

As fórmulas necessárias para a resolução de algumas questões são fornecidas no enunciado – leia com atenção. Quando necessário, use:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\pi = 3$$

QUESTÃO 1

Na discussão atual sobre a sustentabilidade do planeta, o termo “3R” tem sido usado para se referir a práticas – **Reutilizar, Reciclar e Reduzir** – que podem ser adotadas para diminuir o consumo de materiais e energia na produção de objetos.

a) Tendo em vista a sustentabilidade do planeta, ordene os verbos “reutilizar”, “reciclar” e “reduzir”, colocando em primeiro lugar a ação que levaria a uma diminuição mais significativa do consumo energético e material e, em último, a ação que levaria a uma diminuição menos significativa.

b) Em um condomínio residencial há quatro grandes recipientes para receber, separadamente, metais, vidros, papéis e plásticos. Seria importante que houvesse outro recipiente, que até poderia ser menor, para receber outro tipo de material. Que material seria esse, sabendo-se que, do ponto de vista ambiental, ele é mais prejudicial que os outros mencionados? Explique por que esse material é muito prejudicial ao ambiente, quando aí descartado.

Resposta

a) A ordem da maior para a menor significância de ações que levariam a uma diminuição do consumo energético e material é: reduzir, reutilizar e reciclar.

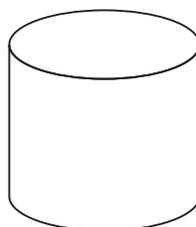
b) Esse material seria composto por pilhas e baterias. Grande parte delas contém metais pesados que são biocumulativos: uma vez descartados no meio ambiente, ficam retidos na cadeia alimentar e, por serem tóxicos, podem ser muito prejudiciais à saúde dos seres vivos.

QUESTÃO 2

O carro *flex* pode funcionar com etanol ou gasolina, ou com misturas desses combustíveis. A gasolina comercial brasileira é formada por uma mistura de hidrocarbonetos e apresenta, aproximadamente, 25 % de etanol anidro em sua composição, enquanto o etanol combustível apresenta uma pequena quantidade de água, sendo comercializado como etanol hidratado.

a) Do ponto de vista das interações intermoleculares, explique, separadamente: (1) por que a gasolina comercial brasileira, apesar de ser uma mistura de hidrocarbonetos e etanol, apresenta-se como um sistema monofásico; e (2) por que o etanol combustível, apesar de ser uma mistura de etanol e água, apresenta-se como um sistema monofásico.

b) Em um tanque subterrâneo de gasolina comercial houve uma infiltração de água. Amostras do líquido contido no tanque, coletadas em diversos pontos, foram juntadas em um recipiente. Levando em conta as possíveis interações intermoleculares entre os componentes presentes no líquido, complete o desenho do recipiente na figura apresentada abaixo. Utilize, necessariamente, a legenda fornecida, de modo que fique evidente que houve infiltração de água.



△ Hidrocarbonetos

□ Etanol anidro

⊕ Água

Resposta

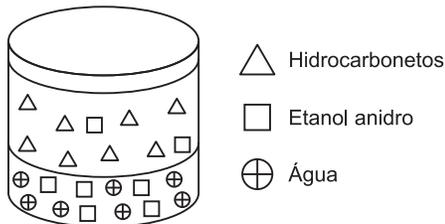
a) O etanol apresenta caráter anfifílico e, com isso, pode formar soluções (misturas homogêneas) com outros materiais polares e apolares em determinadas proporções.

Com isso:

(1) os hidrocarbonetos apolares da gasolina podem formar sistema homogêneo com o etanol pela realização de fracas forças intermoleculares do tipo dipolo induzido-dipolo induzido;

(2) a água (polar) pode formar sistema homogêneo com o etanol devido à realização de fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e etanol.

b)



QUESTÃO 3

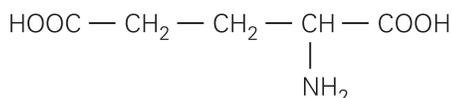
O glutamato monossódico (hidrogenoglutamato de sódio) utilizado para reforçar o aroma e o sabor de produtos alimentícios (umami) é um sal derivado do ácido glutâmico, um dos vinte aminoácidos essenciais. O nome sistemático desse aminoácido é ácido 2-aminopentanodioico. Ele pode ser descrito simplificadamente como “uma molécula formada por uma cadeia de cinco átomos de carbono com duas extremidades de grupos carboxílicos e um grupo amino ligado ao carbono adjacente a um dos grupos carboxílicos”.

a) A partir da descrição acima, escreva a fórmula estrutural do ácido glutâmico.

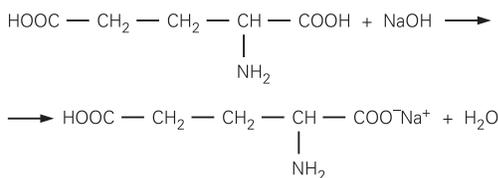
b) Fazendo reagir o ácido glutâmico descrito acima com uma base, é possível preparar o hidrogenoglutamato de sódio. Escreva a equação química dessa reação de preparação do hidrogenoglutamato de sódio a partir do ácido glutâmico.

Resposta

a) A fórmula estrutural do ácido glutâmico é:



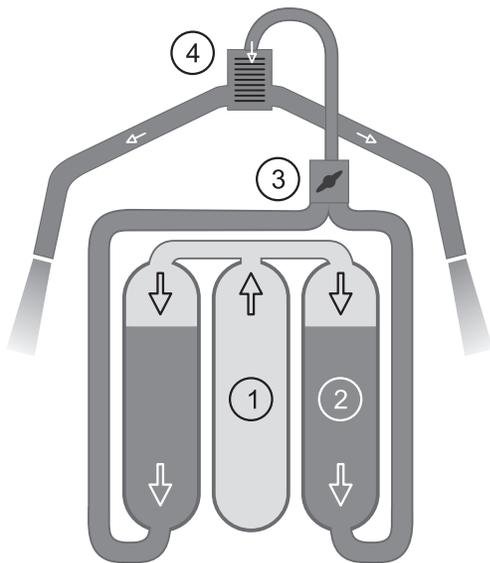
b) A equação química é:



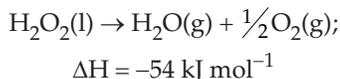
Comentário: Acreditamos que a equação de neutralização envolvendo a outra carboxila ácida também seja aceita como correta pela banca examinadora.

QUESTÃO 4

Na década de 1960, desenvolveu-se um foguete individual denominado “Bell Rocket Belt”, que fez grande sucesso na abertura das Olimpíadas de 1984.



Simplificadamente, esse foguete funciona à base da decomposição de peróxido de hidrogênio contido no compartimento 2, onde ele é estável. Abrindo-se a válvula 3, o peróxido de hidrogênio passa para o compartimento 4, onde há um catalisador. Nesse compartimento, o peróxido se decompõe muito rapidamente, de acordo com a equação abaixo:



Com base nessas informações, responda:

a) No funcionamento do dispositivo há liberação ou absorção de energia? Justifique.

b) Considerando a decomposição total de 68 quilogramas de peróxido de hidrogênio contidos no dispositivo, quantos metros cúbicos de gases são produzidos? Leve em conta que nas condições de uso do dispositivo o volume molar gasoso é de $0,075 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Resposta

a) No funcionamento do dispositivo, há liberação de energia, pois a reação química envolvida é exotérmica ($\Delta H < 0$).

b) A equação de decomposição do peróxido de hidrogênio mostra que a cada 1 mol de $\text{H}_2\text{O}_{2(l)}$ que reage são produzidos 1 mol de $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ e 0,5 mol de $\text{O}_{2(g)}$, então:

$$68 \cdot 10^3 \text{ g H}_2\text{O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \cdot \frac{1,5 \text{ mol gás}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2} \cdot \frac{0,075 \text{ m}^3}{1 \text{ mol gás}} = 225 \text{ m}^3$$

massa molar equação química volume molar

QUESTÃO 5

Na reciclagem de embalagens de alumínio, usam-se apenas 5% da energia despendida na sua fabricação a partir do minério de bauxita. No entanto, não se deve esquecer a enorme quantidade de energia envolvida nessa fabricação ($3,6 \times 10^6$ joules por latinha), além do fato de que a bauxita contém (em média) 55% de óxido de alumínio (alumina) e 45% de resíduos sólidos.

a) Considerando que em 2010 o Brasil produziu 32×10^6 toneladas de alumínio metálico a partir da bauxita, calcule quantas toneladas de resíduos sólidos foram geradas nesse período por essa atividade.

b) Calcule o número de banhos que poderiam ser tomados com a energia necessária para produzir apenas uma latinha de alumínio, estimando em 10 minutos o tempo de duração do banho, em um chuveiro cuja potência é de 3.000 W. Dado: $W = J \text{ s}^{-1}$.

Resposta

a) Cálculo da massa de resíduos sólidos gerada:

$$m_{\text{resíduos}} = 32 \cdot 10^6 \text{ t Al}^0 \cdot \frac{10^6 \text{ g Al}^0}{1 \text{ t Al}^0} \cdot \frac{1 \text{ mol Al}^0}{27 \text{ g Al}^0} \cdot \frac{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Al}^0} \cdot \frac{102 \text{ g Al}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \cdot \frac{45 \text{ g resíduos}}{55 \text{ g Al}_2\text{O}_3} \cdot \frac{1 \text{ t resíduos}}{10^6 \text{ g resíduos}} \cong 4,9 \cdot 10^7 \text{ t resíduos}$$

conversão de unidade massa molar fórmula química massa molar enunciado conversão de unidade

b) Cálculo do número de banhos:

$$n^\circ \text{ de banhos} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ latinha}} \cdot \frac{1 \text{ J}}{3000 \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ banho}}{10 \text{ min}} = 2 \text{ banhos/latinha}$$

enunciado potência conversão de unidade enunciado

QUESTÃO 6

Um efluente industrial contaminado por Cr^{6+} recebe um tratamento químico que consiste na sua acidificação e na adição de ferro metálico. O ferro metálico e o ácido reagem entre si, dando origem ao íon Fe^{2+} . Este, por sua vez, reage com o Cr^{6+} , levando à formação dos íons Fe^{3+} e Cr^{3+} . Depois desse passo do tratamento, o pH do efluente é aumentado por adição de uma base, o que leva à formação dos correspondentes hidróxidos pouco solúveis dos íons metálicos presentes. Os hidróxidos sólidos formados podem, assim, ser removidos da água.

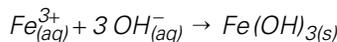
a) Em relação ao tratamento químico completo do efluente industrial acima descrito, dê um exemplo de reação em que não houve transferência de elétrons e um exemplo de reação em que houve transferência de elétrons.

b) O resíduo sólido obtido ao final do processo de tratamento químico pode ser separado

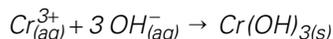
da água por decantação ou por filtração. Desenhe dois esquemas para representar essas técnicas, incluindo possíveis legendas.

Resposta

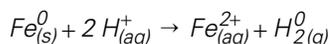
a) • Exemplo de equação sem transferência de elétrons:



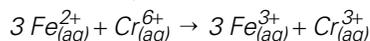
Uma outra possibilidade é:



• Exemplo de equação com transferência de elétrons:



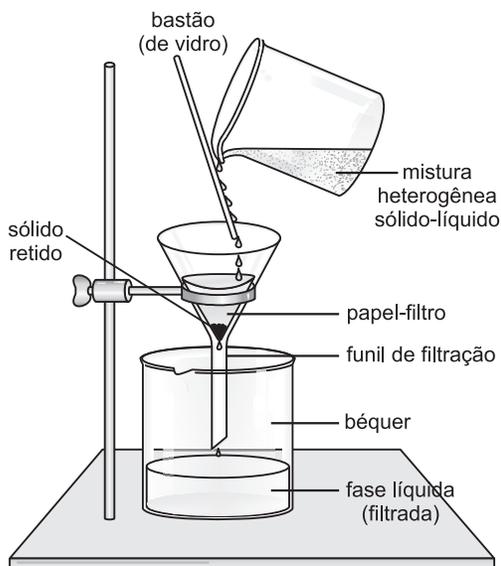
Uma outra possibilidade é:



b) • Filtração:

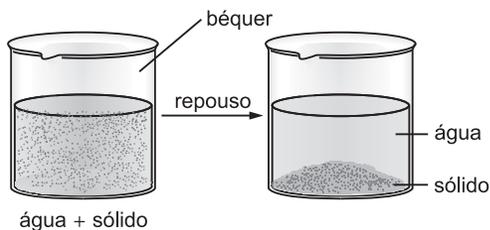
Faz-se a mistura passar através de um material poroso (pano, papel de filtro, algodão, etc.). A fase líquida atravessa o material e a fase sólida fica retida nele.

• Filtração simples:



• Decantação:

Deixando o sistema em repouso, a fase sólida (mais densa) deposita-se no fundo do recipiente. Esse movimento que decorre da força gravitacional chama-se decantação.



Após o final da decantação, inclina-se o bquer para escoar a fase líquida de modo que o sólido permaneça no fundo do bquer.

QUESTÃO 7

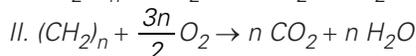
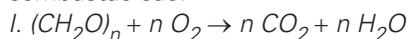
“Pegada de carbono”, do Inglês *carbon footprint*, é a massa de gases do efeito estufa emitida por uma determinada atividade. Ela pode ser calculada para uma pessoa, uma fábrica, um país ou qualquer dispositivo, considerando-se qualquer intervalo de tempo. Esse cálculo, no entanto, é bem complexo e requer informações muito detalhadas. Por isso, no lugar da pegada de carbono, utiliza-se o fator de emissão de CO_2 , que é definido como a massa emitida de CO_2 por atividade. Uma pessoa, por exemplo, tem um fator de emissão de cerca de 800 gramas de CO_2 por dia, catabolizando açúcar $(\text{CH}_2\text{O})_n$ e gordura $(\text{CH}_2)_n$.

a) Tomando por base os dois “combustíveis humanos” citados (açúcar e gordura), qual deles teria maior fator de emissão de CO_2 , considerando-se uma mesma massa consumida? Justifique.

b) Uma pessoa utiliza diariamente, em média, 150 gramas de gás butano (C_4H_{10}) cozinhando alimentos. O fator de emissão de CO_2 relativo a esse cozimento é maior, menor ou igual ao da catabolização diária do ser humano indicada no texto? Justifique.

Resposta

a) As equações químicas das reações de combustão são:



Cálculo das massas molares dos combustíveis:

$$(CH_2O)_n = n(12 + 2 \cdot 1 + 16) = 30n \text{ g/mol}$$

$$(CH_2)_n = n(12 + 2 \cdot 1) = 14n \text{ g/mol}$$

Então, fixando a massa em $(30n)$ g, podemos escrever:

$$(30n) \text{ g } \cancel{(CH_2)_n} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{(CH_2)_n}}{(14n) \text{ g } \cancel{(CH_2)_n}}$$

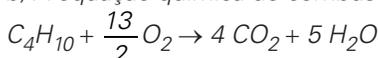
massa molar

$$\cdot \frac{n \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } \cancel{(CH_2)_n}} \cong (2,14n) \text{ mol } CO_2$$

equação química

Portanto, a gordura apresenta maior fator de emissão de CO_2 que o açúcar, pois, pela equação I, 1 mol de $(CH_2O)_n$ ou $(30n)$ g de $(CH_2O)_n$ libera n mol de CO_2 , e nos cálculos foi determinado que essa mesma massa de gordura libera $(2,14n)$ mol de CO_2 .

b) A equação química de combustão é:



Então:

$$150 \text{ g } \cancel{C_4H_{10}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{C_4H_{10}}}{58 \text{ g } \cancel{C_4H_{10}}} \cdot \frac{4 \text{ mols de } \cancel{CO_2}}{1 \text{ mol } \cancel{C_4H_{10}}}$$

massa molar equação química

$$\cdot \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \cong 455,2 \text{ g } CO_2$$

massa molar

Segundo o enunciado, o metabolismo humano de carboidrato e gordura libera 800 g de CO_2 por dia, portanto uma pessoa cozinha com menor fator de emissão de CO_2 (somente 455,2 g CO_2).

QUESTÃO 8

A maturação e o amaciamento da carne bovina podem ser conseguidos pela adição de uma solução de cloreto de cálcio di-hidratado na concentração de 0,18 mol por litro. Obtém-se um melhor resultado injetando-se 50 mililitros dessa solução em 1 quilograma de carne. Concentrações mais elevadas de cloreto de cálcio interferem no sabor e na textura da carne, comprometendo sua qualidade.

a) Considerando o enunciado anterior, que massa de cloreto de cálcio di-hidratado seria necessária para se obter o melhor resultado da maturação de 1 kg de carne bovina?

b) Sabendo-se que o íon cálcio é quem ativa o sistema enzimático responsável pelo amaciamento da carne, caso o cloreto de cálcio di-hidratado fosse substituído por cloreto de cálcio anidro, na mesma concentração (mol/L), o resultado obtido no processo seria o mesmo? Responda **sim** ou **não** e justifique sua resposta levando em conta apenas o aspecto estequiométrico dessa substituição.

Resposta

a) Cálculo da massa de cloreto de cálcio di-hidratado:

$$m \text{ CaCl}_2 \cdot 2 H_2O = 1 \text{ kg carne} \cdot$$

$$\cdot \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ L solução}}{1 \text{ kg carne}} \cdot \frac{0,18 \text{ mol CaCl}_2 \cdot 2 H_2O}{1 \text{ L solução}}$$

concentração molar

$$\cdot \frac{147 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2 H_2O}{1 \text{ mol CaCl}_2 \cdot 2 H_2O} \cong 1,32 \text{ g}$$

massa molar

b) Sim. Soluções de mesma concentração molar de $CaCl_2 \cdot 2 H_2O$ e de $CaCl_2$ apresentam a mesma concentração de íons Ca^{2+} em mol/L.

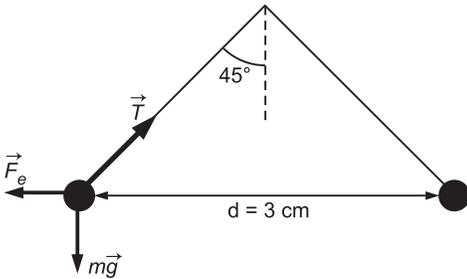
QUESTÃO 9

Em 2012 foi comemorado o centenário da descoberta dos raios cósmicos, que são partículas provenientes do espaço.

a) Os neutrinos são partículas que atingem a Terra, provenientes em sua maioria do Sol. Sabendo-se que a distância do Sol à Terra é igual a $1,5 \times 10^{11}$ m, e considerando a velocidade dos neutrinos igual a $3,0 \times 10^8$ m/s, calcule o tempo de viagem de um neutrino solar até a Terra.

b) As partículas ionizam o ar e um instrumento usado para medir esta ionização é o eletroscópio. Ele consiste em duas hastes metálicas que se repelem quando carregadas. De forma simplificada, as hastes podem

ser tratadas como dois pêndulos simples de mesma massa m e mesma carga q localizadas nas suas extremidades. O módulo da força elétrica entre as cargas é dado por $F_e = k \frac{q^2}{d^2}$, sendo $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$. Para a situação ilustrada na figura abaixo, qual é a carga q , se $m = 0,004 \text{ g}$?

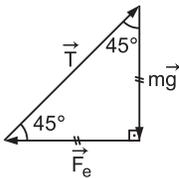


Resposta

a) O tempo t de viagem de um neutrino solar até a Terra será:

$$t = \frac{\Delta S}{v} \Rightarrow t = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3,0 \cdot 10^8} \Rightarrow \boxed{t = 500 \text{ s}}$$

b) Para a situação ilustrada na figura, supondo o equilíbrio, do método da poligonal, temos:



Assim, temos:

$$F_e = mg \Rightarrow 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q^2}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow q = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C} \Rightarrow \boxed{q = 2 \text{ nC}}$$

QUESTÃO 10

Alguns tênis esportivos modernos possuem um sensor na sola que permite o monitoramento do desempenho do usuário durante as corridas. O monitoramento pode ser feito através de relógios ou telefones celulares que recebem as informações do sensor durante os exercícios. Considere um atleta de

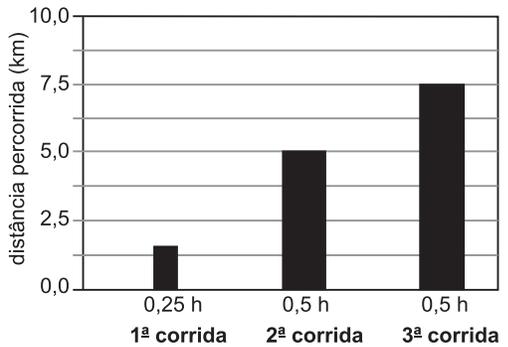
massa $m = 70 \text{ kg}$ que usa um tênis com sensor durante uma série de três corridas.

a) O gráfico 1) abaixo mostra a distância percorrida pelo atleta e a duração em horas das três corridas realizadas em velocidades constantes distintas. Considere que, para essa série de corridas, o consumo de energia do corredor pode ser aproximado por $E = C_{\text{MET}} m t$, onde m é a massa do corredor, t é a duração da corrida e C_{MET} é uma constante que depende da velocidade do corredor e é expressa em unidade de $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{h}}\right)$. Usando o gráfico 2)

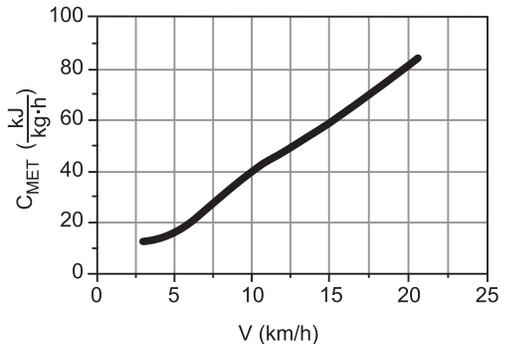
abaixo, que expressa C_{MET} em função da velocidade do corredor, calcule a quantidade de energia que o atleta gastou na terceira corrida.

b) O sensor detecta o contato da sola do tênis com o solo pela variação da pressão. Estime a área de contato entre o tênis e o solo e calcule a pressão aplicada no solo quando o atleta está em repouso e apoiado sobre um único pé.

1)



2)



Resposta

a) Do gráfico 1, a velocidade do atleta na terceira corrida é dada por:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{7,5}{0,5} \Rightarrow V = 15 \text{ km/h}$$

Do gráfico 2, para $V = 15 \text{ km/h}$, temos que $C_{MET} = 60 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{h)}$. Assim, pela equação fornecida, a energia gasta pelo atleta na terceira corrida é dada por:

$$E = C_{MET} \cdot m \cdot t = 60 \cdot 70 \cdot 0,5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = 2,1 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

b) Estimando a área da sola de um tênis como um retângulo de 25 cm por 10 cm, temos:

$$A = 0,25 \cdot 0,1 \Rightarrow A = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Logo, a pressão efetiva aplicada pelo atleta no solo é dada por:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \Rightarrow p = \frac{70 \cdot 10}{2,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = 2,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

QUESTÃO 11

As nuvens são formadas por gotículas de água que são facilmente arrastadas pelo vento. Em determinadas situações, várias gotículas se juntam para formar uma gota maior, que cai, produzindo a chuva. De forma simplificada, a queda da gota ocorre quando a força gravitacional que age sobre ela fica maior que a força do vento ascendente. A densidade da água é $\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

a) O módulo da força, que é vertical e para cima, que certo vento aplica sobre uma gota esférica de raio r pode ser aproximado por $F_{\text{vento}} = b r$, com $b = 1,6 \times 10^{-3} \text{ N/m}$. Calcule o raio mínimo da gota para que ela comece a cair.

b) O volume de chuva e a velocidade com que as gotas atingem o solo são fatores importantes na erosão. O volume é usualmente expresso pelo índice pluviométrico, que corresponde à altura do nível da água da

chuva acumulada em um recipiente aberto e disposto horizontalmente. Calcule o impulso transferido pelas gotas da chuva para cada metro quadrado de solo horizontal, se a velocidade média das gotas ao chegar ao solo é de 2,5 m/s e o índice pluviométrico é igual a 20 mm. Considere a colisão como perfeitamente inelástica.

Resposta

a) Como a gota é esférica, seu volume (V) é

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3.$$

Do enunciado, quando a gota está na iminência de cair, o raio mínimo (r) é dado por:

$$F_{\text{vento}} = P \Rightarrow b r = m g \Rightarrow b r = \rho V g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b r = \rho \cdot \frac{4\pi r^3}{3} g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,6 \cdot 10^{-3} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot r^2 \cdot 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

b) Para um índice pluviométrico de 20 mm, em uma área de 1 m^2 , o volume de água (V_T) é dado por $V_T = 1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$.

Supondo que as gotas caem verticalmente e que cada colisão transmita impulso vertical e para baixo sobre o solo, o módulo do impulso total transmitido, pelo teorema do impulso, é dado por:

$$I = m \cdot \Delta v \Rightarrow I = \rho \cdot V_T \cdot \Delta v \Rightarrow$$

$$I = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot |0 - 2,5| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = 50 \text{ N} \cdot \text{s}$$

QUESTÃO 12

Em agosto de 2012, a NASA anunciou o pouso da sonda *Curiosity* na superfície de Marte. A sonda, de massa $m = 1000 \text{ kg}$, entrou na atmosfera marciana a uma velocidade $v_0 = 6000 \text{ m/s}$.

a) A sonda atingiu o repouso, na superfície de Marte, 7 minutos após a sua entrada na atmosfera. Calcule o módulo da força resultante média de desaceleração da sonda durante sua descida.

b) Considere que, após a entrada na atmosfera a uma altitude $h_0 = 125 \text{ km}$, a força de

atrito reduziu a velocidade da sonda para $v = 4000$ m/s quando a altitude atingiu $h = 100$ km. A partir da variação da energia mecânica, calcule o trabalho realizado pela força de atrito neste trecho. Considere a aceleração da gravidade de Marte, neste trecho, constante e igual a $g_{\text{Marte}} = 4$ m/s².

Resposta

a) O módulo da força resultante média ($|\vec{R}_m|$) é dado por:

$$|\vec{R}_m| = m \cdot \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{1000 \cdot |0 - 6000|}{7 \cdot 60} \Rightarrow |\vec{R}_m| = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$$

b) O trabalho realizado pela força de atrito

($\vec{\tau}_{\text{at}}$) neste trecho é dado por:

$$\begin{aligned} \vec{\tau}_{\text{at}} &= \Delta E_m = \Delta E_g + \Delta E_c \Rightarrow \\ \Rightarrow \vec{\tau}_{\text{at}} &= m \cdot g \cdot \Delta h + m \frac{(v^2 - v_0^2)}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \vec{\tau}_{\text{at}} &= 1000 \cdot 4 \cdot (-25 \cdot 10^3) + 1000 \cdot \\ &\cdot \frac{(4000^2 - 6000^2)}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \vec{\tau}_{\text{at}} &= -1,01 \cdot 10^{10} \text{ J} \end{aligned}$$

QUESTÃO 13

A boa ventilação em ambientes fechados é um fator importante para o conforto térmico em regiões de clima quente. Uma chaminé solar pode ser usada para aumentar a ventilação de um edifício. Ela faz uso da energia solar para aquecer o ar de sua parte superior, tornando-o menos denso e fazendo com que ele suba, aspirando assim o ar dos ambientes e substituindo-o por ar vindo do exterior.

a) A intensidade da radiação solar absorvida por uma placa usada para aquecer o ar é igual a 400 W/m². A energia absorvida durante $1,0$ min por uma placa de 2 m² é usada para aquecer $6,0$ kg de ar. O calor específico

do ar é $c = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Qual é a variação

de temperatura do ar nesse período?

b) A densidade do ar a 290 K é $\rho = 1,2$ kg/m³. Adotando-se um número fixo de moles de ar mantido a pressão constante, calcule a sua densidade para a temperatura de 300 K. Considere o ar como um gás ideal.

Resposta

a) A variação de temperatura do ar ($\Delta\theta$) é dada por:

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{A} \\ P &= \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{A \cdot \Delta t} \Rightarrow \\ Q &= m \cdot c \cdot \Delta\theta \\ \Rightarrow 400 &= \frac{6 \cdot 1000 \cdot \Delta\theta}{2 \cdot 60} \Rightarrow \Delta\theta = 8^\circ\text{C} \end{aligned}$$

b) Sabendo que $V = \frac{m}{d}$ e de acordo com a Lei de Charles, temos:

$$\begin{aligned} \frac{V_i}{T_i} &= \frac{V_f}{T_f} \Rightarrow \frac{\frac{m}{d_i}}{T_i} = \frac{\frac{m}{d_f}}{T_f} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{1}{1,2 \cdot 290} &= \frac{1}{d_f \cdot 300} \Rightarrow d_f = 1,16 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

QUESTÃO 14

O prêmio Nobel de Física de 2011 foi concedido a três astrônomos que verificaram a expansão acelerada do universo a partir da observação de supernovas distantes. A velocidade da luz é $c = 3 \times 10^8$ m/s.

a) Observações anteriores sobre a expansão do universo mostraram uma relação direta entre a velocidade v de afastamento de uma galáxia e a distância r em que ela se encontra da Terra, dada por $v = H r$, em que $H = 2,3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ é a constante de Hubble. Em muitos casos, a velocidade v da galáxia pode ser obtida pela expressão $v = \frac{c \Delta\lambda}{\lambda_0}$, em

que λ_0 é o comprimento de onda da luz emitida e $\Delta\lambda$ é o deslocamento Doppler da luz. Considerando ambas as expressões acima,

calcule a que distância da Terra se encontra uma galáxia, se $\Delta\lambda = 0,092 \lambda_0$.

b) Uma supernova, ao explodir, libera para o espaço massa em forma de energia, de acordo com a expressão $E = mc^2$. Numa explosão de supernova foram liberados $3,24 \times 10^{48}$ J, de forma que sua massa foi reduzida para $m_{\text{final}} = 4,0 \times 10^{30}$ kg. Qual era a massa da estrela antes da explosão?

Resposta

a) Das relações fornecidas, temos:

$$\begin{cases} v = H \cdot r \\ v = \frac{c \cdot \Delta\lambda}{\lambda_0} \end{cases} \Rightarrow H \cdot r = \frac{c \cdot 0,092 \cdot \lambda_0}{\lambda_0} \Rightarrow \Delta\lambda = 0,092 \lambda_0$$

$$\Rightarrow 2,3 \cdot 10^{-18} \cdot r = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,092 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = 1,2 \cdot 10^{25} \text{ m}$$

b) A energia liberada corresponde a uma massa (m) dada por:

$$E = m \cdot c^2 \Rightarrow 3,24 \cdot 10^{48} = m \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = 3,6 \cdot 10^{31} \text{ kg}$$

Assim, a massa da estrela antes da explosão (m_0) é calculada por:

$$m_0 = m_{\text{final}} + m = 4 \cdot 10^{30} + 3,6 \cdot 10^{31} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_0 = 4 \cdot 10^{31} \text{ kg}$$

QUESTÃO 15

Uma forma alternativa de transmissão de energia elétrica a grandes distâncias (das unidades geradoras até os centros urbanos) consiste na utilização de linhas de transmissão de extensão aproximadamente igual a meio comprimento de onda da corrente alternada transmitida. Este comprimento de onda é muito próximo do comprimento de uma onda eletromagnética que viaja no ar com a mesma frequência da corrente alternada.

a) Qual é o comprimento de onda de uma onda eletromagnética que viaja no ar com uma frequência igual a 60 Hz? A velocidade da luz no ar é $c = 3 \times 10^8$ m/s.

b) Se a tensão na linha é de 500 kV e a po-

tência transmitida é de 400 MW, qual é a corrente na linha?

Resposta

a) Da equação fundamental da ondulatória, temos:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 60 \Rightarrow \lambda = 5 \cdot 10^6 \text{ m}$$

b) Da definição de potência elétrica, vem:

$$P = U \cdot i \Rightarrow 400 \cdot 10^6 = 500 \cdot 10^3 \cdot i \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = 800 \text{ A}$$

QUESTÃO 16

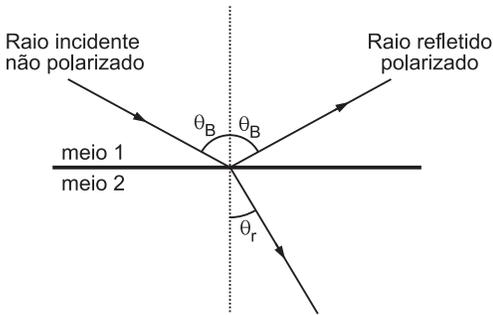
O efeito de imagem tridimensional no cinema e nos televisores 3D é obtido quando se expõe cada olho a uma mesma imagem em duas posições ligeiramente diferentes. Um modo de se conseguir imagens distintas em cada olho é através do uso de óculos com filtros polarizadores.

a) Quando a luz é polarizada, as direções dos campos elétricos e magnéticos são bem definidas. A intensidade da luz polarizada que atravessa um filtro polarizador é dada por $I = I_0 \cos^2 \theta$, onde I_0 é a intensidade da luz incidente e θ é o ângulo entre o campo elétrico \vec{E} e a direção de polarização do filtro. A intensidade luminosa, a uma distância d de uma fonte que emite luz polarizada, é

dada por $I_0 = \frac{P_0}{4\pi d^2}$, em que P_0 é a potência

da fonte. Sendo $P_0 = 24$ W, calcule a intensidade luminosa que atravessa um polarizador que se encontra a $d = 2$ m da fonte e para o qual $\theta = 60^\circ$.

b) Uma maneira de polarizar a luz é por reflexão. Quando uma luz não polarizada incide na interface entre dois meios de índices de refração diferentes com o ângulo de incidência θ_B , conhecido como ângulo de Brewster, a luz refletida é polarizada, como mostra a figura a seguir. Nessas condições, $\theta_B + \theta_r = 90^\circ$, em que θ_r é o ângulo do raio refratado. Sendo $n_1 = 1,0$ o índice de refração do meio 1 e $\theta_B = 60^\circ$, calcule o índice de refração do meio 2.



Resposta

a) Para a polarização da luz, temos:

$$I = I_0 \cos^2 \theta \Rightarrow I = \frac{P_0}{4\pi d^2} \cdot \cos^2 \theta \Rightarrow I_0 = \frac{P_0}{4\pi d^2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{24}{4 \cdot 3 \cdot 2^2} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow I = 0,125 \text{ W/m}^2$$

b) Da Lei de Snell-Descartes, sabendo que $\theta_B + \theta_r = 90^\circ$ e $\theta_B = 60^\circ$, vem:

$$\begin{cases} n_1 \cdot \text{sen} \theta_B = n_2 \cdot \text{sen} \theta_r \\ \theta_r = 90^\circ - \theta_B \\ \theta_B = 60^\circ \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot \text{sen} 60^\circ = n_2 \cdot \text{sen} 30^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_2 = \sqrt{3}$$

QUESTÃO 17

Cerca de 70% da superfície da Terra é coberta por água do mar e abaixo dessa superfície a água atinge uma profundidade média de 3,8 quilômetros. Os ecossistemas marinhos abrigam grande biodiversidade, mas parte dela vem sendo ameaçada pela pesca predatória. Na tentativa de controlar o problema, medidas governamentais têm sido adotadas, como a proibição da pesca em período reprodutivo e a restrição do uso de redes de malhas finas.

a) Como a proibição da pesca em período reprodutivo e como a restrição a redes de

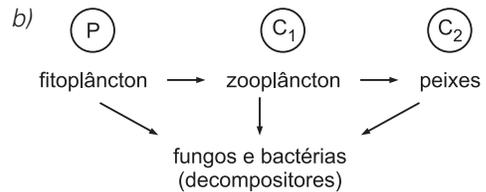
malhas finas minimizariam o problema da pesca predatória, contribuindo para a sustentabilidade da pesca? Explique.

b) Monte uma cadeia alimentar típica dos oceanos, considerando a presença de quatro níveis tróficos.

Resposta

a) A proibição da pesca em período de reprodução permite o nascimento de novos peixes que, de certa forma, mantém a população de peixes estável, apesar da pesca em outras épocas do ano.

O uso de redes de malhas finas captura peixes ainda jovens, não permitindo que estes atinjam a idade reprodutiva, o que compromete o equilíbrio populacional. Daí a necessidade dessa proibição.



QUESTÃO 18

Um zoólogo recebeu um animal marinho encontrado em uma praia. Ao tentar identificá-lo com o auxílio de uma lupa, o pesquisador notou, na superfície corporal do animal, a presença de espinhos e de estruturas tubulares, identificadas como pés ambulacrais.

a) Com base nesses elementos da anatomia externa, determine o filo a que pertence o animal em análise. Nomeie uma classe desse filo e dê um exemplo de um animal que a represente.

b) Explique como ocorre a reprodução dos animais pertencentes a esse filo.

Resposta

a) Pela presença de espinhos e de pés ambulacrais, o animal em questão pertence ao filo Equinodermos. Podemos citar a classe Asterozoa, que inclui as populares estrelas-do-mar.

b) Os equinodermos são tipicamente dioicos. Os gametas são liberados na água, onde ocorre a fecundação (fecundação externa), originando o zigoto. A partir deste, diferentes estágios larvais podem ser encontrados (ex.: bipinária, plúteo, etc.), até a formação do adulto. O desenvolvimento é, portanto, indireto. Ocasionalmente pode ocorrer reprodução assexuada, por regeneração.

QUESTÃO 19

Na Região Sudeste do Brasil as paineiras frutificam em pleno inverno, liberando suas sementes envoltas por material lanoso, como mostram as figuras abaixo. Tal fato está relacionado com o mecanismo de dispersão das sementes.



(Fonte: www.deverdecasa.com.
Acessado em 19/12/2012.)



(Fonte: Acervo pessoal.)

a) Explique como ocorre a dispersão das sementes das paineiras e qual a importância da frutificação ocorrer no inverno da Região Sudeste.

b) Diferentemente das paineiras, existem plantas que investem na produção de frutos carnosos e vistosos. De que maneira tal estratégia pode estar relacionada à dispersão das sementes dessas plantas? Explique.

Resposta

a) A dispersão das sementes das paineiras ocorre pelo vento (anemocoria). O inverno da região Sudeste é menos úmido que as outras estações, com menor índice pluviométrico, facilitando a dispersão de sementes desse modo.

b) Frutos carnosos e vistosos atraem animais que os comerão e dispersarão as sementes presentes em seu interior junto com as fezes (zoocoria).

QUESTÃO 20

Os tubarões e os golfinhos são semelhantes quanto ao formato corpóreo, como pode ser notado nas figuras abaixo. Tal semelhança, no entanto, não reflete proximidade filogenética.



(Fonte: www.cienciahoje.uol.com.br. Acessado em 5/12/2012. Fotos de Terry Goss e Jeff Kraus.)

- a) Dado que a semelhança apontada entre os tubarões e os golfinhos não pode ser explicada por ancestralidade comum, a que ela se deve? Explique o processo que originou tal semelhança.
- b) Diferencie os tubarões dos golfinhos quanto ao sistema respiratório e quanto à estrutura do coração.

Resposta

a) A semelhança na forma de golfinhos e tubarões (hidrodinâmica) se deve ao processo de convergência evolutiva. Nesse processo, espécies filogeneticamente distintas tornam-se semelhantes por sofrerem um mesmo tipo de pressão evolutiva (no caso citado, habitarem o meio aquático e necessitarem de velocidade na locomoção).

b) Tubarões apresentam respiração branquial e coração com duas cavidades (1 átrio e 1 ventrículo). Golfinhos possuem respiração pulmonar e coração tetracavitário (2 átrios e 2 ventrículos).

QUESTÃO 21

Os fungos são organismos eucarióticos heterotróficos unicelulares ou multicelulares. Os fungos multicelulares têm os núcleos dispersos em hifas, que podem ser contínuas ou septadas, e que, em conjunto, formam o micélio.

- a) Mencione uma característica que diferencie a célula de um fungo de uma célula animal, e outra que diferencie a célula de um fungo de uma célula vegetal.
- b) Em animais, alguns fungos podem provocar intoxicação e doenças como micoses; em plantas, podem causar doenças que prejudicam a lavoura, como a ferrugem do café, a necrose do amendoim e a vassoura-de-bruxa do cacau. Entretanto, os fungos também podem ser benéficos. Cite dois benefícios proporcionados pelos fungos.

Resposta

a) Fungos apresentam células com parede celular de quitina.

Células animais não apresentam parede celular e células vegetais apresentam parede celular de celulose e outras substâncias, como lignina e suberina, dependendo do tecido vegetal.

b) Fungos são produtores de antibióticos, como a penicilina, e são importantes agentes decompositores da matéria nos ecossistemas.

QUESTÃO 22

A história da doença de Chagas se inicia com uma tripla descoberta, ocorrida no interior de Minas Gerais. Em abril de 1909, Carlos Chagas (1878-1934) comunicou ao mundo científico a descoberta de uma nova doença humana. O agente causal da doença e seu vetor também haviam sido por ele identificados, ao final de 1908. A descoberta de Chagas, considerada única na história da medicina, constitui um marco decisivo na história da ciência e da saúde brasileiras, trazendo uma contribuição inovadora ao campo emergente da medicina tropical e dos estudos sobre as doenças parasitárias transmitidas por insetos.

A doença de Chagas ainda preocupa, principalmente os moradores de Abaetetuba, no nordeste do Pará. De acordo com a Secretaria de Saúde do Pará, só em agosto deste ano foram registrados 18 casos na região associados ao consumo de açaí. No total, 365 casos foram contabilizados de janeiro a agosto de 2012. Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a transmissão dessa doença já foi relacionada ao consumo de garapa.

a) Indique o agente causal da doença de Chagas e seu vetor descritos pelo pesquisador em 1908-1909. Explique a forma de transmissão dessa doença para humanos descrita por Chagas.

b) Explique como o consumo de açaí ou de garapa pode transmitir essa parasitose. Como seria possível impedir essa via de transmissão ao consumir esses alimentos?

Resposta

a) O agente causal (etiológico) da doença de Chagas é o protozoário *Trypanosoma cruzi* e o vetor (agente transmissor) é o percevejo popularmente chamado de “barbeiro”.

A transmissão clássica, descrita por Chagas, envolve a penetração dos protozoários através do orifício da picada (ou mesmo pelas escoriações provocadas pelo ato de coçar o local). Os causadores são liberados junto com as fezes do vetor, logo após sua picada em humanos.

b) O açaí ou a cana, utilizada na produção da garapa, podem estar contaminados com fezes de barbeiros ou com o animal inteiro, de modo que seu consumo permite a ingestão dos protozoários causadores.

Para evitar essa forma de contágio (por via digestória), pode-se higienizar os alimentos (açaí e cana-de-açúcar) antes de consumi-los.

QUESTÃO 23

Para determinada espécie de planta, a cor das pétalas e a textura das folhas são duas características monogênicas de grande interesse econômico, já que as plantas com pétalas vermelhas e folhas rugosas atingem alto valor comercial. Para evitar o surgimento de plantas com fenótipos indesejados nas plantações mantidas para fins comerciais, é importante que os padrões de herança dos fenótipos de interesse sejam conhecidos. A simples análise das frequências fenotípicas obtidas em cruzamentos controlados pode revelar tais padrões de herança. No caso em questão, do cruzamento de duas linhagens puras (homozigotas), uma composta por plantas de pétalas vermelhas e folhas lisas (P1) e outra, por plantas de pétalas brancas e folhas rugosas (P2), foram obtidas 900 plantas. Cruzando as plantas de F1, foi obtida a geração F2, cujas frequências fenotípicas são apresentadas no quadro a seguir.

Cruzamento	Descendentes
P1 × P2	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas (F1)
F1 × F1	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas; 300 com pétalas vermelhas e folhas rugosas; 300 com pétalas brancas e folhas lisas; e 100 com pétalas brancas e folhas rugosas (F2)

a) Qual é o padrão de herança da cor vermelha da pétala? E qual é o padrão de herança do fenótipo rugoso das folhas? Justifique.

b) Qual é a proporção do genótipo duplo-heterozigoto (genótipo heterozigoto para os dois locos gênicos) em F2? Justifique.

Resposta

Legenda:

A – pétalas vermelhas

B – folhas lisas

aa – pétalas brancas

bb – folhas rugosas

P	AABB (P1) × aabb (P2)	
		↓
F1	AaBb × AaBb	
		↓
F2	A_B_	900
	A_bb	300
	aaB_	300
	aabb	100

a) Pétalas vermelhas: gene dominante;
Folhas rugosas: gene recessivo.

Justificativa: no cruzamento da geração P, plantas de pétalas vermelhas cruzadas com plantas de pétalas brancas só produziram (100%) pétalas vermelhas em F1. Plantas de folhas lisas cruzadas com plantas de folhas rugosas só produziram (100%) de folhas lisas. Assim, folhas rugosas têm fenótipo recessivo.

b) A proporção de plantas duplamente heterozigóticas em F2 é de 25%:

	AB	Ab	aB	ab
AB				AaBb
Ab			AaBb	
aB		AaBb		
ab	AaBb			

$\frac{4}{16} = \frac{1}{4} = 25\%$

QUESTÃO 24

A endotermia surgiu ao longo da evolução como uma importante estratégia de sobrevivência. A rapidez na resposta a estímulos externos garante aos endotérmicos uma relevante vantagem adaptativa em relação aos ectotérmicos. Alguns estudos teóricos têm estimado, por exemplo, que o homem seria pelo menos dez vezes mais lento se não fosse capaz de manter sua temperatura corpórea constante e relativamente alta (em torno de 37°C). Por outro lado, o consumo de energia de um animal endotérmico é muito maior do que o de um animal ectotérmico de igual tamanho e peso.

a) Compare o comportamento de um mamífero e o de um lagarto em duas situações

que permitam demonstrar as vantagens evolutivas associadas à endotermia.

b) A energia necessária para um vertebrado endotérmico manter seu metabolismo é fornecida pelos alimentos. O amido é uma importante fonte energética e está presente em vários alimentos. Explique como ocorre a digestão do amido e indique quais são as menores moléculas resultantes dessa digestão.

Resposta

a) Em uma situação de frio intenso (inverno ou regiões polares), o mamífero se mantém mais ativo que o lagarto por ser capaz de manter a temperatura constante. Em contrapartida, em situação de calor muito intenso, o mamífero também possui mais mecanismos para manutenção da temperatura constante e, conseqüentemente, maior capacidade de sobrevivência.

b) A digestão do amido se dá através da ação de enzimas digestórias como a amilase, que digere diretamente o amido, liberando maltose, e, em seguida, da ação da maltase sobre a maltose, liberando glicose, sendo esta a menor molécula resultante da digestão do amido.

