

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

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

$$\pi = 3$$

e a velocidade da luz no vácuo  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

**1**

Em 2011 o Atlantis realizou a última missão dos ônibus espaciais, levando quatro astronautas à Estação Espacial Internacional.

- a) A Estação Espacial Internacional gira em torno da Terra numa órbita aproximadamente circular de raio  $R = 6800 \text{ km}$  e completa 16 voltas por dia. Qual é a velocidade escalar média da Estação Espacial Internacional?
- b) Próximo da reentrada na atmosfera, na viagem de volta, o ônibus espacial tem velocidade de cerca de  $8000 \text{ m/s}$ , e sua massa é de aproximadamente  $90 \text{ toneladas}$ . Qual é a sua energia cinética?

#### Resolução

a)  $R = 6800 \text{ km} = 6,8 \cdot 10^6 \text{ m}$

$$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{16}{86400} \text{ Hz} = \frac{1}{5400} \text{ Hz}$$

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi f R$$

$$V = 2 \cdot 3 \cdot \frac{1}{5400} \cdot 6,8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cong 0,76 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$V = 7,6 \cdot 10^3 \text{ m/s} = 7,6 \text{ km/s}$$

b)  $E_C = \frac{m V^2}{2}$

$$E_C = \frac{90 \cdot 10^3}{2} \cdot (8000)^2 \text{ (J)}$$

$$E_C = 288 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

$$E_C = 2,88 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

Respostas: a)  $7,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$  ou

$$7,6 \text{ km/s} \text{ ou } 2,72 \cdot 10^4 \text{ km/h}$$

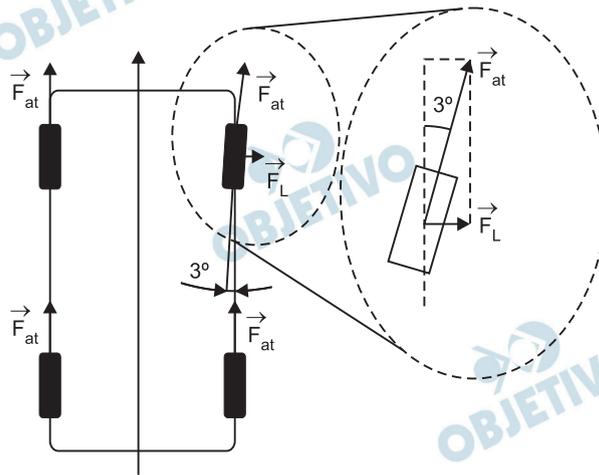
b)  $2,88 \cdot 10^{12} \text{ J}$  ou aproximadamente

$$2,9 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

## 2

O tempo de viagem de qualquer entrada da Unicamp até a região central do campus é de apenas alguns minutos. Assim, a economia de tempo obtida, desrespeitando-se o limite de velocidade, é muito pequena, enquanto o risco de acidentes aumenta significativamente.

- a) Considere que um ônibus de massa  $M = 9000$  kg, viajando a  $80$  km/h, colide na traseira de um carro de massa  $m_a = 1000$  kg que se encontrava parado. A colisão é inelástica, ou seja, carro e ônibus seguem grudados após a batida. Calcule a velocidade do conjunto logo após a colisão.
- b) Além do excesso de velocidade, a falta de manutenção do veículo pode causar acidentes. Por exemplo, o desalinhamento das rodas faz com que o carro sofra a ação de uma força lateral. Considere um carro com um pneu dianteiro desalinhado de  $3^\circ$ , conforme a figura a seguir, gerando uma componente lateral da força de atrito  $\vec{F}_L$  em uma das rodas. Para um carro de massa  $m_b = 1600$  kg, calcule o módulo da aceleração lateral do carro, sabendo que o módulo da força de atrito em cada roda vale  $F_{at} = 8000$  N. Dados:  $\sin 3^\circ = 0,05$  e  $\cos 3^\circ = 0,99$ .



### Resolução

- a) No ato da colisão, há conservação da quantidade de movimento total do sistema.

$$Q_f = Q_0$$

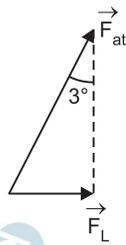
$$(M + m_a)V_f = M V_0$$

$$10\,000 V_f = 9\,000 \cdot 80$$

$$V_f = 72 \text{ km/h}$$

$$V_f = 20 \text{ m/s}$$

b)



$$1) \sin 3^\circ = \frac{F_L}{F_{at}}$$

$$0,05 = \frac{F_L}{8000} \Rightarrow F_L = 400N$$

$$2) \text{FPD} : F_R = ma_L$$

$$400 = 1600 \cdot a_L$$

$$a_L = 0,25\text{m/s}^2$$

Respostas: a) 72km/h ou 20m/s

b) 0,25m/s<sup>2</sup>

### 3

O óleo lubrificante tem a função de reduzir o atrito entre as partes em movimento no interior do motor e auxiliar na sua refrigeração. O nível de óleo no cárter varia com a temperatura do motor, pois a densidade do óleo muda com a temperatura. A tabela a seguir apresenta a densidade de certo tipo de óleo para várias temperaturas.

T(°C)	$\rho$ (kg/litro)
0	0,900
20	0,882
40	0,876
60	0,864
80	0,852
100	0,840
120	0,829
140	0,817

- a) Se forem colocados 4 litros de óleo a 20°C no motor de um carro, qual será o volume ocupado pelo óleo quando o motor estiver a 100°C?
- b) A força de atrito que um cilindro de motor exerce sobre o pistão que se desloca em seu interior tem módulo  $F_{\text{atrito}} = 3,0$  N. A cada ciclo o pistão desloca-se 6,0 cm para frente e 6,0 cm para trás, num movimento de vai e vem. Se a frequência do movimento do pistão é de 2500 ciclos por minuto, qual é a potência média dissipada pelo atrito?

#### Resolução

- a) Da definição de dilatação volumétrica, vem:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \therefore m = \rho \cdot V$$

A massa do óleo permanece constante, apesar da dilatação, assim:

$$m_{20^\circ\text{C}} = m_{100^\circ\text{C}}$$

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$0,882 \cdot 4 = 0,840 \cdot V_2$$

$$V_2 = 4,2\ell$$

b) O deslocamento total por ciclo será:

$$d = 12\text{cm} = 0,12\text{m}$$

Supondo-se a força de atrito sempre oposta ao movimento do pistão, temos (em um ciclo):

$$\tau_{F_{\text{at}}} = F_{\text{atrito}} \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$\tau_{F_{\text{at}}} = 3,0 \cdot 0,12 \cdot (-1) \text{ (J)}$$

$$\tau_{F_{\text{at}}} = -0,36\text{J}$$

A potência média dissipada pelo atrito é dada por:

$$\text{Pot} = \frac{|\tau_{\text{at}}|}{\Delta t} = \frac{0,36 \cdot 2500}{60} \text{ (W)}$$

Pot = 15W
-----------

Respostas: a) 4,2ℓ

b) 15W

## 4

Os balões desempenham papel importante em pesquisas atmosféricas e sempre encantaram os espectadores. Bartolomeu de Gusmão, nascido em Santos em 1685, é considerado o inventor do aeróstato, balão empregado como aeronave. Em temperatura ambiente,  $T_{\text{amb}} = 300 \text{ K}$ , a densidade do ar atmosférico vale  $\rho_{\text{amb}} = 1,26 \text{ kg/m}^3$ . Quando o ar no interior de um balão é aquecido, sua densidade diminui, sendo que a pressão e o volume permanecem constantes. Com isso, o balão é acelerado para cima à medida que seu peso fica menor que o empuxo.

- a) Um balão tripulado possui volume total  $V = 3,0 \times 10^6$  litros. Encontre o empuxo que atua no balão.
- b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a  $\rho_{\text{quente}} = 1,05 \text{ kg/m}^3$ ? Considere que o ar se comporta como um gás ideal e note que o número de moles de ar no interior do balão é proporcional à sua densidade.

### Resolução

- a) **Lei de Arquimedes:**

$$E = \rho_{\text{amb}} V g$$

$$E = 1,26 \cdot 3,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \text{ (N)}$$

$$E = 3,78 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- b)  $p V = \frac{m}{M} R T$

Como a pressão e o volume permanecem constantes, então o produto  $mT$  também será constante.

Como a massa será proporcional à densidade, teremos:

$$\rho_{\text{amb}} \cdot T_{\text{amb}} = \rho_{\text{quente}} \cdot T$$

$$1,26 \cdot 300 = 1,05 \cdot T$$

$$T = 360 \text{ K}$$

Respostas: a)  $3,78 \cdot 10^4 \text{ N}$

b)  $360 \text{ K}$

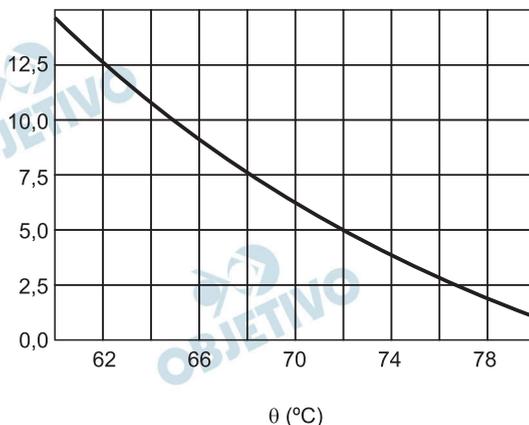
# 5

Em 2015, estima-se que o câncer será responsável por uma dezena de milhões de mortes em todo o mundo, sendo o tabagismo a principal causa evitável da doença. Além das inúmeras substâncias tóxicas e cancerígenas contidas no cigarro, a cada tragada, o fumante aspira fumaça a altas temperaturas, o que leva à morte células da boca e da garganta, aumentando ainda mais o risco de câncer.

- a) Para avaliar o efeito nocivo da fumaça,  $N_0 = 9,0 \times 10^4$  células humanas foram expostas, em laboratório, à fumaça de cigarro à temperatura de  $72^\circ\text{C}$ , valor típico para a fumaça tragada pelos fumantes. Nos primeiros instantes, o número de células que permanecem vivas em função do tempo  $t$  é dado por

$$N(t) = N_0 \left( 1 - \frac{2t}{\tau} \right), \text{ onde } \tau \text{ é o tempo necessário para}$$

que 90% das células morram. O gráfico abaixo mostra como  $\tau$  varia com a temperatura  $\theta$ . Quantas células morrem por segundo nos instantes iniciais?



- b) A cada tragada, o fumante aspira aproximadamente 35 mililitros de fumaça. A fumaça possui uma capacidade calorífica molar  $C = 32 \frac{\text{J}}{\text{K} \times \text{mol}}$  e um volume molar de 28 litros/mol. Assumindo que a fumaça entra no corpo humano a  $72^\circ\text{C}$  e sai a  $37^\circ\text{C}$ , calcule o calor transferido ao fumante numa tragada.

### Resolução

- a) 1) Para  $\theta = 72^\circ\text{C}$ , temos no gráfico:  $\tau = 5,0\text{s}$

$$2) N(t) = 9,0 \cdot 10^4 \left( 1 - \frac{2t}{5,0} \right)$$

$$N(t) = 9,0 \cdot 10^4 - 3,6 \cdot 10^4 t$$

$$3) N' = N_0 - N(t) = 9,0 \cdot 10^4 - 9,0 \cdot 10^4 + 3,6 \cdot 10^4 t$$

$$N' = 3,6 \cdot 10^4 t \Rightarrow \frac{N'}{t} = 3,6 \cdot 10^4 \text{ células/s}$$

b) 1) 1 mol ————— 28ℓ  
N mol ————— 35 · 10<sup>-3</sup>ℓ  
N = 1,25 · 10<sup>-3</sup>

2) Q = N C Δθ  
Q = 1,25 · 10<sup>-3</sup> · 32 · 35 (J)

$$Q = 1,4\text{J}$$

Respostas: a) 3,6 · 10<sup>4</sup> células/s

b) 1,4J

## 6

Em 1963, Hodgkin e Huxley receberam o prêmio Nobel de Fisiologia por suas descobertas sobre a geração de potenciais elétricos em neurônios. Membranas celulares separam o meio intracelular do meio externo à célula, sendo polarizadas em decorrência do fluxo de íons. O acúmulo de cargas opostas nas superfícies interna e externa faz com que a membrana possa ser tratada, de forma aproximada, como um capacitor.

- a) Considere uma célula em que íons, de carga unitária  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ , cruzam a membrana e dão origem a uma diferença de potencial elétrico de 80 mV. Quantos íons atravessaram a membrana, cuja área é  $A = 5 \times 10^{-5} \text{cm}^2$ , se sua capacitância por unidade de área é  $C_{\text{área}} = 0,8 \times 10^{-6} \text{F/cm}^2$ ?
- b) Se uma membrana, inicialmente polarizada, é despolarizada por uma corrente de íons, qual a potência elétrica entregue ao conjunto de íons no momento em que a diferença de potencial for 20 mV e a corrente for  $5 \times 10^8$  íons/s, sendo a carga de cada íon  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ ?

### Resolução

- a) A capacitância  $C$  da membrana pode ser calculada por:

$$C = C_{\text{área}} \cdot A$$

$$C = 0,8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{F}}{\text{cm}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{cm}^2$$

$$C = 4 \cdot 10^{-11} \text{F}$$

A carga no capacitor será dada por:

$$Q = C U$$

$$Q = 4 \cdot 10^{-11} \cdot 80 \cdot 10^{-3} \text{ (C)}$$

$$Q = 3,2 \cdot 10^{-12} \text{ C}$$

Sendo  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$  a carga de cada íon, temos:

$$Q = n \cdot e$$

$$3,2 \cdot 10^{-12} = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$n = 2 \cdot 10^7 \text{ íons}$$

b) A intensidade média da corrente elétrica formada pelos íons pode ser calculada por:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$i = \frac{ne}{\Delta t}$$

$$i = \frac{5 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,0} \text{ (A)}$$

$$i = 8 \cdot 10^{-11} \text{ A}$$

No momento em que a ddp é de 20mV, a potência elétrica entregue ao conjunto de íons pode ser determinada por:

$$P = i U$$

$$P = 8 \cdot 10^{-11} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ (W)}$$

$$P = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ W}$$

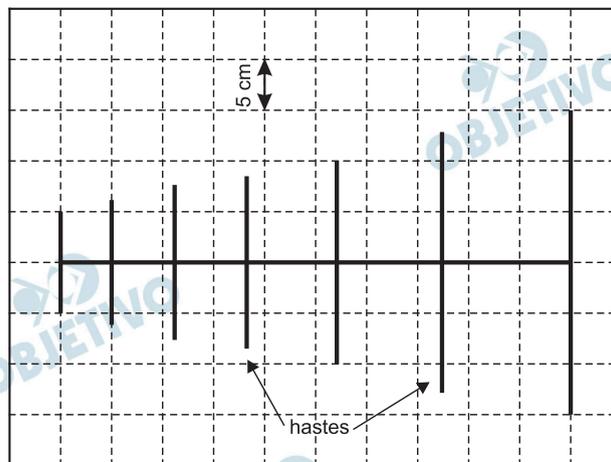
Respostas: a)  $2 \cdot 10^7$  íons

b)  $1,6 \cdot 10^{-12} \text{ W}$

# 7

Nos últimos anos, o Brasil vem implantando em diversas cidades o sinal de televisão digital. O sinal de televisão é transmitido através de antenas e cabos, por ondas eletromagnéticas cuja velocidade no ar é aproximadamente igual à da luz no vácuo.

- a) Um tipo de antena usada na recepção do sinal é a log-periódica, representada na figura abaixo, na qual o comprimento das hastes metálicas de uma extremidade à outra,  $L$ , é variável. A maior eficiência de recepção é obtida quando  $L$  é cerca de meio comprimento de onda da onda eletromagnética que transmite o sinal no ar ( $L \sim \lambda / 2$ ). Encontre a menor frequência que a antena ilustrada na figura consegue sintonizar de forma eficiente, e marque na figura a haste correspondente.



- b) Cabos coaxiais são constituídos por dois condutores separados por um isolante de índice de refração  $n$  e constante dielétrica  $K$ , relacionados por  $K = n^2$ . A velocidade de uma onda eletromagnética no interior do cabo é dada por  $v = c/n$ . Qual é o comprimento de onda de uma onda de frequência 400 MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno ( $K = 2,25$ )?

## Resolução

- a) Para uma velocidade de propagação constante, a menor frequência corresponde ao maior comprimento de onda  $\lambda$ .

Do enunciado:

$$L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2L$$

O maior  $\lambda$  será obtido para a maior haste ( $L = 0,30\text{m}$ ).

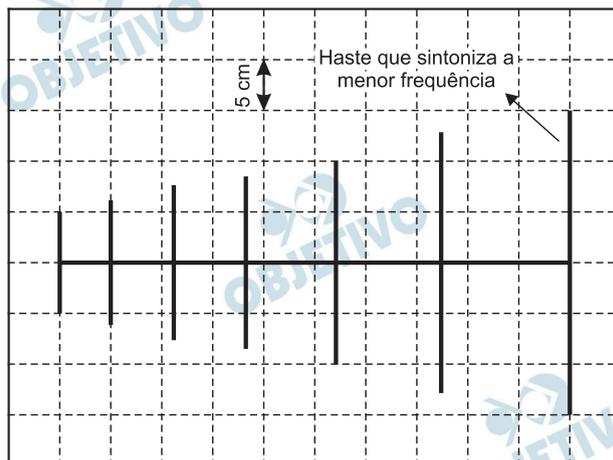
$$\text{Assim: } \lambda = 2 \cdot 0,30 \text{ (m)} \\ \lambda = 0,60\text{m}$$

Da equação fundamental da ondulatória, temos:

$$V = \lambda f$$

$$3,0 \cdot 10^8 = 0,60 f$$

$$f = 5,0 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$



b) Do enunciado, temos:

$$K = n^2$$

$$2,25 = n^2$$

$$n = 1,5$$

Temos ainda:

$$V = \frac{c}{n}$$

$$V = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5} \text{ (m/s)}$$

$$V = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Utilizando a equação fundamental da ondulatória,

vem:

$$V = \lambda f$$

$$2 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 400 \cdot 10^6$$

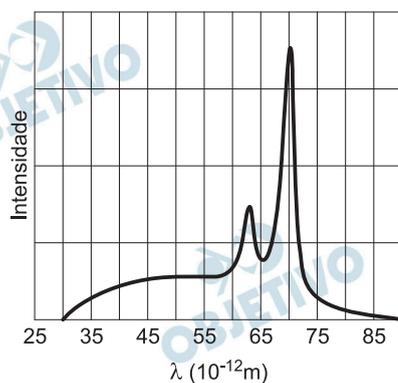
$$\lambda = 0,50 \text{ m}$$

Respostas: a)  $5,0 \cdot 10^8 \text{ Hz}$

b)  $0,50 \text{ m}$

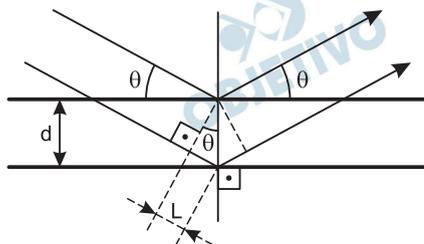
Raios X, descobertos por Röntgen em 1895, são largamente utilizados como ferramenta de diagnóstico médico por radiografia e tomografia. Além disso, o uso de raios X foi essencial em importantes descobertas científicas, como, por exemplo, na determinação da estrutura do DNA.

- a) Em um dos métodos usados para gerar raios X, elétrons colidem com um alvo metálico perdendo energia cinética e gerando fótons de energia  $E = h \nu$ , sendo  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  e  $\nu$  a frequência da radiação. A figura (a) abaixo mostra a intensidade da radiação emitida em função do comprimento de onda,  $\lambda$ . Se toda a energia cinética de um elétron for convertida na energia de um fóton, obtemos o fóton de maior energia. Nesse caso, a frequência do fóton torna-se a maior possível, ou seja, acima dela a intensidade emitida é nula. Marque na figura o comprimento de onda correspondente a este caso e calcule a energia cinética dos elétrons incidentes.



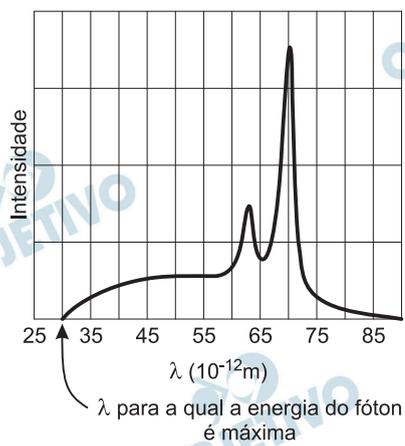
- b) O arranjo atômico de certos materiais pode ser representado por planos paralelos separados por uma distância  $d$ . Quando incidem nestes materiais, os raios X sofrem reflexão especular, como ilustra a figura (b) abaixo. Uma situação em que ocorre interferência construtiva é aquela em que a diferença do caminho percorrido por dois raios paralelos,  $2 \times L$ , é igual a  $\lambda$ , um comprimento de onda da radiação incidente. Qual a distância  $d$  entre planos para os quais foi observada interferência construtiva em  $\theta = 14,5^\circ$  usando-se raios X de  $0,15 \text{ nm}$ ?

Dados:  $\sin = 14,5^\circ = 0,25$  e  $\cos = 14,5^\circ = 0,97$ .



## Resolução

a)

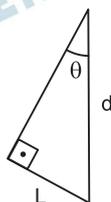


$$E_C = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_C = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^8}{30 \cdot 10^{-12}} \text{ (J)}$$

$$E_C = 6,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

b)



$$1) \quad \text{sen } \theta = \frac{L}{d}$$

$$L = d \cdot \text{sen } \theta$$

$$L = d \cdot 0,25 = \frac{d}{4}$$

$$2) \quad 2L = \lambda$$

$$\lambda = 2L = 2 \frac{d}{4}$$

$$\lambda = \frac{d}{2}$$

$$d = 2\lambda = 0,30 \text{ nm}$$

Respostas: a)  $6,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

b)  $0,30 \text{ nm} = 3,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

## 9

Um dos grupos mais numerosos de artrópodes, os insetos, passou a ocupar o ambiente terrestre. Algumas estruturas foram relevantes para que os insetos conquistassem a terra firme e ocupassem vários espaços do planeta, passando a ter importância ecológica e influência na economia.

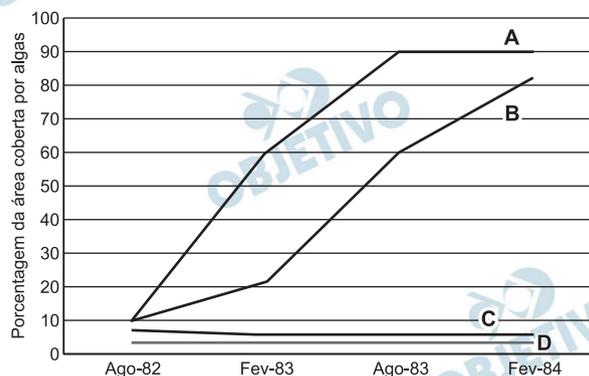
- a) Indique duas estruturas que possibilitaram a conquista do meio terrestre e explique por que elas foram importantes.
- b) De que forma os insetos exercem influência ecológica e econômica?

### Resolução

- a) **Presença de exoesqueleto quitinoso rico em cera (lípides), que protege o animal além de evitar uma excessiva desidratação devido aos lípides.**  
**Respiração traqueal que permite a utilização direta do O<sub>2</sub> atmosférico.**
- b) **Os insetos são importantes agentes polinizadores e algumas espécies realizam a herbivoria, atuando como predadores dos vegetais.**  
**São importantes na economia porque permitem uma maior produtividade na agricultura.**

# 10

A distribuição de uma espécie em uma determinada área pode ser limitada por diferentes fatores bióticos e abióticos. Para testar a influência de interações bióticas na distribuição de uma espécie de alga, um pesquisador observou a área ocupada por ela na presença e na ausência de mexilhões e/ou ouriços-do-mar. Os resultados do experimento estão representados no gráfico abaixo:



## Legenda:

A: sem ouriços-do-mar e sem mexilhões;

B: sem ouriços-do-mar e com mexilhões;

C: sem mexilhões e com ouriços-do-mar;

D: com ouriços-do-mar e com mexilhões.

- Que tipo de interação biótica ocorreu no experimento? Que conclusão pode ser extraída do gráfico quando se analisam as curvas B e C?
- Cite outros dois fatores bióticos que podem ser considerados como limitadores para a distribuição de espécies.

## Resolução

- A interação biótica que ocorre no experimento é a **predação**.  
A comparação entre os gráficos B e C mostra que os ouriços-do-mar são os mais importantes predadores das algas.
- Entre os fatores bióticos que agem como limitadores da distribuição de espécies, citam-se: alimento, parasitismo, competição e amensalismo.

A maior parte dos copinhos de café, copos de água e madeiras é feita de policarbonato com bisfenol A, substância que é liberada quando algum líquido quente é colocado nesses recipientes. O bisfenol A é um composto químico cuja estrutura molecular é muito semelhante à do hormônio estrógeno. A ingestão do bisfenol A pode resultar em alterações do ciclo menstrual e também causar alterações no amadurecimento sexual principalmente em adolescentes do sexo feminino.

- a) Considerando a semelhança do bisfenol A com o estrógeno e a sua presença em adolescentes, explique como o bisfenol A poderia influenciar no amadurecimento sexual desses adolescentes e no espessamento do endométrio no início do ciclo menstrual.
- b) Embora o amadurecimento sexual ocorra para meninos e meninas em torno dos 12 anos, no sexo feminino a divisão celular meiótica começa muito antes e pode durar décadas. Quando esse processo de divisão começa no sexo feminino e por que essa divisão pode ser tão longa?

#### **Resolução**

- a) **O bisfenol A acelera o amadurecimento sexual desses adolescentes e, conseqüentemente, também acelera o espessamento da mucosa uterina, o endométrio. O adolescente terá, portanto, um desenvolvimento sexual precoce.**
- b) **A meiose no sexo feminino tem início durante o desenvolvimento embrionário. Quando uma menina nasce, já possui todas as células germinativas que poderá usar durante a sua vida. Entretanto, a meiose para na fase de ovócito II. Somente após a fecundação, é que o ovócito II elimina o 2.º glóbulo polar e forma o “ovulo”, que, como já foi fecundado, já é um zigoto (ovo).**

A cirrose hepática é uma séria enfermidade que frequentemente surge do hábito de ingerir bebida alcoólica. O álcool pode alterar várias estruturas do fígado, como ductos biliares e as células produtoras de bile, além de causar acúmulo de glóbulos de gordura.

- a) Qual a importância da bile para o processo de digestão e em que parte do tubo digestório a bile é lançada?
- b) Outra função realizada pelo fígado é a produção e armazenamento de glicogênio. Espera-se que esse processo ocorra depois de uma refeição ou após um longo período de jejum? Qual a importância do armazenamento do glicogênio?

### Resolução

- a) **A bile emulsiona as gorduras facilitando a ação das lipases.**

**A bile é lançada no duodeno.**

- b) **O armazenamento de glicogênio ocorre depois das refeições. Após uma refeição, o intestino absorve glicose, a qual é transportada até o fígado, onde é convertida em glicogênio.**

**O glicogênio é uma fonte de reserva de glicose, a qual é utilizada no metabolismo energético.**

**O glicogênio é importante para a manutenção da taxa de glicose no sangue após um período de jejum.**

As funções das células estão relacionadas com sua estrutura e com sua atividade metabólica. Apresenta-se abaixo uma tabela em que estão discriminadas, em porcentagens, as extensões de membranas de algumas organelas de duas células, A e B, provenientes de dois órgãos diferentes.

Tipo de membrana	Porcentagem de área de membrana	
	Célula A	Célula B
Membrana de retículo endoplasmático rugoso	35	60
Membrana de retículo endoplasmático liso	16	<1
Membrana do complexo de Golgi	7	10
Membrana externa da mitocôndria	7	4
Membrana interna da mitocôndria	32	17

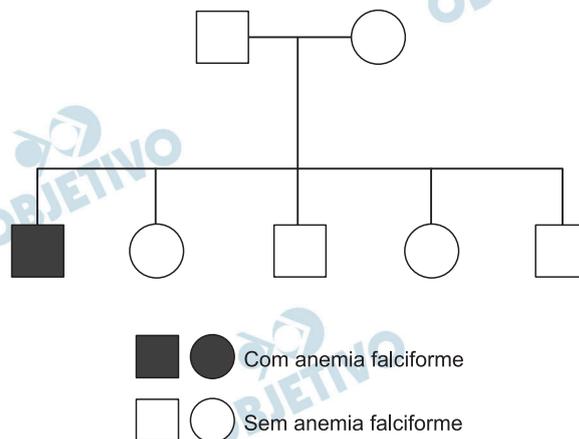
- Compare os dados das células A e B e indique em qual delas predomina a atividade de destoxificação e em qual predomina a atividade de secreção. Justifique.
- Experimentos bioquímicos realizados com os dois tipos celulares mostraram que a célula A apresentava metabolismo energético mais elevado do que o da célula B. Como o resultado desses experimentos pode ser confirmado a partir dos dados fornecidos pela tabela?

#### Resolução

- A célula A é aquela na qual predomina a atividade de destoxificação por apresentar maior extensão de membranas do retículo endoplasmático liso. Essa organela citoplasmática contém em suas membranas enzimas envolvidas no processo de neutralização de substâncias nocivas às células. A célula B apresenta atividade secretora mais elevada por possuir um retículo endoplasmático rugoso amplo e maior extensão de membranas do complexo de Golgi.
- A célula A apresenta metabolismo energético mais elevado do que o da célula B porque possui maior extensão de membranas internas de mitocôndrias. Nessas membranas, ocorre o processo de síntese da maior quantidade de ATP produzido pela célula.

A anemia falciforme é uma doença genética autossômica recessiva, caracterizada pela presença de hemácias em forma de foice e deficiência no transporte de gases. O alelo responsável por essa condição é o HbS, que codifica a forma S da globina  $\beta$ . Sabe-se que os indivíduos heterozigotos para a HbS não têm os sintomas da anemia falciforme e apresentam uma chance 76% maior de sobreviver à malária do que os indivíduos homozigotos para o alelo normal da globina  $\beta$  (alelo HbA). Algumas regiões da África apresentam alta prevalência de malária e acredita-se que essa condição tenha influenciado a frequência do alelo HbS nessas áreas.

- a) O que ocorre com a frequência do alelo HbS nas áreas com alta incidência de malária? Por quê?
- b) O heredograma abaixo se refere a uma família com um caso de anemia falciforme. Qual é a probabilidade de o casal em questão ter outro(a) filho(a) com anemia falciforme? Explique.



### Resolução

- a) A frequência do alelo HbS, nas áreas com alta incidência de malária, tende a aumentar. Os indivíduos heterozigotos para o alelo HbS não contraem a doença e se reproduzem normalmente, transmitindo a forma mutante do gene às futuras gerações.
- b) Alelos: S – normal  
 s – anemia falciforme  
 Pais: Ss x Ss  
 Filhos: SS, Ss, Ss, ss  
 P (criança ss): 1/4 ou 25%

A malária é a principal parasitose dos países tropicais. Segundo a Organização Mundial de Saúde, há mais de 200 milhões de casos de malária a cada ano e 500 mil deles ocorrem no Brasil. Até hoje, a principal forma de combate à malária consiste no controle do vetor de seu agente etiológico. No entanto, em estudo publicado na revista *Science* em setembro de 2011, cientistas anunciaram que vacinas produzidas a partir de células inteiras do agente causador da malária, depois de submetidas a uma dose letal de radiação  $\gamma$ , deram bons resultados em estudos preliminares realizados inclusive com humanos.

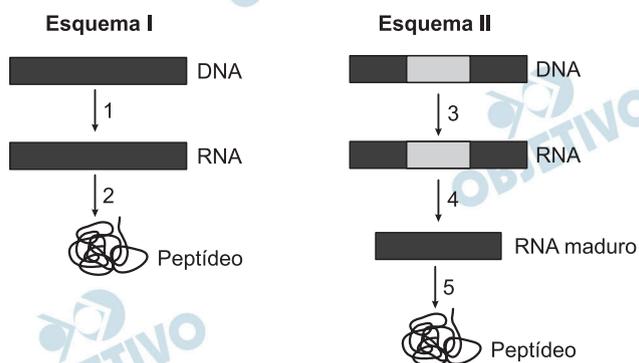
- a) Qual é o agente causador da malária? E qual é o seu vetor?
- b) Qual é a importância do tratamento das células dos agentes causadores da malária com dosagem letal de radiação? Como células mortas podem agir como vacina?

#### Resolução

- a) **O agente etiológico da malária é um protoctista. Exemplos: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* e *Plasmodium malariae*. O vetor é o mosquito prego, fêmea do *Anopheles sp.***
- b) **O tratamento das células do protoctista com dosagem letal de radiação é para que ele seja destruído. Células mortas atuam como antígeno, induzindo no receptor a produção de anticorpos correspondentes, bem como a formação das células de memória imunológica.**

Os esquemas I e II abaixo mostram as etapas da expressão gênica em dois organismos distintos, um procarioto e um eucarioto.

- a) Indique, com justificativa, qual esquema se refere ao eucarioto. Em qual ou quais compartimentos celulares ocorrem as etapas indicadas por 1 e 2 no esquema I, e as etapas 3 e 5 do esquema II?
- b) A remoção diferencial de íntrons do RNA mensageiro pode resultar na produção de diferentes peptídeos. Qual das etapas indicadas nos esquemas corresponde ao processo de remoção de íntrons? Explique por que a remoção diferencial de íntrons pode acarretar a produção de diferentes peptídeos.



### Resolução

- a) O esquema II refere-se à expressão gênica de eucariotos. Em procariotos, os genes são contínuos, não ocorrendo íntrons, isto é, segmentos não codificantes no DNA. Em procariotos, as etapas de transcrição (1) e tradução (2) ocorrem no citoplasma. Nos eucariotos, a transcrição (3) ocorre no núcleo e a tradução (5), no citoplasma.
- b) A remoção dos íntrons ocorre na etapa 4. A remoção diferencial dos íntrons e consequente agrupamento dos éxons (regiões codificantes) resultam em diferentes tipos de moléculas de RNA mensageiro e, portanto, na síntese de proteínas distintas.

**Classificação Periódica dos Elementos Químicos**

1	Classificação Periódica dos Elementos Químicos																18	
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

17

Um acidente comum ocorre com bastante frequência na cozinha. Uma panela com óleo quente para fritura é esquecida sobre a chama de um fogão e, por um procedimento errado no momento da fritura, um pequeno incêndio aparece na superfície do óleo. A boa prática de combate a incêndios recomenda que se desligue a chama do fogão e se tampe a panela com um pano molhado.

- Levando-se em conta que o fogo é um fenômeno em que está presente uma reação química, como se justifica o uso do pano molhado, do ponto de vista químico?
- Por outro lado, jogar água sobre a panela em chamas é uma prática totalmente desaconselhável. Descreva o que pode ocorrer nesse caso e justifique, levando em conta transformações físicas e propriedades de estado.

**Resolução**

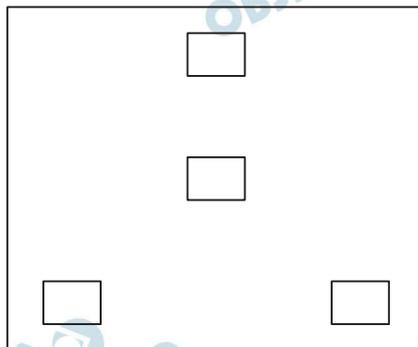
- Para a ocorrência da combustão, é necessário ter o combustível, no caso o óleo, o comburente, o oxigênio, e a temperatura de combustão. A utilização do pano molhado evita o contato do óleo com o oxigênio do ar, e a umidade do pano (água) faz com que ocorra a redução da temperatura, além de evitar a queima do pano. Estes fatores evitam a reação de combustão.
- A temperatura da chama é maior que a temperatura de ebulição da água; assim, ao jogar água, esta iria vaporizar (calefação) em contato com a chama.



O vapor-d'água formado expande-se, espalhando o óleo, podendo provocar ferimentos. Estes aspectos mostram que, ao jogar água, a chama não seria apagada.

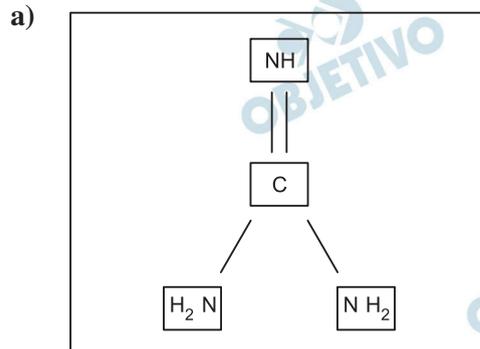
A partir de um medicamento que reduz a ocorrência das complicações do diabetes, pesquisadores da UNICAMP conseguiram inibir o aumento de tumores em cobaias. Esse medicamento é derivado da guanidina,  $C(NH)(NH_2)_2$ , que também pode ser encontrada em produtos para alisamento de cabelos.

- a) Levando em conta o conhecimento químico, preencha os quadrados incluídos no espaço de resposta abaixo com os símbolos de átomos ou de grupos de átomos, e ligue-os através de linhas, de modo que a figura obtida represente a molécula da guanidina.



- b) Que denominação a figura completa e sem os quadrados, recebe em química? E o que representam as diferentes linhas desenhadas?

### Resolução

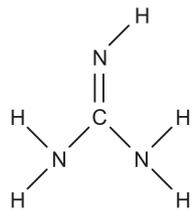


O átomo de carbono deve posicionar-se no centro da molécula, pois faz o maior número (4) de ligações químicas. O carbono é tetravalente.

Cada átomo de nitrogênio, que faz três ligações cada um, deve posicionar-se nos outros quadrados.

Os átomos de hidrogênio completam as ligações dos átomos de nitrogênio. O hidrogênio é monovalente.

b) Figura completa e sem os quadrados:



É denominada fórmula estrutural.

Cada uma das linhas representa uma ligação covalente (par de elétrons compartilhados).

Uma solução de luminol e água oxigenada, em meio básico, sofre uma transformação química que pode ser utilizada para algumas finalidades. Se essa transformação ocorre lentamente, nada se observa visualmente; no entanto, na presença de pequenas quantidades de íons de crômio, ou de zinco, ou de ferro, ou mesmo substâncias como hipoclorito de sódio e iodeto de potássio, ocorre uma emissão de luz azul, que pode ser observada em ambientes com pouca iluminação.

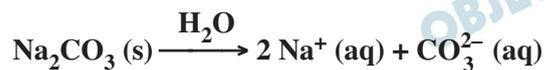
- a) De acordo com as informações dadas, pode-se afirmar que essa solução é útil na identificação de uma das possíveis fontes de contaminação e infecção hospitalar. Que fonte seria essa? Explique por que essa fonte poderia ser identificada com esse teste.
- b) Na preparação da solução de luminol, geralmente se usa NaOH para tornar o meio básico. Não havendo disponibilidade de NaOH, pode-se usar apenas uma das seguintes substâncias:  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ou  $\text{FeCl}_3$ . Escolha a substância correta e justifique, do ponto de vista químico, apenas a sua escolha.

#### Resolução

- a) **Uma possível fonte de contaminação e infecção hospitalar é a presença de *sangue*. Na investigação forense, é utilizado o luminol, uma substância que reage com o ferro presente na hemoglobina do sangue, produzindo luz que permite ver locais contaminados com pequenas quantidades de sangue, mesmo em superfícies lavadas.**
- b) **A substância correta que pode substituir o NaOH é o  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .**

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  sofre hidrólise, pois é um sal derivado de base forte e ácido fraco.

O ânion  $\text{CO}_3^{2-}$  sofre hidrólise aumentando a concentração dos íons  $\text{OH}^-$  no meio aquoso, tornando-o básico. As equações químicas são:



Após uma competição, a análise da urina de alguns nadadores mostrou a presença de furosemida (um diurético), sendo que a sua presença na urina pode indicar um possível caso de doping. Para justificar a branda punição que os nadadores receberam, um médico emitiu uma declaração à imprensa sobre os resultados das análises das urinas. Os itens a e b a seguir mostram trechos adaptados dessa declaração.

- a) Inicialmente o médico declarou: *“Quando o atleta tenta esconder alguma coisa, ele usa diuréticos... A urina encontrada estava muito concentrada”*. Levando-se em conta o contexto da questão e o conhecimento químico, estaria o médico referindo-se à concentração de furosemida na urina? Justifique.
- b) O médico continuava sua declaração: *“O pH estava bastante ácido nas quatro amostras de urina. Quando você usa substâncias dopantes...”*. Levando-se em conta as outras informações do texto e considerando que esse trecho seja válido do ponto de vista químico, o que se pode inferir sobre o caráter ácido-base das substâncias dopantes? Justifique sua resposta utilizando as informações fornecidas pelo texto.

#### **Resolução**

a) Não.

A Agência Mundial Antidoping inclui a furosemida na sua lista de substâncias proibidas, pois pode mascarar o consumo de outras substâncias dopantes. A branda punição foi dada pelo fato de que, se todas as substâncias da urina estivessem diluídas, seria um indício do uso do diurético furosemida.

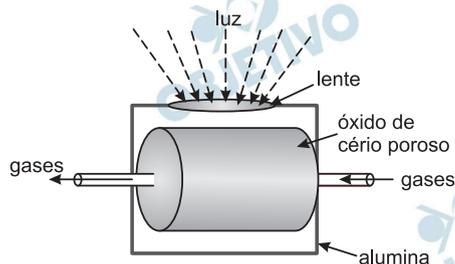
Quando o atleta usa diuréticos, ele urina muito e a urina fica mais diluída.

b) Pode-se inferir que as substâncias dopantes têm caráter básico, pois não houve a detecção destas substâncias na urina, o que permitiu a manutenção do caráter ácido dela.

Completando a declaração do médico, teríamos: *“O pH estava bastante ácido nas quatro amostras de urina. Quando você usa substâncias dopantes, ocorre uma elevação do pH.”*

Logo, o dopante tem caráter básico.

Em escala de laboratório desenvolveu-se o dispositivo da figura abaixo, que funciona à base de óxido de cério. Ao captar a luz, há um aumento da temperatura interna do dispositivo, o que favorece a formação do óxido de  $\text{Ce}^{3+}$ , enquanto a diminuição da temperatura favorece a formação do óxido de  $\text{Ce}^{4+}$  (equação 1). Por conta dessas características, o dispositivo pode receber gases em fluxo, para serem transformados quimicamente. As equações 2 e 3 ilustram as transformações que o  $\text{CO}_2$  e a  $\text{H}_2\text{O}$  sofrem, separadamente.



equação 1	$1/2 \text{O}_2 (\text{g}) + \text{Ce}_2\text{O}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{CeO}_2 (\text{s})$
equação 2	$\text{CO}_2 + \text{Ce}_2\text{O}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{CeO}_2 (\text{s}) + \text{CO} (\text{g})$
equação 3	$\text{H}_2\text{O} + \text{Ce}_2\text{O}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{CeO}_2 (\text{s}) + \text{H}_2 (\text{g})$

- a) Levando em conta as informações dadas e o conhecimento químico, a injeção (e transformação) de vapor de água ou de dióxido de carbono deve ser feita antes ou depois de o dispositivo receber luz? Justifique.
- b) Considere como uma possível aplicação prática do dispositivo a injeção simultânea de dióxido de carbono e vapor de água. Nesse caso, a utilidade do dispositivo seria “a obtenção de energia, e não a eliminação de poluição”. Dê dois argumentos químicos que justifiquem essa afirmação.

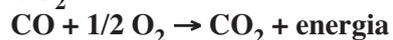
### Resolução

- a) A injeção (e transformação) de vapor de água ou de dióxido de carbono deve ser feita *depois* de o dispositivo receber luz.

O óxido de cério poroso é formado por uma mistura de  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  e  $\text{CeO}_2$ . Ao captar a luz, há um aumento da temperatura interna do dispositivo, o que favorece a formação do óxido de  $\text{Ce}^{3+}$  (equação 1), que vai ser usado na transformação de vapor de água ou de dióxido de carbono (equações 2 e 3).

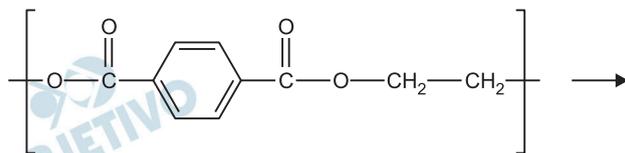


- b) A obtenção de energia é devida à produção de  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$ , que são gases combustíveis (equações 2 e 3). Não elimina a poluição, pois  $\text{CO}$  é um gás poluente. Além disso, a queima do  $\text{CO}$  produz o  $\text{CO}_2$ .



A questão ambiental relativa ao destino de plásticos utilizados é bastante antiga e algumas propostas têm sido feitas para contornar esse problema. A mais simples é a queima desses resíduos para aproveitamento da energia, e outra é o seu reuso após algum tratamento químico. Para responder aos itens a e b, considere a estrutura abaixo como um fragmento ( $C_{10}H_8O_4$ ) representativo do PET.

- a) Levando em conta a equação de combustão completa do fragmento do PET, calcule a energia liberada na queima de uma garrafa PET de massa igual a 48 gramas.
- b) No tratamento químico da embalagem PET com solução de hidróxido de sódio ocorre uma reação de hidrólise que remove uma camada superficial do polímero, e que permite a reutilização da embalagem. Com base nessas informações complete a equação química de hidrólise do fragmento de PET, no espaço de respostas.

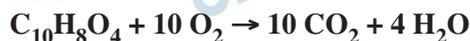


Dados de entalpia de formação em  $\text{kJ mol}^{-1}$ :

fragmento =  $-476$ ;  $\text{CO}_2 = -394$ ;  $\text{H}_2\text{O} = -286$ .

### Resolução

- a) Equação de combustão completa do fragmento do PET:



Massa molar do fragmento =

$$= (10 \times 12 + 8 \times 1 + 4 \times 16) \text{ g/mol} = 192 \text{ g/mol}$$

Cálculo do  $\Delta H$  da combustão de 1 mol do fragmento do PET (192 g):

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{formação}} \text{ produtos} - \sum \Delta H_{\text{formação}} \text{ reagentes}$$

$$\Delta H = \{10 \cdot (-394) + 4 \cdot (-286)\} - \{(-476) + 10 \cdot 0\}$$

$$\Delta H = (-5084 \text{ kJ}) - (-476 \text{ kJ})$$

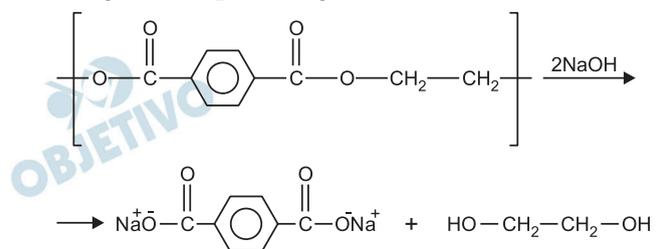
$$\Delta H = -4608 \text{ kJ/mol}$$

Cálculo da energia liberada na queima de 48 g de PET:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \xrightarrow{\text{libera}} 4608 \text{ kJ} \\ 192 \text{ g} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 4608 \text{ kJ} \\ 48 \text{ g} \xrightarrow{\quad\quad\quad} x \end{array}$$

$$x = 1152 \text{ kJ liberados}$$

- b) Como o PET é um poliéster, sua hidrólise alcalina formará um sal de ácido carboxílico e um álcool (reação de saponificação):



A Tireoidite de Hashimoto é uma doença que pode estar associada à ingestão excessiva de iodo, enquanto o Bócio é uma doença associada à falta de iodo na juventude. Já o Cretinismo é provocado pela deficiência de iodo durante a gestação. Essas são as questões consideradas pelo Ministério da Saúde (MS), que acredita que os brasileiros estejam consumindo, em média, 12 gramas de sal iodado por dia, em vez dos 5 gramas atualmente recomendados. Por isso, há uma proposta no MS no sentido de diminuir a quantidade de iodo no sal comercializado.

- a) Considerando que a ingestão diária de iodo recomendada é de 70 microgramas e considerando ainda que o sal seja a única fonte de iodo, que a ingestão diária média de sal dos brasileiros é de 12 gramas e que haja 25 microgramas de iodo por grama de sal, calcule o percentual de redução de iodo do sal que o MS deveria recomendar.
- b) Alguns pesquisadores, preocupados com essa possível medida, afirmam que *“O MS deveria se esforçar para diminuir o consumo de sal em vez de propor a diminuição da concentração de iodo, pois essa mudança poderia trazer consequências para a saúde humana em locais onde o consumo diário não atinge 12 gramas de sal”*. Levando-se em conta apenas as informações dadas, o aumento de que doença(s) estaria preocupando esses pesquisadores, caso a proposta fosse adotada? Justifique.

#### Resolução

- a) Cálculo da massa de iodo ingerida por dia:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ grama de sal} \text{ ————— } 25 \mu\text{g de iodo} \\ 12 \text{ gramas de sal} \text{ ————— } x \\ x = 12 \cdot 25 \mu\text{g de iodo} = 300 \mu\text{g de iodo} \end{array}$$

A massa de iodo que deve ser reduzida é:  
 $300 \mu\text{g} - 70 \mu\text{g} = 230 \mu\text{g}$

Determinação da porcentagem da massa de iodo que deve ser reduzida:

$$\begin{array}{l} 300 \mu\text{g de iodo} \text{ ————— } 100\% \\ 230 \mu\text{g de iodo} \text{ ————— } y \end{array}$$

$$y = \frac{230 \cdot 100\%}{300} = 76,67\%$$

A massa de iodo no sal deveria ser reduzida em 76,67%.

- b) Os pesquisadores estão preocupados com as doenças que seriam causadas pelo baixo consumo de iodo, ou seja, o bócio e o cretinismo. A ingestão diária de iodo nesses locais ficaria menor que a recomendada (70  $\mu\text{g}$ ).

Recentemente a Prefeitura de São Paulo ameaçava fechar as portas de um centro comercial por causa do excesso de gás metano em seu subsolo. O empreendimento foi construído nos anos 1980 sobre um lixão e, segundo a CETESB, o gás metano poderia subir à superfície e, eventualmente, causar explosões.

- a) Uma propriedade que garante a ascensão do metano na atmosfera é a sua densidade. Considerando que os gases se comportam como ideais, e que a massa molar média do ar atmosférico é de  $28,8 \text{ g mol}^{-1}$ , justifique esse comportamento do metano em relação ao ar atmosférico.
- b) Na época do acontecimento, veiculou-se na imprensa que, *“numa mistura com o ar, se o metano se encontra dentro de um determinado percentual (5% a 15% em volume quando em ar ambiente com 21% de oxigênio) e existe uma faísca ou iniciador, a explosão irá ocorrer”*. Partindo-se do ar atmosférico e de metano gasoso, seria possível obter a mistura com a composição acima mencionada, pela simples mistura desses gases? Justifique.

#### Resolução

- a) Calculando a massa molar do metano:



$$\therefore \text{MM}_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g mol}^{-1}$$

Como foi fornecida a massa molar média do ar atmosférico,  $28,8 \text{ g mol}^{-1}$ , verificamos que o gás metano é mais leve que o ar atmosférico (menor densidade), por este motivo ele sobe. A densidade do gás é proporcional à massa molar, na mesma pressão e temperatura.

$$d = \frac{P \cdot \text{MM}}{RT}$$

- b) Não. Partindo-se do princípio de que o percentual de oxigênio no ar atmosférico deve ser mantido em 21%, a introdução do gás metano nesta mistura iria obrigatoriamente diminuir o percentual de oxigênio nela.

Exemplificando:

ar atmosférico

21 L de $\text{O}_2$ + 79 L de B
----------------------------------

total 100 L (21% de  $\text{O}_2$ )

acréscimo de  $\text{CH}_4$

21 L de $\text{O}_2$ + 79 L de B + 10 L de $\text{CH}_4$
--

total 110 L (19,09% de  $\text{O}_2$ )