

FEZ

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Aprovou!

Elite Resolve

UNICAMP 2012
2ª fase

CIÊNCIAS DA
NATUREZA

www.elitecampinas.com.br

os melhores **gabaritos** da internet

FÍSICA

QUESTÃO 01

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 $R = 6800$ 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 m/s, e sua massa é de aproximadamente 90 toneladas. Qual é a sua energia cinética?

Resolução

a) A velocidade escalar média é dada por

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Para o período considerado (16 voltas), $\Delta S = 16 \cdot 2\pi R$ e $\Delta t = 24$ h. Substituindo na equação acima temos:

$$v = \frac{16 \cdot 2\pi R}{\Delta t}$$

Utilizando os dados do enunciado, encontramos:

$$v = \frac{16 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 6800 \text{ (km)}}{24 \text{ (h)}} \Rightarrow v = 27.200 \text{ km/h}$$

b) Utilizando a equação da energia cinética:

$$E_{\text{cin}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Substituindo os dados do enunciado, tomando o cuidado para que todas as grandezas estejam no Sistema Internacional, obtemos:

$$E_{\text{cin}} = \frac{90 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (8000 \text{ m/s})^2}{2} \Rightarrow E_{\text{cin}} = 2,88 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

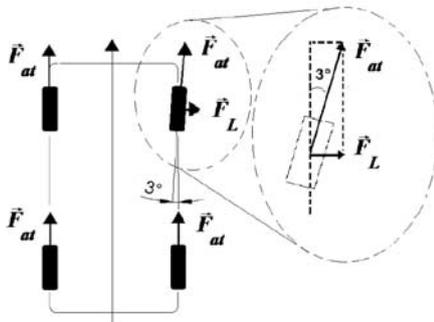
QUESTÃO 02

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° , conforme a figura abaixo, 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 $F_{\text{at}} = 8000$ N.



Dados: $\sin 3^\circ = 0,05$ e $\cos 3^\circ = 0,99$.

Resolução

a) Pela terceira lei da conservação da quantidade de movimento, temos que

$$\vec{Q}_{\text{inicial}} = \vec{Q}_{\text{final}}$$

Assim, a quantidade de movimento do ônibus antes da colisão ($\vec{Q}_{\text{ônibus}} = \vec{Q}_{\text{inicial}} = M \cdot \vec{v}_{\text{ônibus}}$) é igual à quantidade de movimento do conjunto após a colisão ($\vec{Q}_{\text{final}} = (M + m_a) \cdot \vec{v}_{\text{após}}$). Substituindo estas informações e os dados do enunciado na equação acima, temos:

$$M \cdot \vec{v}_{\text{ônibus}} = (M + m_a) \cdot \vec{v}_{\text{após}} \Rightarrow 9.000 \cdot 80 = 10.000 \cdot v_{\text{após}} \Rightarrow v_{\text{após}} = 72 \text{ km/h}$$

b) A figura ao lado mostra a força de atrito \vec{F}_{at} e a força \vec{F}_L .

Com isso podemos ver que

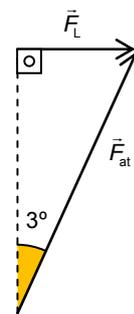
$$F_L = F_{\text{at}} \cdot \sin 3^\circ$$

Substituindo os dados, encontramos

$$F_L = 8.000 \cdot 0,05 \Rightarrow F_L = 400 \text{ N}$$

Substituindo na equação da Segunda Lei de Newton, temos:

$$F_{\text{resultante}} = m \cdot a \Rightarrow F_L = m \cdot a_L \Rightarrow 400 = 1.600 \cdot a_L \Rightarrow a_L = 0,25 \text{ m/s}^2$$



QUESTÃO 03

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 abaixo apresenta a densidade de certo tipo de óleo para várias temperaturas.

T (°C)	ρ (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) Como $m = \rho \cdot V$ e a massa de óleo a 20°C é igual à massa de óleo a 100°C temos:

$$m_{20^\circ\text{C}} = m_{100^\circ\text{C}} \Leftrightarrow \rho_{20^\circ\text{C}} \cdot V_{20^\circ\text{C}} = \rho_{100^\circ\text{C}} \cdot V_{100^\circ\text{C}} \Leftrightarrow V_{100^\circ\text{C}} = \frac{\rho_{20^\circ\text{C}} \cdot V_{20^\circ\text{C}}}{\rho_{100^\circ\text{C}}}$$

Onde $\rho_{20^\circ\text{C}}$ e $V_{20^\circ\text{C}}$ correspondem respectivamente à densidade e volume do óleo a 20°C e $\rho_{100^\circ\text{C}}$ e $V_{100^\circ\text{C}}$ são a densidade e volume do óleo a 100°C. Assim:

$$V_{100^\circ\text{C}} = \frac{0,882}{0,840} \cdot 4 \Leftrightarrow V_{100^\circ\text{C}} = 4,2 \text{ litros}$$

b) A potência dissipada em um ciclo durante um intervalo de tempo Δt pode ser escrita como:

$$P = \frac{\tau_{\text{Fat}}}{\Delta t} = \frac{F_{\text{at}} \cdot d}{\Delta t}$$

Em um minuto ($\Delta t = 60$ s) temos 2500 ciclos, cada um com deslocamento $d = 12$ cm. Assim:

$$P = \frac{3 \cdot 0,12 \cdot 2500}{60} \Leftrightarrow P = 15 \text{ W}$$

QUESTÃO 04

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, $T_{\text{amb}} = 300$ K, a densidade do ar atmosférico vale $\rho_{\text{amb}} = 1,26$ kg/m³. 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) Estando o balão totalmente imerso no ar, a força de empuxo é dada por:

$$E = \rho_{\text{ar}} \cdot g \cdot V_{\text{balão}} = 1,26 \cdot 10 \cdot 3,0 \cdot 10^3 \Leftrightarrow E = 3,78 \cdot 10^4 \text{ N}$$

- b) Seja M a massa molar do gás. Da equação de Clapeyron, podemos escrever:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot R \cdot T \Leftrightarrow \frac{\rho \cdot M}{R} = \rho \cdot T$$

O fator à esquerda da equação acima é uma constante para o problema. Assim, podemos relacionar a densidade na temperatura ambiente (ρ_{amb}) com a densidade na temperatura quente (ρ_{quente}) por:

$$\rho_{\text{amb}} \cdot T_{\text{amb}} = \rho_{\text{quente}} \cdot T_{\text{quente}} \Leftrightarrow T_{\text{quente}} = \frac{\rho_{\text{amb}} \cdot T_{\text{amb}}}{\rho_{\text{quente}}} = \frac{1,26 \cdot 300}{1,05} \Leftrightarrow T_{\text{quente}} = 360 \text{ K}$$

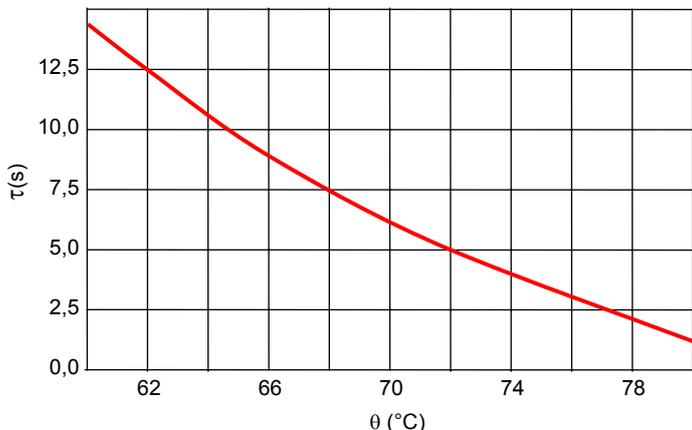
QUESTÃO 05

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 de 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°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

$$N(t) = N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right), \text{ onde } \tau \text{ é o tempo necessário para que } 90\% \text{ das}$$

células morram. O gráfico abaixo mostra como varia τ com a temperatura θ . 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 $C = 32 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ e um volume molar de 28 litros/mol. Assumindo que a fumaça entra no corpo humano a 72°C e sai a 37°C , calcule o calor transferido ao fumante numa tragada.

Resolução

- a) Como a função $N(t)$ é linear no tempo para os primeiros instantes do experimento, podemos tomar seu coeficiente angular, $m = \frac{\Delta N}{\Delta t}$, como a taxa de variação de N no tempo. Sendo $N(t) = N_0 \cdot \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$:

$$N(t) = \left(\frac{-2 \cdot N_0}{\tau}\right) \cdot t + N_0 \Rightarrow m = \frac{-2 \cdot N_0}{\tau}$$

coef. angular

Observando no gráfico, temos que, para a temperatura de 72°C , $\tau = 5 \text{ s}$. Como $N_0 = 9,0 \cdot 10^4$, a taxa de variação é dada por:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = m = -\frac{2 \cdot 9,0 \cdot 10^4 \text{ células}}{5 \text{ s}} \Leftrightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = -3,6 \cdot 10^4 \text{ células/s}$$

Ou seja, nos instantes iniciais ocorre uma diminuição de $3,6 \cdot 10^4$ células por segundo.

- b) Primeiramente, determinemos a quantidade de fumaça (em mols) em 35 mililitros da mesma, ou seja, em uma tragada:

$$n = \frac{35 \cdot 10^{-3} \text{ L}}{28 \text{ L/mol}} = \frac{5}{4} \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Sendo assim, podemos determinar o calor trocado por tragada, sabendo que a variação de temperatura da fumaça é de $\Delta T = 37 - 72 = -35^\circ\text{C}$:

$$Q_F = n \cdot C \cdot \Delta T = \frac{5}{4} \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot (-35) \Leftrightarrow Q_F = -1,4 \text{ J}$$

Esse calor Q_F corresponde ao calor liberado (daí o sinal negativo) pela fumaça. Supondo que o organismo do fumante absorva todo esse calor, temos que o calor Q_T transferido ao fumante numa tragada vale:

$$Q_T = -Q_F \Leftrightarrow Q_T = 1,4 \text{ J}$$

QUESTÃO 06

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 $5 \times 10^8 \text{ íons/s}$, sendo a carga de cada íon $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$?

Resolução

- a) Podemos calcular a capacitância total C da célula multiplicando a sua capacitância por unidade de área pela sua área, observando que as unidades estão no mesmo sistema. Assim:

$$C = C_{\text{área}} \cdot A = 0,8 \times 10^{-6} \cdot 5 \times 10^{-5} \Rightarrow C = 4 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

A equação do capacitor é $Q = C \cdot U$, onde Q é a carga total no capacitor e U a diferença de potencial entre as placas. Lembrando também que $Q = n \cdot e$, onde n é o número de íons que atravessa a membrana e e a carga de cada íon em módulo. Substituindo na equação do capacitor, encontramos:

$$n \cdot e = C \cdot U \Rightarrow n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4 \cdot 10^{-11} \cdot 80 \cdot 10^{-3} \Rightarrow n = 2 \cdot 10^7 \text{ íons.}$$

- b) Utilizando a equação da potência para a eletrodinâmica: $P = U \cdot i$. Sendo dado no enunciado o valor de $U = 20 \text{ mV}$ e a corrente i

$$\text{calculada por } i = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

$$\text{Em um segundo, temos } i = \frac{5 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1} \Rightarrow i = 8 \cdot 10^{-11} \text{ A}$$

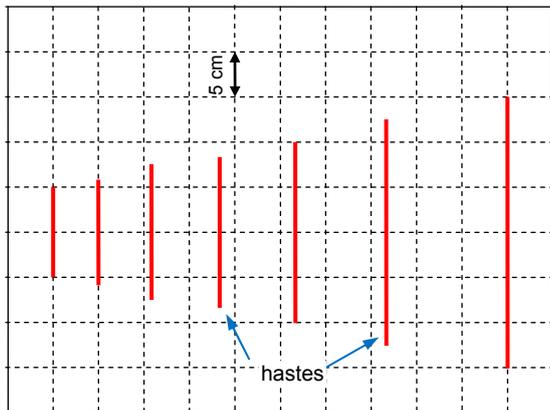
Substituindo a corrente i e a diferença de potencial U na equação da potência, encontramos:

$$P = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-11} \Rightarrow P = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ W}$$

QUESTÃO 07

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

Resolução

a) Como a velocidade da luz no vácuo (e aproximadamente no ar) é constante, a menor frequência está associada ao maior comprimento de onda, uma vez que $v = \lambda \cdot f$. Assim devemos observar a haste de maior comprimento. Na figura a haste de maior comprimento, que é a haste mais à direita, tem 30 cm (0,3 m). O comprimento de onda correspondente vale:

$$\lambda = 2 \cdot L = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ m}$$

A frequência para esse comprimento de onda será:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,6} \Leftrightarrow f = 5 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$

b) O índice de refração do cabo (n) será dado por:

$$n = \sqrt{K} = \sqrt{2,25} = 1,5$$

A velocidade da luz nesse material será:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

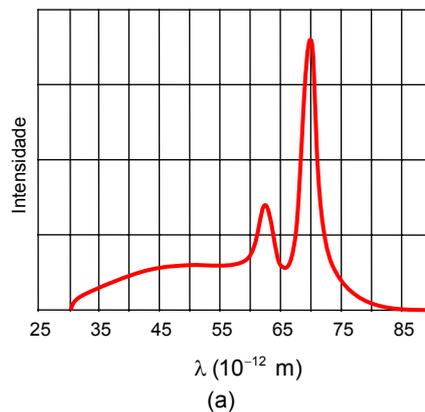
O comprimento de onda para uma onda de frequência $f = 400$ MHz vale:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^8} \Leftrightarrow \lambda = 0,5 \text{ m}$$

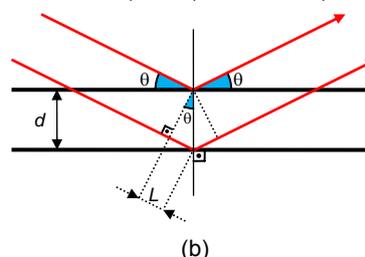
QUESTÃO 08

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 $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J·s e ν a frequência da radiação. A figura (a) abaixo mostra a intensidade da radiação emitida em função do comprimento de onda, λ . 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 λ , 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 $\lambda = 0,15$ nm? Dados: $\sin 14,5^\circ = 0,25$ e $\cos 14,5^\circ = 0,97$.



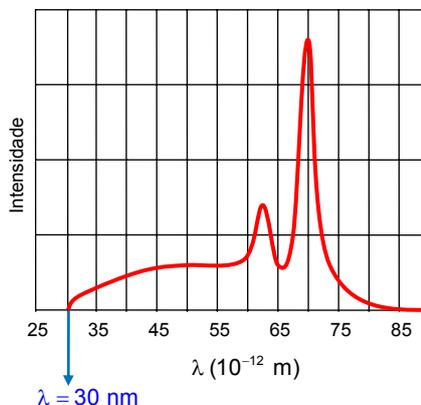
Resolução

a) Raios X são ondas eletromagnéticas de comprimento de onda muito pequeno, menor que os comprimentos de onda do espectro visível. Sendo ondas eletromagnéticas, sua velocidade de propagação no vácuo é constante e igual a $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Por outro lado, temos que:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

Consequentemente, sendo c constante, uma **maior frequência** ν corresponderá a um **menor comprimento de onda** λ .

Dessa forma, o fóton emitido que possui maior frequência (e maior energia), deverá ser aquele que possui o menor comprimento de onda. Observe ainda no gráfico (a) que a intensidade é nula para comprimentos de onda abaixo de $\lambda_{\min} \approx 30$ nm, ou seja, não são emitidos fótons com comprimentos de onda menores que 30 nm:



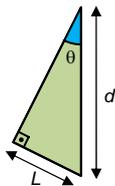
Portanto, a frequência correspondente a esse comprimento de onda mínimo será o caso de maior frequência possível a que se refere o enunciado. Tal frequência máxima é dada por:

$$c = \lambda_{\min} \cdot \nu_{\max} \Leftrightarrow 3 \cdot 10^8 = 30 \cdot 10^{-12} \cdot \nu_{\max} \Leftrightarrow \nu_{\max} = 1 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

A energia cinética de um elétron incidente, sendo nesse caso totalmente convertida na energia do fóton emitido, pode ser calculada por:

$$E_{\max} = h \cdot \nu_{\max} = (6,6 \cdot 10^{-34}) \cdot (1 \cdot 10^{19}) \Leftrightarrow E_{\max} = 6,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

b) Observe o triângulo retângulo destacado:



Temos que:

$$\sin \theta = \frac{L}{d} \Leftrightarrow L = d \cdot \sin \theta$$

Assim, para que ocorra a interferência construtiva de primeira ordem, fazemos:

$$2 \cdot L = \lambda \Leftrightarrow 2 \cdot (d \cdot \sin \theta) = \lambda \Leftrightarrow d = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin \theta} = \frac{0,15}{2 \cdot 0,25} \Leftrightarrow \boxed{d = 0,30 \text{ nm}}$$

BIOLOGIA

QUESTÃO 09

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) O candidato poderia citar:

- O exosqueleto – formado por quitina, o exosqueleto dos insetos é a estrutura de sustentação do seu corpo. No ambiente terrestre, esse papel é particularmente importante pois, uma vez que o ar exerce um empuxo desprezível sobre o corpo do animal, em comparação com a água, a sustentação do peso é papel exclusivo do exosqueleto. Ainda, no ambiente terrestre o deslocamento é mais dificultado. Com isso, a potência da musculatura associada ao deslocamento deve ser maior, e um exosqueleto muito rígido é necessário para servir como ponto de apoio para esta musculatura. Ainda, a desidratação é um problema bastante acentuado no ambiente terrestre. A associação de lipídios cerosos ao exosqueleto faz com que a perda de água pela superfície corporal seja bastante diminuída.

- Sistema de trocas gasosas com o ar – o surgimento de canais queratinizados, chamados de traquéias, permitem o contato direto do ar com cada tecido do corpo. Com isso, a utilização de O_2 proveniente do ar e a liberação de CO_2 para este meio são possíveis para os insetos. A perda de água através da superfície respiratória, por difusão, também é um problema para animais terrestres. Nos insetos, o espiráculo (canal de abertura torácico-abdominal do sistema traqueal) é controlado por musculatura, o que permite o controle da perda de água.

- Presença de um envoltório no ovo – o desenvolvimento embrionário é um período bastante crítico para um animal terrestre. Para evitar a dessecação do embrião, os insetos, cujo desenvolvimento ocorre em ambiente terrestre para a maioria dos grupos, é envolto por material rígido e impermeável, impedindo a morte do embrião.

- Desenvolvimento de asas – a maioria dos insetos apresenta asas, apêndices associados aos segmentos torácicos, que podem aparecer como um ou dois pares. Este tipo de apêndice locomotor, em associação às pernas, permite aos insetos ocupar a superfície ou a atmosfera, aumentando o número de nichos ecológicos que podem ser aproveitados, facilitando a fuga de predadores ou a captura de presas.

b) A importância ecológica dos insetos está ligada:

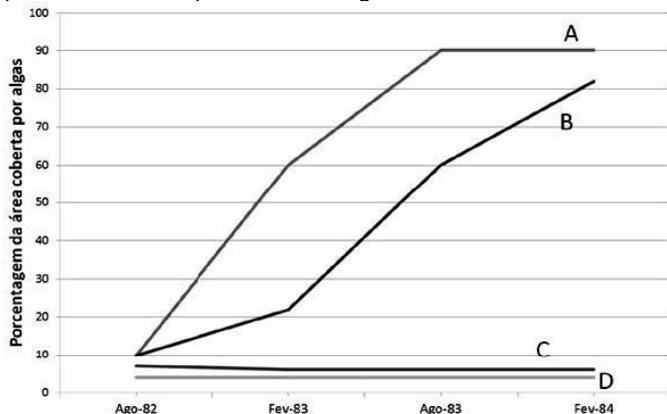
- À sua atuação em muitas cadeias alimentares como herbívoro, representando tanto um mecanismo para permitir o fluxo de energia e moléculas para outros animais, como um fator de controle populacional de muitas espécies vegetais;
- À sua atuação como detritívoros (principalmente na fase larval), o que torna mais rápida a ação de decompositores, facilitando, assim, a disponibilização de moléculas provenientes de cadáveres para as cadeias alimentares;
- À sua atuação como polinizadores, levando à ocorrência de fecundação cruzada em espécies vegetais entomófilas.

A importância econômica dos insetos se deve à sua atuação como:

- Vetores de muitas doenças, como febre amarela, malária, dengue, que impactam de forma sazonal as populações de suas áreas de endemismo;
- Pragas agrícolas, impactando significativamente muitas culturas de alimentos, principalmente cítricos e cereais;
- Polinizadores, maximizando a taxa de reprodução, e, assim, a produtividade, de várias espécies utilizadas na agricultura;
- Produtores de insumos utilizados na fabricação de produtos (como a seda) ou consumidos diretamente (como o mel);
- Como alimento para muitas populações humanas (como os indígenas da Amazônia brasileira ou orientais).

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:

- 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;

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.

Resolução

a) Através da análise do gráfico nota-se que o crescimento das algas foi fortemente influenciado pela presença de ouriços-do-mar (curvas C e D). Nestes animais, pertencentes à classe Echinozoa do filo Echinodermata, a alimentação depende largamente da ação de um aparato mastigador localizado dentro da boca e que possui cinco dentes de calcário protráteis, chamado lanterna de Aristóteles. A maioria dos ouriços usa este aparato para raspar algas do substrato e arrancar pedaços de alimento de tamanho apropriado para abocanhar. São herbívoros vorazes cujo deslocamento pelo ambiente é proporcionado pela circulação de fluido através de um sistema vascular aquífero que se prolonga até seus pés ambulacrais e espinhos. Portanto, conclui-se que **a interação observada entre os ouriços-do-mar e as algas trata-se de um exemplo de predação ou herbivoria.**

Ao analisar a curva B, percebe-se que a distribuição de algas no substrato foi fortemente influenciada pela presença de mexilhões apenas na fase inicial do experimento, provavelmente devido a uma competição por espaço, uma vez que tanto algas como mexilhões são seres vivos sésseis. No entanto, nas fases finais do experimento, essa influência diminuiu – provavelmente devido a um crescimento mais rápido da população de algas em relação aos mexilhões – e a distribuição final de algas foi semelhante à do grupo controle (curva A). Além disso, a hipótese de herbivorismo pode ser descartada, uma vez que mexilhões, pertencentes à classe Bivalvia do filo Mollusca, são seres filtradores. Podemos então classificar a interação biótica entre as **algas e os mexilhões** como **competição** (por espaço).

Contrapondo os resultados observados nas **curvas B e C**, a conclusão que pode ser extraída é que a presença de **ouriços-do-mar exerce maior influência** sobre a distribuição de algas no substrato do que a de mexilhões, sendo essa diferença creditada ao tipo de interação entre eles, conforme explicado anteriormente.

b) Dentre os inúmeros fatores bióticos existentes, além da presença de predadores e competidores, pode-se citar:

- Presença de doenças, parasitas e amensais: provocam uma redução na sobrevivência e no desempenho dos indivíduos da população.
- Disponibilidade de alimento: em ambientes onde os alimentos disponíveis são mais escassos, os indivíduos utilizam menor quantidade de energia na reprodução e, por isso, o tamanho e o desempenho da prole tendem a ser menores.
- Ausência de mutualistas e comensais: interações harmônicas podem expandir a distribuição de espécies pelo aumento da sobrevivência dos indivíduos; quando não há determinados mutualistas e comensais, a sobrevivência diminui e, portanto, a distribuição é afetada.

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?

Resolução

a) Como é dito no enunciado, o bisfenol A é semelhante, do ponto de vista estrutural, ao estrógeno. Esta semelhança permite que o referido composto atue mimetizando o efeito do estrógeno, ou seja, imitando a ação do hormônio na fisiologia dos indivíduos expostos ao bisfenol A. Dessa forma, **em adolescentes do sexo feminino, a maturação sexual seria acelerada, com a diminuição da idade em que ocorre a menarca (primeira menstruação) e com o aparecimento precoce dos caracteres sexuais secundários femininos** (como desenvolvimento do sistema de dutos das glândulas mamárias, crescimento do útero, desenvolvimento de pelos pubianos e axilares, alargamento da bacia, deposição de tecido adiposo subcutâneo simultaneamente nos quadris e coxas). Em relação ao endométrio, **o bisfenol A levaria ao aumento do seu espessamento em cada ciclo menstrual**, devido à sobreposição da ação do composto artificial e do estrógeno, já naturalmente atuante na fisiologia da mulher.

b) **A gametogênese feminina tem início ainda na vida intra-uterina** do indivíduo. Até a 15ª semana ocorre uma sequência de divisões mitóticas, que levará à formação das oogônias, que passam por um período de crescimento e acúmulo de materiais e nutrientes que comporão o citoplasma do gameta e sustentarão o embrião. A partir de então, tem início a meiose, que culminará na formação do gameta haplóide. Este processo, no entanto, não é contínuo. Ele fica suspenso temporariamente (pela ação de um fator de inibição do desenvolvimento do ovócito) com o ovócito primário estacionado na prófase I, subfase de diplóteno. Eles permanecerão nesta subfase até a puberdade, quando a meiose será retomada por ação das gonadotrofinas hipofisárias. A cada ciclo menstrual, o pico de hormônio luteinizante induz a quebra da vesícula germinativa que envolve o ovócito primário. Este estímulo leva à retomada da meiose, com o fim da meiose I e a consequente produção de células haplóides. Com a divisão desigual do citoplasma durante a telófase I, uma das células resultantes apresenta quase nenhum conteúdo citoplasmático, e é chamada núcleo polar. A outra célula, o ovócito secundário, tem sua meiose II transcorrendo normalmente até a fase de metáfase II. Nesse momento, a meiose é novamente bloqueada. O fim do processo só ocorrerá se houver fertilização do oócito. Como se pode concluir, **a longa duração da gametogênese feminina está relacionada às duas fases de bloqueio que o processo meiótico sofre.** Muitos pesquisadores associam estas fases de bloqueio ao fato de que, uma vez que o ovócito resultante tem um grande citoplasma, o dispêndio de energia para sua divisão é bastante elevado. Com isso, a continuidade do processo de meiose apenas em circunstâncias em que a reprodução pode ocorrer com sucesso seria, na verdade, um mecanismo de economia de energia.

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?

Resolução

a) Para resolver esta questão, o candidato deveria se lembrar que a bile está relacionada à **digestão de lipídios**. Os lipídios são moléculas anfipáticas (isto é, que apresentam uma região polar e outra apolar) e, em solução, se comportam como moléculas apolares. Com isso, a possibilidade de misturá-los com a água e as lipases torna-se bastante pequena. Uma vez que o processo de digestão de macromoléculas é uma hidrólise, solubilizar as moléculas a serem digeridas na solução aquosa é de fundamental importância para a eficiência para a digestão. Ao serem colocados em solução, os lipídios formam grandes bolhas, cuja superfície de contato com a água é bastante reduzida. O papel da bile, produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e **lançada no duodeno** (a primeira porção do intestino delgado) é emulsionar as moléculas de lipídios, ou seja, diminuir a tensão superficial das grandes bolhas formadas, diminuindo-as. Com isso, a superfície de contato das pequenas bolhas com a água é grandemente aumentada, facilitando o contato da água e lipases com os lipídios e aumentando, assim, a eficiência de sua digestão.

b) O glicogênio é um polissacarídeo resultante da polimerização da glicose. A conversão de glicogênio em glicose ocorre no fígado e nos músculos esqueléticos **após a ingestão de uma refeição rica em carboidratos**. Esta conversão é mediada principalmente pelo hormônio insulina, secretado pelo pâncreas em resposta ao aumento da taxa glicêmica do indivíduo, resultante da digestão da refeição. Com isso, estes dois tecidos (hepático e muscular), que apresentam uma grande demanda por energia, sintetizam e armazenam glicogênio, que **constitui uma reserva energética de rápida mobilização**. Ao longo do tempo, o consumo de glicose por todos os tecidos do corpo leva a uma diminuição acentuada da glicemia. O hormônio glucagon, também secretado pelo pâncreas, leva os tecidos muscular e hepático a despolimerizarem o glicogênio, levando à liberação de glicose que manterá a taxa glicêmica normal.

QUESTÃO 13

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

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?

Resolução

Primeiramente vale ressaltar o significado da palavra destoxificação, que é qualquer processo de eliminação de substâncias consideradas tóxicas ao organismo, realizado principalmente nas células do fígado e intestino. Tal processo também pode ser chamado de detoxificação ou, simplesmente, desintoxicação:

a) Segundo os dados da tabela conclui-se que na **célula A** predomina a atividade de **destoxificação**, enquanto na **célula B** predomina a atividade de **secreção de substâncias**.

Isto pode ser concluído, pois a célula A apresenta porcentagens consideráveis de membranas para a formação dos Retículos Endoplasmáticos, tanto Rugoso quanto Liso. No que diz respeito ao **Retículo Liso**, o candidato deveria lembrar que esta organela tem participação nos processos de desintoxicação do organismo, atuando no catabolismo do etanol, bem como na degradação de antibióticos e barbitúricos (anestésicos). Quanto ao **Retículo Rugoso** o candidato poderia lembrar que, como esta organela é a responsável pela síntese protéica, ela é, portanto, também responsável pela formação de enzimas, inclusive aquelas relacionadas ao metabolismo do peróxido

de hidrogênio (H_2O_2), substância altamente tóxica por ser fortemente oxidante (fonte de radicais livres). Estas enzimas, dentre as quais a Catalase é a mais importante, estão presentes internamente às Peroxissomas. Estas são organelas membranosas formadas pelo empacotamento das enzimas supracitadas por membranas do Complexo de Golgi. Esta explicação é fortalecida pela tabela da questão, que mostra a presença de 7% de membranas para a formação do Complexo de Golgi da célula A. As Peroxissomas atuam, principalmente, na desintoxicação das células hepáticas, transformando o H_2O_2 , tóxico, em O_2 e H_2O , não tóxicos.

Vale ressaltar que o peróxido de hidrogênio, ou água oxigenada, como é mais conhecido o H_2O_2 , é normalmente produzido nas atividades metabólicas comuns das células, especialmente as hepáticas.

Já a célula B apresenta um comportamento diferente. Ela apresenta uma grande porcentagem de membranas formadoras do Retículo Endoplasmático Rugoso, além de uma porcentagem considerável de membranas formadoras do Complexo de Golgi. Isto significa que esta célula se mantém em intensa atividade de síntese protéica e, conseqüentemente, se mantém em intensa atividade de secreção destas proteínas, através do Complexo de Golgi. Como ela praticamente não demonstra membranas voltadas à construção do Retículo Endoplasmático Liso, não podemos considerar esta célula uma produtora de lipídios e, tampouco, uma célula com poder de destoxificação.

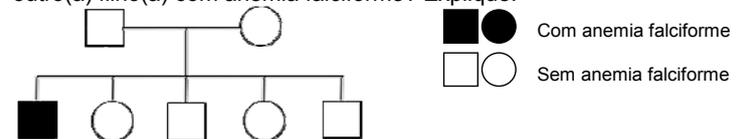
b) A tabela nos confirma estes dados, pois nos mostra que a célula A apresenta uma porcentagem maior de membranas externa e interna às mitocôndrias que a célula B. Isto significa que a célula A possui mitocôndrias maiores e com maior quantidade de cristas mitocondriais (invaginações da membrana interna destas organelas). É na crista mitocondrial que ocorre a última etapa do processo de respiração celular aeróbica, a chamada Cadeia Transportadora de Elétrons. Em comparação às outras duas etapas da respiração celular, Glicólise e Ciclo de Krebs, a Cadeia Transportadora de Elétrons produz, aproximadamente, 15 vezes mais ATP e, portanto, é a etapa onde há maior produção de energia a ser utilizada por uma célula ou por um organismo. Desta forma podemos concluir que a célula A apresenta maior metabolismo energético que a célula B.

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 β . 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 β (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

Devemos primeiramente notar que a anemia falciforme pode se apresentar de duas formas: a **forma severa** (que corresponde a indivíduos com o genótipo homozigoto – HbS/HbS), com alto índice de letalidade e que impede, num grande número de casos (cerca de 31% dos indivíduos tratados nos Estados Unidos atualmente (Raven & Johnson, 2001, pp 432)), que seus portadores atinjam a idade reprodutiva; e a **forma branda** (que corresponde a indivíduos heterozigotos – HbA/HbS), em que os indivíduos apresentam uma pequena porcentagem de hemácias falciformes (cerca de 2% do número de hemácias observado nos portadores da forma severa (Raven & Johnson, 2001, pp 432)). Com isso, podemos notar que, no heterozigoto, ocorre a expressão dos 2 genes, configurando um caso de codominância. **Desta forma, a informação do enunciado, a qual afirma que indivíduos heterozigotos para a HbS não têm os sintomas da anemia falciforme está incorreta.** Dessa forma, segue resolução da questão:

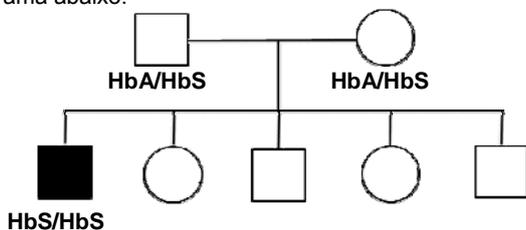
a) A malária, causada por protozoários do gênero *Plasmodium*, desenvolve-se em duas fases no organismo: na primeira, chamada pré-eritrocítica, o parasito desenvolve-se no interior de células hepáticas e passa por vários ciclos de reprodução assexuada antes de romper a célula hospedeira e atingir a corrente sanguínea; após essa fase, que dura em média 1-2 semanas, inicia-se a fase eritrocítica, na qual os parasitos reconhecem e infectam hemácias, onde realizam uma série de ciclos de reprodução assexuada, gerando novos indivíduos infectantes; o ciclo eritrocítico repete-se a cada 48 ou 72 horas, dependendo da espécie do parasito.

O alelo HbS, responsável pela forma de foice das hemácias, é codominante em relação ao alelo HbA, que origina hemácias normais. Isso quer dizer que indivíduos heterozigotos possuem, na composição de seu sangue, tanto hemácias normais como defeituosas e por isso apresentam a forma branda da anemia falciforme. Devido à deformidade, tais hemácias não são reconhecidas pelo *Plasmodium* (causador da malária), o que interfere na fase eritrocítica da doença e, portanto, confere resistência aos indivíduos portadores. No entanto, o alelo HbS é letal quando em homozigose e os indivíduos afetados não chegam à idade reprodutiva.

Tendo isso em mente, conclui-se que, **em regiões com alta incidência de malária**, ocorra seleção a favor dos heterozigotos, uma vez que os homozigotos para o HbS morrem e os homozigotos para o HbA são mais susceptíveis à infecção pelo *Plasmodium*. Teríamos assim um crescimento no número de heterozigotos e, portanto, **um aumento na frequência do alelo HbS em relação às regiões onde a incidência de malária é mais baixa**.

b) **1ª Interpretação:** A apresentação dos dados no enunciado induz o candidato a resolver a questão considerando que a doença em questão apresenta um padrão de herança com dominância simples. Isso fica evidente pela representação na legenda, onde aparecem apenas indivíduos com e sem anemia falciforme (e não três fenótipos distintos, como se esperaria nesta situação). Considerando a imprecisão da banca, a resposta esperada provavelmente seria a seguinte:

A análise dos dados permite concluir que, uma vez que o indivíduo afetado é homozigoto recessivo (HbS/HbS), seus pais, que possuem o fenótipo normal, **são heterozigotos (HbA/HbS)**, conforme o heredograma abaixo:

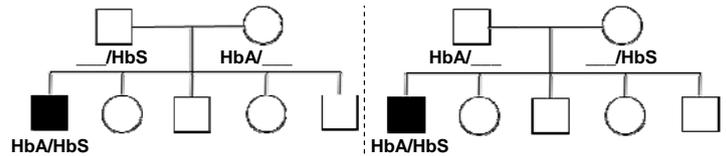


Dessa forma, um novo cruzamento entre os pais heterozigotos produzirá um descendente homozigoto recessivo com a probabilidade de 25% ou ¼.

Vale ainda comentar que, considerando a informação universalmente conhecida de que a anemia falciforme pode ter duas formas, os dois pais heterozigotos apresentam a forma branda da doença, e portanto, a legenda da figura (sem anemia falciforme), não poderia ser aplicada a eles. Caso levasse em consideração a codominância, o candidato seria levado a outras interpretações:

2ª Interpretação: Poderíamos considerar que indivíduos não hachurados no heredograma são homozigotos HbA/HbA (normais, que não apresentam nenhuma forma de anemia falciforme). É importante ressaltarmos que esta seria a interpretação correta para a informação "Sem anemia falciforme". No entanto, com isso é impossível que o casal em questão tenha um descendente com qualquer forma (branda ou severa) da doença, uma vez que nenhum dos pais apresenta o gene HbS. Assim, ao assumir essa hipótese a situação representada pelo heredograma seria impossível.

3ª Interpretação: Numa outra interpretação, o candidato poderia considerar o indivíduo hachurado como sendo portador da forma branda da anemia falciforme. Com isso, teríamos os seguintes possíveis heredogramas:



Note que ao menos um dos pais deveria ser representado de forma hachurada no heredograma, uma vez que pelo menos um deles possui, obrigatoriamente, o gene HbS, o que o torna portador da anemia falciforme (da forma branda ou severa). Sendo assim, também seria impossível representar tal situação com o heredograma proposto.

Literatura citada:

Raven, P. & G. Johnson, 2001. Biology. 6º ed. McGraw-Hill Science.

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 γ , 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) A malária é causada por um protozoário do filo Apicomplexa (antigo Sporozoa), pertencente ao gênero *Plasmodium*. Existem quatro espécies que podem afetar o homem:

Plasmodium vivax – é o mais prevalente. Causador da febre benigna terçã, pois só ataca os eritrócitos jovens imaturos em ciclos de 48 horas. Os sintomas são semelhantes aos de uma gripe forte, com febre alta e tremulações. Existe em todas as regiões tropicais.

Plasmodium falciparum – também existente em todas as regiões tropicais. É o mais perigoso, sendo responsável por 90% do total das mortes por malária no mundo. Causa a febre maligna terçã, pois invade todos os eritrócitos humanos, tanto os imaturos quanto os envelhecidos, também em ciclos de 48 horas. Causa sintomas muito mais graves que qualquer outro, desde vômitos e diarreias, até convulsões e problemas mentais, sempre com febres muito altas.

Plasmodium malariae – é o mais raro. Causador da febre benigna quartã, pois só ataca eritrócitos envelhecidos em ciclos de 72 horas.

Plasmodium ovale – é o mais prevalente na África. Assemelha-se ao *P. vivax* no que diz respeito ao ciclo de vida e sintomatologia.

Os protozoários causadores da malária são transmitidos através da picada da fêmea do mosquito-prego, mosquito hematófago do gênero *Anopheles*.

b) Os raios γ (gama), por causa de sua alta energia, constituem um tipo de radiação ionizante capaz de penetrar profundamente na matéria. Contra uma célula, esta radiação é capaz de causar danos irreversíveis ao núcleo, bem como ao seu material genético, levando a célula à morte. Porém, este tratamento mantém intactos todos os receptores protéicos da membrana da célula que foi morta, no caso da questão, os *Plasmodium* introduzidos nos seres humanos.

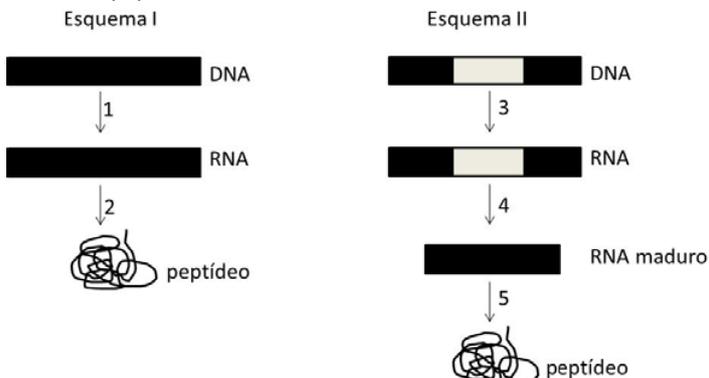
Estes receptores são os epítomos que serão reconhecidos pelos macrófagos do corpo humano. Os macrófagos são os responsáveis por ativar a resposta imunológica, apresentando tais epítomos aos linfócitos T auxiliares. Estes, agora, ativam os linfócitos B, que se dividem em duas linhagens. Uma se transformará em plasmócitos, que passarão a produzir anticorpos específicos contra os receptores dos *Plasmodium* mortos, introduzidos no corpo humano. A outra linhagem se transformará em células de memória, que ficarão em circulação e entrarão em ação apenas no caso de infecções futuras. Sendo assim, se houve indução de formação de células de memória e de anticorpos específicos contra este agente etiológico, podemos concluir que as células mortas dos *Plasmodium* agiram, positivamente, como uma vacina.

QUESTÃO 16

Os esquemas I e II abaixo mostram as etapas da expressão gênica em dois organismos distintos, um procaríota 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 DNA de eucariotos apresenta sequências não codificantes chamadas íntrons, as quais são retiradas do RNAm primário logo após a transcrição deste, processo conhecido como *splicing*. Por outro lado, em procaríotos os genes são contínuos, ou seja, não ocorrem íntrons, e por isso não há processamento do RNAm. Portanto, é o Esquema II que se refere à expressão gênica em eucariotos.

Procaríotos não possuem núcleo celular organizado, nem organelas membranosas. Seu DNA está disposto na forma de uma molécula circular no citoplasma. Além disso, seu citoplasma também possui uma série de ribossomos, organelas responsáveis pela síntese de proteínas. Assim sendo, **tanto a etapa 1** (transcrição do RNAm a partir do DNA) **quanto a 2** (tradução do RNAm em um peptídeo pela ação de ribossomos) **ocorrem no citoplasma da célula**.

Eucariotos, por outro lado, possuem tanto núcleo celular, onde se organiza o DNA, como organelas membranosas. Há ribossomos dispersos pelo citoplasma, mas também aderidos à membrana do retículo endoplasmático rugoso, onde a maioria das proteínas celulares são sintetizadas. Assim sendo, **a etapa 3** (transcrição do RNAm a partir do DNA) **ocorre no núcleo celular**, enquanto a **etapa 5** (tradução do RNAm em um peptídeo pela ação de ribossomos) **ocorre no citoplasma**, podendo ser feita através de ribossomos livres ou no retículo endoplasmático rugoso.

b) O processo de *splicing*, onde ocorre a remoção de íntrons, está representado pela **etapa 4**. Uma das consequências da presença de íntrons nos genes é a possibilidade de se sintetizar várias proteínas diferentes a partir do mesmo gene. Muitos genes são conhecidos por gerar dois ou mais tipos diferentes de proteínas, dependendo da ordenação dos éxons durante o processamento do RNAm; este processo é chamado *splicing* alternativo. A retirada de éxons diferentes modifica a sequência de bases nitrogenadas do RNAm, o que por sua vez altera a sequência de aminoácidos que compõem o peptídeo. Uma vez que a estrutura e a função de uma proteína são determinadas por seus aminoácidos, isso leva a uma diferença funcional de peptídeos oriundos de uma molécula de RNAm que passou por *splicing* alternativo.

QUÍMICA

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 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.

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.

Resolução

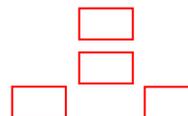
a) O pano serve para impedir o contato do oxigênio do ar com o óleo, evitando-se assim a continuidade da reação de combustão. O pano deve estar molhado para que não atue como combustível em uma reação secundária de combustão. O papel da água é absorver parte do calor, minimizando a possibilidade da combustão do pano.

b) Jogar água no óleo fervente é desaconselhável, pois sua temperatura é bastante superior à da temperatura de ebulição da água. Ao entrar em contato com o óleo, a água mudará seu estado físico de líquida para vapor. A alta temperatura favorecerá a expansão do vapor, que ao expandir fará com que o óleo espire para fora da panela, podendo causar graves queimaduras e ainda aumentar a velocidade da combustão, por aumentar a superfície de contato.

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.

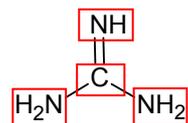
a) Levando em conta o conhecimento químico, preencha os quadrados incluídos no espaço de resposta abaixo com os símbolos de átomos ou de grupos de átomos, e ligue-os através de linhas, de modo que a figura obtida represente a molécula da guanidina.



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

Resolução

a) Levando em conta a teoria do octeto, podemos identificar que o carbono (família 4A) fará 4 ligações químicas, os átomos de nitrogênio (família 5A) participarão de 3 ligações químicas cada e os átomos de hidrogênio apenas uma ligação química cada. Neste caso, como todos os elementos são não-metais, todas as ligações serão covalentes. Dessa forma, temos a representação solicitada:



b) A figura completa representa a **fórmula estrutural plana**. As linhas desenhadas representam as ligações químicas, neste caso, ligações covalentes, sendo duas ligações simples (linha única) e uma ligação dupla (linha dupla).

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.

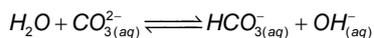
a) De acordo com as informações dadas, pode-se afirmar que essa solução é útil na identificação de uma das possíveis fontes de contaminação e infecção hospitalar. Que fonte seria essa? Explique por que essa fonte poderia ser identificada com esse teste.

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: CH₃OH, Na₂CO₃, Al₂(SO₄)₃ ou FeCl₃. Escolha a substância correta e justifique, do ponto de vista químico, apenas a sua escolha.

Resolução

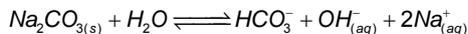
a) A fonte de contaminação em questão é o sangue. Luvas, esparadrapos, lençóis e outros objetos que contenham sangue, podem causar contaminações e infecções hospitalares por possuir patógenos. A reação de luminol e água oxigenada (peróxido de hidrogênio), em meio básico, ocorre na presença de um catalisador redox, metais de transição. No caso do sangue este catalisador é o íon ferro presente nos grupos "heme" da hemoglobina. Assim, objetos contaminados com sangue atuarão como catalisadores da reação e ocorrerá emissão da luz azul.

b) O Na₂CO₃ pode substituir o NaOH, pois este é um sal de hidrólise básica. Sendo assim ele reage com a água, segundo a seguinte equação:



Dessa forma o ânion carbonato abstrai um próton da água, gerando o ânion hidroxila em solução até que seja estabelecido o equilíbrio, o que nesse caso ocorre tornando o meio básico.

Uma outra forma de representação da equação seria:



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.

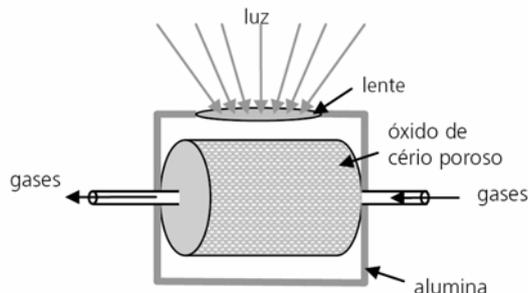
Resolução

a) Não, ele estava se referindo a concentração de todos os compostos encontrados na urina. Tendo em vista que a urina estava concentrada, o diurético não foi usado com a intenção de diluir a urina, para diminuir a concentração dos compostos nela presentes (entre eles o dopante) e dificultar o antidoping, o que justificaria a branda punição recebida pelos nadadores.

b) Pelas informações contidas no texto, as substâncias dopantes teriam um caráter básico. Segundo a declaração do médico subtende-se que não se trata de um caso de doping, neste sentido, um pH ácido seria um indicativo da ausência de substâncias dopantes somente se estas substâncias tiverem um caráter básico.

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 Ce³⁺, enquanto a diminuição da temperatura favorece a formação do óxido de Ce⁴⁺ (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 CO₂ e a H₂O sofrem, separadamente.



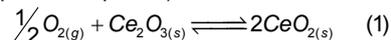
equação 1	$\frac{1}{2} O_2(g) + Ce_2O_3(s) \rightleftharpoons 2 CeO_2(s)$
equação 2	$CO_2 + Ce_2O_3(s) \longrightarrow 2 CeO_2(s) + CO(g)$
equação 3	$H_2O + Ce_2O_3(s) \longrightarrow 2 CeO_2(s) + H_2(g)$

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.

Resolução

a) A injeção (e transformação) de vapor de água ou de dióxido de carbono deve ser feita **após** o dispositivo receber luz. De acordo com o enunciado, a presença de luz favorece a formação do óxido de Ce³⁺ (Ce₂O₃), ou seja, desloca o equilíbrio abaixo no sentido de formação dos reagentes (para a esquerda).



A formação do óxido de Ce³⁺ (Ce₂O₃) é importante, pois ele é um reagente para as transformações químicas que ocorrem com os gases CO₂ e H₂O, conforme mostrado nas equações abaixo:



Obs. O óxido de Ce³⁺ (Ce₂O₃) pode ser considerado como um catalisador do processo, uma vez que este é consumido (reagente) nas reações (2) e (3), sendo regenerado na reação (1).

b) Dois argumentos para a afirmação são: a formação de H₂ que, por combustão, **libera energia** (H₂ + 1/2 O₂ → H₂O) e a formação de **CO** que **não elimina a poluição** por ser uma gás mais tóxico que o CO₂, além de poder se transformar novamente em CO₂ em contato com O₂ atmosférico e em condições adequadas.

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 reuso após algum tratamento químico. Para responder aos itens a e b, considere a estrutura abaixo como um fragmento (C₁₀H₈O₄) 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.

Equipe desta resolução

Biologia

Bruno Rosário Crespo
Luís Felipe Tuon
Marcelo Monetti Pavani

Física

Danilo José de Lima
Francisco Clovis de Sousa Júnior

Química

Fabiana Ocampos
Tathiana Guizellini
Thiago Inácio Barros Lopes

Revisão

Edson Vilela Gadbem
Fabiano Gonçalves Lopes
Frederico Luís Oliveira Vilela
Marcelo Duarte Rodrigues Cecchino Zabani

Digitação, Diagramação e Publicação

Rafaela Cristina de Campos