

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

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

$$\pi = 3$$

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1																	18
H																	He
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
<small> Número atômico → Símbolo → Nome → Massa atômica relativa. A unidade no primeiro dígito é 1, exceto quando indicado outra preferência. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável. </small>																	

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.

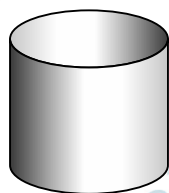
- Tendo em vista a sustentabilidade do planeta, ordene os verbos “reutilizar”, “reciclar” e “reduzir”, colocando em primeiro lugar a ação que levaria a uma diminuição mais significativa do consumo energético e material e, em último, a ação que levaria a uma diminuição menos significativa.
- Em um condomínio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

Resolução

- A ordem dos verbos citados, tendo em vista a sustentabilidade do planeta, é:
 - Reduzir:** diminui o consumo de produtos e o desperdício de materiais e o gasto de energia utilizando apenas o necessário.
 - Reutilizar:** o material é devolvido ao mercado evitando o consumo da matéria-prima e gasto de energia.
 - Reciclar:** é o menos significativo, havendo um gasto maior de energia (Exemplo: reciclagem do metal alumínio).
- Pilhas e baterias.** O descarte de pilhas (contêm metais pesados como mercúrio, cádmio, chumbo que são tóxicos) é mais prejudicial do que o de metais, vidros, papéis e plásticos, pois provoca uma maior contaminação do ambiente.

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

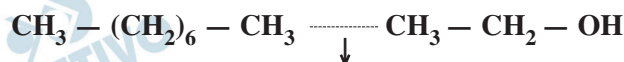
Resolução

- a) Vamos representar a gasolina (mistura de hidrocarbonetos) pela fórmula molecular C_8H_{18} .
 $CH_3 - (CH_2)_6 - CH_3$ molécula apolar

O álcool apresenta a fórmula estrutural:

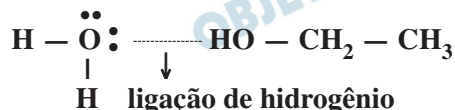


A mistura dos dois é monofásica, porque haverá interação dipolo instantâneo-dipolo induzido entre as cadeias hidrocarbônicas.



↓
 força de dispersão de London
 (tipo de força de van der Waals)

A mistura de etanol e água é monofásica, pois haverá fortes interações entre as moléculas do álcool e da água, do tipo ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.



- b) Água e gasolina são líquidos imiscíveis, formando duas camadas. O álcool é mais solúvel na água que

na gasolina. A gasolina é menos densa que a mistura homogênea água e álcool.



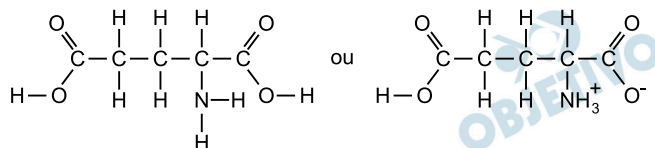
3

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-aminopentanoico. 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”*.

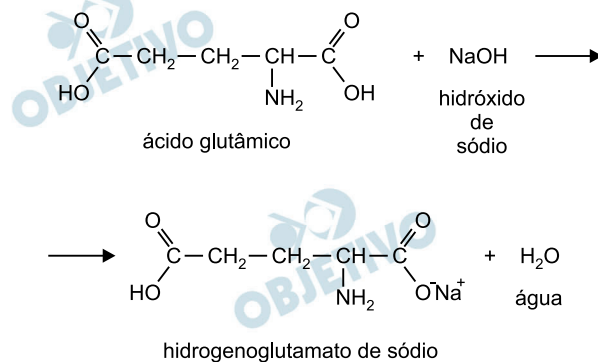
- A partir da descrição acima, escreva a fórmula estrutural do ácido glutâmico.
- Fazendo reagir o ácido glutâmico descrito acima com uma base, é possível preparar o hidrogenoglutamato de sódio. Escreva a equação química dessa reação de preparação do hidrogenoglutamato de sódio a partir do ácido glutâmico.

Resolução

- A fórmula estrutural do ácido 2-aminopentanoico é:



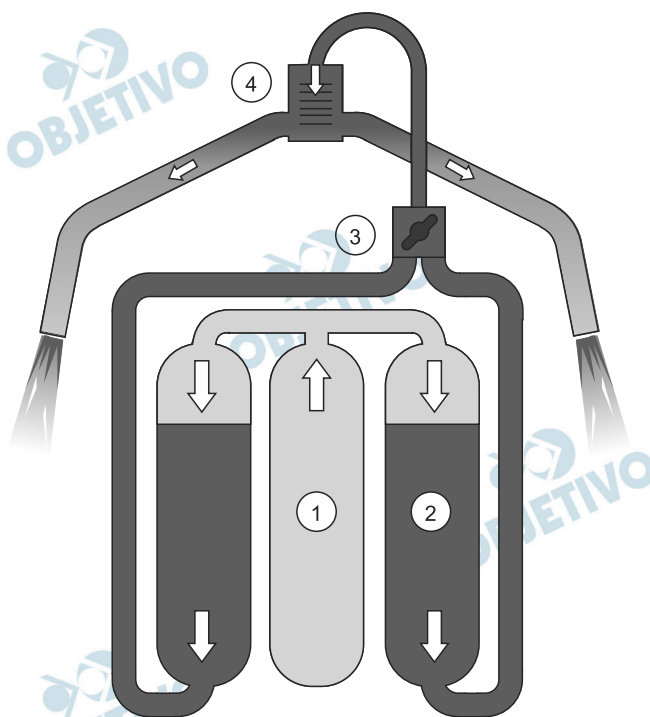
- A reação entre o ácido glutâmico e o hidróxido de sódio, para a formação do hidrogenoglutamato de sódio, chama-se **neutralização parcial**. Pode ser mostrada a partir da equação a seguir:



ou

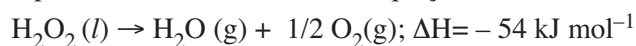


Na década de 1960, desenvolveu-se um foguete individual denominado "Bell Rocket Belt", que fez grande sucesso na abertura das Olimpíadas de 1984.



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:

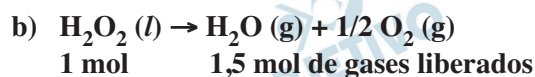


Com base nessas informações, responda:

- No funcionamento do dispositivo há liberação ou absorção de energia? Justifique.
- 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 $0,075 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$.

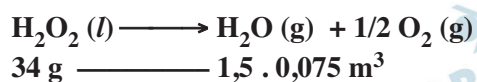
Resolução

a) No funcionamento do dispositivo, há liberação de energia, pois a variação de entalpia (ΔH) da reação é negativa. A reação libera para o meio ambiente 54 kJ por mol de H_2O_2 decomposto.



Massa molar aproximada de $\text{H}_2\text{O}_2 = 34 \text{ g/mol}$.

1 m^3 corresponde a 1000 L



$$68 \cdot 10^3 \text{ g} \text{ — } x$$

$$x = 0,225 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 225 \text{ m}^3$$

São produzidos 225 m³ de gases.

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 (3,6x10⁶ 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 x 10⁶ 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 s⁻¹.

Resolução

- a) Considere a proporção:

$$100\text{g de bauxita} \begin{cases} 55\text{g de } Al_2O_3 \\ 45\text{g de resíduos} \end{cases}$$

Cálculo da massa de alumínio para 100g de bauxita:

$$\begin{aligned} \text{Massa Molar do } Al_2O_3 &= 2 \cdot 27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} + \\ &+ 3 \cdot 16\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 102\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 102\text{g de } Al_2O_3 &\text{ — } 54\text{g de } Al \\ 55\text{g de } Al_2O_3 &\text{ — } x \end{aligned} \Rightarrow x = \frac{55 \cdot 54}{102}\text{g}$$

$$x = 29,12\text{g de } Al$$

Cálculo da massa de resíduos:

$$\begin{aligned} 29,12\text{g de } Al &\text{ — } 45\text{g de resíduos} \\ 32 \cdot 10^6\text{t de } Al &\text{ — } y \end{aligned}$$

$$y = \frac{45 \cdot 32 \cdot 10^6}{29,12} \text{ t} = 49,45 \cdot 10^6 \text{ t de resíduos}$$

$$y = 5,0 \cdot 10^7 \text{ t de resíduos}$$

- b) Cálculo da energia gasta em um banho:

$$\begin{aligned} 1\text{s} &\text{ — } 3000\text{J} \\ 10 \cdot 60\text{s} &\text{ — } x \end{aligned} \Rightarrow x = 1,8 \cdot 10^6\text{J}$$

Cálculo da quantidade de banhos a serem tomados considerando a energia para produzir uma latinha nova de alumínio:

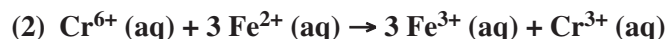
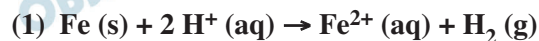
$$\begin{aligned} 1 \text{ banho} &\text{ — } 1,8 \cdot 10^6\text{J} \\ y &\text{ — } 3,6 \cdot 10^6\text{J} \end{aligned} \Rightarrow y = 2 \text{ banhos}$$

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.

- 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.
- 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.

Resolução

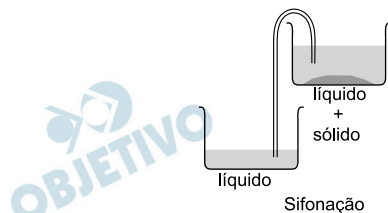
As reações que ocorrem nesse processo de tratamento químico são representadas pelas seguintes equações químicas:



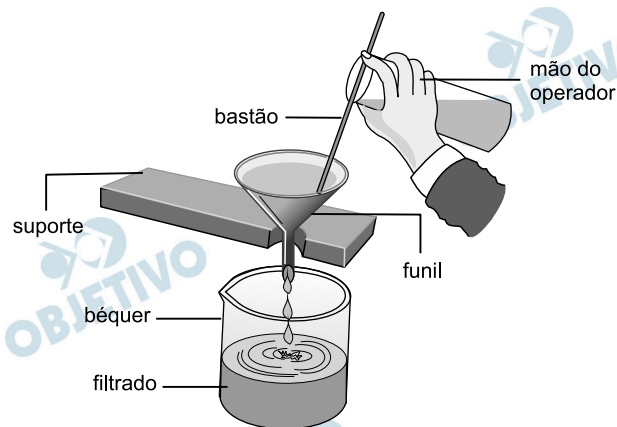
- Exemplo de reação em que não houve transferência de elétrons (não houve alteração do número de oxidação): 3 ou 4.

Exemplo de reação em que houve transferência de elétrons (houve alteração do número de oxidação): 1 ou 2.

- Na decantação, a água é separada por sifonação.



Na filtração, a água atravessa um filtro que separa os resíduos sólidos.



Obs: Na indústria, é utilizada uma parede de cascalho, areia e carvão ativo como filtro.

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 $(\text{CH}_2)_n$.

- 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.
- 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.

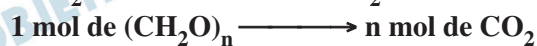
Resolução

a) Tomando como base o açúcar:



açúcar

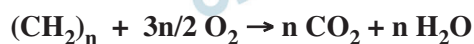
$$M_{\text{CH}_2\text{O}} = 30 \text{ g/mol} \quad \text{e} \quad M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$



$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ n \cdot 30 \text{ g} & \longrightarrow & n \cdot 44 \text{ g} \end{array}$$

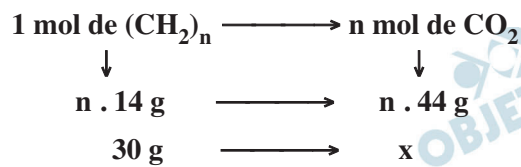
Portanto: 30 g de açúcar liberam 44 g de CO_2 .

Tomando como base a gordura:



gordura

$$M_{\text{CH}_2} = 14 \text{ g/mol} \quad \text{e} \quad M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$

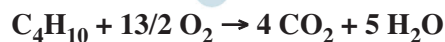


$$x = 94,3 \text{ g de } \text{CO}_2$$

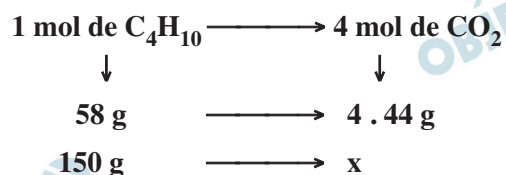
Portanto: 30 g de gordura liberam 94,3 g de CO_2 .

A gordura tem maior fator de emissão de CO_2 , pois libera maior massa de CO_2 .

- b) A utilização do gás butano (C_4H_{10}) como combustível, durante o cozimento, dá-se de acordo com a equação:



$$M_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 58 \text{ g/mol} \quad \text{e} \quad M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$



$$x = 455,2 \text{ g de } \text{CO}_2$$

Como uma pessoa, ao catabolizar açúcar e gordura, emite 800 gramas de CO_2 diariamente, o uso de butano como combustível durante o cozimento de alimentos tem menor fator de emissão de CO_2 .

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 acima, 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.

Resolução

- a) **1 kg de carne bovina precisa de 50 mL de solução de cloreto de cálcio di-hidratado.**

Massa molar do $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$:

$$M = (1 \cdot 40 + 2 \cdot 35,5 + 2 \cdot 18) \text{ g/mol}$$

$$M = 147 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} (1 \text{ L}) \rightarrow 1000 \text{ mL} \text{ --- } 0,18 \cdot 147 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad 50 \text{ mL} \text{ --- } x \\ x = 1,323 \text{ g} \end{array}$$

- b) **Sim.**



$$0,18 \text{ mol/L} \quad \quad 0,18 \text{ mol/L}$$



$$0,18 \text{ mol/L} \quad 0,18 \text{ mol/L}$$

A concentração dos íons Ca^{2+} nos dois casos é a mesma.

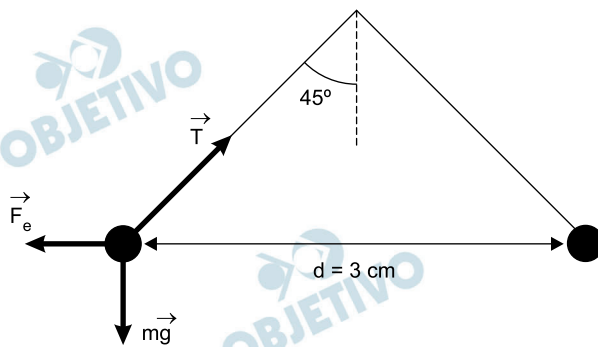
Em 2012 foi comemorado o centenário da descoberta dos raios cósmicos, que são partículas provenientes do espaço.

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

$$F_e = k \frac{q^2}{d^2}, \text{ sendo } k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2. \text{ Para a situação}$$

ilustrada na figura abaixo, qual é a carga q , se $m = 0,004$ g?



Resolução

a) Sendo constante a velocidade dessa viagem, temos:

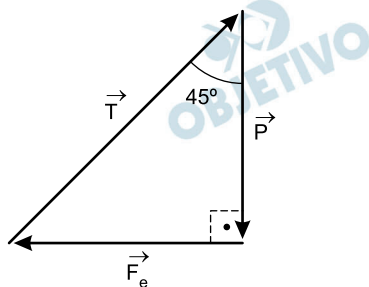
$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{V} = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3,0 \cdot 10^8} \text{ (s)}$$

$$\Delta t = 0,50 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$\Delta t = 5,0 \cdot 10^2 \text{ s}$$

b) Da figura proposta, no equilíbrio, temos:



$$\operatorname{tg} 45^\circ = \frac{F_e}{P} \Rightarrow 1 = \frac{F_e}{P}$$

$$\text{Assim, } F_e = P$$

$$\frac{k q^2}{d^2} = mg$$

$$\frac{9 \cdot 10^9 \cdot q^2}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = 0,004 \cdot 10^{-3} \cdot 10$$

$$\frac{9 \cdot 10^9 \cdot q^2}{9 \cdot 10^{-4}} = 4,0 \cdot 10^{-5}$$

$$q^2 = 4,0 \cdot 10^{-18} \text{ (SI)}$$

$$|q| = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Respostas: a) $\Delta t = 5,0 \cdot 10^2 \text{ s}$

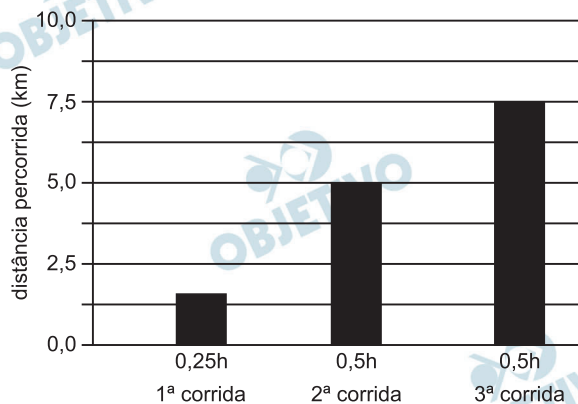
b) $|q| = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

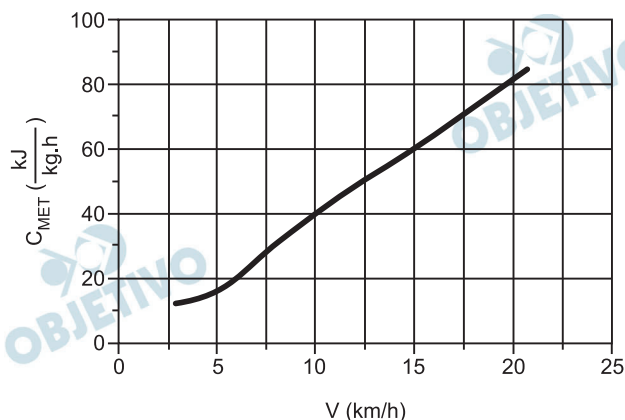
10

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.

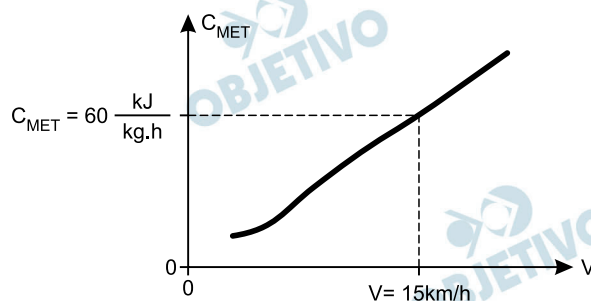
Resolução

- a) 1) Cálculo da velocidade do atleta na 3.^a corrida:

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

- 2) Constante C_{MET} na 3.^a corrida:

$$\boxed{C_{\text{MET}} = 60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.h}}} \quad (\text{leitura do gráfico})$$



- Cálculo da energia gasta pelo atleta na 3.^a corrida ($t = 0,5\text{h}$):

$$E = C_{\text{MET}} \cdot m \cdot t \Rightarrow E = 60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.h}} \cdot 70 \text{ kg} \cdot 0,5\text{h}$$

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

- b) Estimativa da área da sola de um tênis (aproximada para a de um retângulo de 30 cm x 10 cm):

$$A = 0,3\text{m} \cdot 0,1\text{m} \Rightarrow \boxed{A = 0,03 \text{ m}^2}$$

$$\text{pressão da sola} = \frac{\text{peso do atleta}}{\text{área da sola}}$$

$$p = \frac{P}{A} \Rightarrow p = \frac{m g}{A} \Rightarrow p = \frac{70 \cdot 10}{0,03} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$p \cong 2,3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

Respostas: a) $E = 2,1 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ ou
 $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ J}$
b) $p \cong 2,3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$

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 $2,5 \text{ m/s}$ e o índice pluviométrico é igual a 20 mm . Considere a colisão como perfeitamente inelástica.

Resolução

- a) **A gota começa a cair quando o peso dela fica maior que a força aplicada pelo ar. O raio mínimo ocorre quando o peso da gota e a força aplicada pelo ar têm módulos praticamente iguais:**

$$P = F_{\text{vento}}$$

$$\rho_{\text{água}} \cdot V \cdot g = b \cdot r$$

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

$$\text{Para } \pi \approx 3 : 4 \cdot r^2 \cdot 10^4 = 1,6 \cdot 10^{-3}$$

$$r^2 = \frac{1,6}{4} \cdot 10^{-7} = 4,0 \cdot 10^{-8}$$

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

- b) 1) O volume de água armazenado em uma área de $1,0 \text{ m}^2$ é dado por:

$$V = A \cdot h = 1,0 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

- 2) A massa de água armazenada é dada por:

$$m = \rho_{\text{água}} \cdot V = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg} = 20 \text{ kg}$$

3) O impulso transferido é medido pela variação de quantidade de movimento da água:

$$|\vec{I}| = |\Delta\vec{Q}| = m |\Delta\vec{V}|$$

$$|\vec{I}| = 20 \cdot 2,5 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$$

$$|\vec{I}| = 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Respostas: a) $r = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

b) $|\vec{I}| = 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ou $|\vec{I}| = 50 \text{ N} \cdot \text{s}$

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 $v = 4000 \text{ m/s}$ quando a altitude atingiu $h = 100 \text{ km}$. 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 $g_{\text{Marte}} = 4 \text{ m/s}^2$.

Resolução

- a) 2.ª Lei de Newton:

$$|\vec{F}_R| = m |\vec{a}| = m \frac{|\Delta\vec{V}|}{\Delta t}$$

$$|\vec{F}_R| = 1000 \cdot \frac{6000}{7 \cdot 60} \text{ (N)} \cong 14 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$|\vec{F}_R| = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- b) Teorema da energia cinética:

$$\tau_{\text{total}} = \Delta E_{\text{cin}}$$

$$\tau_P + \tau_{\text{ar}} = \frac{m V^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$m g (h_0 - h) + \tau_{\text{ar}} = \frac{m}{2} (V^2 - V_0^2)$$

$$1000 \cdot 4,0 \cdot 25 \cdot 10^3 + \tau_{\text{ar}} = \frac{1000}{2} (16 \cdot 10^6 - 36 \cdot 10^6)$$

$$1,0 \cdot 10^8 + \tau_{\text{ar}} = -500 \cdot 20 \cdot 10^6$$

$$1,0 \cdot 10^8 + \tau_{\text{ar}} = -100 \cdot 10^8$$

$$\tau_{\text{ar}} = -101 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\tau_{\text{ar}} = -1,01 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

- Respostas: a) $1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$ ou 14 kN
b) $-1,01 \cdot 10^{10} \text{ J}$

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/m^2 . A energia absorvida durante $1,0 \text{ min}$ por uma placa de 2 m^2 é usada para aquecer $6,0 \text{ kg}$ de ar. O calor específico do ar é $1000 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$. Qual é a variação de

temperatura do ar nesse período?

b) A densidade do ar a 290 K é $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$. 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.

Resolução

a) A energia absorvida por uma placa solar (E) é proporcional à intensidade solar (I), à área do coletor (A) e ao tempo de exposição ao sol (Δt):

$$E = I \cdot A \cdot \Delta t \quad (1)$$

O calor sensível que aquece o ar é dado por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (2)$$

Igualando-se (2) e (1), vem ($\Delta t = 1,0 \text{ min} = 60\text{s}$):

$$Q = E$$

$$m \cdot c \cdot \Delta\theta = I \cdot A \cdot \Delta t$$

$$\Delta\theta = \frac{I \cdot A \cdot \Delta t}{m \cdot c}$$

$$\Delta\theta = \frac{400 \cdot 2 \cdot 60}{6,0 \cdot 1000} \text{ (}^\circ\text{C)} = \frac{48000}{6000} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta\theta = 8,0^\circ\text{C}$$

b) Da Equação de Clapeyron:

$$pV = \frac{m}{M} R T$$

$$\frac{m}{V} = \frac{pM}{R T}$$

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

Para $\frac{pM}{R}$ constante, ρ é inversamente propor-

cional a T:

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{T}{T'}$$

$$\frac{\rho'}{1,2} = \frac{290}{300}$$

$$\rho' = 1,16 \text{ kg/m}^3$$

Respostas: a) 8°C

b) 1,16 kg/m³

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?

Resolução

$$\text{a) 1) } v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,092 \text{ (m/s)}$$

$$v = 0,276 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = 2,76 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{2) } v = H \cdot r$$

$$2,76 \cdot 10^7 = 2,3 \cdot 10^{-18} \cdot r \Rightarrow r = 1,2 \cdot 10^{25} \text{ m}$$

$$\text{b) 1) } E = mc^2$$

$$3,24 \cdot 10^{48} = m \cdot 9 \cdot 10^{16} \Rightarrow m = 0,36 \cdot 10^{32} \text{ kg}$$

$$m = 36 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{2) } m = m_0 - m_{\text{final}}$$

$$36 \cdot 10^{30} = m_0 - 4,0 \cdot 10^{30}$$

$$m_0 = 40 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$m_0 = 4,0 \cdot 10^{31} \text{ kg}$$

Respostas: a) $1,2 \cdot 10^{25} \text{ m}$

b) $4,0 \cdot 10^{31} \text{ kg}$

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 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.
- b) Se a tensão na linha é de 500 kV e a potência transmitida é de 400 MW, qual é a corrente na linha?

Resolução

- a) Da equação fundamental da ondulatória, vem:

$$V = \lambda f$$

$$3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 60$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{60} \text{ (m)}$$

$$\lambda = 5,0 \cdot 10^6 \text{ (m)}$$

- b) A intensidade de corrente elétrica na linha pode ser determinada por:

$$P = i \cdot U$$

$$400 \cdot 10^6 = i \cdot 500 \cdot 10^3$$

$$i = \frac{400 \cdot 10^6}{500 \cdot 10^3} \text{ (A)}$$

$$i = 800 \text{ A} = 8,0 \cdot 10^2 \text{ A}$$

- Respostas: a) $5,0 \cdot 10^6 \text{ m}$
b) $8,0 \cdot 10^2 \text{ A}$

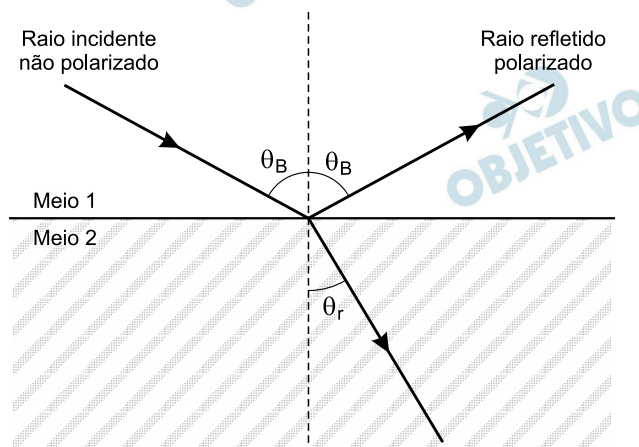
O efeito de imagem tridimensional no cinema e nos televisores 3D é obtido quando se expõe cada olho a uma mesma imagem em duas posições ligeiramente diferentes. Um modo de se conseguir imagens distintas em cada olho é através do uso de óculos com filtros polarizadores.

- 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

$$\text{fonte que emite luz polarizada, é dada por } I_0 = \frac{P_0}{4\pi d^2},$$

em que P_0 é a potência da fonte. Sendo $P_0 = 24 \text{ W}$, calcule a intensidade luminosa que atravessa um polarizador que se encontra a $d = 2 \text{ m}$ 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.



Resolução

- a) 1) $P_0 = 24 \text{ W}$; $d = 2 \text{ m}$

$$I_0 = \frac{P_0}{4\pi d^2} = \frac{24}{4 \cdot 3 \cdot 4} (\text{W/m}^2) \Rightarrow I_0 = \frac{1}{2} \text{ W/m}^2$$

$$2) I = I_0 \cos^2 \theta$$

$$I = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{W}{m^2} \Rightarrow I = \frac{1}{8} W/m^2$$

b) Lei de Snell-Descartes:

$$n_1 \sin \theta_B = n_2 \sin \theta_r$$

$$\sin \theta_r = \cos \theta_B = \frac{1}{2}$$

$$1,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$n_2 = \sqrt{3}$$

Respostas: a) $I = \frac{1}{8} W/m^2$

b) $n_2 = \sqrt{3}$

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.

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

Resolução

- A pesca, no período reprodutivo, impede a geração de descendentes, reduzindo a população da espécie.**

Redes de malhas finas capturam animais que não atingiram a idade adulta, prejudicando a reprodução.

A proibição da pesca no período reprodutivo e a proibição do uso de redes de malhas finas procuram favorecer a reprodução das espécies e garantir uma população com número razoável de indivíduos.

- fitoplâncton → zooplâncton →
(algas microscópicas) (microcrustáceos)
→ moluscos → peixes

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.

- 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.
- Explique como ocorre a reprodução dos animais pertencentes a esse filo.

Resolução

- O animal em análise pertence ao filo equinoderma.**

Uma das classes desse filo é a asteroide. Um exemplo dessa classe é a estrela-do-mar.

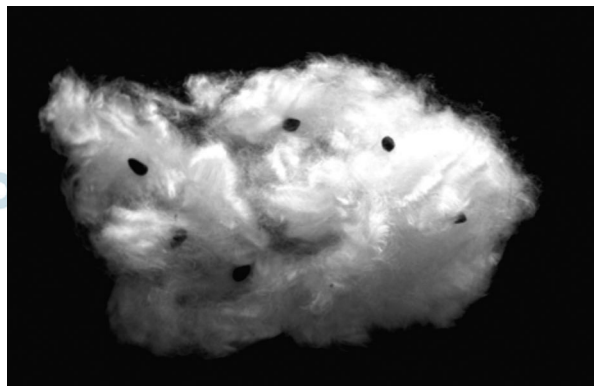
- Os equinodermas apresentam reprodução sexuada e também assexuada (por regeneração).**

Apresentam sexos separados, fecundação externa e desenvolvimento indireto.

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.



(Foto acima - Fonte: www.deverdecasa.com. Acessado em 19/12/2012. – Acervo pessoal.)



(Foto acima - Fonte: www.deverdecasa.com. Acessado em 19/12/2012. – 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.

Resolução

- a) **As sementes da paineira são envoltas por pelos que diminuem o peso específico dessas estruturas, facilitando a dispersão pelo vento, fenômeno conhecido por anemocoria.**

A frutificação no inverno e a consequente liberação de sementes coincide, no Sudeste, com o período de menor pluviosidade, o que favorece a disseminação.

- b) **Frutos vistosos e carnosos atraem animais que deles se alimentam, ingerindo as suas sementes. Estas atravessam o trato digestório e não são digeridas, sendo eliminadas com as fezes. Assim a planta garante a dispersão de suas sementes.**

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.)



(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.

Resolução

- a) Tanto o tubarão (peixe cartilaginoso) como o golfinho (mamífero) apresentam uma forma hidrodinâmica do corpo, que facilita a adaptação ao meio aquático, resultado de uma convergência adaptativa ou evolução convergente.
- b) Os peixes (exemplo: tubarão) apresentam respiração branquial e coração com um átrio e um ventrículo. Os mamíferos (exemplo: golfinho) apresentam respiração pulmonar e coração com dois átrios e dois ventrículos.

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 cafeeiro, a necrose do amendoim e a vassoura de bruxa do cacau. Entretanto, os fungos também podem ser benéficos. Cite dois benefícios proporcionados pelos fungos.

Resolução

- a) **As células do fungo são revestidas por uma parede celular constituída por quitina, estrutura que não ocorre nas células animais.**

A célula vegetal possui organoides citoplasmáticos, os cloroplastos, que nunca ocorrem nas células do fungo.

A célula vegetal e a do fungo são revestidas pela parede celular, mas a natureza química é diferente, sendo constituída principalmente por celulose no vegetal e quitina, no fungo.

- b) **Os fungos produzem substâncias úteis para o homem, entre elas os antibióticos.**

Esses seres são responsáveis pela fermentação alcoólica (etílica), utilizada na produção do etanol e na fabricação de pães e bebidas.

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?

Resolução

- a) **O agente causal da doença de Chagas é o protozoário *Trypanosoma cruzi*.
O vetor é o barbeiro, um inseto hemíptero.
A transmissão, segundo Chagas, é feita por meio das fezes do barbeiro.**
- b) **O açaí e a garapa podem apresentar fezes do barbeiro ou até mesmo restos deste inseto, esmagado no preparo desses alimentos.
Uma das maneiras de impedir essa forma de transmissão é a lavagem cuidadosa (higienização) do açaí e da cana a ser moída.**

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 x P2	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas (F1)
F1 x 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.

Resolução

- a) A cor vermelha é condicionada por um alelo dominante (B) definido pelo aparecimento total em F1. Folha rugosa é um caráter recessivo (r) por não aparecer na F1.
- b) A proporção do duplo heterozigoto em F2 = $4/16$ ou $1/4$ ou 25%

Justificativa:

Alelos: B (vermelha), b (branca).

R (lisa) e r (rugosa).

F1: BbRr x BbRr

F2: $P(BbRr) = 1/2 \cdot 1/2 = 1/4 = 25\%$

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.

- Compare o comportamento de um mamífero e o de um lagarto em duas situações que permitam demonstrar as vantagens evolutivas associadas à endotermia.
- 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.

Resolução

- a) **O mamífero é endotérmico. O lagarto é ectotérmico.**

Apresentando um mecanismo interno capaz de manter, relativamente constante, sua temperatura corpórea, o endotérmico apresenta uma maior probabilidade de sobreviver em regiões frias, mantendo uma taxa metabólica elevada, facilitando a digestão, a circulação, a excreção etc., em relação o animal ectotérmico.

Situações

	temperatura ambiente baixa “frio”	temperatura ambiente elevada “quente”
Mamífero (endotérmico)	taxa metabólica elevada (ex. rápida digestão dos alimentos)	mecanismos de eliminação do excesso de calor corpóreo diminuem o risco da desnaturação térmica das enzimas
Lagarto (ectotérmico)	taxa metabólica baixa (ex. digestão alimentar lenta)	maior risco de desnaturação térmica das enzimas

- b) No homem, a digestão do amido tem início na cavidade bucal, graças à amilase salivar (ptialina). A digestão prossegue na cavidade entérica, graças

às amilases (pancreática e entérica), formando a maltose.

A maltose, na cavidade entérica, é digerida pela enzima maltase, formando a *glicose* (menor molécula resultante dessa digestão), que é absorvida.

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO