

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

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \pi = 3$$

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

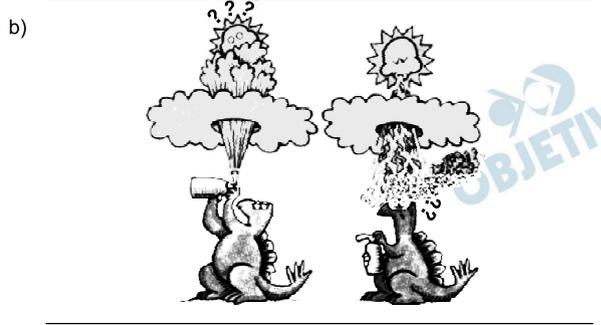
1																	18	
H 1,008																	He 4,003	
2											13	14	15	16	17	18		
Li 6,941	Be 9,012											B 10,811	C 12,011	N 14,007	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180	
3												11	12					
Na 22,990	Mg 24,305												Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,065	Cl 35,453	Ar 39,948
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
K 39,098	Ca 40,078	Sc	Ti 47,88	V 50,942	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,38	Ga 69,723	Ge 72,630	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80	
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Rb 85,468	Sr 87,62	Y	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc	Ru 101,07	Rh 101,07	Pd 106,36	Ag 107,868	Cd 112,411	In 114,818	Sn 118,710	Sb 121,757	Te 127,60	I 126,905	Xe 131,29	
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
Cs 132,905	Ba 137,327	La-Lu	Hf 178,49	Ta 180,948	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,222	Pt 195,084	Au 196,967	Hg 200,59	Tl 204,383	Pb 207,2	Bi 208,980	Po	At	Rn	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
Fr 223,018	Ra 226,025	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt										

72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Mn	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu															La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr															Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Número atômico — Símbolo — Nome — Massa atômica relativa, A_r, indicada no item 2.1.1, exceto quando indicada entre parênteses. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

1

A figura abaixo apresenta três ilustrações cômicas que remetem a interferências antropogênicas no meio ambiente, que podem levar a consequências trágicas que inviabilizariam a continuidade de vida na Terra.



- Dê o nome do problema ambiental enfatizado em cada uma das situações A, B e C, retratadas na figura.
- Dos problemas ambientais apontados na figura, identifique o que está, atualmente, mais em evidência e indique uma possível solução para minimizá-lo.

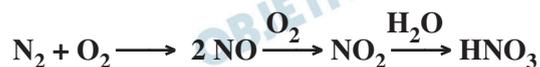
Resolução

- a) A: Efeito estufa. Como consequência da exacerbação deste, é possível haver o derretimento das calotas polares, a partir do aumento da temperatura média do planeta, causado pela liberação do gás metano (CH₄) existente no flato do bovino. B: Diminuição da concentração do ozônio (O₃) estratosférico (buraco na camada de ozônio). O dinossauro fez uso de um “*spray*” que continha clorofluorcarbonetos (CFCs) como propelentes. Os CFCs são compostos atóxicos, estáveis e catalisam a transformação do ozônio em oxigênio:



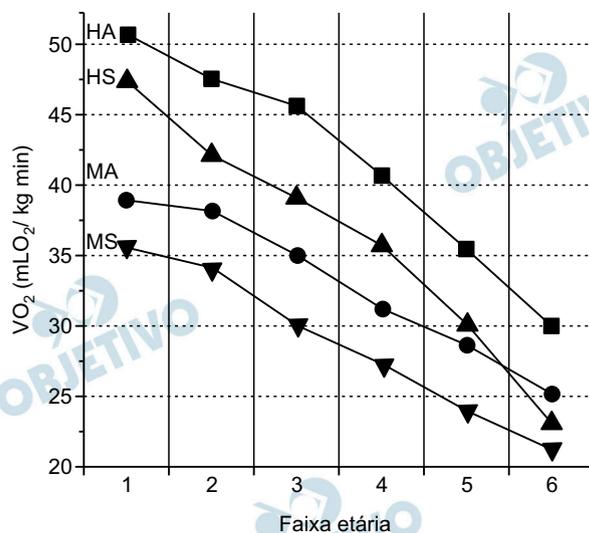
O O₃ absorve os raios ultravioleta, que são capazes de danificar biomoléculas como o DNA. Atualmente, o uso de CFCs como propelente ou gás refrigerante de aparelhos está proibido.

C: Chuva ácida, que contém os ácidos nítrico (HNO₃) e sulfúrico (H₂SO₄) provenientes da reação de óxidos de nitrogênio e de enxofre com água, respectivamente. O enxofre é impureza dos combustíveis fósseis (carvão mineral e derivados do petróleo), o qual também se oxida durante a combustão:



- b) Dos problemas abordados, o aquecimento global se mostra mais em evidência do que a diminuição da concentração do ozônio estratosférico e da chuva ácida, visto que a abrangência e a escala do primeiro são maiores do que dos outros dois. Para minimizar o efeito estufa, pode-se substituir as fontes fósseis de energia (carvão mineral e derivados do petróleo) pelas renováveis (biocombustíveis, como etanol e biodiesel). Pode-se eliminar ou diminuir as queimadas; filtrar os gases emitidos pela indústria.

De modo simplificado, pode-se dizer que o parâmetro VO_2 máximo representa a capacidade orgânica máxima de um indivíduo absorver, transportar e utilizar o oxigênio do ar atmosférico para a produção de energia via aeróbia. Esse parâmetro pode ser informado para um indivíduo como um todo ($\text{mL O}_2/\text{min}$) ou por massa corporal ($\text{mL O}_2/\text{kg min}$). O gráfico a seguir mostra valores médios de VO_2 máximo para várias faixas etárias, para homens (H) e mulheres (M), ativos (A) e sedentários (S). As faixas etárias são: 1 (15 a 24 anos), 2 (25 a 34 anos), 3 (35 a 44 anos), 4 (45 a 54 anos), 5 (55 a 64 anos) e 6 (65 a 74 anos).



- a) Na maioria das competições esportivas, homens e mulheres são separados por se considerar que eles não competiriam em igualdade. No entanto, de acordo com as informações fornecidas, existiria alguma condição em que homens e mulheres teriam a mesma capacidade orgânica máxima de absorver, transportar e utilizar o oxigênio do ar atmosférico, por massa corporal, para a produção da energia via aeróbia? Justifique.
- b) Considere uma mulher ativa, que pesa 58 kg e que se encontra na faixa etária 4. De acordo com a figura, se essa mulher se exercitar em seu VO_2 máximo, ao final de uma hora quantos gramas de gás oxigênio ela terá utilizado? Considere o volume molar do oxigênio igual a 25 L mol^{-1} .

Resolução

- a) **Sim, na faixa 5, homens sedentários (HS) e mulheres ativas (MA) têm, aproximadamente, a mesma capacidade orgânica máxima de absorver, transportar e utilizar oxigênio do ar atmosférico para produção de energia via aeróbia ambos com idade entre 64-65 anos. Observando o gráfico nesta faixa, o VO_2 corresponde a aproximadamente $27,5 \text{ mL O}_2/\text{kg} \cdot \text{min}$. Para faixas etárias diferentes, existem homens e mulheres com o mesmo VO_2 máximo, ou seja, situados numa mesma reta paralela ao eixo das abscissas.**

- b) Pelo gráfico, a mulher ativa (MA) na faixa etária 4 tem a capacidade orgânica máxima (VO_2) aproximadamente igual a $31 \text{ mL O}_2/\text{kg} \cdot \text{min}$ (valor médio na faixa etária).

Portanto, em 1 hora, temos:

$$\begin{array}{l} 31 \text{ mL O}_2/\text{kg} \text{ ————— } 1 \text{ min} \\ x \text{ ————— } 60 \text{ min} \end{array}$$

$$x = 1860 \text{ mL O}_2/\text{kg}$$

Como a mulher pesa 58 kg, temos:

$$\begin{array}{l} 1860 \text{ mL O}_2 \text{ ————— } 1 \text{ kg} \\ y \text{ ————— } 58 \text{ kg} \end{array}$$

$$y = 107\,880 \text{ mL O}_2 \text{ ou } 107,9 \text{ L}$$

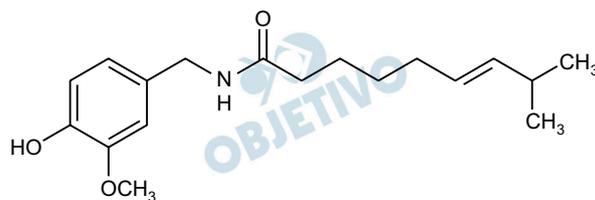
$$M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Cálculo da massa de O_2 , considerando volume molar de $25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$:

$$\begin{array}{l} 25 \text{ L} \text{ ————— } 32 \text{ g} \\ 107,9 \text{ L} \text{ ————— } z \end{array}$$

$$z = 138,1 \text{ g}$$

Já faz parte do folclore brasileiro alguém pedir um “prato quente” na Bahia e se dar mal. Se você come algo muito picante, sensação provocada pela presença da capsaicina (fórmula estrutural mostrada a seguir) no alimento, logo toma algum líquido para diminuir essa sensação. No entanto, nem sempre isso adianta, pois logo em seguida você passa a sentir o mesmo ardor.

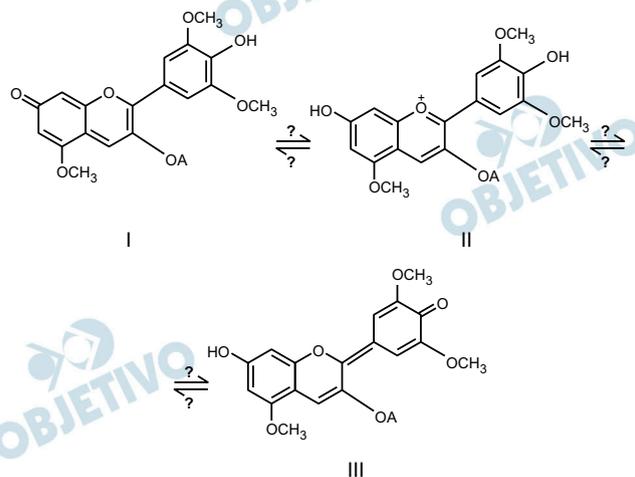


- a) Existem dois tipos de pimenta em conserva, um em que se usa vinagre e sal, e outro em que se utiliza óleo comestível. Comparando-se os dois tipos, observa-se que o óleo comestível se torna muito mais picante que o vinagre. Em vista disso, o que seria mais eficiente para eliminar o ardor na boca provocado pela ingestão de pimenta: vinagre ou óleo? Justifique sua escolha baseando-se apenas nas informações dadas.
- b) Durante uma refeição, a ingestão de determinados líquidos nem sempre é palatável; assim, se o “prato quente” também estiver muito salgado, a ingestão de leite faz desaparecer imediatamente as duas sensações. Baseando-se nas interações químicas entre os componentes do leite e os condimentos, explique por que ambas as sensações desaparecem após a ingestão do leite. Lembre-se que o leite é uma suspensão constituída de água, sais minerais, proteínas, gorduras e açúcares.

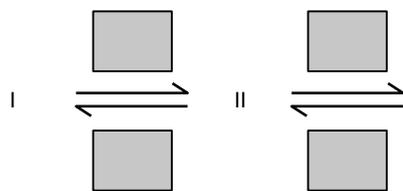
Resolução

- a) **Óleo.** Por meio da informação de que o óleo comestível, em vez do vinagre, torna a pimenta em conserva muito mais picante, podemos deduzir que óleo (apolar) dissolve o princípio ativo da pimenta muito mais do que a solução de vinagre, pois na capsaicina predomina a parte apolar. Semelhante dissolve semelhante. A capsaicina sai de uma determinada região da língua indo para o óleo, diminuindo o ardor.
- b) A ingestão de leite faz desaparecer imediatamente as duas sensações (salgado e picante). A presença de água no leite diminui a concentração do sal, desaparecendo a sensação de salgado. A presença de gordura (apolar) no leite vai dissolver a capsaicina (apolar), desaparecendo a sensação picante. As interações dos íons do sal com as moléculas polares da água do leite são do tipo íon-dipolo. As interações das moléculas da capsaicina com as moléculas da gordura do leite são do tipo forças de van der Waals ou força de dispersão de London.

A natureza fornece não apenas os insumos como também os subsídios necessários para transformá-los, de acordo com as necessidades do homem. Um exemplo disso é o couro de alguns peixes, utilizado para a fabricação de calçados e bolsas, que pode ser tingido com corantes naturais, como o extraído do crajiru, uma planta arbustiva que contém o pigmento natural mostrado nos equilíbrios apresentados a seguir. Esse pigmento tem a característica de mudar de cor de acordo com o pH. Em pH baixo, ele tem a coloração vermelha intensa, que passa a violeta à medida que o pH aumenta.



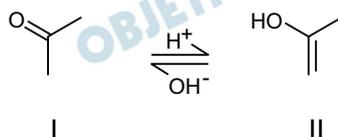
- a) Complete o desenho no espaço de resolução, preenchendo os retângulos vazios com os símbolos H^+ ou OH^- , de modo a contemplar os aspectos de equilíbrio ácido-base em meio aquoso, de acordo com as informações químicas contidas na figura acima.



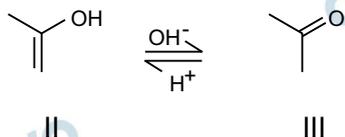
- b) Dentre as espécies I, II e III, identifique aquela(s) presente(s) no pigmento com coloração violeta e justifique sua escolha em termos de equilíbrio químico.

Resolução

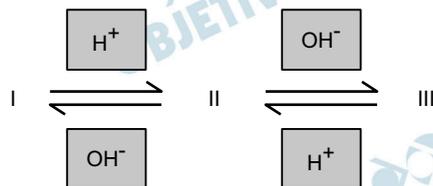
- a) Na transformação I para II, houve aumento de um átomo de hidrogênio, portanto, o meio será ácido (introdução de íons H^+).



Na transformação II para III, houve diminuição de um átomo de hidrogênio, portanto, o meio será básico (íons OH^- retiram íons H^+).



Na transformação II para I, o meio será básico (diminuição de um átomo de hidrogênio). Na transformação III para II, o meio será ácido (aumento de um átomo de hidrogênio).



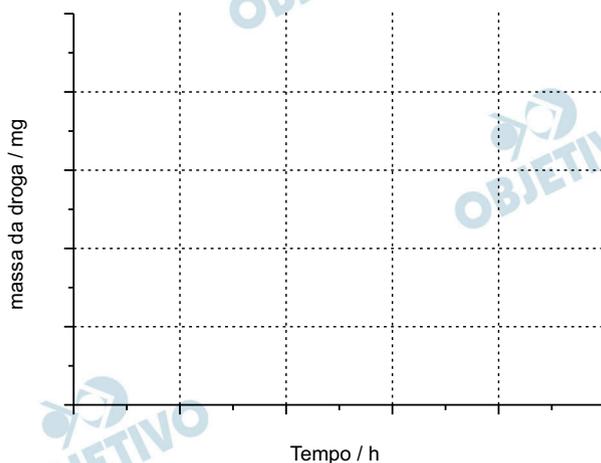
- b) Em pH baixo, ele tem coloração vermelha intensa, que corresponde à espécie II, pois as espécies I e III se transformam na espécie II.

Em meio básico, a espécie II transforma-se nas espécies I e III, portanto, essas espécies têm cor violeta.

A 2,5-dimetoxi-4-bromoanfetamina, DOB, é um potente alucinógeno comercializado dentro de cápsulas, em doses de 1,5 mg. Essa quantidade é tão pequena que a droga é conhecida como “cápsula do vento” ou “cápsula da morte”. A literatura não traz informações sobre valores de dose letal, mas a ingestão de duas cápsulas da droga tem grandes chances de levar o usuário a uma *overdose*.

- a) Se o volume interno da cápsula em que se comercializa a droga é de $1,0 \text{ cm}^3$, quanto vale a relação $m_{\text{DOB}}/m_{\text{ar}}$ no interior da cápsula? Considere desprezível o volume ocupado pelo DOB sólido, considere a pressão interna de 100.000 Pa e a temperatura de 25°C .
- b) Imagine que um indivíduo ingere uma cápsula contendo 1,5 mg de DOB, ao mesmo tempo em que outro indivíduo ingere um comprimido contendo 10 mg de *ecstasy*. Baseando-se apenas no fato de que a meia-vida do DOB no organismo é de 12 horas e a do *ecstasy* é de 1,5 hora (uma hora e meia), **qual dos dois indivíduos teria maior massa do princípio ativo da droga após 12 horas?** Na figura apresentada no espaço para resolução, construa as curvas de decaimento das duas drogas no organismo para justificar sua resposta.

Dados: m_{DOB} (massa de DOB); m_{ar} (massa de ar no interior da cápsula); massa molar do ar = 29 g mol^{-1} , $R = 8,3 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $T/\text{K} = 273 + t/^\circ\text{C}$.



Resolução

- a) Cálculo da massa de ar (m_{ar}):

$$1,0 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3; n = \frac{m}{M}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$100\,000 \cdot 10^{-6} = \frac{m_{\text{ar}}}{29} \cdot 8,3 \cdot 298$$

$$10^{-1} = 85,3 m_{\text{ar}} \rightarrow m_{\text{ar}} \cong 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$m_{\text{ar}} \cong 1,17 \text{ mg}$$

Cálculo da relação $\frac{m_{\text{DOB}}}{m_{\text{ar}}}$:

$$\frac{m_{\text{DOB}}}{m_{\text{ar}}} = \frac{1,5}{1,17} \cong 1,28$$

b) Cálculo da massa de DOB restante no indivíduo após 12 horas:

$$1,5 \text{ mg DOB} \xrightarrow[12\text{h}]{t_{1/2}} \boxed{0,75 \text{ mg DOB}}$$

Cálculo da massa de ecstasy restante no indivíduo após 12 horas:

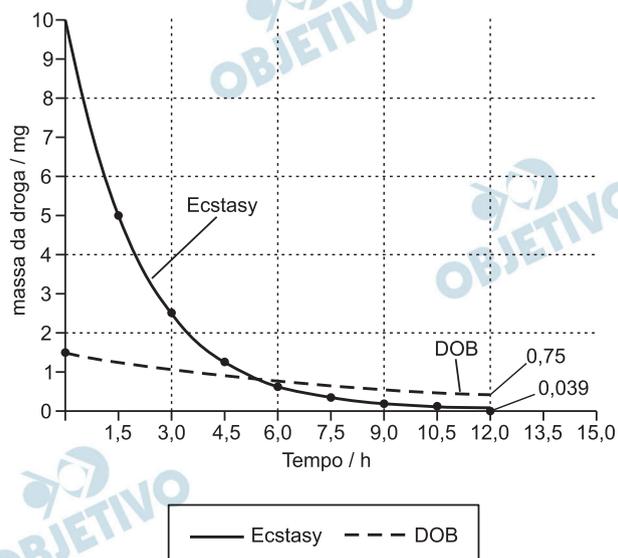
$$10 \text{ mg} \xrightarrow[1,5\text{h}]{t_{1/2}} 5 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}} 2,5 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}}$$

$$1,25 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}} 0,625 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}}$$

$$0,3125 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}} 0,15625 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}}$$

$$0,078 \text{ mg} \xrightarrow{t_{1/2}} \boxed{0,039 \text{ mg}}$$

O indivíduo com a maior massa do princípio ativo da droga após 12 h é aquele que ingeriu o DOB.



Na indústria química moderna, a economia percentual de átomos tem uma forte componente ambiental, sendo, inclusive, um aspecto muito mais importante que o rendimento percentual, que tem uma componente mais econômica. A hidrazina (N_2H_4), um poderoso combustível para foguetes, pode ser obtida por diferentes reações de síntese, duas das quais estão representadas pelas equações químicas abaixo:



- a) Imagine que você deve orientar a cúpula administrativa de uma indústria a utilizar uma dessas duas sínteses. Com base na maior economia percentual de átomos, qual seria a sua sugestão? Mostre que sua sugestão é a melhor opção.
- b) Considere que, numa síntese de hidrazina, partindo-se de 2 mols de amônia e excesso do outro reagente, tenham sido obtidos 14 g de hidrazina. Considerando-se que o **rendimento percentual da reação**, nesse caso, foi maior que a **economia percentual de átomos**, qual processo de síntese foi utilizado, o 1 ou o 2? Justifique.

Dados:

economia percentual de átomos = $\{(\text{massa do produto desejado}) / (\text{massa de todos os reagentes})\} \times 100$, levando-se em conta apenas a estequiometria da reação;

rendimento percentual da reação = $\{(\text{massa obtida do produto desejado}) / (\text{massa teórica esperada do produto desejado})\} \times 100$.

Resolução

- a) O produto de interesse é a hidrazina (N_2H_4).
Cálculo da economia percentual de átomos (EPA) da reação 1:

$$\text{EPA} = \frac{\text{massa da hidrazina}}{\text{massa dos reagentes}} \times 100$$

$$\text{EPA}_1 \cong \frac{2 \cdot 14,0 + 4 \cdot 1,0}{2 \cdot 1,0 + 2 \cdot 16,0 + 2 \cdot 14,0 + 6 \cdot 1,0} \times 100$$

$$\text{EPA}_1 \cong 47,1\%$$

$$EPA_2 \cong \frac{2 \cdot 14,0 + 4 \cdot 1,0}{1 \cdot 16,0 + 1 \cdot 35,5 + 2 \cdot 14,0 + 6 \cdot 1,0} \times 100$$

$$EPA_2 \cong 37,4\%$$

Sugestão: usar a rota 1, por apresentar maior economia percentual de átomos.

- b) Cálculo do rendimento percentual da reação (RPR).

$$RPR = \frac{14 \text{ g}}{32 \text{ g}} \times 100 \cong 44\%$$

O RPR calculado (44%) é maior que o EPA_2 da reação 2 (37,4%). Assim, o processo utilizado foi o processo 2.

Recentemente, a sonda New Horizons tornou-se a primeira espaçonave a sobrevoar Plutão, proporcionando imagens espetaculares desse astro distante.

- a) A sonda saiu da Terra em janeiro de 2006 e chegou a Plutão em julho de 2015. Considere que a sonda percorreu uma distância de 4,5 bilhões de quilômetros nesse percurso e que 1 ano é aproximadamente 3×10^7 s. Calcule a velocidade escalar média da sonda nesse percurso.
- b) A sonda New Horizons foi lançada da Terra pelo veículo espacial Atlas V 511, a partir do Cabo Canaveral. O veículo, com massa total $m = 6 \times 10^5$ kg, foi o objeto mais rápido a ser lançado da Terra para o espaço até o momento. O trabalho realizado pela força resultante para levá-lo do repouso à sua velocidade máxima foi de $\tau = 768 \times 10^{11}$ J. Considerando que a massa total do veículo não variou durante o lançamento, calcule sua velocidade máxima.

Resolução

$$\text{a) } \Delta t = 9,5 \text{ a} = 9,5 \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ s} = 28,5 \cdot 10^7 \text{ s} = 2,85 \cdot 10^8 \text{ s}$$

$$\Delta s = 4,5 \cdot 10^9 \cdot 10^3 \text{ m} = 4,5 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{4,5 \cdot 10^{12}}{2,85 \cdot 10^8} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_m = 1,58 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$V_m = 15,8 \text{ km/s}$$

$$\text{b) } \text{TEC} : \tau_R = \Delta E_{\text{cin}}$$

$$\tau_R = \frac{m V^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$768 \cdot 10^{11} = \frac{6 \cdot 10^5}{2} V_{\text{máx}}^2$$

$$256 \cdot 10^6 = V_{\text{máx}}^2$$

$$V_{\text{máx}} = 16 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{máx}} = 16 \text{ km/s}$$

Respostas: a) 15,8 km/s

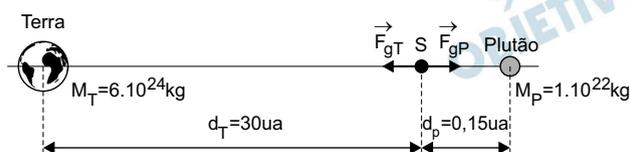
b) 16 km/s

Plutão é considerado um planeta anão, com massa $M_p = 1 \times 10^{22} \text{kg}$, bem menor que a massa da Terra. O módulo da força gravitacional entre duas massas m_1 e m_2 é dado por $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, em que r é a distância entre as massas e G é a constante gravitacional. Em situações que envolvem distâncias astronômicas, a unidade de comprimento comumente utilizada é a Unidade Astronômica (UA).

- a) Considere que, durante a sua aproximação a Plutão, a sonda se encontra em uma posição que está $d_p = 0,15 \text{ UA}$ distante do centro de Plutão e $d_T = 30 \text{ UA}$ distante do centro da Terra. Calcule a razão $\left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}} \right)$ entre o módulo da força gravitacional com que a Terra atrai a sonda e o módulo da força gravitacional com que Plutão atrai a sonda. Caso necessário, use a massa da Terra $M_T = 6 \times 10^{24} \text{kg}$.
- b) Suponha que a sonda New Horizons estabeleça uma órbita circular com velocidade escalar orbital constante em torno de Plutão com um raio de $r_p = 1 \times 10^{-4} \text{ UA}$. Obtenha o módulo da velocidade orbital nesse caso. Se necessário, use a constante gravitacional $G = 6 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. Caso necessário, use 1 UA (Unidade astronômica) = $1,5 \times 10^8 \text{ km}$.

Resolução

a)



$$F_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_{gT} = \frac{G \cdot M_T \cdot m_S}{d_T^2}$$

$$F_{gP} = \frac{G \cdot M_P \cdot m_S}{d_P^2}$$

$$\frac{F_{gT}}{F_{gP}} = \frac{M_T}{M_P} \cdot \left(\frac{d_P}{d_T} \right)^2$$

$$\frac{F_{gT}}{F_{gP}} = \frac{6 \cdot 10^{24}}{1 \cdot 10^{22}} \cdot \left(\frac{0,15}{30}\right)^2 = 6 \cdot 10^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{F_{gT}}{F_{gP}} = 6 \cdot 10^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{F_{gT}}{F_{gP}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

- b) A sonda terá movimento circular e uniforme e a força gravitacional que Plutão exerce na sonda faz o papel de resultante centrípeta.

$$F_G = F_{cp}$$

$$\frac{G \cdot M_P \cdot m_S}{r_P^2} = \frac{m_S V^2}{r_P}$$

$$V = \sqrt{\frac{G \cdot M_P}{r_P}}$$

$$V = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-11} \cdot 1 \cdot 10^{22}}{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}} \quad (\text{m/s})$$

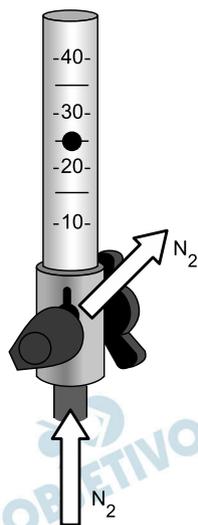
$$V = \sqrt{4 \cdot 10^4} \quad (\text{m/s})$$

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

- Respostas: a) $1,5 \cdot 10^{-2}$
b) $2 \cdot 10^2 \text{ m/s}$

Os reguladores de pressão são acessórios de segurança fundamentais para reduzir a pressão de gases no interior dos cilindros até que se atinja sua pressão de utilização. Cada tipo de gás possui um regulador específico.

- a) Tipicamente, gases podem ser armazenados em cilindros a uma pressão interna de $P_0 = 2,0 \times 10^7$ Pa e ser utilizados com uma pressão de saída do regulador de $P_1 = 1,6 \times 10^7$ Pa. Considere um gás ideal mantido em recipiente fechado a uma temperatura inicial de $T_0 = 300$ K. Calcule a temperatura final T_1 do gás se ele for submetido isovolumetricamente à variação de pressão dada acima.
- b) Quando os gases saem dos reguladores para o circuito de utilização, é comum que o fluxo do gás (definido como sendo o volume do gás que atravessa a tubulação por unidade de tempo) seja monitorado através de um instrumento denominado fluxômetro. Considere um tanque cilíndrico com a área da base igual a $A = 2,0$ m² que se encontra inicialmente vazio e que será preenchido com gás nitrogênio. Durante o preenchimento, o fluxo de gás que entra no tanque é medido pela posição da esfera sólida preta do fluxômetro, como ilustra a figura abaixo. A escala do fluxômetro é dada em **litros/minuto**. A medida do fluxo de nitrogênio e sua densidade $d = 1,0$ kg/m³ permaneceram constantes durante todo o processo de preenchimento, que durou um intervalo de tempo $\Delta t = 12$ h. Após este intervalo de tempo, a válvula do tanque é fechada com certa quantidade de gás nitrogênio em repouso no seu interior. Calcule a pressão exercida pelo gás na base do tanque. Caso necessário, use $g = 10$ m/s².



Resolução

a) Da equação geral do gases perfeitos, temos:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

Para uma transformação isovolumétrica, temos

$$V_1 = V_0:$$

$$\frac{1,6 \cdot 10^7}{T_1} = \frac{2,0 \cdot 10^7}{300}$$

$$T_1 = 240 \text{ K}$$

b) O fluxômetro indica um valor de $25 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$.

Em 12 horas, ou 720 minutos, temos:

$$25 \text{ litros} \text{ ————— } 1,0 \text{ minuto}$$

$$V \text{ ————— } 720 \text{ minutos}$$

$$V = 18\,000 \text{ litros} = 18\text{m}^3$$

O volume do tanque cilíndrico de altura h é dado por:

$$V = Ah$$

$$18 = 2,0 \cdot h$$

$$h = 9,0 \text{ m}$$

Da Lei de Stevin, obtemos a pressão p que o gás exerce na base do tanque:

$$p = d g h$$

$$p = 1,0 \cdot 10 \cdot 9,0 \text{ (Pa)}$$

$$p = 90 \text{ Pa}$$

Respostas: a) $T_1 = 240\text{K}$

b) $p = 90 \text{ Pa}$

O Parque Güell em Barcelona é um dos mais impressionantes parques públicos do mundo e representa uma das obras mais marcantes do arquiteto Antoni Gaudí. Em sua obra, Gaudí utilizou um número imenso de azulejos coloridos.

- a) Considere que, no Parque Güell, existe um número $N = 2 \times 10^6$ de azulejos cujas faces estão perfeitamente perpendiculares à direção da radiação solar quando o sol está a pino na cidade de Barcelona. Nessa situação, a intensidade da radiação solar no local é $I = 1200 \text{ W/m}^2$. Estime a área de um azulejo tipicamente presente em casas e, a partir da área total dos N azulejos, calcule a energia solar que incide sobre esses azulejos durante um tempo $t = 60 \text{ s}$.
- b) Uma das esculturas mais emblemáticas do parque Güell tem a forma de um réptil multicolorido conhecido como *El Drac*, que se converteu em um dos símbolos da cidade de Barcelona. Considere que a escultura absorva, em um dia ensolarado, uma quantidade de calor $Q = 3500 \text{ kJ}$. Considerando que a massa da escultura é $m = 500 \text{ kg}$ e seu calor específico é $c = 700 \text{ J/(kg.K)}$, calcule a variação de temperatura sofrida pela escultura, desprezando as perdas de calor para o ambiente.

Resolução

- a) Os azulejos residenciais apresentam, em geral, lados de 15 cm ou de 20 cm de comprimento.

Estimativas das áreas dos azulejos:

Azulejo de 15 cm de lado:

$$a = 15 \cdot 15 \text{ (cm}^2\text{)} = 225 \text{ cm}^2$$

$$a = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Azulejo de 20 cm de lado:

$$a = 20 \cdot 20 \text{ (cm}^2\text{)} = 400 \text{ cm}^2$$

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

Energia solar que incide com intensidade

$I = 1200 \text{ W/m}^2$ em $N = 2,0 \cdot 10^6$ azulejos de área $a = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ou $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, num intervalo de tempo $t = 60\text{s}$:

Energia solar = intensidade . área total . tempo

$$E = I \cdot N \cdot a \cdot t$$

Para o azulejo de área $a = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$:

$$E = 1200 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2,25 \cdot 10^{-2} \cdot 60 \text{ (J)}$$

$$E = 3,24 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Para o azulejo de área $a = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$:

$$E = 1200 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} \cdot 60 \text{ (J)}$$

$$E = 5,76 \cdot 10^9 \text{ J}$$

- b) Variação da temperatura $\Delta\theta$ sofrida pela estátua que recebe o calor $Q = 3500 \text{ kJ} = 3500000 \text{ J}$ com massa $m = 500 \text{ kg}$ e de calor específico sensível $c = 700 \text{ J/(kg K)}$

$$Q = mc \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

$$\Delta\theta = \frac{3500000}{500 \cdot 700} \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta = 10 \text{ K}$$

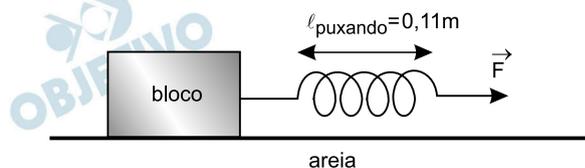
Respostas: a) $2,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ou $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$3,24 \cdot 10^9 \text{ J}$ ou $5,76 \cdot 10^9 \text{ J}$

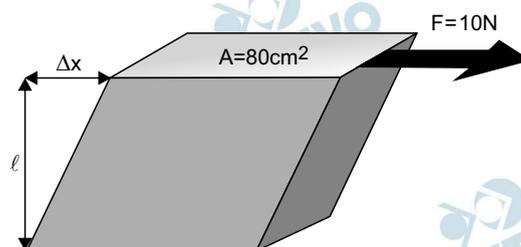
b) 10K

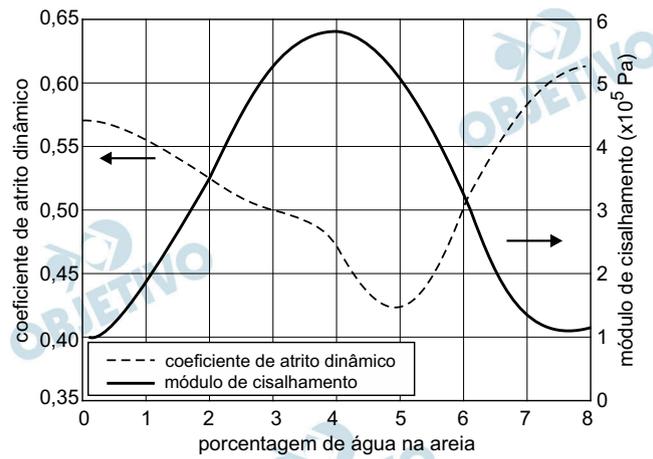
Um estudo publicado em 2014 na renomada revista científica *Physical Review Letters* (<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.112.175502>) descreve como a antiga civilização egípcia reduzia o atrito entre a areia e os trenós que levavam pedras de até algumas toneladas para o local de construção das pirâmides. O artigo demonstrou que a areia na frente do trenó era molhada com a quantidade certa de água para que ficasse mais rígida, diminuindo a força necessária para puxar o trenó. Caso necessário, use $g = 10 \text{ m/s}^2$ para resolver as questões abaixo.

- a) Considere que, no experimento realizado pelo estudo citado acima, um bloco de massa $m = 2 \text{ kg}$ foi colocado sobre uma superfície de areia úmida e puxado por uma mola de massa desprezível e constante elástica $k = 840 \text{ N/m}$, com velocidade constante, como indica a figura abaixo. Se a mola em repouso tinha comprimento $\ell_{\text{repouso}} = 0,10 \text{ m}$, qual é o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a areia?



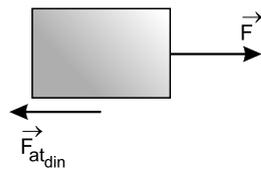
- b) Neste experimento, o menor valor de coeficiente de atrito entre a areia e o trenó, é obtido com a quantidade de água que torna a areia rígida ao cisalhamento. Esta rigidez pode ser caracterizada pelo seu módulo de cisalhamento, dado por $G = F\ell/A\Delta x$, em que F é o módulo da força aplicada tangencialmente a uma superfície de área A de um material de espessura ℓ , e que a deforma por uma distância Δx , como indica a figura a seguir. Considere que a figura representa o experimento realizado para medir G da areia e também o coeficiente de atrito dinâmico entre a areia e o bloco, ambos em função da quantidade de água na areia. O resultado do experimento é mostrado no gráfico apresentado no espaço de resolução abaixo. Com base no experimento descrito, qual é o valor da razão $\ell/\Delta x$ da medida que resultou no menor coeficiente de atrito dinâmico?





Note que há duas escalas para o eixo das ordenadas, uma para cada curva. A legenda e as setas indicam as escalas de cada curva.

Resolução



- a) Sendo a velocidade constante, então a força resultante será nula e teremos:

$$F = F_{\text{at din}}$$

$$kx = \mu_C m g$$

$$840 \cdot 0,01 = \mu_C \cdot 20$$

$$\mu_C = 0,42$$

- b) Da figura, para $\mu_{C\text{mín}}$, temos $G = 5 \cdot 10^5$ Pa

$$G = \frac{F\ell}{A \Delta x}$$

$$\frac{\ell}{\Delta x} = \frac{GA}{F}$$

$$\frac{\ell}{\Delta x} = \frac{5 \cdot 10^5 \cdot 80 \cdot 10^{-4}}{10}$$

$$\frac{\ell}{\Delta x} = 400$$

Respostas: a) 0,42

b) 400

Sabe-se atualmente que os prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim partículas formadas por três *quarks*. Uma das propriedades importantes do *quark* é o sabor, que pode assumir seis tipos diferentes: *top*, *bottom*, *charm*, *strange*, *up* e *down*. Apenas os *quarks up* e *down* estão presentes nos prótons e nos nêutrons. Os *quarks* possuem carga elétrica fracionária. Por exemplo, o *quark up* tem carga elétrica igual a $q_{up} = + 2/3 e$ e o *quark down* $q_{down} = - 1/3 e$, onde e é o módulo da carga elementar do elétron.

- a) Quais são os três *quarks* que formam os prótons e os nêutrons?
- b) Calcule o módulo da força de atração eletrostática entre um *quark up* e um *quark down* separados por uma distância $d = 0,2 \times 10^{-15}$ m. Caso necessário, use $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ e $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

Resolução

- a) 1) **Próton: up – up – down**

$$q_p = \frac{2}{3} e + \frac{2}{3} e - \frac{1}{3} e = e$$

- 2) **Nêutron: up – down – down**

$$q_N = \frac{2}{3} e - \frac{1}{3} e - \frac{1}{3} e = 0$$

- b) **Lei de Coulomb:**

$$F = K \frac{|Q| |q|}{d^2}$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{\frac{2}{3} e \cdot \frac{1}{3} e}{(0,2 \cdot 10^{-15})^2} \text{ (N)}$$

$$F = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{4 \cdot 10^{-32}} \text{ (N)}$$

$$F = 1,28 \cdot 10^3 \text{ N}$$

- Respostas:** a) **próton: up – up – down**
nêutron: up – down – down
 b) $1,28 \cdot 10^3 \text{ N}$

*Procurando bem
Todo mundo tem pereba
Marca de bexiga ou vacina*

*E tem piriri
Tem lombriga, tem ameoba
Só a bailarina que não tem*

*Futucando bem
Todo mundo tem piolho
Ou tem cheiro de creolina*

(Edu Lobo e Chico Buarque, *Ciranda da Bailarina*.)

- a) A que filo pertencem os endoparasitas em questão e quais são suas características morfológicas?
- b) O piolho da cabeça pode ser considerado um parasita? Do que ele se alimenta?

Resolução

- a) **A lombriga pertence ao filo nematelmintos (reino animal). Ela é cilíndrica, não possuindo metameria (segmentação).
A ameoba pertence ao filo protozoários (reino protista). Ela é unicelular, tendo forma variável, devido à emissão e à retração, contínuas, de pseudópodes.**
- b) **Sim, porque se alimenta a partir do hospedeiro e o prejudica. O piolho alimenta-se de sangue. Para tal, pica a pele do hospedeiro, sendo por isso considerado um ectoparasita.**

Mecanismos de controle de pH são fundamentais para a vida. Um mecanismo bastante eficiente de controle de pH por organismos vivos envolve moléculas doadoras eceptoras de prótons, que são ácidos e bases que atuam em conjunto equilibrando alterações de pH às quais os organismos estão sujeitos.

- a) Alterações no pH intracelular afetam a estrutura de proteínas. Por que isso ocorre?
- b) Que consequências para o processo de respiração celular a alteração na estrutura de proteínas envolvidas com o ciclo de Krebs pode trazer?

Resolução

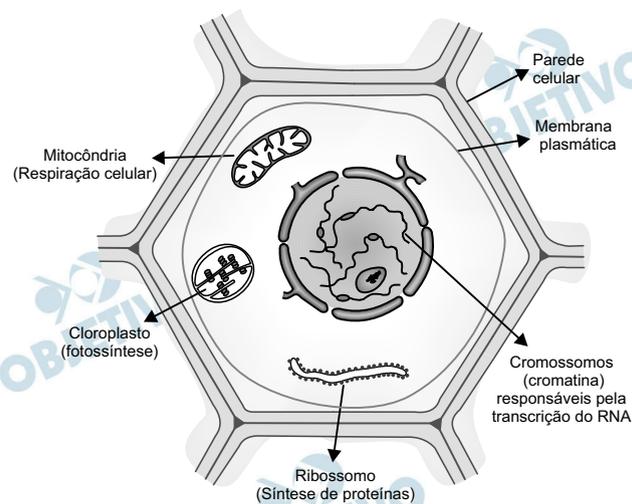
- a) **A perda da estrutura espacial da proteína (desnaturação) pode ser provocada por alteração do pH intracelular, além da temperatura e da força iônica.**
- b) **A alteração na estrutura de proteínas (enzimas) impede, no Ciclo de Krebs, a descarboxilação e a desidrogenação dos substratos envolvidos nesse ciclo. Essas alterações interrompem a cadeia transportadora de elétrons e limitam a produção de ATP.**

As células apresentam estruturas e funções diferenciadas de acordo com o organismo ou tecido em que se encontram.

- Desenhe uma célula que contenha as organelas responsáveis pela respiração celular, pela fotossíntese, pela transcrição do RNA e pela síntese de proteínas.
- Descreva a morfologia e indique as funções das estruturas que delimitam a célula desenhada.

Resolução

- A célula mencionada pertence, provavelmente, ao tecido do tipo parênquima, encontrado no corpo vegetal, cuja constituição básica é:



- Parede celular:** espessa, constituída por microfibrilas de celulose, morta, revestindo e protegendo o protoplasma.

Membrana plasmática: delgada, lipoproteica, constituída por bicamada de fosfolípídeos e proteínas, visível somente ao microscópio eletrônico e relacionada com a permeabilidade seletiva.

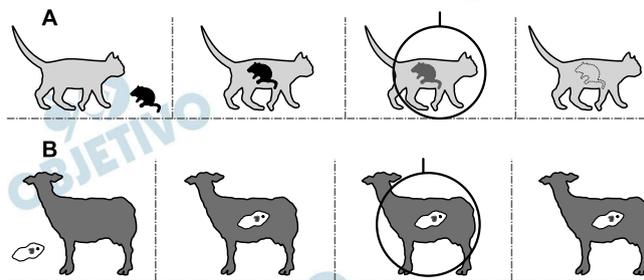
Aedes aegypti modificados (transgênicos) têm sido utilizados no combate à dengue. Esses mosquitos produzem uma proteína que mata seus descendentes ainda na fase de larva. Mosquitos machos modificados são soltos na natureza para procriar com fêmeas nativas, mas os filhotes resultantes desse cruzamento não sobrevivem. É possível monitorar a presença de ovos resultantes do cruzamento de machos modificados com fêmeas nativas a partir da luz fluorescente emitida pelos ovos.

- a) Descreva o princípio da técnica utilizada para produzir os mosquitos modificados.
- b) Por que os ovos resultantes do cruzamento dos machos modificados com fêmeas nativas emitem luz fluorescente? O que é preciso fazer com os ovos para saber se eles emitem luz fluorescente?

Resolução

- a) **A produção dos mosquitos modificados utiliza a técnica da transgênese, isto é, a transferência de genes entre organismos de espécies diferentes. Os machos transgênicos da espécie *Aedes aegypti* recebem e transmitem aos seus descendentes genes que impedem o desenvolvimento dos filhotes até a idade adulta.**
- b) **Os machos da espécie *A. aegypti* geneticamente modificados transmitem aos seus ovos genes exógenos que determinam a produção de substâncias fluorescentes. Os ovos são iluminados com radiação visível, próxima ao ultravioleta ($\cong 7,0 \cdot 10^{14}$ Hz); os que emitirem fluorescência são transgênicos.**

As figuras abaixo representam interações ecológicas .



Fonte: Claude Combes, *Les associations du vivant*. Paris: Ed. Flammarion, 2001, p.21.

- Pode-se afirmar que as interações ecológicas representadas em A e B são associações? Justifique sua resposta.
- Cite duas interações ecológicas harmônicas.

Resolução

- Associações são interações nas quais os indivíduos envolvidos coexistem. Observa-se no esquema que tal associação está ausente na figura A e presente na B.
- São exemplos de interações ecológicas harmônicas: sociedade e colônia (intraespecíficas) e mutualismo, protocooperação e comensalismo (interespecíficas).

Muitas vezes se observa o efeito do vento nas plantas, que faz com que a copa das árvores e eventualmente o caule balancem vigorosamente sem, contudo, se romper. No entanto, quando ocorre a ruptura de um ramo, as plantas têm a capacidade de retomar o crescimento e ocupar novamente o espaço deixado pela queda do ramo.

- a) Cite e caracterize os tipos de tecidos que promovem a sustentação e a flexibilidade dos ramos e caules.
- b) Como se dão o surgimento e o crescimento do novo ramo em plantas danificadas pelo vento?

Resolução

- a) Os tecidos de sustentação da planta são esclerênquima, xilema e colênquima. A flexibilidade dos ramos é dada pelo colênquima.

Características:

Esclerênquima: tecido formado por células mortas, alongadas ou poliédricas, cujas paredes celulares são impregnadas por lignina.

Xilema (lenho): tecido formado por células mortas, alongadas, dispostas em colunas, paredes celulares com lignina. A principal função do tecido é o transporte da seiva mineral, além da sustentação mecânica.

Colênquima: tecido formado por células vivas, clorofiladas e paredes celulares espessadas com celulose.

- b) Os novos ramos originam-se de tecidos meristemáticos dormentes que formam as gemas laterais. O desenvolvimento dessas gemas forma os ramos vegetativos, quando diminui o fornecimento de auxinas (AIA) nas gemas dormentes.