

FÍSICA

Atenção: Escreva a resolução COMPLETA de cada questão no espaço reservado para a mesma. Não basta escrever apenas o resultado final: é necessário mostrar os cálculos ou o raciocínio utilizado. Utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3$, sempre que for necessário na resolução das questões.

1

Um corredor de 100 metros rasos percorre os 20 primeiros metros da corrida em 4,0 s com aceleração constante. A velocidade atingida ao final dos 4,0 s é então mantida constante até o final da corrida.

- Qual é a aceleração do corredor nos primeiros 20 m da corrida?
- Qual é a velocidade atingida ao final dos primeiros 20 m?
- Qual é o tempo total gasto pelo corredor em toda a prova?

Resolução

$$a) \Delta s_1 = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2 \text{ (MUV)}$$

$$20 = 0 + \frac{\gamma}{2} (4,0)^2$$

$$\gamma = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$b) \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{V_0 + V_f}{2} \text{ (MUV)}$$

$$\frac{20}{4,0} = \frac{0 + V_f}{2} \Rightarrow V_f = 10 \text{ m/s}$$

c) Nos 80m finais, temos

$$V_f = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} \Rightarrow 10 = \frac{80}{\Delta t_2}$$

$$\Delta t_2 = 8,0 \text{ s}$$

$$T = \Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow T = 12,0 \text{ s}$$

Respostas: a) $2,5 \text{ m/s}^2$

b) 10 m/s

c) $12,0 \text{ s}$

Um brinquedo que muito agrada às crianças são os lançadores de objetos em uma pista. Considere que a mola da figura abaixo possui uma constante elástica $k = 8000 \text{ N/m}$ e massa desprezível. Inicialmente, a mola está comprimida de $2,0 \text{ cm}$ e, ao ser liberada, empurra um carrinho de massa igual a $0,20 \text{ kg}$. O carrinho abandona a mola quando esta atinge o seu comprimento relaxado, e percorre uma pista que termina em uma rampa. Considere que não há perda de energia mecânica por atrito no movimento do carrinho.



- Qual é a velocidade do carrinho quando ele abandona a mola?
- Na subida da rampa, a que altura o carrinho tem velocidade de $2,0 \text{ m/s}$?

Resolução

a) Usando-se a conservação da energia mecânica:

$$E_{\text{elástica}} = E_{\text{cin}}$$

$$\frac{k x^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$V_0 = x \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$V_0 = 2,0 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{8000}{0,20}} \text{ (m/s)}$$

$$V_0 = 4,0 \text{ m/s}$$

b) Para um referencial na pista horizontal, temos:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} + m g h$$

$$h = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2g} \Leftrightarrow h = \frac{16,0 - 4,0}{20} \text{ (m)}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

Respostas: a) $4,0 \text{ m}$
b) $0,60 \text{ m}$

Ao se usar um saca-rolhas, a força mínima que deve ser aplicada para que a rolha de uma garrafa comece a sair é igual a 360N.

- a) Sendo $\mu_e = 0,2$ o coeficiente de atrito estático entre a rolha e o bocal da garrafa, encontre a força normal que a rolha exerce no bocal da garrafa. Despreze o peso da rolha.
- b) Calcule a pressão da rolha sobre o bocal da garrafa. Considere o raio interno do bocal da garrafa igual a 0,75 cm e o comprimento da rolha igual a 4,0 cm.

Resolução

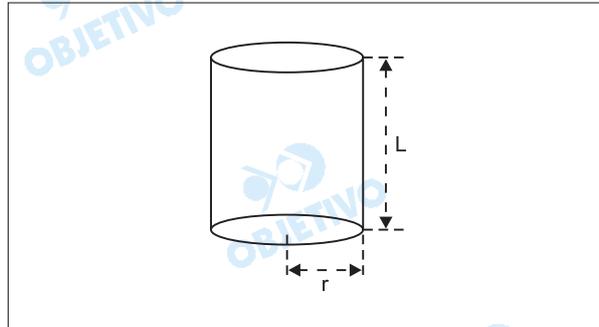
- a) A força mínima citada tem, praticamente, a mesma intensidade da força de atrito de destaque:

$$F_{min} = F_{at_{destaque}} = \mu_e F_N$$

$$360 = 0,2 F_N$$

$$F_N = 1,8 \cdot 10^3 N$$

- b) A pressão é dada por:



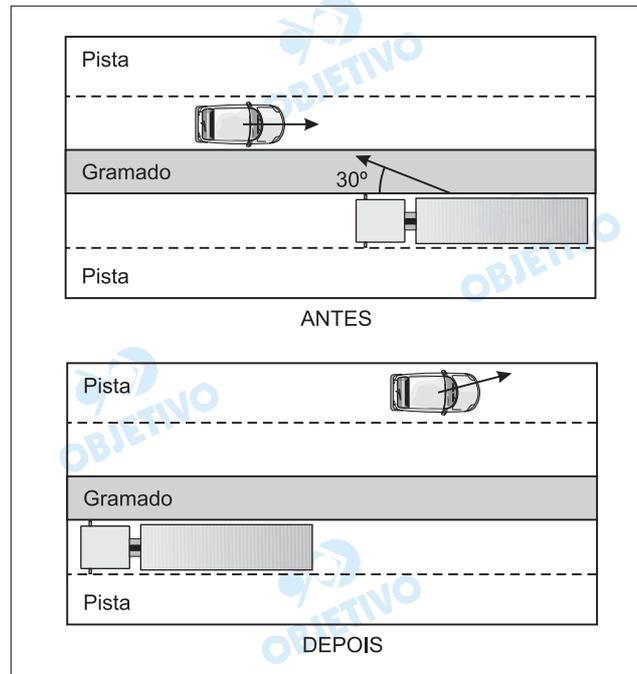
$$p = \frac{F_N}{A} = \frac{F_N}{2 \pi r \cdot L}$$

$$p = \frac{1,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot 10^{-2} \cdot 4,0 \cdot 10^{-2}} \text{ (Pa)}$$

$$p = 1,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Respostas: a) $1,8 \cdot 10^3 N$ b) $1,0 \cdot 10^6 Pa$

Em uma auto-estrada, por causa da quebra de uma ponta de eixo, a roda de um caminhão desprende-se e vai em direção à outra pista, atingindo um carro que vem em sentido oposto. A roda é lançada com uma velocidade de 72 km/h, formando um ângulo de 30° com a pista, como indicado na figura a seguir. A velocidade do carro antes da colisão é de 90 km/h; a massa do carro é igual a 900 kg e a massa da roda do caminhão é igual a 100 kg. A roda fica presa ao carro após a colisão.



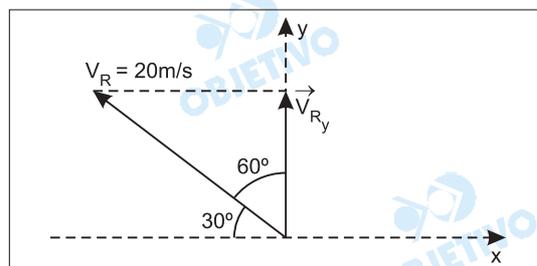
- Imediatamente após a colisão, qual é a componente da velocidade do carro na direção transversal à pista?
- Qual é a energia cinética do conjunto carro-roda imediatamente após a colisão?

Se for necessário, use: $\sin 30^\circ = 0,5$, $\cos 30^\circ = 0,87$.

Resolução

- No ato da colisão entre o carro e a roda, o sistema é considerado isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total.

- Na direção transversal ao movimento (direção y), temos:



$$V_{Ry} = V_R \cos 60^\circ$$

$$V_{Ry} = 20 \cdot \frac{1}{2} \text{ (m/s)} = 10 \text{ m/s}$$

- Conservação da quantidade de movimento na direção y :

$$Q_{y_f} = Q_{y_i}$$

$$(m_C + m_R)V_y = m_R V_{Ry}$$

$$1000 V_y = 100 \cdot 10 \Rightarrow V_y = 1,0 \text{ m/s}$$

- b) 1) Na direção do movimento (direção x), a conservação da quantidade de movimento nos leva a:

$$Q_{x_f} = Q_{x_i}$$

$$(m_C + m_R)V_x = m_C V_C + m_R V_{R_x}$$

$$V_{R_x} = -V_R \cos 30^\circ = -20 \cdot 0,87 \text{ (m/s)} = -17,4 \text{ m/s}$$

$$1000 V_x = 900 \cdot 25 + 100 (-17,4)$$

$$1000 V_x = 20760 \Rightarrow V_x = 20,76 \text{ m/s}$$

- 2) A energia cinética do conjunto carro-roda é dada por:

$$E_C = \frac{(m_C + m_R)}{2} V^2$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$

$$E_C = \frac{1000}{2} (431,0 + 1,0) \text{ (J)}$$

$$E_C = 2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$$

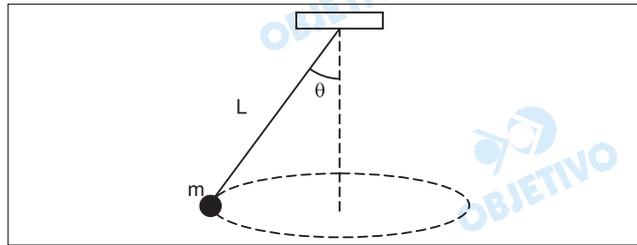
Respostas: a) 1,0 m/s b) $2,16 \cdot 10^5 \text{ J}$

Um pêndulo cônico é formado por um fio de massa desprezível e comprimento $L = 1,25 \text{ m}$, que suporta uma massa $m = 0,5 \text{ kg}$ na sua extremidade inferior. A extremidade superior do fio é presa ao teto, conforme ilustra a figura abaixo. Quando o pêndulo oscila, a massa m executa um movimento circular uniforme num plano horizontal, e o ângulo que o fio forma com a vertical é $\theta = 60^\circ$.

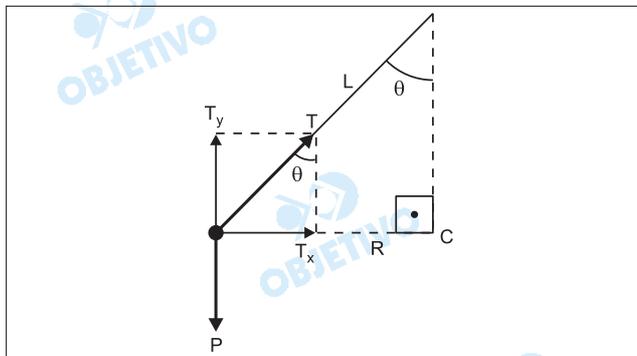
a) Qual é a tensão no fio?

b) Qual é a velocidade angular da massa?

Se for necessário, use: $\sin 60^\circ = 0,87$, $\cos 60^\circ = 0,5$.



Resolução



a) 1) $T_y = P = mg = 5,0 \text{ N}$

2) $\cos \theta = \frac{T_y}{T}$

$$T = \frac{T_y}{\cos \theta} = \frac{5,0}{0,5} \text{ (N)}$$

$$T = 10 \text{ N}$$

b) $T_x = F_{cp} = m \omega^2 R$

$$T_x = T \sin \theta$$

$$R = L \sin \theta$$

$$T \sin \theta = m \omega^2 \cdot L \sin \theta$$

$$10 = 0,5 \cdot \omega^2 \cdot 1,25$$

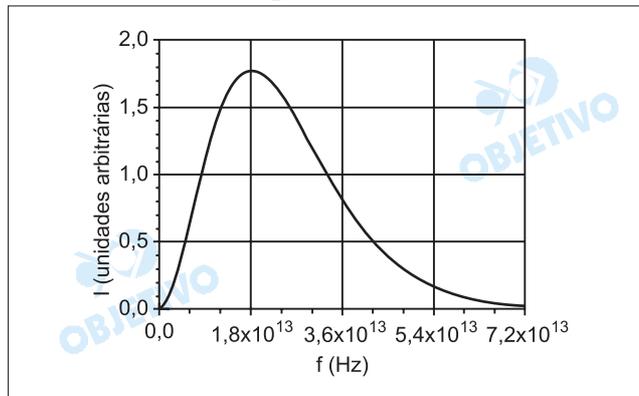
$$\omega^2 = 16 \Rightarrow \omega = 4,0 \text{ rad/s}$$

Respostas: a) 10 N

b) 4,0 rad/s

Todos os corpos trocam energia com seu ambiente através da emissão e da absorção de ondas eletromagnéticas em todas as frequências. Um corpo negro é um corpo que absorve toda onda eletromagnética nele incidente, sendo que também apresenta a máxima eficiência de emissão. A intensidade das ondas emitidas por um corpo negro só depende da temperatura desse corpo. O corpo humano à temperatura normal de 37°C pode ser considerado como um corpo negro. Considere que a velocidade das ondas eletromagnéticas é igual a $3,0 \times 10^8$ m/s.

- a) A figura a seguir mostra a intensidade das ondas eletromagnéticas emitidas por um corpo negro a 37°C em função da frequência. Qual é o comprimento de onda correspondente à frequência para a qual a intensidade é máxima?
- b) Se um corpo negro cuja temperatura absoluta é T se encontra num ambiente cuja temperatura absoluta é T_a , a potência líquida que ele perde por emissão e absorção de ondas eletromagnéticas é dada por $P = \sigma A (T^4 - T_a^4)$, onde A é a área da superfície do corpo e $\sigma = 6 \times 10^{-8}$ W/(m^2K^4). Usando como referência uma pessoa com 1,70 m de altura e 70 kg de massa, faça uma estimativa da área da superfície do corpo humano. A partir da área estimada, calcule a perda total diária de energia por emissão e absorção de ondas eletromagnéticas por essa pessoa se ela se encontra num ambiente a 27°C . Aproxime a duração de 1 dia por $9,0 \times 10^4$ s.



Resolução

- a) No diagrama, temos:

$$I_{\text{máx}} \rightarrow f = 1,8 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

Assim:

$$v = \lambda f$$

$$3,0 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 1,8 \cdot 10^{13}$$

$$\lambda \cong 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

- b) Na estimativa, podemos imaginar que essa pessoa corresponde a um bloco de $1,70\text{m} \times 0,40\text{m} \times 0,20\text{m}$. Dessa forma, vamos encontrar uma superfície de aproximadamente $2,0\text{m}^2$ de área.

Portanto:

$$P = \sigma \cdot A (T^4 - T_a^4)$$

$$P = 6 \cdot 10^{-8} \cdot 2,0 \cdot [(37 + 273)^4 - (27 + 273)^4] \text{ (W)}$$

$$P = 12 \cdot 10^{-8} \cdot [(310)^4 - (300)^4] \text{ (W)}$$

$$P = 12 \cdot 10^{-8} \cdot (9,2 \cdot 10^9 - 8,1 \cdot 10^9) \text{ (W)}$$

$$P = 12 \cdot 10^{-8} \cdot 1,1 \cdot 10^9 \text{ (W)}$$

$$P = 132 \text{ W}$$

Sendo:

$$E = P \cdot \Delta t$$

Em um dia, temos:

$$E = 132 \cdot 9,0 \cdot 10^4 \text{ (J)}$$

$$E \cong 1,2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

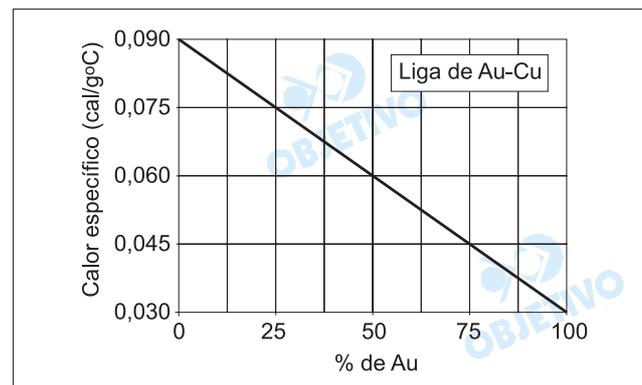
Respostas: a) $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

b) $1,2 \cdot 10^7 \text{ J}$

Desconfiada de que o anel que ganhara do namorado não era uma liga de ouro de boa qualidade, uma estudante resolveu tirar a dúvida, valendo-se de um experimento de calorimetria baseado no fato de que metais diferentes possuem diferentes calores específicos.

Inicialmente, a estudante deixou o anel de 4,0 g por um longo tempo dentro de uma vasilha com água fervente (100 °C). Tirou, então, o anel dessa vasilha e o mergulhou em um outro recipiente, bem isolado termicamente, contendo 2 ml de água a 15 °C. Mediu a temperatura final da água em equilíbrio térmico com o anel. O calor específico da água é igual a 1,0 cal/g°C, e sua densidade é igual a 1,0 g/cm³. Despreze a troca de calor entre a água e o recipiente.

- Sabendo-se que o calor específico do ouro é $c_{\text{Au}} = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, qual deveria ser a temperatura final de equilíbrio se o anel fosse de ouro puro?
- A temperatura final de equilíbrio medida pela estudante foi de 22 °C. Encontre o calor específico do anel.
- A partir do gráfico e da tabela abaixo, determine qual é a porcentagem de ouro do anel e quantos quilates ele tem.



Liga de Au-Cu

% de Au	quilates
0	0
25	6
50	12
75	18
100	24

Resolução

a) Nas trocas de calor entre o anel (suposto de ouro puro) e a água do segundo recipiente, temos:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta\theta)_{\text{anel}} + (m c \Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

Atenção que:

$$1 \text{ ml} = 1 (\text{cm})^3$$

Assim, temos:

$$4,0 \cdot 0,03 \cdot (\theta_f - 100) + 2,0 \cdot 1,0 \cdot (\theta_f - 15) = 0$$

$$0,12 \theta_f - 12 + 2,0 \theta_f - 30 = 0$$

$$2,12 \theta_f = 42$$

$$\theta_f \cong 19,8^\circ\text{C}$$

b) Considerando-se o anel como liga Au + Cu, temos:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta\theta)_{\text{anel}} + (m c \Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$4,0 \cdot c_{\text{anel}} \cdot (22 - 100) + 2,0 \cdot 1,0 \cdot (22 - 15) = 0$$

$$-312 c_{\text{anel}} + 14 = 0$$

$$c_{\text{anel}} = \frac{14}{312} \text{ (cal/g}^\circ\text{C)}$$

$$c_{\text{anel}} \cong 0,045 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

c) No diagrama, observamos que:

$$c_{\text{anel}} = 0,045 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \longrightarrow 75\% \text{ de Au}$$

Na tabela, vemos que:

$$75\% \text{ de Au} \longrightarrow 18 \text{ quilates}$$

Respostas: a) $\sim 19,8^\circ\text{C}$

b) $\sim 0,045 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

c) 75% de Au e 18 quilates

As baleias são mamíferos aquáticos dotados de um sistema respiratório altamente eficiente que dispensa um acúmulo muito elevado de ar nos pulmões, o que prejudicaria sua capacidade de submergir. A massa de certa baleia é de $1,50 \times 10^5$ kg e o seu volume, quando os pulmões estão vazios, é igual a $1,35 \times 10^2$ m³.

- a) Calcule o volume máximo da baleia após encher os pulmões de ar, acima do qual a baleia não conseguiria submergir sem esforço. Despreze o peso do ar nos pulmões e considere a densidade da água do mar igual a $1,0 \times 10^3$ kg/m³.
- b) Qual é a variação percentual do volume da baleia ao encher os pulmões de ar até atingir o volume máximo calculado no item a? Considere que inicialmente os pulmões estavam vazios.
- c) Suponha que uma baleia encha rapidamente seus pulmões em um local onde o ar se encontra inicialmente a uma temperatura de 7 °C e a uma pressão de 1,0 atm ($1,0 \times 10^5$ N/m²). Calcule a pressão do ar no interior dos pulmões da baleia, após atingir o equilíbrio térmico com o corpo do animal, que está a 37 °C. Despreze qualquer variação da temperatura do ar no seu caminho até os pulmões e considere o ar um gás ideal.

Resolução

- a) O volume máximo é atingido quando o empuxo da água equilibrar o peso da baleia:

$$E = P$$

$$\rho_a V_{m\acute{a}x} g = m g$$

$$1,0 \cdot 10^3 \cdot V_{m\acute{a}x} = 1,50 \cdot 10^5$$

$$V_{m\acute{a}x} = 1,50 \cdot 10^2 \text{ m}^3$$

$$b) V_0 = 1,35 \cdot 10^2 \text{ m}^3$$

$$V_f = 1,50 \cdot 10^2 \text{ m}^3$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{0,15 \cdot 10^2}{1,35 \cdot 10^2} \cong 0,11$$

$$\text{Em porcentagem: } 100 \frac{\Delta V}{V_0} \cong 11\%$$

- c) Admitindo-se que o volume do ar no interior da baleia permaneça constante, temos:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\frac{1,0 \cdot 10^5}{280} = \frac{p_2}{310}$$

$$p_2 = \frac{310}{280} \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Respostas: a) $1,5 \cdot 10^2 \text{ m}^3$

b) 11%

c) $1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$



Pares metálicos constituem a base de funcionamento de certos disjuntores elétricos, que são dispositivos usados na proteção de instalações elétricas contra curtos-circuitos. Considere um par metálico formado por uma haste de latão e outra de aço, que, na temperatura ambiente, têm comprimento $L = 4,0$ cm. A variação do comprimento da haste, ΔL , devida a uma variação de temperatura ΔT , é dada por $\Delta L = \alpha L \Delta T$, onde α é o coeficiente de dilatação térmica linear do material.



- a) Se a temperatura aumentar de 60 °C, qual será a diferença entre os novos comprimentos das hastes de aço e de latão? Considere que as hastes não estão presas uma à outra, e que $\alpha_{\text{Lat}} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $\alpha_{\text{Aço}} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- b) Se o aquecimento se dá pela passagem de uma corrente elétrica de 10 A e o par tem resistência de $2,4 \times 10^{-3} \Omega$, qual é a potência dissipada?

Resolução

a) Para a dilatação em uma dimensão, temos:

$$\Delta L = \alpha L \Delta \theta$$

A diferença entre os comprimentos finais das duas hastes é determinado por:

$$\Delta L = \Delta L_{\text{latão}} - \Delta L_{\text{aço}}$$

$$\Delta L = \alpha_{\text{latão}} \cdot L \cdot \Delta \theta - \alpha_{\text{aço}} \cdot L \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = (\alpha_{\text{latão}} - \alpha_{\text{aço}}) \cdot L \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = (1,9 \cdot 10^{-5} - 1,3 \cdot 10^{-5}) \cdot 4,0 \cdot 60 \text{ (cm)}$$

$$\Delta L = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot 4,0 \cdot 60 \text{ (cm)}$$

$$\Delta L \cong 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

b) A potência dissipada pelo par é dada por:

$$Pot = R i^2$$

$$Pot = 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \text{ (W)}$$

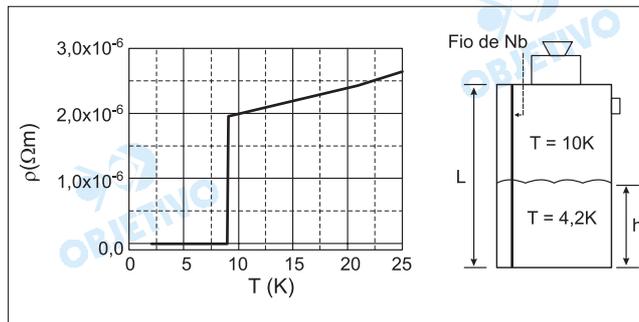
$$Pot = 2,4 \cdot 10^{-1} \text{ W}$$

Respostas: a) $\sim 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$

b) $2,4 \cdot 10^{-1} \text{ W}$

O gráfico abaixo mostra a resistividade elétrica de um fio de nióbio (Nb) em função da temperatura. No gráfico, pode-se observar que a resistividade apresenta uma queda brusca em $T = 9,0 \text{ K}$, tornando-se nula abaixo dessa temperatura. Esse comportamento é característico de um material supercondutor.

Um fio de Nb de comprimento total $L = 1,5 \text{ m}$ e seção transversal de área $A = 0,050 \text{ mm}^2$ é esticado verticalmente do topo até o fundo de um tanque de hélio líquido, a fim de ser usado como medidor de nível, conforme ilustrado na figura abaixo. Sabendo-se que o hélio líquido se encontra a $4,2 \text{ K}$ e que a temperatura da parte não imersa do fio fica em torno de 10 K , pode-se determinar a altura h do nível de hélio líquido através da medida da resistência do fio.



- Calcule a resistência do fio quando toda a sua extensão está a 10 K , isto é, quando o tanque está vazio.
- Qual é a altura h do nível de hélio líquido no interior do tanque em uma situação em que a resistência do fio de Nb vale 36Ω ?

Resolução

- a) De acordo com o gráfico dado, para $T = 10 \text{ K}$, temos $\rho = 2,0 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$. A resistência elétrica do fio será dada por:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \Rightarrow R = \frac{2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5}{0,050 \cdot 10^{-6}} (\Omega)$$

$$R = 60 \Omega$$

- b) A resistência elétrica a ser considerada será a do comprimento do fio que não está mergulhado no hélio líquido ($L - h$), pois a parte imersa tem resistência nula por estar a uma temperatura abaixo de $9,0 \text{ K}$.

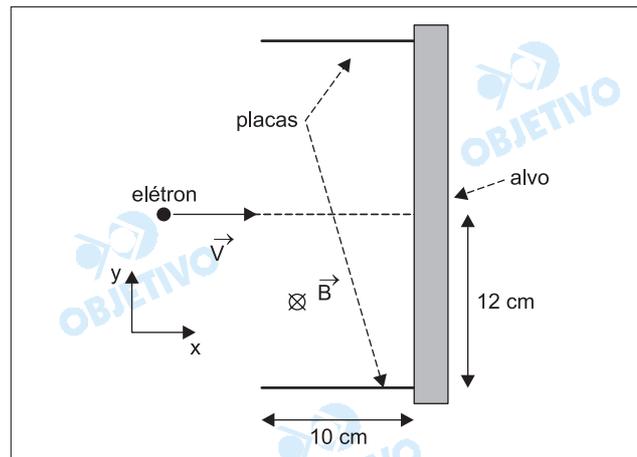
$$R = \frac{\rho (L - h)}{A}$$

$$36 = \frac{2,0 \cdot 10^{-6} (1,5 - h)}{0,050 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow h = 0,6 \text{ m}$$

Respostas: a) 60Ω b) $0,6 \text{ m}$

A utilização de campos elétrico e magnético cruzados é importante para viabilizar o uso da técnica híbrida de tomografia de ressonância magnética e de raios X.

A figura abaixo mostra parte de um tubo de raios X, onde um elétron, movendo-se com velocidade $v = 5,0 \cdot 10^5$ m/s ao longo da direção x , penetra na região entre as placas onde há um campo magnético uniforme, \vec{B} , dirigido perpendicularmente para dentro do plano do papel. A massa do elétron é $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg e a sua carga elétrica é $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. O módulo da força magnética que age sobre o elétron é dado por $F = qvB \sin \theta$, onde θ é o ângulo entre a velocidade e o campo magnético.



- a) Sendo o módulo do campo magnético $B = 0,010$ T, qual é o módulo do campo elétrico que deve ser aplicado na região entre as placas para que o elétron se mantenha em movimento retilíneo uniforme?
- b) Numa outra situação, na ausência de campo elétrico, qual é o máximo valor de B para que o elétron ainda atinja o alvo? O comprimento das placas é de 10 cm.

Resolução

- a) Para que tenhamos movimento retilíneo e uniforme, desprezando-se ações gravitacionais, devemos ter:

$$F_{\text{mag}} = F_{\text{elétrica}}$$

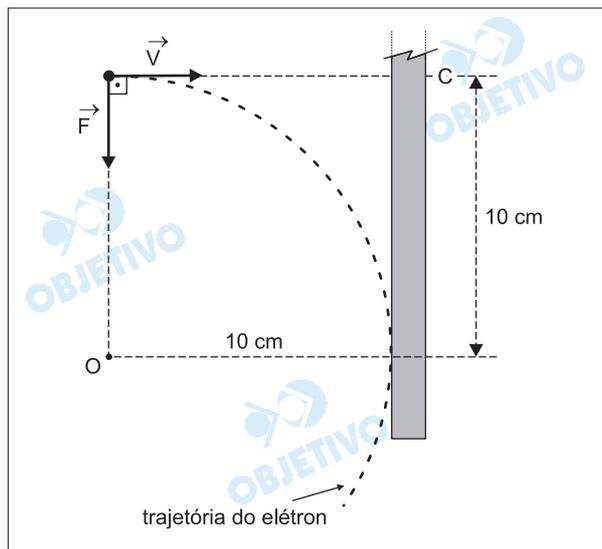
$$|q| v B \sin \theta = |q| E$$

$$E = v B \sin 90^\circ$$

$$E = 5,0 \cdot 10^5 \cdot 0,010 \cdot 1$$

$$E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$$

- b) Na ausência de campo elétrico, se $B = 0$, o elétron atingiria o centro do alvo; à medida que aumentamos o valor de B , o elétron atinge o alvo em uma posição cada vez mais afastada do centro do alvo. Quando o elétron atingir tangencialmente o alvo, o respectivo valor de B será o máximo possível pedido na questão. Nesse caso, o raio da circunferência descrita será 10 cm, como ilustra a figura.



$$F_{mag} = F_{cp}$$

$$|q| v B \sin \theta = \frac{m v^2}{R}$$

Sendo $\theta = 90^\circ$, vem:

$$R = \frac{m v}{|q| B} \Rightarrow B = \frac{m v}{|q| R}$$

$$B = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 5,0 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^{-2}} \text{ (T)}$$

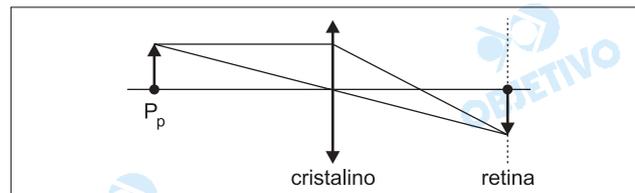
$$B_{m\acute{a}x} \cong 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Respostas: a) $5,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$

b) $2,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

O olho humano só é capaz de focalizar a imagem de um objeto (fazer com que ela se forme na retina) se a distância entre o objeto e o cristalino do olho for maior que a de um ponto conhecido como ponto próximo, P_p (ver figura adiante). A posição do ponto próximo normalmente varia com a idade.

Uma pessoa, aos 25 anos, descobriu, com auxílio do seu oculista, que o seu ponto próximo ficava a 20 cm do cristalino. Repetiu o exame aos 65 anos e constatou que só conseguia visualizar com nitidez objetos que ficavam a uma distância mínima de 50 cm. Considere que para essa pessoa a retina está sempre a 2,5 cm do cristalino, sendo que este funciona como uma lente convergente de distância focal variável.



- Calcule as distâncias focais mínimas do cristalino dessa pessoa aos 25 e aos 65 anos.
- Se essa pessoa, aos 65 anos, tentar focalizar um objeto a 20 cm do olho, a que distância da retina se formará a imagem?

Resolução

a) Do enunciado, temos:

$P_{p_{25}} = 20 \text{ cm}$ (ponto próximo para a pessoa aos 25 anos)

$P_{p_{65}} = 50 \text{ cm}$ (ponto próximo para a pessoa aos 65 anos)

$p' = 2,5 \text{ cm}$ (posição da imagem, formada na retina, em relação ao cristalino)

Utilizando-se a Equação de Gauss, para os valores citados, vem:

1) Aos 25 anos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f_{25}} = \frac{1}{P_{p_{25}}} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f_{25}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{2,5}$$

$$f_{25} \cong 2,2 \text{ cm}$$

2) Aos 65 anos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f_{65}} = \frac{1}{P_{p_{65}}} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f_{65}} = \frac{1}{50} + \frac{1}{2,5}$$

$$f_{65} \cong 2,4 \text{ cm}$$

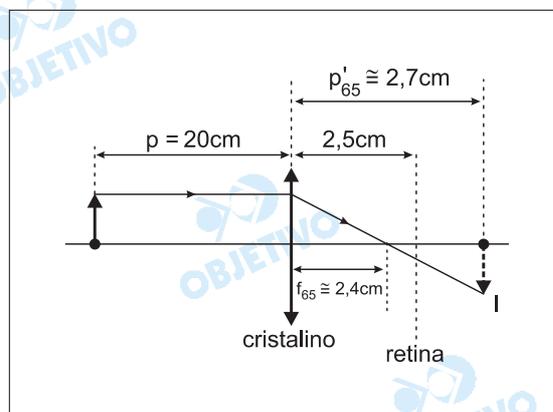
- b) 1) Aplicando-se, novamente, a Equação de Gauss, para $p = 20 \text{ cm}$ e $f_{65} \cong 2,4 \text{ cm}$, temos:

$$\frac{1}{f_{65}} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'_{65}}$$

$$\frac{1}{2,4} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'_{65}}$$

$$p'_{65} \cong 2,7 \text{ cm}$$

- 2) A figura a seguir (fora de escala) representa a formação da imagem proposta.



Como a retina dessa pessoa está sempre a $2,5 \text{ cm}$ do cristalino, podemos concluir que a imagem, nessa situação, irá formar-se a, aproximadamente, $0,2 \text{ cm}$ "atrás" da retina.

- Respostas:** a) $2,2 \text{ cm}$ e $2,4 \text{ cm}$
b) $0,2 \text{ cm}$ "atrás" da retina

Leia o texto a seguir e responda.

A invasão de terras é quase mais regra do que exceção nas grandes cidades. Se somarmos os moradores de favelas aos moradores de loteamentos ilegais, temos quase metade da população dos municípios do Rio de Janeiro e de São Paulo. Estudo realizado sobre o mercado residencial na cidade de São Paulo mostrou que, nos últimos 15 anos, a oferta de lotes ilegais suplantou a soma de todas as formas de unidades habitacionais oferecidas pelo mercado privado legal.

(Adaptado de Erminia Maricato, *Brasil. cidades: alternativas para a crise urbana*. Petrópolis: Vozes. 2001. p. 155.)

- Por que ocorre expansão urbana baseada em loteamentos ilegais nas cidades brasileiras?
- Quais os impactos dos loteamentos irregulares sobre as áreas de mananciais?

Resolução

- A expansão de áreas urbanas com base em loteamentos ilegais nas cidades de países subdesenvolvidos, no caso especial, o Brasil, ocorre em razão de diversos motivos. O principal é, sem dúvida, o alto custo do solo urbano que gera, num primeiro momento, intensa especulação imobiliária. As populações mais pobres, cuja capacidade de compra vem se reduzindo progressivamente, lançam mão do expediente da ocupação clandestina como forma de obter espaço. Adicione-se a isso a ausência de políticas públicas claras quanto à permissão do acesso a terras urbanas pelos mais pobres, ou mesmo uma atuação mais firme quanto à retenção ao acesso irregular.*
- Muitos loteamentos avançam sobre áreas de mananciais, destruindo a cobertura vegetal, que é o elemento-chave na manutenção do fluxo da água que alimenta os rios e os lençóis subterrâneos. A exposição dos solos recém-descobertos pode aumentar o assoreamento dos rios, e o posterior recobrimento pode causar a impermeabilização, tornando irregular o acesso da água ao subsolo por efeito de maior evaporação. Essas ocupações irregulares gerarão, ainda, esgotos que fatalmente poderão contaminar a água disponibilizada para a população.*

O mapa abaixo, proposto por Fernando Flávio Marques de Almeida, apresenta as diferentes unidades geomorfológicas do Estado de São Paulo.



Fonte: modificado de IPT, *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT, 1981.

A partir da observação do mapa:

- Identifique as unidades geomorfológicas assinaladas pelas letras A e B.
- Caracterize as unidades geomorfológicas da Província Costeira e das cuestas.
- Indique o tipo de rocha predominante no Planalto Atlântico.

Resolução

- A) *Planalto Ocidental Paulista (Planalto Arenito-Basáltico)*

B) *Depressão Periférica Paulista.*
- A *Província Costeira caracteriza-se pela sedimentação fluvio-marinha recente, do Período Quaternário. Nessa província, as planícies estão intercaladas por costões ou falésias cristalinas. A Zona das Cuestas é formada por derrames basálticos do Mesozóico sobre rochas sedimentares areníticas do Paleozóico, que resultaram na formação de encostas abruptas, denominadas cuestas, e a presença de morros testemunhos na transição entre a Depressão Periférica e as Cuestas. As cuestas apresentam um front abrupto e um reverso com declividade suave.*
- As rochas predominantes são cristalinas, arqueoproterozóicas, destacando-se granitos e gnaisses.

Estima-se que, somente na região de Ribeirão Preto, existam mais de quinhentas colheitadeiras de cana, sendo que cada uma tem capacidade de colher setecentas toneladas por dia, o que corresponde à substituição de cem homens. Desse modo, o equivalente a cinquenta mil trabalhadores seria o saldo total das demissões provocadas por essas máquinas. Segundo cálculos existentes, para cada cem demissões, são abertas doze vagas para funções especializadas, dentre as quais, aquelas referentes aos condutores dessas máquinas. Essas máquinas operam durante as 24 horas do dia, subvertendo completamente os limites impostos pela natureza ao trabalho na agricultura.

(Adaptado de Maria Aparecida Moraes Silva. "Se eu pudesse, eu quebraria todas as máquinas", em Ricardo Antunes e Maria Aparecida Moraes Silva (orgs.), *O avesso do trabalho*. São Paulo: Expressão Popular, 2004, p.31.)

- a) As demissões de que trata a autora apontam o aumento da precarização do trabalho na agricultura moderna brasileira, particularmente na cultura da cana-de-açúcar. Quais as principais conseqüências da precarização do trabalho na agricultura canieira?
- b) A modernização da agricultura no Brasil foi identificada com a "Revolução Verde". Quais os principais elementos definidores da chamada "Revolução Verde"?

Resolução

- a) *A precarização do trabalho no campo na agricultura brasileira, especificamente nas áreas da lavoura canieira, teve como conseqüências a extinção de funções; o desemprego; as migrações sazonais (transumância) e permanentes (êxodo rural); a ampliação da tensão social; a queda na renda do trabalhador rural; a marginalização da mão-de-obra não-qualificada; a ampliação das desigualdades sociais e regionais, principalmente no contraste campo-cidade.*
- b) *A incorporação à produção agropecuária de uma maior quantidade de insumos urbanos e industriais: mecanização, fertilizantes, sementes selecionadas, etc.; capitalização da produção agropecuária; proletarianização do trabalhador rural; homogeneização da produção e da paisagem agrícola; ampliação da exigência por mão-de-obra técnica; aumento da produtividade.*

Recentemente os Estados Unidos da América do Norte sofreram as conseqüências socioambientais do evento climático conhecido como furacão Katrina.

- a) Como e por que se forma um furacão?
- b) Por que os furacões ocorrem comumente nas baixas e médias latitudes do globo terrestre?
- c) Explique as razões de no hemisfério sul os furacões girarem no sentido horário, enquanto no hemisfério norte esse deslocamento (giro) é no sentido anti-horário.

Resolução

- a) *A origem dos furacões está relacionada a grandes diferenças de pressão atmosférica. Em áreas marinhas, onde a temperatura da água ultrapassa os 28°C (geralmente no verão), o calor dessa água aquece a atmosfera subjacente que forma correntes de ar ascendentes que começam a girar em velocidade cada vez maior do centro para as bordas. O furacão tem, por centro de energia, as águas quentes do mar; sua energia se perde no momento em que ela avança pelo continente (onde as temperaturas são mais baixas).*
- b) *As áreas de médias e baixas latitudes são os locais da Terra que os raios de calor atingem com maior incidência, permitindo o superaquecimento das águas que resultam nos furacões.*
- c) *As diferentes direções que os furacões tomam (no hemisfério sul no sentido horário e no hemisfério norte no sentido anti-horário) são causadas por um efeito chamado Coriolis, que se deve basicamente ao movimento de rotação da Terra e à formação de centros de alta e baixa pressão atmosférica.*

Três grandes eldorados podem ser reconhecidos contemporaneamente: os fundos oceânicos ainda não regulamentados; a Antártida, partilhada entre as potências; e a Amazônia, única a pertencer, em sua maior parte, a um só Estado nacional.

(Adaptado de Bertha Becker, *Amazônia: Geopolítica na virada do III Milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005, p.35.)

- a) Quais os principais recursos associados ao oceano Atlântico?
- b) Quais os principais problemas apresentados pela exploração desse oceano?
- c) De acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (de 1982, em vigor internacionalmente a partir de 1994), o que é Mar Territorial?

Resolução

- a) *Os principais recursos associados ao Oceano Atlântico são o petróleo, o gás natural, a pesca, as algas, o sal marinho e outros minérios.*
- b) *Os problemas mais significativos são:*
 - *intenso tráfego marítimo, que gera vazamentos de óleo e migração de espécies de diferentes ambientes, resultando na alteração da cadeia trófica;*
 - *comprometimento de ecossistemas, devido à pesca predatória;*
 - *degradação dos manguezais;*
 - *proximidade de grandes cidades em embocaduras de rios com rejeitos urbanos industriais e domésticos.*
- c) *Área contígua à costa litorânea de um país, podendo atingir 12 milhas náuticas de extensão, onde o país tem direito de explorar economicamente os recursos oceânicos da plataforma continental, desde que demonstre capacidade tecnológica para tal.*

Projeção cartográfica é a transferência de um ponto da superfície terrestre para uma posição correspondente na superfície de um mapa ou correlato.

(Adaptado de Paulo Roberto Moraes. *Geografia: Geral e do Brasil*. São Paulo: Harbra, 2003, p. 6.)

- a) Indique as principais diferenças entre as projeções cilíndrica, cônica e plana.
- b) Caracterize a projeção de Peters e a de Mercator.

Resolução

- a) *As diferenças entre as projeções estão relacionadas ao ponto de vista espacial pelo qual são elaboradas. Na **projeção cilíndrica**, os pontos que formam a Terra são projetados num cilindro que, aberto, formam um plano (o mapa). Na **projeção cônica**, os pontos da Terra são projetados num cone que, uma vez aberto, constitui o mapa. Já na **projeção plana** (também conhecida como azimutal), projetam-se áreas do planeta a partir de um ponto central (o azimute) sobre um plano. A projeção cilíndrica costuma ser utilizada para a confecção de planisférios, conforme o tipo, apresenta sérias distorções polares; a projeção cônica se presta a boas representações de áreas de médias e médias-altas latitudes; já a projeção plana é muito utilizada na confecção de mapas polares, mas podem representar a Terra a partir de qualquer ponto.*
- b) *A projeção de Mercator foi uma das primeiras a ser elaborada e é utilizada até hoje na navegação e na confecção de planisférios. Contudo, sua criação privilegiou o desenho do continente europeu no centro da carta e, em proporção maior do que realmente é, atribuiu uma imagem ideológica de superioridade do continente europeu. Para resolver esse problema, procurou-se desenvolver uma nova projeção, a de Peters, na década de 1970, que tentava tornar equivalentes as áreas dos territórios segundo a sua exata proporção, para lhes conferir o devido valor, mas provoca distorções no formato dos continentes. Assim, enquanto a projeção de Mercator distorce profundamente as regiões polares, a projeção de Peters "comprime" as áreas polares e "expande" as áreas equatoriais.*

A força da identidade entre muitos grupos migrantes é um dos principais fatores da coesão mantida pelo grupo, mesmo longe de seu território de origem. Isto faz com que muitos, ao contrário do discurso corrente da desterritorialização, acabem se envolvendo em processos claros de reterritorialização, ou seja, de recomposição de seus territórios em outras bases, territórios esses recriados por meio do amálgama proporcionado pela força das redes mantidas no interior da dinâmica migratória.

(Adaptado de Rogério Haesbaert. " Migração e desterritorialização", em Helion Povoá Neto e Ademir Pacelli Ferreira (orgs.), *Cruzando fronteiras disciplinares: um panorama dos estudos migratórios*.

Rio de Janeiro: Revan, 2005. p. 40)

- a) Os gaúchos no Nordeste e Centro-Oeste e os nordestinos na capital paulista têm encontrado estratégias de manutenção de sua identidade cultural-regional. Dê três exemplos de estratégias de manutenção da identidade desses grupos.
- b) Por que a emigração de brasileiros tem aumentado significativamente nas últimas décadas?

Resolução

- a) *Grupos de migrantes fundam grêmios culturais, casas que reproduzem padrões de comportamento e tradições regionais. Outra estratégia é a comemoração de datas significativas, realização de eventos, festas típicas, festivais e shows de músicas locais. Uma terceira é o estabelecimento de comércio de comida típica, como as popularmente chamadas "Casas do Norte", ou as churrascarias e restaurantes típicos. Convém salientar que a alimentação é um elemento de expressão e formação de identidade cultural de primeira importância.*
- b) *O Brasil passou por sucessivas crises econômicas. Jovens com poucas perspectivas buscam em países mais desenvolvidos melhores oportunidades de vida e trabalho como no Japão e nos EUA. Muitos brasileiros adquiriram a cidadania dos seus ascendentes, o que facilita o fluxo para a Europa. Ocorre, também, a migração em direção ao Paraguai, em função de terras mais baratas para expandir cultivos, como o da soja.*

"As maiores jazidas de carvão mineral do país situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As menores, no Paraná e São Paulo. As reservas brasileiras totalizam 32 bilhões de toneladas de carvão *in situ*. Desse total, o estado do Rio Grande do Sul possui 89,25%, Santa Catarina 10,41%, Paraná 0,32% e São Paulo 0,02%. Somente a Jazida de Candiota, situada no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, possui 38% de todo o carvão nacional, distribuído sob a forma de 17 camadas de carvão. A mais importante delas é a camada Candiota, com 4,5 metros de espessura, em média, composta por dois bancos de carvão".

(<http://www.cprm.gov.br/coluna/carvaomineral0.html>)

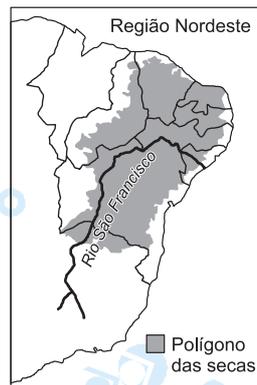
- a) Como o carvão mineral se forma? Indique em que tipo de rocha é encontrado; justifique.
- b) Indique os principais problemas ambientais causados pela queima de carvão mineral.

Resolução

- a) *A formação do carvão mineral está associada à deposição de sedimentos ricos em matéria orgânica de origem vegetal. O processo de sua formação ocorreu principalmente na Era Paleozóica, sobretudo em áreas continentais deprimidas, onde as condições de climas mais frios favorecem a deposição e a sua transformação, diferentemente de áreas mais quentes e úmidas, onde o processo de decomposição foi mais acelerado. As jazidas mencionadas situam-se em áreas de terrenos sedimentares da Depressão Periférica do Brasil meridional.*
- b) *O carvão mineral é um combustível fóssil. A sua utilização como fonte de energia, ou ainda para obtenção de aço, libera grande quantidade de poluentes. A liberação de CO₂ na sua queima aumenta os riscos de aquecimento global e é motivo de discussões e acordos internacionais, a exemplo do Protocolo de Kyoto. Além disso, a emissão de enxofre pelo uso do carvão mineral provoca chuvas ácidas. Também há o problema do material particulado, evidenciado pela fuligem que causa problemas respiratórios, entre outros.*

A transposição do rio São Francisco é discutida desde o tempo do Império. Um dos registros mais antigos da idéia remonta a 1847, quando o intendente do Crato (CE), deputado Marcos Antonio de Macedo, propôs o mesmo que se debate hoje: lançar as águas do *Velho Chico* no rio Jaguaribe. Na obra *Contrastes e Confrontos*, Euclides da Cunha ressuscitou a idéia do intendente cearense e a incluiu entre as grandes intervenções civilizadoras de que carecia a região, como açudes, barragens, arborização, estradas de ferro e poços artesianos.

(Adaptado de Marcelo Leite, *Folha de S. Paulo*, 09/10/2005.)



- Por que o rio São Francisco é chamado de "o rio da unidade nacional"?
- Aponte e explique um argumento contra e um a favor da transposição do rio São Francisco.
- A precipitação pluviométrica anual média no semi-árido nordestino é de cerca de 700 milímetros/ano, superior a algumas regiões agrícolas da Europa. Quais são os principais problemas de ordem natural que expõem grande parte do território, em especial o chamado Polígono das Secas, a uma situação de vulnerabilidade?

Resolução

- O rio São Francisco ganhou esse nome, Rio da Unidade Nacional, em tempos pré-rodovias, pois era a principal via de ligação entre o Centro-Sul (principalmente o Sudeste) e o Nordeste, as duas áreas mais povoadas do Brasil.*
- Apesar das polêmicas, a favor da transposição da água do rio São Francisco, podem-se destacar o aumento das áreas de irrigação das pequenas propriedades dos estados setentrionais ao seu curso, como Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, principalmente o abastecimento do gado e de cidades; a possibilidade de tornar perenes alguns rios temporários do Sertão, incrementando também a atividade da carcinocultura, a cultura do camarão, como atividade complementar na agricultura familiar. Contra a transposição, há uma infinidade de argumentações, entre elas, o alto custo da obra (o dinheiro poderia ser usado para outras finalidades), alterações ambientais junto ao vale do rio (diminuição da pesca, maior assoreamento do*

rio), problemas para a navegação, diminuição do fluxo de águas à jusante da captação; o próprio consumo de energia para viabilizar a transposição.

- c) O sertão semi-árido do Nordeste apresenta uma quantidade de chuva relativamente baixa, comparada aos demais índices observados no país, mas o principal problema é a irregularidade na distribuição das chuvas e a sua concentração em alguns meses do ano (fim do verão e começo do outono). Adiciona-se o elevado grau de evaporação relacionado às altas temperaturas que aumentam a semi-aridez. Além disso, os litossolos argilosos (solos rasos) e impermeáveis dificultam a absorção da água, aumentando a vulnerabilidade da região.

Observe a tabela abaixo e responda:

Estrutura Fundiária Brasileira em agosto de 2003

Grupos de área total (ha)	imóveis	% dos imóveis	área total (ha)	% de área	área média (ha)
Menos de 10	1.338.711	31,6	7.616.113	1,8	5,7
De 10 a 25	1.102.999	26,0	18.985.869	4,5	17,2
De 25 a 50	684.237	16,1	24.141.638	5,7	35,3
De 50 a 100	485.482	11,5	33.630.240	8,0	69,3
De 100 a 200	284.536	6,7	38.754.392	9,1	135,6
De 200 a 500	198.141	4,7	61.742.808	14,7	311,6
De 500 a 1000	75.158	1,8	52.191.003	12,4	694,4
De 1000 a 2000	36.859	0,9	50.932.790	12,1	1.381,8
De 2000 a 5000	25.417	0,6	76.466.668	18,2	3.008,5
5000 e mais	6.847	0,1	56.164.841	13,5	8.202,8
Total	4.238.387	100	420.446.362	100	

IN CRA *apud* Ariovaldo Umbelino de Oliveira, "Barbárie e Modernidade: as transformações no campo e o agronegócio no Brasil", *Terra Livre*, São Paulo. ano 19. v.2, n.21. jul./dez. 2003, p.127.

- Como se pode caracterizar o Brasil no que diz respeito à concentração de terras?
- Considerando como imóveis rurais de pequena dimensão aqueles com menos de 200 hectares e como imóveis de grande dimensão aqueles com mais de 2.000 hectares, aponte em qual dessas classes de área há menor número de pessoas ocupadas, e explique as razões de tal situação.

Resolução

- A tabela evidencia uma distribuição irregular de terras no Brasil. Quanto ao tipo de estabelecimento, as pequenas propriedades predominam; quanto à área ocupada, predominam as grandes propriedades, com destaque para os latifúndios.
- As grandes propriedades e os latifúndios são as categorias em que o emprego de mão-de-obra é menor, pois, nesse tipo de estabelecimento, predominam a agricultura mecanizada, a pecuária, a especulação imobiliária e, ainda, as terras não-produtivas.

Em fins do século XX, tornam-se mais acentuadas as feições da globalização. Nesse contexto, alterou-se o significado da Amazônia, com uma valorização ecológica de dupla face: a da sobrevivência humana e a do capital natural, sobretudo a megadiversidade e a água. Hoje novas mercadorias fictícias estão sendo criadas, como é o caso do ar, da vida e da água.

(Adaptado de Bertha Becker. *Amazônia: Geopolítica na virada do III Milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005, 33 e 39.)

- a) O que se pode entender por *capital natural*, segundo o texto?
- b) Explique sucintamente o que se entende por *mercado de ar*, *mercado da vida* e *mercado de água*.

Resolução

- a) De acordo com o texto, a valorização ecológica fundamentada no capital natural é a disponibilidade de recursos da biodiversidade, o conjunto das espécies orgânicas desse ecossistema, o potencial hidrográfico da região e a utilização de paisagens cênicas para a prática do ecoturismo.
- b) Seguindo as regras do Protocolo de Kyoto, **mercado de ar** refere-se à possibilidade de um país obter cotas de crédito de carbono mediante a aplicação de recursos na recuperação de determinados ecossistemas. No caso da Amazônia, o Brasil tem condições de negociar suas cotas de emissão de CO₂ com os países que invistam nesse tipo de recuperação. Quanto ao **mercado da vida**, o destaque está para o uso dos recursos relacionados às espécies vivas endêmicas da região, inclusive aqueles pertinentes à biotecnologia. Já o **mercado da água** está associado ao uso desse recurso para uso doméstico, industrial, agrícola e hidroelétrico.

“O Paquistão não tem condições de realizar os trabalhos de resgate e atendimento às vítimas do terremoto. A afirmação é do presidente do país, Pervez Musharraf. Dezenas de milhares de pessoas no norte do Paquistão e da Índia passaram a noite a céu aberto por causa da devastação causada pelo terremoto. A área mais afetada pelo terremoto fica no alto das montanhas, onde a temperatura cai bastante à noite”.

(<http://www.estadao.com.br/internacional/noticias/2005/out/10/4.htm>)

- a) O terremoto a que se refere o texto alcançou, no Paquistão e na Índia, aproximadamente 7,5 graus na escala Richter. Como são ocasionados terremotos como este ocorrido na Ásia?
- b) Estabeleça a diferença entre a escala Richter e a escala de Mercalli utilizadas para medições de terremotos.
- c) Explique as diferenças entre bordas convergentes e bordas divergentes das placas tectônicas.

Resolução

- a) *Os terremotos são abalos sísmicos que caracterizam as áreas continentais que ocorrem em áreas limítrofes de placas tectônicas como resultado de movimentos internos da crosta terrestre.*
- b) *A escala Richter classifica os sismos segundo a magnitude (intensidade) do movimento ou do evento que lhe deu origem. A escala Mercalli classifica as conseqüências do tremor, a amplitude ou desdobramentos de sua ocorrência.*
- c) *Nas bordas convergentes ($\rightarrow\leftarrow$), há encontro de placas; enquanto nas divergentes, há separação de placas (exemplo: Brasil-África).*