0%.
- B** 25%.
- C** 50%.
- D** 75%.
- E** 100%.

◦ **Resolução**

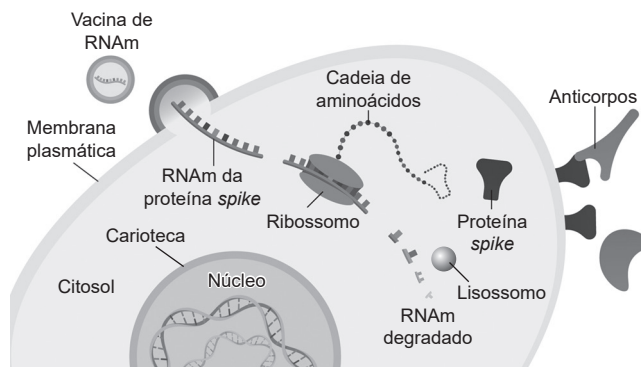
114. Resposta correta: C

C 4 H 13

- a)(F) A probabilidade seria nula se o estudante tivesse sangue tipo O, como o do pai, ou se houvesse 100% de chance de ele ser do tipo B.
- b)(F) A probabilidade de 25% pode ter sido considerada equivocadamente ao assumir que o estudante poderia ser de qualquer um dos quatro tipos sanguíneos e que a transfusão só deve ocorrer entre pessoas do mesmo tipo de sangue, ou seja, apenas quem tem sangue tipo A pode receber esse tipo sanguíneo.
- c)(V) A mãe biológica do estudante tem sangue tipo AB (receptor universal), enquanto o pai tem sangue tipo O (doador universal). Considerando os genótipos dos pais ($I^A I^B \times ii$), sabe-se que o estudante pode ter sangue tipo A ($I^A i$) ou B ($I^B i$). Portanto, a probabilidade de ele poder receber sangue tipo A é de 50% (apenas pessoas com sangue tipo A ou AB podem receber transfusão desse tipo sanguíneo).
- d)(F) A probabilidade de 75% pode ter sido considerada equivocadamente ao assumir que o estudante poderia ser de qualquer um dos quatro tipos sanguíneos e que a transfusão de sangue tipo A só não pode ser realizada para um desses tipos.
- e)(F) A probabilidade só seria de 100% se houvesse a certeza de que o estudante tem sangue tipo A; porém, existe a chance de ele ter sangue tipo B, o que inviabilizaria a transfusão de sangue tipo A.

Questão 115 • enem2022

Muitas vacinas contra a covid-19 foram desenvolvidas, e algumas delas se baseiam na tecnologia do RNA mensageiro (RNAm). O esquema a seguir mostra o mecanismo de ação desse tipo de vacina.



Disponível em: <https://www.genome.gov>. Acesso em: 22 fev. 2022. (adaptado)

A tradução da informação genética contida nessa vacina é realizada no(a)

- A** núcleo.
- B** carioteca.
- C** lisossomo.
- D** ribossomo.
- E** membrana.

◦ **Resolução** ◦

115. Resposta correta: D

C 4 H 14

- a)(F) O núcleo contém o material genético da célula eucariótica e é onde ocorre a transcrição do DNA em RNA mensageiro. As vacinas de RNAm, porém, não ativam a transcrição de genes humanos, mas sim a tradução de proteínas virais nos ribossomos da célula hospedeira.
- b)(F) A carioteca, também chamada de envoltório nuclear, corresponde à membrana que separa o núcleo do citoplasma, regulando a troca de moléculas entre esses dois compartimentos na célula eucariótica. A tradução da informação genética ocorre no citoplasma.
- c)(F) Os lisossomos são as organelas responsáveis pela digestão intracelular, e não pela tradução do RNA mensageiro em proteínas.
- d)(V) Os ribossomos são as organelas responsáveis pela tradução da informação genética, etapa da síntese proteica em que uma fita de RNA mensageiro é lida e traduzida em cadeias polipeptídicas.
- e)(F) A membrana plasmática corresponde à bicamada lipoproteica das células em que o RNAm encapsulado se funde para entrar no meio intracelular. A tradução da informação genética é um processo posterior, que ocorre durante a síntese de proteínas.

Questão 116 • enem2022

As ruas e avenidas em Manhattan, no estado de Nova York, foram projetadas para facilitar a locomoção, melhorar o trânsito e organizar melhor a cidade. São mais de 2000 quarteirões retangulares com dimensões aproximadamente iguais, que deixam a cidade com uma geometria impecável.

Com um mapa, certo turista marca sua posição inicial e traça a rota para chegar de carro até um ponto turístico utilizando 3 comandos vetoriais. Do ponto de partida e utilizando a escala do mapa, ele percebe que deve se deslocar 500 metros para leste, em seguida 200 metros para norte e 350 metros para oeste até chegar ao seu destino.

O módulo do deslocamento vetorial do turista nas ruas de Manhattan é de

- A** 250 metros.
- B** 350 metros.
- C** 650 metros.
- D** 873 metros.
- E** 1050 metros.

◦ **Resolução** ◦

116. Resposta correta: A

C 6 H 20

- a)(V) Primeiramente, considera-se que o deslocamento na direção leste-oeste é de $500 - 350 = 150$ m. Em seguida, calcula-se o deslocamento vetorial por meio da aplicação do Teorema de Pitágoras:

$$D^2 = 150^2 + 200^2$$

$$D = \sqrt{62\,500} = 250 \text{ m}$$

- b)(F) Possivelmente, o aluno considerou que o deslocamento para o norte tem a mesma direção do deslocamento para o leste:

$$D = 500 - 350 + 200 = 350 \text{ m}$$

- c)(F) Possivelmente, o aluno calculou a diferença entre a distância percorrida na direção leste-oeste e a percorrida na direção norte-sul:

$$D = 500 + 350 - 200 = 650 \text{ metros}$$

- d)(F) Possivelmente, o aluno somou as distâncias percorridas na direção leste-oeste em vez de subtrair:

$$D^2 = (500 + 350)^2 + 200^2 \Rightarrow D \cong 873 \text{ m}$$

- e)(F) Possivelmente, o aluno apenas somou as distâncias percorridas:

$$D = 500 + 350 + 200 = 1050 \text{ m}$$

Questão 117 • enem2022

Russos preparam desativação e queda da estação espacial Mir

O trabalho de diminuição da órbita da estação russa deverá ser feito em etapas. Atualmente, a Mir orbita a Terra a uma altitude de cerca de 400 km. Cada nave que se acoplar à Mir a partir de maio deverá impulsioná-la para reduzir sua órbita até cerca de 130 km acima da superfície do planeta. Abaixo dessa altitude, ela perderá sua capacidade de permanecer em órbita e deverá cair no oceano, atraída pelo campo gravitacional da Terra.

RUSSOS preparam desativação e queda da estação espacial Mir.
Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Considere que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e que a estação espacial tem velocidade nula no início de sua queda em direção à Terra. Despreze ainda a resistência do ar.

A velocidade vertical, em km/s, com a qual a estação espacial russa atingirá a superfície do oceano será de

- A $\sqrt{0,65}$
- B $\sqrt{1,3}$
- C $\sqrt{2,6}$
- D $\sqrt{5,4}$
- E $\sqrt{8}$

Resolução

117. Resposta correta: C

C 6 H 20

a)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao aplicar a equação de Torricelli, dividindo aceleração e altura por 2:

$$v^2 = v_0^2 + \frac{a \cdot h}{2} \Rightarrow v^2 = 0^2 + \frac{10 \cdot 1,3 \cdot 10^5}{2} \Rightarrow v = \sqrt{0,65} \cdot 10^3 \text{ m/s} = \sqrt{0,65} \text{ km/s}$$

b)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao aplicar a equação de Torricelli, esquecendo-se de multiplicar aceleração e altura por 2:

$$v^2 = v_0^2 + a \cdot h \Rightarrow v^2 = 0^2 + 10 \cdot 1,3 \cdot 10^5 \Rightarrow v = \sqrt{1,3} \cdot 10^3 \text{ m/s} = \sqrt{1,3} \text{ km/s}$$

c)(V) Sabendo que a estação espacial inicia seu movimento de queda a uma altura de 130 km, ou seja, $1,3 \cdot 10^5 \text{ m}$, a velocidade vertical com a qual chegará à superfície do oceano pode ser determinada pela equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot h$$

$$v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 1,3 \cdot 10^5$$

$$v^2 = 2,6 \cdot 10^6$$

$$v = \sqrt{2,6} \cdot 10^3 \text{ m/s} = \sqrt{2,6} \text{ km/s}$$

d)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a altura de queda da estação é de $400 - 130 = 270 \text{ km}$:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot h \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 2,7 \cdot 10^5 \Rightarrow v = \sqrt{5,4} \cdot 10^3 \text{ m/s} = \sqrt{5,4} \text{ km/s}$$

e)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a altura de queda da estação é de 400 km:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot h \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 4,0 \cdot 10^5 \Rightarrow v = \sqrt{8} \cdot 10^3 \text{ m/s} = \sqrt{8} \text{ km/s}$$

Questão 118 • enem2022

A alcalose respiratória pode ocorrer quando um estímulo promove a hiperventilação. A elevação da frequência respiratória acarreta o aumento na taxa de eliminação do gás carbônico pelos alvéolos pulmonares, o que aumenta o pH do sangue, tornando-o mais alcalino. Nessa condição de desequilíbrio, a dinâmica do CO_2 no sangue é expressa pela equação

- A** $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$
- B** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$
- C** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- D** $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$
- E** $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

◦ **Resolução**

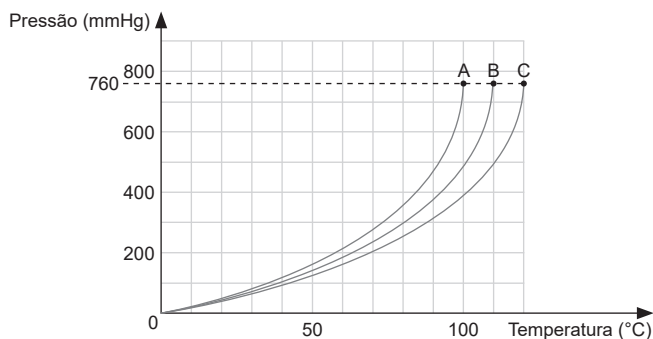
118. Resposta correta: E

C 4 H 14

- a)(F) A equação $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ tem como um de seus produtos o íon H^+ , que reduziria o pH do sangue, acarretando a acidificação sanguínea, e não a alcalose.
- b)(F) A equação $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$ representa o processo de fermentação alcoólica; portanto, não tem relação com o transporte de gás carbônico no sangue.
- c)(F) A equação $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ representa o processo de respiração aeróbica; logo, não descreve a dinâmica do CO_2 no sangue.
- d)(F) A equação $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$ representa o processo de fotossíntese, portanto não tem relação com o transporte de gases no sangue.
- e)(V) A equação $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ representa a dinâmica do transporte de gás carbônico na circulação quando este é eliminado pelos alvéolos pulmonares. Nota-se que os íons H^+ são consumidos, o que eleva o pH sanguíneo, caracterizando o processo de alcalose.

Questão 119 • enem2022

Três frascos de mesma capacidade volumétrica possuem, separadamente, amostras de água destilada (A), de solução aquosa de glicose ($C_6H_{12}O_6$) a 1 mol/L (B) e de solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) a 1 mol/L (C). O gráfico a seguir indica a variação da pressão máxima de vapor, medida ao nível do mar, das três amostras em função da temperatura.



A diferença nos valores de temperatura de ebulição está relacionada às

- A** densidades das soluções.
- B** propriedades coligativas das soluções.
- C** funções inorgânicas dos constituintes das soluções.
- D** polaridades baixas dos compostos presentes nas soluções.
- E** energias de ligação entre os átomos presentes nas soluções.

◦ **Resolução**

119. Resposta correta: B

C 7 H 24

- a)(F) A densidade de uma solução é uma propriedade que não afeta de maneira relevante sua temperatura de ebulição, que é uma propriedade coligativa.
- b)(V) As propriedades coligativas são aquelas que dependem apenas da concentração das partículas dispersas na solução. No gráfico, nota-se que a adição de um soluto não volátil à água diminui sua pressão de vapor e aumenta sua temperatura de ebulição, o que está de acordo com a propriedade denominada ebulioscopia. A temperatura de ebulição corresponde à temperatura na qual a pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica (760 mmHg). O cloreto de sódio é um composto iônico que se dissocia em meio aquoso, no qual cada mol de NaCl forma 1 mol de íons Na^+ e 1 mol de íons Cl^- ; portanto, tem a maior temperatura de ebulição. Já a glicose não sofre ionização, e, dessa forma, o número de partículas dissolvidas na solução de NaCl é maior que na solução de glicose.
- c)(F) O gráfico não faz alusão às funções inorgânicas. Além disso, a glicose é um composto orgânico.
- d)(F) Os compostos citados possuem alta polaridade.
- e)(F) Na dissolução do sal e da glicose em água, não há quebra ou formação de ligações.

Questão 120 • enem2022

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um produto que, ao ser aplicado na pós-colheita de frutos, bloqueia a ligação do etileno ao seu receptor, atuando como inibidor desse hormônio em plantas. Com isso, é desencadeada uma cascata de reações associadas à qualidade e à vida pós-colheita dos frutos.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 25 fev. 2022. (adaptado)

A utilização desse composto na pós-colheita de frutos tem como objetivo

- A** promover a abscisão foliar.
- B** induzir a germinação do embrião.
- C** produzir frutos com maior volume.
- D** retardar o amadurecimento do fruto.
- E** estimular a dormência das sementes.

Resolução

120. Resposta correta: D

C 5 H 18

- a)(F) A abscisão foliar (queda das folhas) ocorre quando há redução de auxinas e aumento de etileno nas folhas. Portanto, o bloqueio da atuação do etileno pelo 1-MCP teria o efeito oposto à abscisão foliar.
- b)(F) A germinação do embrião ocorre pela ação de hormônios como as auxinas e giberelinas; a inibição do etileno não influencia esse processo.
- c)(F) Os hormônios empregados no crescimento de frutos são as giberelinas; o etileno não é empregado com essa finalidade.
- d)(V) O etileno é um hormônio vegetal que atua estimulando o amadurecimento dos frutos. Desse modo, a inibição desse hormônio pela ação do 1-MCP retardaria esse processo, aumentando a validade dos frutos.
- e)(F) A dormência das sementes é estimulada pela ação de hormônios como o ácido abscísico, não havendo atuação do etileno nesse processo.

Questão 121 • enem2022

Do ponto de vista técnico, a Segunda Lei da Termodinâmica descreve o funcionamento das chamadas máquinas térmicas, preconizando que não poderia existir um sistema capaz de converter em trabalho toda a energia recebida de uma fonte. Em um automóvel elétrico, a eficiência do motor pode chegar a 95%.

Considere que um desses veículos, operando na eficiência máxima, receba da fonte quente (no caso, a bateria recarregável) uma quantidade de energia equivalente a 20 kWh.

Nessas condições, a quantidade de energia que o motor do veículo elétrico dissipa para o meio externo equivale a

- A 1 kWh.
- B 10 kWh.
- C 18 kWh.
- D 19 kWh.
- E 20 kWh.

Resolução

121. Resposta correta: A

C 6 H 21

a)(V) Sendo Q_1 a energia recebida da fonte quente e Q_2 a energia dissipada para o meio externo, o rendimento (η) do motor do veículo é dado por:

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|}$$

Substituindo os valores fornecidos, tem-se:

$$0,95 = \frac{20 - |Q_2|}{20}$$

$$|Q_2| = 1 \text{ kWh}$$

b)(F) Possivelmente, o aluno equivocou-se ao definir a fórmula do rendimento, fazendo:

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_2|}$$

Substituindo os valores fornecidos, obteve:

$$0,95 = \frac{20 - |Q_2|}{|Q_2|}$$

$$0,95 \cdot |Q_2| = 20 - |Q_2|$$

$$0,95 \cdot |Q_2| + |Q_2| = 20$$

$$1,95 \cdot |Q_2| = 20$$

$$|Q_2| = \frac{20}{1,95} \cong 10$$

c)(F) Possivelmente, o aluno considerou que 95% equivalem a 0,095 em vez de 0,95:

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|}$$

$$0,095 = \frac{20 - |Q_2|}{20}$$

$$|Q_2| = 18,1 \text{ kWh} \cong 18 \text{ kWh.}$$

d)(F) Possivelmente, o aluno calculou o trabalho útil realizado pelo motor:

$$\tau = |Q_1| - |Q_2| = 20 - 1 = 19 \text{ kWh}$$

e)(F) Possivelmente, o aluno considerou que toda a energia fornecida pela fonte quente (20 kWh) é dissipada.

Questão 122 • enem2022

O sistema digestivo realiza a digestão e absorção dos alimentos e excreta os produtos que não são aproveitados pelo organismo. Os animais ruminantes possuem algumas modificações em seu trato digestório decorrentes da evolução. Tais modificações surgiram principalmente devido ao tipo de dieta desses animais, que é baseada em alimentos com alto teor de fibra. As adaptações evolutivas do sistema digestório dos ruminantes resultaram em melhor aproveitamento da fibra dietética e concederam a esses animais menor necessidade de consumir fontes externas de vitaminas do complexo B e aminoácidos essenciais.

OLIVEIRA, Vinicius da Silva; SANTOS, Ana Caroline Pinho dos; VALENÇA, Roberta de Lima. Desenvolvimento e fisiologia do trato digestivo de ruminantes. *Ciência Animal*, v. 29, n. 3, p. 114-132, 2019. (adaptado)

Em comparação com a fisiologia humana, uma diferença evolutiva no processo de digestão dos animais mencionados no texto consiste na

- A** presença de ceco pouco desenvolvido.
- B** presença de estômago compartimentalizado.
- C** ausência da etapa de digestão mecânica do alimento.
- D** ausência da enzima celulase no processo de digestão.
- E** ausência de bactérias simbiotes no trato digestório.

Resolução

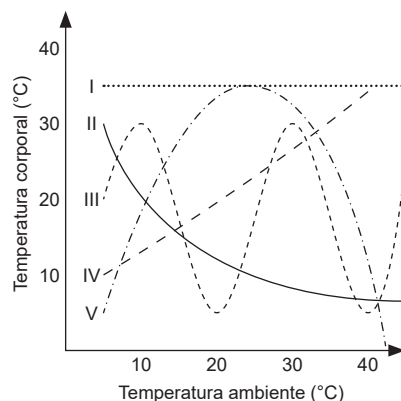
122. Resposta correta: B

C 4 H 16

- a)(F) Os animais ruminantes possuem o ceco bastante desenvolvido, no qual ocorre o processo de digestão das fibras. Já os seres humanos, que não são capazes de digerir a celulose, apresentam ceco pouco desenvolvido.
- b)(V) Ao contrário dos seres humanos, os animais ruminantes possuem estômago compartimentalizado, dividido em quatro câmaras. A compartimentalização do estômago permite que a digestão das fibras seja bastante eficiente nesses animais.
- c)(F) A mastigação é a etapa do processo digestivo em que ocorre a quebra física do alimento, também chamada de digestão mecânica, sendo observada tanto em animais ruminantes como em seres humanos.
- d)(F) A digestão das fibras nos animais ruminantes se deve à ação da enzima celulase, que é liberada por microrganismos simbiotes que vivem no estômago desses animais.
- e)(F) No rúmen, uma das câmaras que formam o estômago dos ruminantes, há bactérias simbiotes que atuam na digestão das fibras.

Questão 123 • enem2022

O gráfico a seguir mostra cinco linhas que relacionam a variação da temperatura corporal de organismos hipotéticos em função da temperatura ambiente.



Nos mamíferos, a relação entre a temperatura corporal e a temperatura ambiente é mais próxima da linha

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

◦ **Resolução**

123. Resposta correta: A

C 4 H 16

- a)(V) Os mamíferos são animais que apresentam mecanismos de termorregulação, o que faz sua temperatura corporal se manter constante independentemente da temperatura ambiente, conforme representado na linha I.
- b)(F) A linha II indica uma correlação negativa entre a temperatura do organismo e a do ambiente, o que diverge do padrão observado em animais endotérmicos.
- c)(F) A linha III retrata pulsos de variação da temperatura corporal, o que não ocorre em mamíferos.
- d)(F) A linha IV mostra uma correlação positiva entre a temperatura do organismo e a do ambiente, o que está de acordo com o padrão de um animal ectotérmico, como peixes, anfíbios e répteis.
- e)(F) A linha V indica uma enorme variação de temperatura corporal, o que não ocorre com os mamíferos.

Questão 124 • enem2022

Chuvas com pH inferior a 5,5 são consideradas ácidas e podem causar prejuízos socioambientais, como elevar a acidez de um solo e torná-lo improdutivo. A queima de combustíveis fósseis, além de produzir gás carbônico, é a principal responsável por esse fenômeno das chuvas ácidas: traços de enxofre presentes nos combustíveis entram em combustão, reagindo com o oxigênio e produzindo dióxido de enxofre gasoso. Esse último gás é capaz de reagir com vapor-d'água, produzindo ácido sulfuroso, e ainda pode ser oxidado pelo gás oxigênio, produzindo o trióxido de enxofre, gás que pode ser convertido em ácido sulfúrico quando em contato com a água.

Na produção de trióxido de enxofre e na sua conversão em ácido sulfúrico, ocorrem reações de

- A** síntese.
- B** dupla-troca.
- C** análise total.
- D** deslocamento.
- E** análise parcial.

Resolução

124. Resposta correta: A

C 7 H 24

- a)(V) Nas reações de síntese, os reagentes formam um único produto. O dióxido de enxofre (SO_2) reage com o gás oxigênio (O_2), formando o trióxido de enxofre (SO_3). O mesmo tipo de reação ocorre entre o vapor-d'água (H_2O) e o trióxido de enxofre, originando ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- b)(F) As reações de dupla-troca são aquelas em que reagentes compostos reagem entre si e formam novas substâncias compostas. As reações citadas da chuva ácida não são de dupla-troca, mas sim de síntese.
- c)(F) Nas reações de análise total, o reagente é decomposto em duas ou mais substâncias simples. As reações citadas da chuva ácida envolvem a formação de um único produto, o que caracteriza reações de síntese.
- d)(F) As reações de deslocamento são caracterizadas pela interação de uma substância simples e uma composta, formando uma nova substância simples e uma nova composta. Nas reações citadas da chuva ácida, ocorre a formação de um único produto composto.
- e)(F) Nas reações de análise parcial, o reagente é decomposto em substâncias simples e compostas, o que seria o oposto das reações citadas da chuva ácida.

Questão 125 • enem2022

O termo “maricultura” refere-se à criação e ao cultivo de espécies marinhas ou estuarinas. A maricultura pode ser dividida na criação de peixes (piscicultura), crustáceos (carcinicultura) e moluscos (malacocultura) e no cultivo de algas (algicultura). A produção, em tonelada, da maricultura brasileira no período de 2008 a 2010 é mostrada na tabela a seguir.

	2008	2009	2010
Mexilhões	11 067,0	11 067,0	13 723,0
Ostras	2 025,0	2 025,0	1 908,0
Vieiras	14,0	14,0	5,2
Camarões	70 251,0	65 188,0	69 422,4
Peixes	0	49,0	0
Total	83 357,0	78 343,0	85 058,6

CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. *Introdução às Ciências do Mar*. Editora Textos, 2017.
Disponível em: <https://cienciasdomarbrasil.furg.br>. Acesso em: 24 mar. 2022. (adaptado)

Considerando o período analisado, os organismos que ocupam o segundo lugar na produção da maricultura brasileira pertencem ao grupo dos

- A** bivalves.
- B** crinoides.
- C** ofiuroides.
- D** cefalópodes.
- E** gastrópodes.

Resolução

125. Resposta correta: A

C 1 H 3

- a)(V) Os organismos que ocupam o segundo lugar na produção da maricultura brasileira no período analisado, representando mais de 35 000 toneladas, são os mexilhões, animais que pertencem ao grupo dos bivalves, moluscos filtradores que possuem um par de valvas articuladas.
- b)(F) Crinoides são um grupo de equinodermos e correspondem aos lírios-do-mar, animais que não aparecem na tabela apresentada.
- c)(F) Ofiuroides são um grupo de equinodermos e correspondem às serpentes marinhas, animais que não aparecem na tabela apresentada.
- d)(F) Os cefalópodes são um grupo de moluscos cujos representantes mais conhecidos são os polvos e as lulas, animais que não aparecem na tabela apresentada.
- e)(F) Os gastrópodes são um grupo de moluscos formado pelas lesmas, pelos caracóis e pelos caramujos, animais que não aparecem na tabela apresentada.

Questão 126 • enem2022

Uma das formas de se evitar a contaminação da água e aproveitar o óleo de cozinha usado é misturá-lo à soda cáustica para a produção de sabão caseiro. Sabendo disso, durante a produção de sabão, uma pessoa utilizou 1,0 kg de soda cáustica com 40% de pureza de NaOH, que foi dissolvido em 100 L de água quente.

Considere que a massa molar do NaOH corresponde a 40 g/mol.

O pH da solução obtida para a produção do sabão foi igual a

- A 1.
- B 2.
- C 9.
- D 12.
- E 13.

Resolução

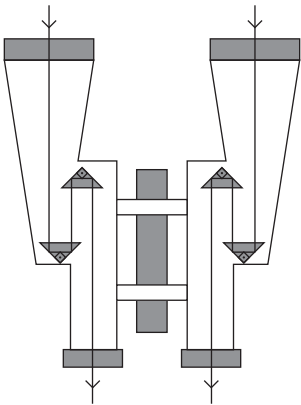
126. Resposta correta: E

C 7 H 25

- a)(F) Possivelmente, o aluno calculou o pOH em vez do pH:
- $$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$
- $$\text{pOH} = -\log [10^{-1}] \Rightarrow \text{pOH} = 1$$
- b)(F) Possivelmente, o aluno considerou que 40% de NaOH corresponde a 40 g, ou seja, 0,4 g/L. Além disso, confundiu o pH com o pOH:
- $$C(\text{mol/L}) = \frac{C(\text{g/L})}{\text{MM}} \Rightarrow C = \frac{0,4}{40} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$
- $$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$
- $$\text{pOH} = -\log [10^{-2}] \Rightarrow \text{pOH} = 2$$
- c)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a concentração de OH⁻ é dada pela razão entre a massa de soda cáustica, em kg, e o volume de água, em mL:
- $$C = 1 : 100\,000 = 10^{-5}$$
- $$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$
- $$\text{pOH} = -\log [10^{-5}] \Rightarrow \text{pOH} = 5$$
- $$\text{pH} = 14 - 5 = 9$$
- d)(F) Possivelmente, o aluno considerou que 40% de NaOH corresponde a 40 g, ou seja 0,4 g/L:
- $$C(\text{mol/L}) = \frac{C(\text{g/L})}{\text{MM}} \Rightarrow C = \frac{0,4}{40} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$
- $$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$
- $$\text{pOH} = -\log [10^{-2}] \Rightarrow \text{pOH} = 2$$
- $$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$
- $$\text{pH} = 14 - 2 = 12$$
- e)(V) A soda cáustica continha 40% de NaOH, ou seja, em 1 kg do produto continha 400 g de NaOH, que foram dissolvidos em 100 L de água, resultando em uma concentração de NaOH de 4 g/L. Essa concentração pode ser expressa em mol/L usando-se a seguinte relação:
- $$C(\text{mol/L}) = \frac{C(\text{g/L})}{\text{MM}} \Rightarrow C = \frac{4}{40} = 10^{-1} \text{ mol/L}$$
- Como é uma monobase forte, o NaOH estará totalmente dissociado, tendo-se 0,1 mol/L de OH⁻. Desse modo, o pOH será dado por:
- $$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$
- $$\text{pOH} = -\log [10^{-1}] \Rightarrow \text{pOH} = 1$$
- Logo, o pH será:
- $$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$
- $$\text{pH} = 14 - 1 = 13$$

Questão 127 enem2022

A figura a seguir representa esquematicamente a parte interna de um binóculo, exemplificando os raios de luz que chegam aos olhos do usuário e os prismas triangulares utilizados para redirecioná-los.



Considere que os raios chegam perpendicularmente à face dos prismas, que o índice de refração do ar é igual a 1 e que o seno e o cosseno de 45° equivalem a $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Para a luz ser refletida no interior do prisma da mesma forma como mostrado na figura, o índice de refração do material que constitui esses prismas deve ser

- A menor que $\frac{\sqrt{2}}{2}$.
- B maior que $\frac{\sqrt{2}}{2}$.
- C diferente de $\sqrt{2}$.
- D menor que $\sqrt{2}$.
- E maior que $\sqrt{2}$.

Resolução

127. Resposta correta: E

C 5 H 17

a)(F) Possivelmente, o aluno cometeu um equívoco ao definir o seno do ângulo limite:

$$\text{sen } \theta_L > \text{sen } 45^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{prisma}}}{n_{\text{ar}}} < \text{sen } 45^\circ \Rightarrow n_{\text{prisma}} < \frac{\sqrt{2}}{2}$$

b)(F) Possivelmente, além de cometer um equívoco ao definir o seno do ângulo limite, o aluno também considerou que esse seno deve ser maior que o ângulo de incidência:

$$\text{sen } \theta_L > \text{sen } 45^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{prisma}}}{n_{\text{ar}}} > \text{sen } 45^\circ \Rightarrow n_{\text{prisma}} > \frac{\sqrt{2}}{2}$$

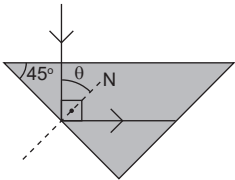
c)(F) Possivelmente, o aluno considerou que o ângulo de incidência deve ser diferente do ângulo limite:

$$\text{sen } \theta_L \neq \text{sen } 45^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{prisma}}} \neq \text{sen } 45^\circ \Rightarrow n_{\text{prisma}} \neq \sqrt{2}$$

d)(F) Possivelmente, o aluno considerou que o ângulo limite deve ser maior que o ângulo de incidência:

$$\text{sen } \theta_L > \text{sen } 45^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{prisma}}} > \text{sen } 45^\circ \Rightarrow n_{\text{prisma}} < \sqrt{2}$$

e)(V) A figura a seguir mostra de forma ampliada o primeiro prisma e o raio incidente, bem como os ângulos envolvidos.



Com base na figura, é possível concluir que o ângulo de incidência (θ) deve ser igual a 45° . Para ocorrer reflexão total, o raio de luz deve incidir com um ângulo maior que o ângulo limite, ou seja, este deve ser menor que o ângulo de incidência (45°). Assim, tem-se:

$$\text{sen } \theta_L < \text{sen } 45^\circ$$

$$\frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{prisma}}} < \text{sen } 45^\circ$$

$$\frac{1}{n_{\text{prisma}}} < \frac{\sqrt{2}}{2}$$

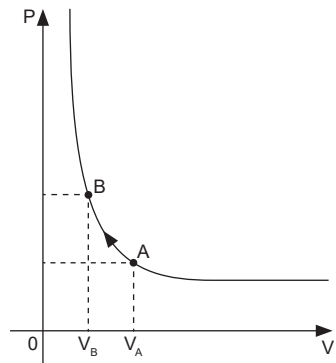
$$n_{\text{prisma}} > \frac{2}{\sqrt{2}}$$

$$n_{\text{prisma}} > \frac{2\sqrt{2}}{2}$$

$$n_{\text{prisma}} > \sqrt{2}$$

Questão 128 • enem2022

O gráfico a seguir mostra a relação entre a pressão e o volume de um gás ideal que sofreu transformação em um sistema fechado, evoluindo do estado inicial A para o estado B.



Nessa transformação gasosa, caso a pressão em B seja o dobro da pressão inicial, o valor de V_B será igual a

- A $\frac{T_B \cdot V_A}{2 T_A}$
- B $\frac{V_A}{2}$
- C V_A
- D $2 V_A$
- E $\frac{2 T_B \cdot V_A}{T_A}$

Resolução

128. Resposta correta: B

C 6 H 21

a)(F) Possivelmente, o aluno não considerou a transformação como isotérmica e aplicou a equação geral dos gases:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}; P_B = 2 P_A$$
$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{2 \cdot P_A \cdot V_B}{T_B}$$
$$V_B = \frac{T_B \cdot V_A}{2 \cdot T_A}$$

b)(V) A transformação descrita pelo gráfico é isotérmica e segue a Lei de Boyle. Portanto, como $P_B = 2 \cdot P_A$, tem-se:

$$P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B$$
$$P_A \cdot V_A = 2 P_A \cdot V_B$$
$$\frac{P_A \cdot V_A}{2 \cdot P_A} = V_B$$
$$V_B = \frac{V_A}{2}$$

c)(F) Possivelmente, o aluno considerou a transformação como isocórica, em que o volume do gás se mantém constante. Assim, $V_B = V_A$.

d)(F) É provável que o aluno tenha assumido que $P_A = 2 \cdot P_B$:

$$P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B$$
$$2 P_B \cdot V_A = P_B \cdot V_B$$
$$\frac{2 \cdot P_B \cdot V_A}{P_B} = V_B$$
$$V_B = 2 \cdot V_A$$

e)(F) Além de não considerar que a transformação era isotérmica, o aluno pode ter assumido que $P_A = 2 \cdot P_B$:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$$
$$\frac{2 \cdot P_B \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$$
$$V_B = \frac{2 \cdot T_B \cdot V_A}{T_A}$$

Questão 129 • enem2022

Pesquisadores do Instituto Aggeu Magalhães da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz-PE) desenvolveram uma metodologia para tornar o monitoramento das variantes do novo coronavírus mais simples, ágil e barato, ajudando no combate à covid-19. Eles se basearam em uma técnica conhecida de sequenciamento genético, o sequenciamento de Sanger, que não faz o estudo completo do genoma, mas de um fragmento específico do material genético. O método analisa um trecho específico do genoma no qual as mutações acontecem com mais frequência. É como se estivesse resumido, em um capítulo só, um livro inteiro.

CASTRO, Beatriz. Pesquisadores da Fiocruz desenvolvem método para monitorar de forma mais rápida variantes da covid-19. Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 10 fev. 2022. (adaptado)

O fragmento do material genético viral utilizado para essa finalidade consiste na região que codifica

- A** o capsídeo, estrutura que protege o material genético do coronavírus.
- B** os ribossomos, organelas responsáveis pela síntese das proteínas virais.
- C** as fímbrias, apêndices que facilitam a adesão dos vírus às células hospedeiras.
- D** o envelope, envoltório lipídico que permite distinguir as variantes circulantes do vírus.
- E** as proteínas das espículas, responsáveis pela entrada do vírus nas células hospedeiras.

◦ **Resolução** ◦

129. Resposta correta: E

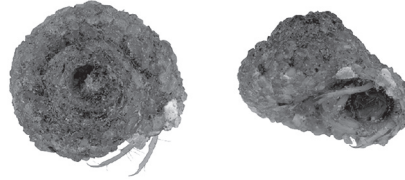
C 5 H 19

- a)(F) O sequenciamento dos genes que codificam as proteínas do capsídeo não é relevante para descobrir mutações virais de importância para a saúde pública.
- b)(F) Os ribossomos são organelas responsáveis pela síntese proteica, porém os vírus não apresentam organelas nem mesmo estrutura celular. A síntese de proteínas virais depende, portanto, dos ribossomos da célula hospedeira.
- c)(F) As fímbrias são estruturas similares a flagelos curtos, geralmente presentes em bactérias, e não em vírus.
- d)(F) Uma das estruturas que formam o novo coronavírus é o envelope, envoltório lipídico no qual se encontram as proteínas *spike*. São essas proteínas, e não o envelope viral, que permitem distinguir as variantes circulantes do vírus.
- e)(V) No envelope viral do novo coronavírus, estão ancoradas as proteínas *spike*, proteínas na forma de espículas que conferem a aparência de coroa desse vírus. Essas proteínas desempenham papel fundamental para a entrada do vírus nas células, pois são elas que reconhecem o receptor ACE2, presente na membrana plasmática das células hospedeiras. Por essa razão, os genes responsáveis por codificar as proteínas *spike* são o alvo do sequenciamento genético que pretende identificar as variantes do SARS-CoV-2.

Questão 130 • enem2022

Pesquisadores encontraram, em alguns locais da Europa, casulos de moscas de água muito semelhantes a conchas de caramujos de água doce, como mostrado nas imagens a seguir.

Casulos de moscas de água



Conchas de caramujos de água doce



Disponível em: <https://saense.com.br>. Acesso em: 9 maio 2022.

Sob a ótica evolutiva, esse tipo de registro é um caso de

- A** mutação, permitindo uma melhor adaptação dos indivíduos ao ambiente.
- B** mimetismo, resultante da pressão seletiva exercida pelos predadores desse meio.
- C** camuflagem, decorrente de ameaças que alguns organismos encontram na natureza.
- D** melanismo, derivado de genes relacionados à coloração que asseguram maior sobrevivência.
- E** irradiação adaptativa, provocando o surgimento de estruturas homólogas em espécies aparentadas.

◦ **Resolução** ◦

130. Resposta correta: B

C 8 H 28

- a)(F) A mutação consiste em uma alteração aleatória no DNA que não necessariamente acarreta maior adaptação ao ambiente.
- b)(V) O mimetismo é uma adaptação na qual uma espécie que se assemelha a outra passa a possuir, por causa disso, maior chance de sobrevivência ou de reprodução. No caso mencionado, a semelhança entre o casulo da mosca de água e a concha de caramujo confere maior proteção à mosca contra predadores, já que ela será confundida com uma estrutura dura que poucos animais conseguem quebrar. Assim, pode-se dizer que os predadores do meio exerceram uma pressão seletiva que favoreceu o surgimento de formas no casulo da mosca de água que fossem parecidos com a concha dos caramujos.
- c)(F) A camuflagem é uma adaptação exibida por alguns animais de se assemelhar ao meio, o que reduz suas taxas de predação. No caso das moscas de água, porém, o seu casulo se assemelha à concha de um caramujo, não ao ambiente.
- d)(F) O melanismo é uma condição decorrente do aumento na produção de pigmento escuro, o que pode conferir maior capacidade de camuflagem, a exemplo das mariposas melânicas observadas na Inglaterra durante a Revolução Industrial do século XX. Entretanto, o melanismo não é uma adaptação que explica o caso das moscas de água, cujo casulo se assemelha à concha de caramujos.
- e)(F) A irradiação adaptativa ocorre quando um grupo ancestral se espalha por diferentes ambientes e se diversifica em várias espécies, o que resulta em estruturas homólogas. A mosca de água e o caramujo não compartilham um ancestral comum exclusivo; logo, suas estruturas não são homólogas.

Questão 131 • enem2022

A bioacumulação é o fenômeno pelo qual uma substância química atinge uma concentração maior nos tecidos de um organismo do que no ambiente ao redor (água, sedimento, solo e ar), por meio principalmente da captação pela via respiratória e pela dieta. As evidências de bioacumulação são dadas em algumas regiões onde é detectada a presença de poluentes orgânicos persistentes (independentemente de haver produção ou uso local), com a constatação de que essas substâncias entram nas cadeias alimentares e acumulam-se em peixes, em aves, em mamíferos marinhos e no próprio ser humano. Um exemplo disso é o das mulheres da tribo dos inuítes (esquimós), na Groenlândia, que apresentam uma concentração de PCBs (bifenilas policloradas) no leite materno muitas vezes superior à das mulheres que vivem em países industrializados.

Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 11 fev. 2022. (adaptado)

As PCBs podem ser considerados compostos

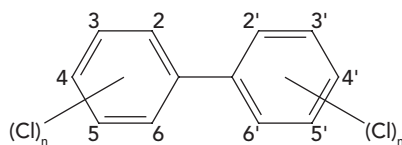
- Ⓐ polares, que se dissolvem facilmente na água.
- Ⓑ apolares, que interagem com tecidos adiposos.
- Ⓒ ácidos, que liberam íons hidrogênio na água.
- Ⓓ iônicos, que são eliminados frequentemente na urina.
- Ⓔ anfóteros, que se dissolvem em meio ácido e básico.

Resolução

131. Resposta correta: B

C 7 H 25

- a)(F) Por se dissolverem na água, os compostos polares são eliminados com frequência na urina e por isso não sofrem o processo de bioacumulação.
- b)(V) As bifenilas policloradas (PCBs) são compostos considerados apolares, que interagem com tecidos adiposos, acumulando-se neles por não serem eliminados com facilidade. Dessa forma, sofrem o processo de bioacumulação.

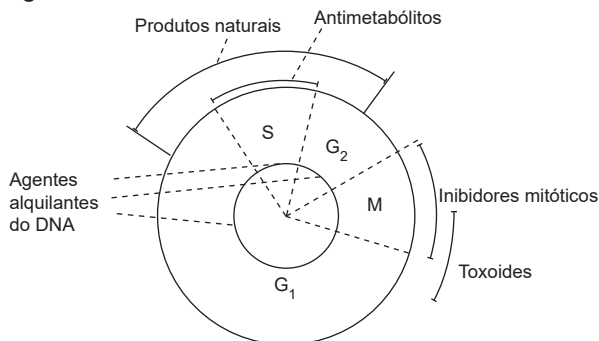


Estruturas das bifenilas policloradas (PCBs)

- c)(F) As bifenilas policloradas (PCBs) não são compostos ácidos e, portanto, não liberam íons H^+ na água.
- d)(F) As bifenilas policloradas (PCBs) são compostos orgânicos, e não iônicos, e não são eliminadas frequentemente na urina, uma vez que interagem com tecidos adiposos.
- e)(F) O processo de bioacumulação não apresenta relação direta com a solubilidade dos compostos em meios ácidos ou básicos.

Questão 132 • enem2022

Muitas das substâncias usadas no tratamento contra o câncer afetam alguma etapa da divisão celular a fim de evitar a multiplicação descontrolada das células. A figura a seguir mostra qual fase do ciclo celular é interrompida por alguns dos agentes quimioterápicos mais comumente empregados.



ALMEIDA, V. L. *et al.* Câncer e agentes antineoplásicos ciclo-celular específicos e ciclo-celular não específicos que interagem com o DNA: Uma Introdução. *Química Nova*, 2005. (adaptado)

Sabendo que a vincristina é um agente quimioterápico que interrompe a divisão celular ao se ligar aos microtúbulos, ela pode ser classificada como

- A** toxoide.
- B** antimetabólico.
- C** produto natural.
- D** inibidor mitótico.
- E** agente alquilante de DNA.

Resolução

132. Resposta correta: D

C 8 H 29

- a)(F) Os toxoides são toxinas produzidas por patógenos que afetam tanto a fase M quanto a fase G₁ do ciclo celular, de acordo com o esquema. A vincristina não pode ser classificada como um toxoide, pois ela é um alcaloide da vinca que interfere na formação do fuso mitótico, ou seja, afeta apenas a fase M do ciclo celular.
- b)(F) A vincristina não atua bloqueando a síntese de DNA, processo que ocorre durante a fase S do ciclo celular. Portanto, não pode ser classificada como antimetabólico.
- c)(F) De acordo com o esquema, os produtos naturais empregados como agentes quimioterápicos atuam na interfase, período do ciclo celular que compreende a síntese de proteínas e de RNA (G₁), a duplicação do DNA (S) e a duplicação dos centríolos (G₂). A vincristina atua interrompendo a mitose (M); logo, não pode ser enquadrada nessa categoria de medicamento.
- d)(V) A vincristina interrompe a fase M (mitose) do ciclo celular ao se ligar aos microtúbulos, proteínas responsáveis pela organização das fibras do fuso mitótico durante a metáfase. Assim, ela pode ser classificada como um inibidor mitótico.
- e)(F) Os agentes alquilantes se ligam ao DNA, causando danos no material genético durante a interfase (G₁, S e G₂). Já a vincristina inibe as fibras do fuso mitótico durante a divisão celular, sem afetar o DNA da célula.

Questão 133 • enem2022

Pesquisadores desenvolvem biocombustíveis a partir de resíduos do eucalipto

Aproveitando a alta colheita de eucalipto no Mato Grosso do Sul, pesquisadores do Estado estão produzindo combustíveis por meio do resíduo que, além de terem alto desempenho, são bastante sustentáveis. [...] As raízes e os tocos do eucalipto são ricos em lignina, o que fornece resistência mecânica à planta. Sabe-se que, a partir da pirólise desses materiais, são fabricados biocarvão e bio-óleo pesado, e, assim, a pesquisa propõe uma prova de conceito, isto é, tornar real algo que já é conhecido em teoria. O combustível de eucalipto oferece benefícios que vão além da redução da emissão de poluentes. Quando o solo fica livre de resíduos, o próximo ciclo do plantio é ainda mais rápido.

Disponível em: <https://tissueonline.com.br>. Acesso em: 12 mar. 2022. (adaptado)

A vantagem desse tipo de combustível é que

- A** a liberação de gases do efeito estufa é nula na atmosfera.
- B** a obtenção da biomassa é independente das condições ambientais.
- C** o custo envolvido com pesquisa é baixo para viabilizar a sua produção.
- D** a emissão de poluentes é compensada pelo sequestro de carbono dos eucaliptos.
- E** a quantidade de energia gerada é maior que a obtida pelos combustíveis convencionais.

◦ **Resolução** ◦

133. Resposta correta: D

C 7 H 26

- a)(F) A queima de biocombustíveis libera uma quantidade de gases do efeito estufa menor do que a liberada pelos combustíveis fósseis, mas a emissão não é nula.
- b)(F) A obtenção da biomassa para a produção de biocombustíveis implica o cultivo de espécies vegetais, cujo desenvolvimento depende das condições ambientais.
- c)(F) Apesar de ser um biocombustível produzido por meio de resíduos vegetais, o custo envolvido com pesquisa para viabilizar a sua produção é alto.
- d)(V) A queima de biocombustível resulta na liberação de gás carbônico na atmosfera, o que é compensado pela absorção desse gás pelos eucaliptos cultivados para servir de biomassa. O processo de captação de gás carbônico realizado pelas plantas por meio da fotossíntese é denominado sequestro de carbono.
- e)(F) De modo geral, o rendimento energético dos biocombustíveis é menor do que o dos combustíveis fósseis.

Questão 134 • enem2022

A eficiência luminosa é a razão entre a luminosidade produzida em lúmen (lm) e a potência nominal, sendo um dos parâmetros utilizados para medir proporcionalmente a energia elétrica convertida em energia luminosa. Por regra, quanto maior for a eficiência luminosa de uma lâmpada, menos energia elétrica é dissipada na forma de calor. A tabela a seguir mostra a eficiência luminosa de cinco tipos de lâmpadas.

	Tipo de lâmpada	Eficiência luminosa (em lm/W)
I	Sódio (baixa pressão)	130
II	Fluorescente	70
III	LED	100
IV	Vapor de mercúrio	55
V	Incandescente	12

Considerando os dados da tabela, a lâmpada mais indicada para a manutenção da temperatura de uma chocadeira é a lâmpada do tipo

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

Resolução

134. Resposta correta: E

C 6 H 23

- a)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a lâmpada de sódio (baixa pressão) seria a mais indicada por ter a maior eficiência luminosa.
- b)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a lâmpada fluorescente é a mais indicada por ser geralmente a mais barata e acessível.
- c)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a lâmpada de LED seria a mais indicada por possuir uma boa eficiência luminosa.
- d)(F) Possivelmente, o aluno considerou que a lâmpada de vapor de mercúrio seria a mais indicada por ser uma lâmpada durável.
- e)(V) A eficiência luminosa mostra a capacidade de uma lâmpada de transformar energia elétrica em luminosa. Como mencionado, quando uma lâmpada apresenta alta eficiência luminosa, menos energia elétrica é dissipada na forma de calor. Para uma chocadeira, seria necessária uma lâmpada de baixa eficiência luminosa, já que o intuito é utilizá-la para aquecer os ovos. Portanto, a lâmpada mais indicada para esse caso é a incandescente.

Questão 135 • enem2022

Em 1851, o astrônomo francês Jean Léon Foucault realizou um experimento simples para demonstrar a rotação da Terra. Com uma corda de 67 metros fixada no teto da parte interior de um monumento, ele criou um pêndulo com uma esfera de ferro de 28 kg e a deixou em repouso. Assim, devido à rotação da Terra, a esfera passou a realizar um movimento circular periódico. Também foi possível concluir que o sentido de rotação desse movimento é diferente em cada hemisfério (anti-horário no Hemisfério Sul e horário no Hemisfério Norte) e que, no Equador, o pêndulo não gira. A razão entre o período de rotação da Terra e o tempo de precessão do pêndulo permite calcular a latitude do local em que o pêndulo foi montado, de acordo com a equação a seguir, em que L é a latitude local – em grau – e T_p o tempo de precessão.

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p}$$

A tabela a seguir mostra as latitudes das principais linhas latitudinais.

Linha latitudinal	Latitude
Círculo Polar Ártico	66°33'
Trópico de Câncer	23°27'
Linha do Equador	0°
Trópico de Capricórnio	–23°27'
Círculo Polar Antártico	–66°33'

Um local em que o pêndulo gira no sentido anti-horário e o tempo de precessão equivale ao dobro do período de rotação da Terra está situado entre o(a)

- A Linha do Equador e o Trópico de Câncer.
- B Trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico.
- C Círculo Polar Ártico e a Linha do Equador.
- D Linha do Equador e o Trópico de Capricórnio.
- E Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico.

Resolução

135. Resposta correta: E

C 1 H 1

a)(F) Possivelmente, o aluno confundiu o sentido de rotação do pêndulo e utilizou o seno como o valor do ângulo:

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p} = \frac{24}{48} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 0,5^\circ$$

b)(F) Possivelmente, o aluno fez o cálculo correto da latitude, porém confundiu o sentido de rotação:

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p} = \frac{24}{48} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 30^\circ$$

c)(F) Possivelmente, o aluno considerou que o tempo de precessão é igual ao tempo de rotação da Terra e supôs que o local poderia estar em qualquer latitude entre 0° e 90°:

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p} = \frac{24}{24} = 1 \Rightarrow L = 90^\circ$$

d)(F) Possivelmente, o aluno utilizou o seno como o valor do ângulo:

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p} = \frac{24}{48} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = -0,5^\circ$$

e)(V) O tempo de precessão é o dobro do período de rotação da Terra, ou seja, 48 horas. Aplicando a fórmula, obtém-se:

$$\text{sen } L = \frac{24}{T_p} = \frac{24}{48} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 30^\circ$$

Como o pêndulo gira em sentido anti-horário, conclui-se que ele está montado no Hemisfério Sul, abaixo da Linha do Equador; logo, $L = -30^\circ$. Portanto, o local está situado entre o Trópico de Capricórnio (–23°27') e o Círculo Polar Antártico (–66°33').