

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  
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

**Questão 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 toneladas. Qual é a sua energia cinética?

**Resposta**

a) Da definição de velocidade escalar média, temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{16 \cdot 2\pi R}{\Delta t} = \frac{16 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 6800}{24} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = 27\,200 \text{ km/h}$$

b) Da definição de energia cinética, temos:

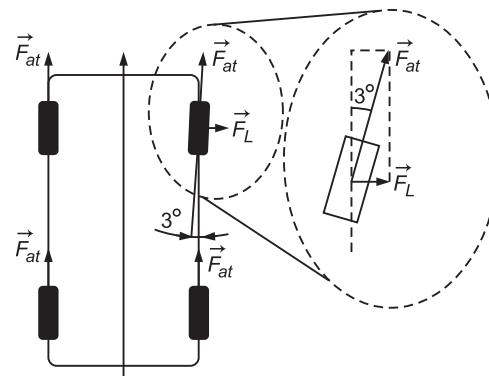
$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{90 \cdot 10^3 \cdot (8\,000)^2}{2} \Rightarrow$$

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

**Questão 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  $M = 9000 \text{ kg}$ , viajando a  $80 \text{ km/h}$ , colide na traseira de um carro de massa  $m_a = 1000 \text{ kg}$  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 anterior, gerando uma componente lateral da força de atrito  $\vec{F}_L$  em uma das rodas. Para um carro de massa  $m_b = 1600 \text{ kg}$ , calcule o módulo da aceleração lateral do carro, sabendo que o módulo da força de atrito em cada roda vale  $F_{at} = 8000 \text{ N}$ . Dados:  $\text{sen } 3^\circ = 0,05$  e  $\text{cos } 3^\circ = 0,99$ .

**Resposta**

a) Considerando o sistema ônibus-carro isolado, temos:

$$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois} \Rightarrow M \cdot V = (M + m_a) \cdot v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9000 \cdot 80 = (9000 + 1000) \cdot v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 72 \text{ km/h}$$

b) Do desenho fornecido, temos que o módulo da força lateral ( $F_L$ ) na roda é dado por:

$$F_L = F_{at} \cdot \sin 3^\circ \Rightarrow F_L = 8\,000 \cdot 0,05 \Rightarrow F_L = 400\text{ N}$$

Do Princípio Fundamental da Dinâmica, vem:

$$\vec{R} = m\vec{y} \Rightarrow \vec{F}_L = m_b \cdot \vec{a}_L \Rightarrow 400 = 1\,600 \cdot a_L \Rightarrow$$

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

### Questão 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  $F_{atrito} = 3,0\text{ N}$ . 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?

### Resposta

a) Sabendo que a massa de óleo não varia, da definição de densidade e da tabela fornecida, vem:

$$\rho_{20} \cdot V_{20} = \rho_{100} \cdot V_{100} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,882 \cdot 4 = 0,840 \cdot V_{100} \Rightarrow V_{100} = 4,2\text{ litros}$$

b) Em um ciclo, o ponto de aplicação da força de atrito se desloca  $d = 12\text{ cm}$ . Da definição de potência média, vem:

$$P_m = \frac{\vec{F}_{at} \cdot \vec{\tau}}{\Delta t} \Rightarrow P_m = \frac{2\,500 \cdot F_{at} \cdot d}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_m = \frac{2\,500 \cdot 3,0 \cdot 0,12}{60} \Rightarrow P_m = 15\text{ W}$$

### Questão 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,  $T_{amb} = 300\text{ K}$ , a densidade do ar atmosférico vale  $\rho_{amb} = 1,26\text{ kg/m}^3$ . 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  $V = 3,0 \times 10^6\text{ litros}$ . Encontre o empuxo que atua no balão.

b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a  $\rho_{quente} = 1,05\text{ kg/m}^3$ ?

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.

### Resposta

a) Sendo o volume do balão  $V = 3 \cdot 10^6\text{ L} = 3 \cdot 10^3\text{ m}^3$ , temos:

$$E = \rho_{amb} \cdot V \cdot g = 1,26 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10 \Rightarrow$$

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

b) Da equação de estado dos gases ideais para uma transformação a pressão e volume constantes, com o número de mols proporcional à densidade, temos:

$$pV = nRT \Rightarrow n_{amb.} \cancel{RT_{amb.}} = n_{quente} \cancel{RT_{quente}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{n_{amb.}}{n_{quente}} = \frac{\rho_{amb.}}{\rho_{quente}} = \frac{T_{quente}}{T_{amb.}} \Rightarrow$$

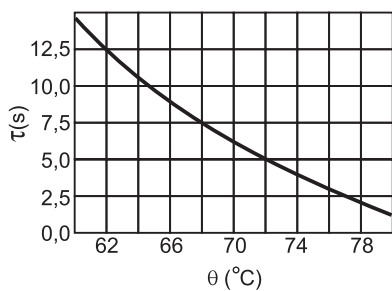
$$\Rightarrow \frac{1,26}{1,05} = \frac{T_{quente}}{300} \Rightarrow T_{quente} = 360 \text{ K}$$

**Questão 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  $N(t) = N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$ , onde  $\tau$  é o tempo necessá-

rio 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.

**Resposta**

a) O número de células que morrem por segundo nos instantes iniciais é igual à variação no tempo das células que permanecem vivas nos instantes iniciais.

Como a função fornecida tem domínio definido para "os primeiros instantes", a melhor maneira de calcular o número de células que morrem por segundo nos "instantes iniciais" é pela derivada  $N'(t)$  da função  $N(t)$ , dada a seguir:

$$N'(t) = -\frac{N_0 \cdot 2}{\tau} \Rightarrow N'(t) = -\frac{9,0 \cdot 10^4 \cdot 2}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N'(t) = -36\,000 \frac{\text{células}}{\text{s}}$$

Assim, 36 000 células morrem por segundo nos instantes iniciais.

b) Dos dados fornecidos, podemos calcular o calor ( $Q$ ) transferido ao fumante numa tragada pela equação fundamental da calorimetria.

Assim, temos:

$$Q = n \cdot C \cdot \Delta\theta \Rightarrow Q = 35 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot \frac{1}{28 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} \cdot 32 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (37 - 72)\text{K} \Rightarrow Q = -1,4 \text{ J}$$

Assim, o calor transferido ao fumante numa tragada é 1,4 J.

**Questão 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  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C?

**Resposta**

a) Do enunciado, a capacitância (C) da membrana celular é:

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

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

Assim, da equação de quantização da carga elétrica e da definição de capacitância, a quantidade (n) de íons que atravessam a membrana, considerando-a inicialmente neutra, é dada por:

$$\left| \begin{aligned} C &= \frac{Q}{U} \Rightarrow C = \frac{n \cdot e}{U} \Rightarrow \\ Q &= n \cdot e \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow 4 \cdot 10^{-11} = \frac{n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{80 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 2 \cdot 10^7 \text{ íons}$$

b) A potência elétrica (P) entregue ao conjunto de íons é dada por:

$$P = U \cdot i = U \cdot \frac{n \cdot e}{\Delta t} =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow$$

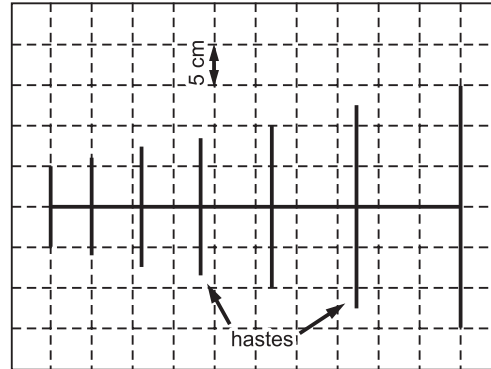
$$\Rightarrow P = 1,6 \cdot 10^{-12} W$$

**Questão 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 a seguir, 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 comprimen-

to 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  $f = 400$  MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno ( $K = 2,25$ )?

**Resposta**

a) Pela equação fundamental da ondulatória,  $v = \lambda f$ , temos que, para a menor frequência, devemos ter o maior comprimento de onda. Logo, a haste correspondente é aquela de 30 cm, ou seja, a de maior dimensão, mostrada na figura dada. Assim, vem:

$$\left| \begin{aligned} v &= \lambda f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = 2 \cdot 30 \cdot 10^{-2} \cdot f \Rightarrow \\ \lambda &= 2L \end{aligned} \right.$$

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

b) Do enunciado e da equação fundamental da ondulatória, temos:

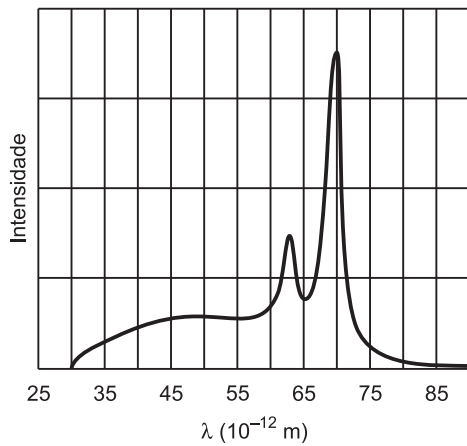
$$\left| \begin{aligned} v &= \frac{c}{n} \\ k &= n^2 \Rightarrow \frac{c}{\sqrt{k}} = \lambda \cdot f \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{2,25}} = \lambda \cdot 400 \cdot 10^6 \Rightarrow \\ v &= \lambda f \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,5 m$$

**Questão 8**

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.

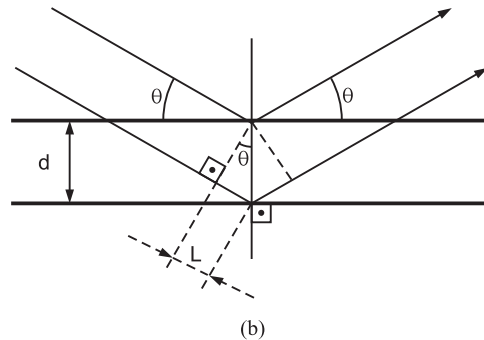
a) Em um dos métodos usados para gerar raios X, elétrons colidem com um alvo metálico perdendo energia cinética e gerando fótons de energia  $E = h \nu$ , sendo  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  e  $\nu$  a frequência da radiação. A figura (a) abaixo mostra a intensidade da radiação 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.



(a)

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) a seguir. 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  $\lambda = 0,15 \text{ nm}$ ? Dados:  $\text{sen } 14,5^\circ = 0,25$  e  $\text{cos } 14,5^\circ = 0,97$ .



(b)

**Resposta**

a) Da equação fundamental da ondulatória ( $\nu = \lambda \cdot \nu$ ), o fóton de maior frequência  $\nu$  corresponde ao de menor comprimento de onda  $\lambda$ . Do gráfico dado, o comprimento de onda mínimo é  $\lambda = 30 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ . Considerando a conservação da energia e que os raios X propagam-se no vácuo, a energia cinética máxima de um elétron é dada por:

$$\begin{cases} E_{\text{elétron}} = E_{\text{fóton}} = h \cdot \nu \\ c = \nu \cdot \lambda \end{cases} \Rightarrow E_{\text{elétron}} = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\text{elétron}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{30 \cdot 10^{-12}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\text{elétron}} = 6,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

b) Da figura b temos que  $\text{sen} \theta = \frac{L}{d}$ . Considerando que  $2L = \lambda$  para  $\theta = 14,5^\circ$ , ou seja, que  $14,5^\circ$  é o ângulo para o qual se observa o primeiro máximo de interferência construtiva, temos:

$$\begin{cases} 2L = \lambda \\ L = d \cdot \text{sen } 14,5^\circ \end{cases} \Rightarrow 2d \cdot \text{sen } 14,5^\circ = \lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2d \cdot 0,25 = 0,15 \cdot 10^{-9} \Rightarrow d = 3,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

**Questão 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.

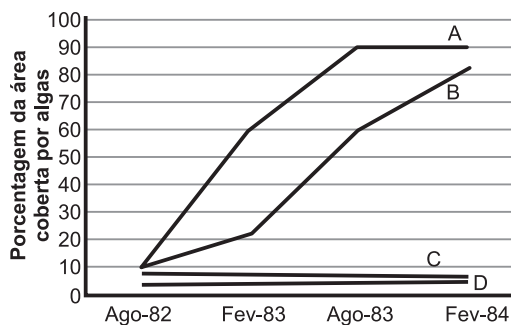
- Indique duas estruturas que possibilitaram a conquista do meio terrestre e explique por que elas foram importantes.
- De que forma os insetos exercem influência ecológica e econômica?

### Resposta

- Dois estruturas que possibilitaram a conquista do meio terrestre pelos insetos foram o exoesqueleto de quitina (proteção contra dessecação) e a presença de asas (favorece a dispersão).
- Os insetos são agentes polinizadores (influência ecológica), produzem mel e seda (influência econômica).

## Questão 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:

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

a) Que tipo de interação biótica ocorreu no experimento? Que conclusão pode ser extraída do gráfico quando se analisam as curvas B e C?

b) Cite outros dois fatores bióticos que podem ser considerados como limitadores para a distribuição de espécies.

### Resposta

a) A interação biótica que ocorreu no experimento foi o predatismo (herbivorismo), em que os animais (mexilhões e ouriços-do-mar) se alimentam das algas.

As diferenças observadas nas curvas B e C mostram que os mexilhões exercem pequena influência na população de algas, já os ouriços-do-mar praticamente impedem a ocupação da área por parte das algas.

b) A competição e o parasitismo são fatores bióticos que podem limitar a distribuição de espécies.

## Questão 11

A maior parte dos copinhos de café, copos de água e mamadeiras 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?

### Resposta

a) Devido à grande semelhança molecular, o bisfenol A pode exercer efeitos bioquímicos e fisiologicamente semelhantes aos do estrógeno: estimula

o desenvolvimento sexual secundário nas mulheres e, no útero, promove o espessamento inicial do endométrio.

b) A divisão meiótica no sexo feminino começa na infância. No entanto, essa divisão só se completa no momento da fecundação do ovócito. Evidentemente, a mulher pode levar décadas para ter filhos.

### Questão 12

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?

#### Resposta

a) A bile é responsável pelo processo de emulsificação de gorduras, facilitando a ação da lipase pancreática.

A bile é secretada no duodeno, primeira porção do intestino delgado.

b) A produção e armazenamento de glicogênio ocorre depois de uma refeição. O armazenamento do glicogênio, polímero de glicose, é fundamental para o nosso organismo, pois, após um certo período de jejum, acontece a hidrólise do glicogênio hepático, fornecendo glicose para diversas células. A glicose é o principal combustível celular.

### Questão 13

As funções das células estão relacionadas com sua estrutura e com sua atividade metabólica. Apresenta-se a seguir 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

a) 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.

b) 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?

#### Resposta

a) Na célula A predomina o processo de destoxificação, pois a porcentagem de área de membrana do retículo endoplasmático liso é muito maior, e essa organela está intimamente relacionada à metabolização de toxinas. Já na célula B, as áreas do retículo endoplasmático rugoso e do complexo golgiense, em maior porcentagem, indicam que a célula em questão está mais associada à atividade de secreção, pois muitas substâncias secretadas pelas células (principalmente proteínas) são produzidas no retículo endoplasmático rugoso e armazenadas no complexo golgiense.

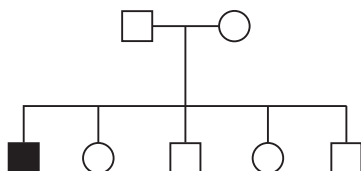
b) Na tabela observamos um maior percentual da membrana externa e interna da mitocôndria na célula A, confirmando que esta deve apresentar um maior metabolismo energético, atividade intimamente relacionada às mitocôndrias.

**Questão 14**

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.



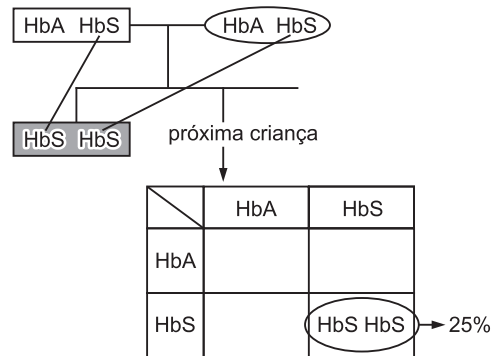
- ● Com anemia falciforme  
□ ○ Sem anemia falciforme

**Resposta**

a) Em regiões de alta incidência de malária, os indivíduos heterozigotos são favorecidos pela seleção natural. Isso porque não apresentam os sintomas da anemia falciforme e os protozoários do gênero *Plasmodium* sp não conseguem se multiplicar dentro das suas hemácias, assim, também não terão os sintomas da malária.

Uma vez selecionados favoravelmente, eles crescem, multiplicam-se e deixam descendentes, mostrando uma grande adaptação às regiões malarígenas. Nessas regiões, a frequência de heterozigotos chega a mais de 40% dos indivíduos.

b)



A probabilidade do casal ter outra criança com anemia falciforme é de 25%.

**Questão 15**

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?

**Resposta**

a) O agente causador (etiológico) da malária é o protozoário do gênero *Plasmodium*, e o vetor (transmissor) é o mosquito do gênero *Anopheles*.

b) A radiação compromete a estrutura do material genético da célula do protozoário, inviabilizando sua multiplicação (e, portanto, os danos causados) no corpo humano. As células mortas podem ainda apresentar moléculas que atuam como antígenos, estimulando a produção de anticorpos e a formação de memória imunológica nos seres humanos.

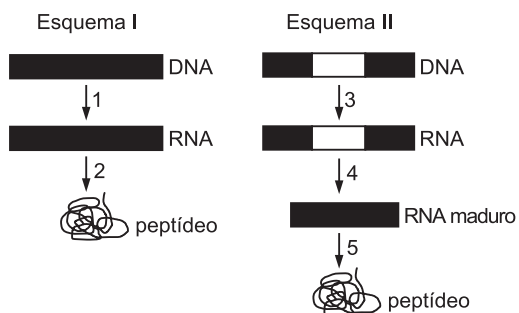


**Questão 16**

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.



**Resposta**

a) O esquema II refere-se ao organismo eucarioto, pois observamos que certas regiões, íntrons, não codificam peptídeos. As etapas 1 e 2, no esquema I, ocorrem no citoplasma do procarioto. Em relação ao esquema II do eucarioto, as etapas 3 e 5 acontecem, respectivamente, no núcleo e no citoplasma.

b) O processo de remoção de íntrons ocorre na etapa 4 do esquema II. A remoção diferencial de íntrons permite a produção de moléculas de RNA com distintas combinações. A partir dessas moléculas de RNA processadas, os eucariotos podem traduzi-las em diferentes peptídeos.

**Questão 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 apa-

rece 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.

a) 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?

b) 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.

**Resposta**

a) O uso do pano molhado para interromper a reação de combustão se justifica por:

- "abafa o fogo", isto é, diminui a entrada do comburente ( $O_2$ ) na panela;

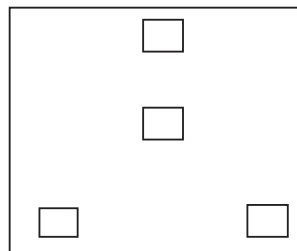
- a evaporação da água absorve calor e causa uma diminuição da temperatura, então, a velocidade da reação de combustão diminui.

b) A prática de jogar água líquida no óleo quente em combustão é desaconselhável porque ocorrerá a ebulição violenta da água, causando respingos de óleo quente que poderão produzir ferimentos. Isso ocorre porque o óleo quente está a uma temperatura muito maior que o ponto de ebulição da água.

**Questão 18**

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.

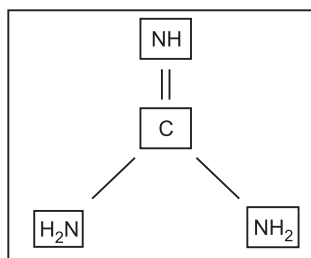
a) Levando em conta o conhecimento químico, preencha os quadrados incluídos no espaço de resposta abaixo com os símbolos de átomos ou de grupos de átomos, e ligue-os através de linhas, de modo que a figura obtida represente a molécula da guanidina.



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

### Resposta

a)



b) A figura completa e sem os quadrados é denominada fórmula estrutural, e as linhas representam ligações covalentes.

### Questão 19

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.

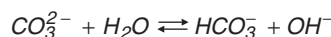
- a) De acordo com as informações dadas, pode-se afirmar que essa solução é útil na identificação de uma das possíveis fontes de contaminação e infecção hospitalar. Que fonte seria essa? Explique por que essa fonte poderia ser identificada com esse teste.
- b) Na preparação da solução de luminol, geralmente se usa NaOH para tornar o meio básico. Não havendo disponibilidade de NaOH, pode-se usar apenas uma das seguintes substâncias: CH<sub>3</sub>OH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ou FeCl<sub>3</sub>. Escolha a substância correta e justifique, do ponto de vista químico, apenas a sua escolha.

### Resposta

a) A fonte de contaminação e infecção hospitalar é o sangue, que poderia ser identificado pelo teste

devido à emissão de luz azul quando em contato com a solução de luminol e água oxigenada em meio básico e em ambiente com pouca iluminação. Isso ocorre devido à presença de íons ferro presentes nas moléculas de hemoglobina.

b) A substância que pode ser utilizada no lugar do NaOH deverá ter característica básica, o que é observado no Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pois, em meio aquoso, o íon CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> hidrolisa, tornando o meio básico:



### Questão 20

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 abaixo 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.

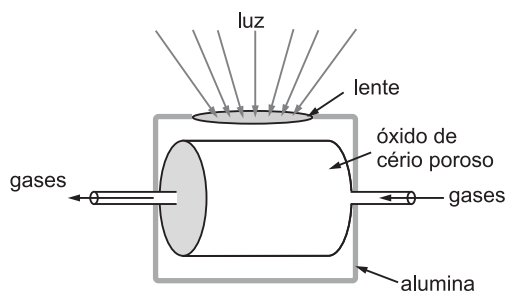
### Resposta

a) Não, pois como a urina estava muito concentrada, a concentração do diurético furosemida encontrada foi pequena.

b) A elevada acidez das amostras de urina indica a ausência de substâncias dopantes, que apresentariam características básicas, de modo que a punição que os nadadores receberam foi branda.

### Questão 21

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  $Ce^{3+}$ , enquanto a diminuição da temperatura favorece a formação do óxido de  $Ce^{4+}$  (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  $CO_2$  e a  $H_2O$  sofrem, separadamente.



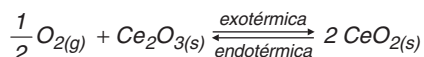
equação 1	$\frac{1}{2} O_2(g) + Ce_2O_3(s) \rightleftharpoons 2 CeO_2(s)$
equação 2	$CO_2 + Ce_2O_3(s) \rightarrow 2 CeO_2(s) + CO(g)$
equação 3	$H_2O + Ce_2O_3(s) \rightarrow 2 CeO_2(s) + H_2(g)$

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.

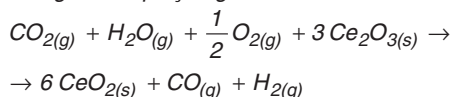
### Resposta

a) A partir das informações do texto, conclui-se que as transformações envolvendo os óxidos de cério seguem o esquema a seguir:



Para que as reações representadas pelas equações 2 e 3 ocorram, é necessária a presença de  $Ce_2O_3(s)$ . Isso se dá deslocando o equilíbrio anterior no sentido inverso pelo fornecimento de energia. Portanto, a injeção dos gases deve ser feita depois de o dispositivo receber luz.

b) Associando-se as três equações dadas, obtém-se a seguinte equação global:



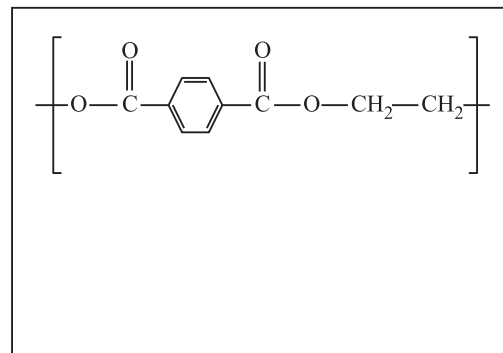
A equação anterior demonstra que há a produção de dois gases combustíveis que podem ser utilizados para a obtenção de energia. Por outro lado, a queima do CO repõe na atmosfera a mesma quantidade do gás estufa ( $CO_2$ ) consumido, de modo que o dispositivo não tem utilidade na eliminação de poluição.

### Questão 22

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 reúso 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.

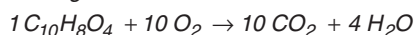
b) No tratamento químico da embalagem PET com solução de hidróxido de sódio ocorre uma reação de hidrólise que remove uma camada superficial do polímero, e que permite a reutilização da embalagem. Com base nessas informações complete a equação química de hidrólise do fragmento de PET, no espaço de respostas.



Dados de entalpia de formação em  $\text{kJ mol}^{-1}$ :  
 fragmento =  $-476$ ;  $\text{CO}_2 = -394$ ;  $\text{H}_2\text{O} = -286$ .

### Resposta

a) A equação que representa a combustão completa do fragmento do PET é:



Pode-se determinar o  $\Delta H_{\text{combustão}}$  por:

$$\Delta H_{\text{combustão}} = \sum \Delta H_{\text{f, produtos}} - \sum \Delta H_{\text{f, reagentes}}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = [10(-394 \text{ kJ}) +$$

$$+ 4(-286 \text{ kJ})] - (-476 \text{ kJ})$$

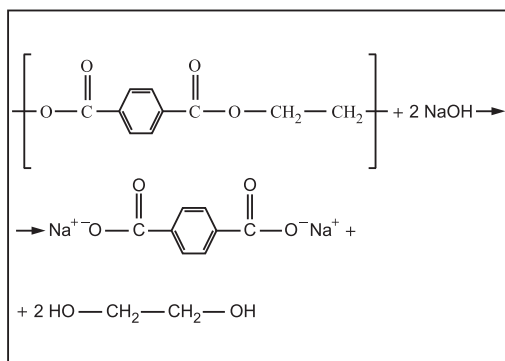
$$\Delta H_{\text{combustão}} = -4 608 \text{ kJ/mol C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$$

E, finalmente, a energia liberada na queima de uma garrafa de massa igual a 48 g é dada por:

$$48 \text{ g C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4}{192 \text{ g C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4} \cdot \frac{4 608 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4} =$$

$$= 1 152 \text{ kJ}$$

b) A equação que representa a hidrólise alcalina do fragmento do PET é dada por:



### Questão 23

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.

### Resposta

a) Cálculo da massa de iodo ingerida por dia:

$$\frac{12 \text{ g sal}}{\text{dia}} \cdot \frac{25 \mu\text{g I}}{\text{g sal}} = 300 \frac{\mu\text{g I}}{\text{dia}}$$

Cálculo do percentual de redução de iodo recomendado:

$$\frac{70 \mu\text{g I}}{300 \mu\text{g I}} \cdot 100 \cong 23,3\%$$

Como a quantidade de iodo recomendada representa 23,3% da quantidade ingerida diariamente pelos brasileiros, o MS deveria recomendar uma redução de 76,7% do iodo contido no sal.

b) O aumento do bócio e do cretinismo estaria preocupando esses pesquisadores, pois ambas as doenças estão associadas à deficiência de iodo, o que pode ocorrer caso seja reduzido o teor de iodo no sal dos indivíduos que não ingerem 12 gramas de sal diariamente.

### Questão 24

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

anteriormente mencionada, pela simples mistura desses gases? Justifique.

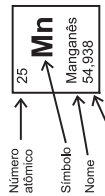
### Resposta

a) Nas mesmas condições de pressão e temperatura, o gás que possui a maior massa molar será o mais denso. Logo, o metano ( $M = 16 \text{ g/mol}$ ) é menos denso que o ar atmosférico ( $M_{\text{média}} = 28,8 \text{ g/mol}$ ), garantindo sua ascensão na atmosfera.

b) Não, seria impossível obter a mistura com a composição mencionada, pois, à medida que o metano se mistura com o ar, num dado volume, moléculas de oxigênio (que representam aproximadamente 21% do volume do ar), assim como outras, estão sendo substituídas. Assim, a porcentagem de oxigênio durante a mistura diminui, impossibilitando que no final seja 21%.

Classificação Periódica dos Elementos Químicos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18												
1 H Hidrogênio 1,0079	2 He Hélio 4,0026	3 Li Lítio 6,941(2)	4 Be Berílio 9,0122	5 B Boro 10,811(5)	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180	11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,066(6)	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948												
19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078(4)	21 Sc Escândio 44,956	22 Ti Titânio 47,867	23 V Vanádio 50,942	24 Cr Cromo 51,996	25 Mn Manganês 54,938	26 Fe Ferro 55,845(2)	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546(3)	30 Zn Zinco 65,39(2)	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germano 72,61(2)	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,96(3)	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,80												
37 Rb Rúbio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224(2)	41 Nb Níbio 92,906	42 Mo Molibdênio 95,94	43 Tc Técnetio 98,906*	44 Ru Rutênio 101,07(2)	45 Rh Ródio 102,91	46 Pd Paládio 106,42	47 Ag Prata 107,87	48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60(3)	53 I Iodo 126,90	54 Xe Xenônio 131,29(2)												
55 Cs Césio 132,91	56 Ba Bário 137,33	57 a 71 La-Lu Lantânio 138,91	72 Hf Háfênio 178,49(2)	73 Ta Tântalo 180,95	74 W Tungstênio 183,84	75 Re Rênio 186,21	76 Os Ósmio 190,23(3)	77 Ir Íridio 192,22	78 Pt Pplatina 195,08(3)	79 Au Ouro 196,97	80 Hg Mercúrio 200,59(2)	81 Tl Telúrio 204,38	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polônio 209,98*	85 At Astato 209,99*	86 Rn Radônio 222,02*												
87 Fr Frâncio 223,02*	88 Ra Rádio 226,03*	89 a 103 Ac-Lr Actínio 227,03*	104 Rf Rutherfordório 261*	105 Db Dubnio 262*	106 Sg Seabórgio ***	107 Bh Bohrio ---	108 Hs Hássio ---	109 Mt Meitnério ---	110 Ds Darmstádio ---	111 Nh Nihônio ---	112 Fl Flerovio ---	113 Nh Nhônio ---	114 Nh Nhônio ---	115 Nh Nhônio ---	116 Nh Nhônio ---	117 Nh Nhônio ---	118 Nh Nhônio ---												
57 La Lantânio 138,91	58 Ce Cério 140,12	59 Pr Praseodímio 140,91	60 Nd Neodímio 144,24(3)	61 Pm Promécio 146,2*9	62 Sm Samário 150,36(3)	63 Eu Európio 151,96	64 Gd Gadolínio 157,25(3)	65 Tb Térbio 158,93	66 Dy Disprósio 162,50(3)	67 Ho Hólmio 164,93	68 Er Érbio 167,26(3)	69 Tm Tulio 168,93	70 Yb Íterbio 173,04(3)	71 Lu Lutécio 174,97	89 Ac Actínio 227,03*	90 Th Tório 232,04*	91 Pa Protactínio 231,04*	92 U Urânio 238,03*	93 Np Neptúlio 237,05*	94 Pu Plutônio 239,05*	95 Am Americônio 241,06*	96 Cm Cúrio 244,06*	97 Bk Berquílio 249,08*	98 Cf Califórnio 252,08*	99 Es Einsteinônio 252,08*	100 Fm Férmio 257,10*	101 Md Mendelévio 258,10*	102 No Nobelônio 259,10*	103 Lr Laurêncio 262,11



Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é ±1, exceto quando indicado, entre parênteses. Os valores com \* referem-se ao isótopo mais estável.