FÍSICA

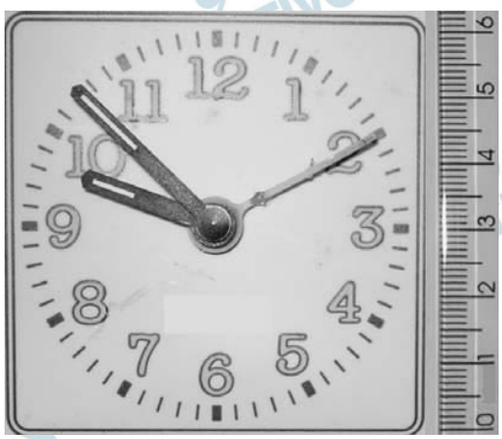
Esta prova aborda fenômenos físicos em situações do cotidiano, em experimentos científicos e em avanços tecnológicos da humanidade. Em algumas questões, como as que tratam de Física Moderna, as fórmulas necessárias para a resolução da questão foram fornecidas no enunciado. Quando necessário use $g = 10\ m/s^2$ para a aceleração da gravidade na superfície da Terra e $\pi = 3$.

1

A experimentação é parte essencial do método científico, e muitas vezes podemos fazer medidas de grandezas físicas usando instrumentos extremamente simples.

a) Usando o relógio e a régua graduada em centímetros da figura no espaço de resposta, determine o módulo da velocidade que a extremidade do ponteiro dos segundos (o mais fino) possui no seu movimento circular uniforme.

b) Para o seu funcionamento, o relógio usa uma pilha que, quando nova, tem a capacidade de fornecer uma carga $q = 2{,}4Ah = 8{,}64 \times 10^3 C$. Observa-se que o relógio funciona durante 400 dias até que a pilha fique completamente descarregada. Qual é a corrente elétrica média fornecida pela pilha?



Resolução

a) O raio R do movimento circular executado pelo ponteiro dos segundos do relógio pode ser obtido na figura fornecida na folha de respostas:

$$R \cong 3{,}0\ cm$$

O módulo da velocidade linear do ponteiro será dado por:

$$V = \omega R$$

$$V = \frac{2\pi}{T} \cdot R$$

$$V = \frac{2 \cdot 3}{60} \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-2}\ (m/s)$$

$$\boxed{V = 3{,}0 \cdot 10^{-3}\ m/s}$$

b) A quantidade de carga q fornecida pela pilha é igual a:

$$q = 2{,}4\ Ah = 8{,}64 \cdot 10^3\ C$$

O intervalo de tempo de funcionamento, em segundos, será dado por:

$$\Delta t = 400\ dias = 400 \cdot 24 \cdot 3600\ (s)$$
$$\Delta t = 400 \cdot 86400\ s$$

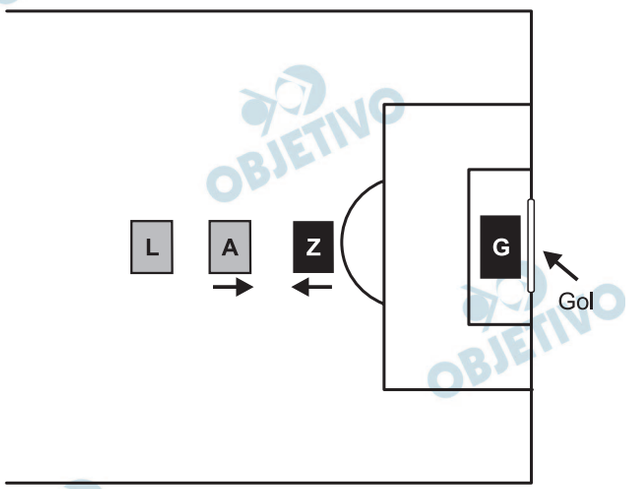
Assim, a intensidade média de corrente elétrica será dada por:

$$i = \frac{q}{\Delta t} = \frac{8{,}64 \cdot 10^3}{400 \cdot 86400}\ (A)$$

$$\boxed{i = 2{,}5 \cdot 10^{-4}\ A}$$

Respostas: a) $3{,}0 \cdot 10^{-3}$ m/s
b) $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ A

A Copa do Mundo é o segundo maior evento desportivo do mundo, ficando atrás apenas dos Jogos Olímpicos. Uma das regras do futebol que gera polêmica com certa frequência é a do impedimento. Para que o atacante A não esteja em impedimento, deve haver ao menos dois jogadores adversários a sua frente, G e Z, no exato instante em que o jogador L lança a bola para A (ver figura).



Considere que somente os jogadores G e Z estejam à frente de A e que somente A e Z se deslocam nas situações descritas a seguir.

a) Suponha que a distância entre A e Z seja de 12 m. Se A parte do repouso em direção ao gol com aceleração de 3,0 m/s^2 e Z também parte do repouso com a mesma aceleração no sentido oposto, quanto tempo o jogador L tem para lançar a bola depois da partida de A antes que A encontre Z?

b) O árbitro demora 0,1 s entre o momento em que vê o lançamento de L e o momento em que determina as posições dos jogadores A e Z. Considere agora que A e Z movem-se a velocidades constantes de 6,0 m/s, como indica a figura. Qual é a distância mínima entre A e Z no momento do lançamento para que o árbitro decida de forma inequívoca que A não está impedido?

Resolução

a) 1) A aceleração relativa terá módulo a_r dado por:

$$a_r = |a_A| + |a_Z| = 6{,}0\,m/s^2$$

2) Cálculo do tempo de encontro T entre A e Z:

$$\Delta s_{rel} = V_{0rel}\,t + \frac{a_r}{2}\,t^2 \quad (MUV)$$

$$12 = 0 + \frac{6{,}0}{2}\,T^2$$

$$T^2 = 4{,}0$$

$$\boxed{T = 2{,}0\,s}$$

b) 1) A velocidade relativa entre A e Z terá módulo V_r dado por:

$$V_r = |V_A| + |V_Z| = 12{,}0\,m/s$$

Para A não ficar impedido, ele deve ficar lado a lado com Z no instante $T_1 = 0,1s$.

$\Delta s_{rel} = V_{rel}\, t$ (MU)

$D_{mín} = 12,0 \cdot 0,1$ (m)

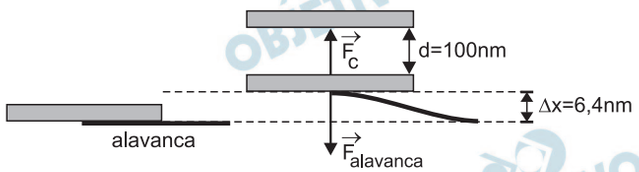
$\boxed{D_{mín} = 1,2m}$

Respostas: a) 2,0s
b) 1,2m

Em 1948 Casimir propôs que, quando duas placas metálicas, no vácuo, são colocadas muito próximas, surge uma força atrativa entre elas, de natureza eletromagnética, mesmo que as placas estejam descarregadas. Essa força é muitas vezes relevante no desenvolvimento de mecanismos nanométricos.

a) A força de Casimir é inversamente proporcional à quarta potência da distância entre as placas. Essa força pode ser medida utilizando-se microscopia de força atômica através da deflexão de uma alavanca, como mostra a figura no espaço de resposta. A força de deflexão da alavanca se comporta como a força elástica de uma mola. No experimento ilustrado na figura, o equilíbrio entre a força elástica e a força atrativa de Casimir ocorre quando a alavanca sofre uma deflexão de $\Delta x = 6{,}4\text{nm}$. Determine a constante elástica da alavanca, sabendo que neste caso o módulo da força de Casimir é dado por $F_c = \frac{b}{d^4}$, em que $b = 9{,}6 \times 10^{-39}\ \text{Nm}^4$ e d é a distância entre as placas. Despreze o peso da placa.

b) Um dos limites da medida da deflexão da alavanca decorre de sua vibração natural em razão da energia térmica fornecida pelo ambiente. Essa energia é dada por $E_T = k_B T$, em que $k_B = 1{,}4 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$ e T é a temperatura do ambiente na escala Kelvin. Considerando que toda a energia E_T é convertida em energia elástica, determine a deflexão Δx produzida na alavanca a $T = 300\ \text{K}$ se a constante elástica vale $k_B = 0{,}21\ \text{N/m}$.



Resolução

a) Para o equilíbrio da placa, devemos ter:

$$|\vec{F}_{Alavanca}| = |\vec{F}_C|$$

$$k \cdot \Delta x = \frac{b}{d^4}$$

$$k = \frac{b}{d^4 \cdot \Delta x}$$

$$k = \frac{9{,}6 \cdot 10^{-39}}{(100 \cdot 10^{-9})^4 \cdot 6{,}4 \cdot 10^{-9}}\ (\text{N/m})$$

$$k = \frac{9{,}6 \cdot 10^{-39}}{6{,}4 \cdot 10^{-37}}\ (\text{N/m})$$

$$\boxed{k = 1{,}5 \cdot 10^{-2}\ \text{N/m}}$$

b) De acordo com o enunciado, toda a energia térmica fornecida pelo ambiente (E_T) é convertida em energia elástica ($E_{elástica}$). Assim, temos:

$$E_{elástica} = E_T$$

$$\frac{k' (\Delta x')^2}{2} = k_B \cdot T$$

$$0{,}21\ (\Delta x')^2 = 2 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-23} \cdot 300$$

$$(\Delta x')^2 = \frac{8{,}4 \cdot 10^{-21}}{2{,}1 \cdot 10^{-1}}\ (m^2)$$

$$(\Delta x')^2 = 4{,}0 \cdot 10^{-20}\ (m^2)$$

$$\Delta x' = 2{,}0 \cdot 10^{-10}\ m$$

$$\boxed{\Delta x' = 0{,}20\ nm}$$

Nota: A constante da expressão da energia térmica e a constante elástica da alavanca foram equivocadamente denominadas pelo mesmo termo k_B no enunciado. Tal notação pode trazer alguma dificuldade de interpretação para o vestibulando.

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

b) 0,20 nm

Em 2009 foram comemorados os 40 anos da primeira missão tripulada à Lua, a Missão Apollo 11, comandada pelo astronauta norte-americano Neil Armstrong. Além de ser considerado um dos feitos mais importantes da história recente, esta viagem trouxe grande desenvolvimento tecnológico.

a) A Lua tem uma face oculta, erroneamente chamada de lado escuro, que nunca é vista da Terra. O período de rotação da Lua em torno de seu eixo é de cerca de 27 dias. Considere que a órbita da Lua em torno da Terra é circular, com raio igual a $r = 3{,}8 \times 10^8$ m. Lembrando que a Lua sempre apresenta a mesma face para um observador na Terra, calcule a sua velocidade orbital em torno da Terra.

b) Um dos grandes problemas para enviar um foguete à Lua é a quantidade de energia cinética necessária para transpor o campo gravitacional da Terra, sendo que essa energia depende da massa total do foguete. Por este motivo, somente é enviado no foguete o que é realmente essencial. Calcule qual é a energia necessária para enviar um tripulante de massa m = 70 kg à Lua. Considere que a velocidade da massa no lançamento deve ser $v = \sqrt{2gR_T}$ para que ela chegue até a Lua, sendo g a aceleração da gravidade na superfície na Terra e $R_T = 6{,}4 \times 10^6$ m o raio da Terra.

Resolução

a) Para que a Lua sempre nos mostre a mesma face, o seu período de translação em torno da Terra deve ser igual ao seu período de rotação: T = 27d. A velocidade orbital da Lua terá módulo V dado por:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3{,}8 \cdot 10^5}{27 \cdot 24} \left(\frac{km}{h}\right)$$

$$V = 3{,}5 \cdot 10^3 km/h \cong 0{,}97 \cdot 10^3 m/s$$

$$\boxed{V \cong 0{,}97 km/s}$$

b) A energia cinética a ser fornecida ao tripulante para atingir a Lua, desprezando-se o efeito da atmosfera terrestre, é dada por:

$$E_c = \frac{mV^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot 2gR_T$$

$$E_c = mgR_T$$

$$E_c = 70 \cdot 10 \cdot 6{,}4 \cdot 10^6 \ (J) \Rightarrow E_c = 44{,}8 \cdot 10^8 J$$

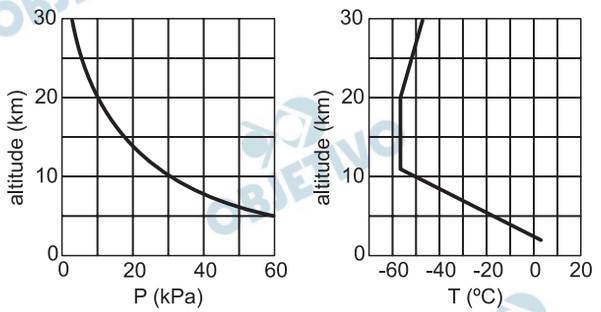
$$\boxed{E_c \cong 4{,}5 \cdot 10^9 J}$$

Respostas: a) 0,97km/s
b) $4{,}5 \cdot 10^9$ J

A Lua não tem atmosfera, diferentemente de corpos celestes de maior massa. Na Terra, as condições propícias para a vida ocorrem na troposfera, a camada atmosférica mais quente e densa que se estende da superfície até cerca de 12 km de altitude.

a) A pressão atmosférica na superfície terrestre é o resultado do peso exercido pela coluna de ar atmosférico por unidade de área, e ao nível do mar ela vale $P_0 = 100$ kPa. Na cidade de Campinas, que está a 700 m acima do nível do mar, a pressão atmosférica vale $P_1 = 94$ kPa. Encontre a densidade do ar entre o nível do mar e a altitude de Campinas, considerando-a uniforme entre essas altitudes.

b) Numa viagem intercontinental um avião a jato atinge uma altitude de cruzeiro de cerca de 10 km. Os gráficos no espaço de resposta mostram as curvas da pressão (P) e da temperatura (T) médias do ar atmosférico em função da altitude para as camadas inferiores da atmosfera. Usando os valores de pressão e temperatura desses gráficos e considerando que o ar atmosférico se comporta como um gás ideal, encontre o volume de um mol de ar a 10 km de altitude. A constante universal dos gases é $R = 8{,}3 \ \frac{J}{mol\ K}$.



Resolução

a) A diferença de pressão expressa na questão (entre Campinas e o nível do mar) é devida ao peso do ar existente entre esses dois níveis.
Assim:

$$\Delta p = \frac{mg}{A} = \mu\, g\, h$$

Substituindo-se os valores fornecidos, temos:

$$(100 - 94) \cdot 10^3 = \mu_{ar} \cdot 10 \cdot 700$$

$$6 \cdot 10^3 = \mu_{ar} \cdot 7 \cdot 10^3$$

$$\mu_{ar} = \frac{6}{7}\ kg/m^3$$

$$\boxed{\mu_{ar} \cong 0{,}86\ kg/m^3}$$

b) Aplicando-se a Equação de Clapeyron, vem:
$pV = n\,R\,T$
Substituindo-se os valores fornecidos pelos gráficos, a 10km de altitude, temos:

$$30 \cdot 10^3 \cdot V = 1 \cdot 8{,}3 \cdot (-50 + 273)$$

$$30 \cdot 10^3 \cdot V = 1850{,}9$$

$V \cong 0{,}06 m^3$

Respostas: a) $\sim 0{,}86 kg/m^3$
b) $\sim 0{,}06 m^3$

Em 2009 completaram-se vinte anos da morte de Raul Seixas. Na sua obra o roqueiro cita elementos regionais brasileiros, como na canção "Minha viola", na qual ele exalta esse instrumento emblemático da cultura regional.

A viola caipira possui cinco pares de cordas. Os dois pares mais agudos são afinados na mesma nota e frequência. Já os pares restantes são afinados na mesma nota, mas com diferença de altura de uma oitava, ou seja, a corda fina do par tem frequência igual ao dobro da frequência da corda grossa.

As frequências naturais da onda numa corda de comprimento L com as extremidades fixas são dadas por $f_N = N(v/L)$, sendo N o harmônico da onda e v a sua velocidade.

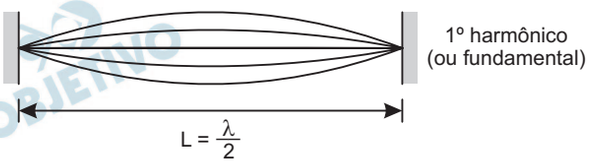
a) Na afinação Cebolão Ré Maior para a viola caipira, a corda mais fina do quinto par é afinada de forma que a frequência do harmônico fundamental é $f_1^{fina} = 220$ Hz. A corda tem comprimento L = 0,5 m e densidade linear $\mu = 5 \times 10^{-3}$ kg/m.

Encontre a tensão τ aplicada na corda, sabendo que a velocidade da onda é dada por $v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$.

b) Suponha que a corda mais fina do quinto par esteja afinada corretamente com $f_1^{fina} = 220$Hz e que a corda mais grossa esteja ligeiramente desafinada, mais frouxa do que deveria estar. Neste caso, quando as cordas são tocadas simultaneamente, um batimento se origina da sobreposição das ondas sonoras do harmônico fundamental da corda fina de frequência f_1^{fina}, com o segundo harmônico da corda grossa, de frequência f_2^{grossa}. A frequência do batimento é igual à diferença entre essas duas frequências, ou seja, $f_{bat} = f_1^{fina} - f_2^{grossa}$. Sabendo que a frequência do batimento é $f_{bat} = 4$ Hz, qual é a frequência do harmônico fundamental da corda grossa, f_1^{grossa}?

Resolução

a) A onda estacionária presente na corda ao vibrar conforme o harmônico fundamental está representada abaixo.



Sendo L = 0,5m, determinemos o comprimento de onda λ das ondas que se propagam ao longo da corda e que levam à figura de interferência esboçada.

$$0{,}5 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \boxed{\lambda = 1{,}0\,m}$$

Mas $V = \lambda f_1^{fina}$. Logo:

$$V = 1{,}0 \cdot 220\ (m/s) \Rightarrow \boxed{V = 220\,m/s}$$

Conforme o enunciado, $V = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$

Sendo V = 220m/s e $\mu = 5 \cdot 10^{-3}$ kg/m, determinemos a intensidade τ da força de tração na corda:

$$220 = \sqrt{\frac{\tau}{5 \cdot 10^{-3}}} \Rightarrow (220)^2 = \frac{\tau}{5 \cdot 10^{-3}}$$

Da qual: $\boxed{\tau = 242N}$

É importante salientar que a expressão fornecida no enunciado para as frequências naturais da onda numa corda de comprimento L, $f_N = N\frac{V}{L}$, sendo N o harmônico da onda e V a sua velocidade, *não procede*. A expressão correta é

$$f_N = N\frac{V}{2L}$$

Resolvemos este item *a*, porém, sem utilizar a expressão equivocada apresentada no enunciado.

b) Sendo $f_1^{fina} = 220$ Hz e $f_{bat} = 4$Hz, calculemos, utilizando a expressão fornecida no enunciado, f_2^{grossa}.

$$f_{bat} = f_1^{fina} - f_2^{grossa} \Rightarrow 4 = 220 - f_2^{grossa}$$

Da qual: $\boxed{f_2^{grossa} = 216 \text{ Hz}}$

Mas $f_1^{grossa} = \frac{f_2^{grossa}}{2}$. Logo:

$$f_1^{grossa} = \frac{216}{2} \text{ (Hz)}$$

$$\boxed{f_1^{grossa} = 108 \text{ Hz}}$$

Respostas: a) 242 N
b) 108 Hz

Em determinados meses do ano observa-se significativo aumento do número de estrelas cadentes em certas regiões do céu, número que chega a ser da ordem de uma centena de estrelas cadentes por hora. Esse fenômeno é chamado de chuva de meteoros ou chuva de estrelas cadentes, e as mais importantes são as chuvas de Perseidas e de Leônidas. Isso ocorre quando a Terra cruza a órbita de algum cometa que deixou uma nuvem de partículas no seu caminho. Na sua maioria, essas partículas são pequenas como grãos de poeira, e, ao penetrarem na atmosfera da Terra, são aquecidas pelo atrito com o ar e produzem os rastros de luz observados.

a) Uma partícula entra na atmosfera terrestre e é completamente freada pela força de atrito com o ar após se deslocar por uma distância de 1 ,5 km . Se sua energia cinética inicial é igual a $E_c = 4{,}5 \times 10^4$ J, qual é o módulo da força de atrito média? Despreze o trabalho do peso nesse deslocamento.

b) Considere que uma partícula de massa m = 0,1 g sofre um aumento de temperatura de $\Delta\theta$ = 2400 °C após entrar na atmosfera. Calcule a quantidade de calor necessária para produzir essa elevação de temperatura se o calor específico do material que compõe a partícula é $c = 0{,}90 \frac{J}{g°C}$.

Resolução

a) No processo de frenagem da partícula, vamos considerar apenas o trabalho da força de atrito. O trabalho do peso é desprezado.
Assim, aplicando-se o teorema da energia cinética, temos:

$\tau_{at} = \Delta E_C$

$F_{at_m} \cdot d \cdot \cos\theta = E_{c_f} - E_{c_i}$

$F_{at_m} \cdot 1{,}5 \cdot 10^3 \cdot (-1) = 0 - 4{,}5 \cdot 10^4$

$F_{at_m} \cdot 1{,}5 \cdot 10^3 = 4{,}5 \cdot 10^4$

$\boxed{F_{at_m} = 30N}$

b) Para o aquecimento da partícula, temos

$Q = m\,c\,\Delta\theta$

$Q = (0{,}1 \cdot 0{,}90 \cdot 2400)\ (J)$

$\boxed{Q = 216J}$

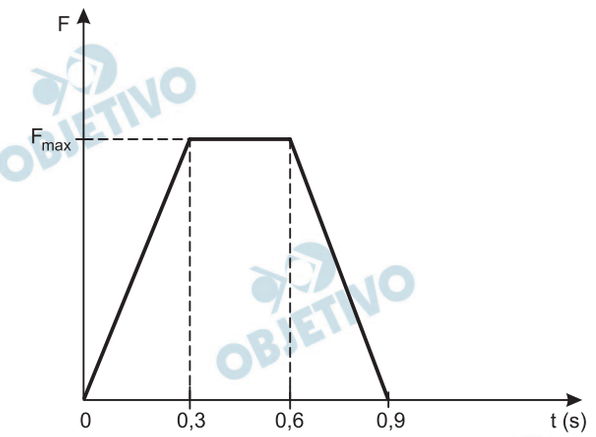
Respostas: a) 30N
b) 216J

O lixo espacial é composto por partes de naves espaciais e satélites fora de operação abandonados em órbita ao redor da Terra. Esses objetos podem colidir com satélites, além de pôr em risco astronautas em atividades extraveiculares.

Considere que durante um reparo na estação espacial, um astronauta substitui um painel solar, de massa $m_p = 80$ kg, cuja estrutura foi danificada. O astronauta estava inicialmente em repouso em relação à estação e ao abandonar o painel no espaço, lança-o com uma velocidade de $v_p = 0{,}15$ m/s.

a) Sabendo que a massa do astronauta é $m_a = 60$ kg, calcule sua velocidade de recuo.

b) O gráfico no espaço de resposta mostra, de forma simplificada, o módulo da força aplicada pelo astronauta sobre o painel em função do tempo durante o lançamento. Sabendo que a variação de momento linear é igual ao impulso, cujo módulo pode ser obtido pela área do gráfico, calcule a força máxima F_{max}.



Resolução

a) No ato de lançar o painel, o astronauta e o painel formam um sistema isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total:

$\vec{Q}_{após} = \vec{Q}_{antes}$

$\vec{Q}_a + \vec{Q}_P = \vec{0} \Rightarrow |\vec{Q}_A| = |\vec{Q}_P|$

$m_a|V_a| = m_P \cdot |V_P|$

$60|V_a| = 80 \cdot 0{,}15$

$\boxed{|V_a| = 0{,}20 m/s}$

b) $I \overset{N}{=} \text{área (F x t)} = \Delta Q = m_a V_a$

$(0{,}9 + 0{,}3)\dfrac{F_{máx}}{2} = 60 \cdot 0{,}20$

$0{,}6\ F_{máx} = 1{,}2$

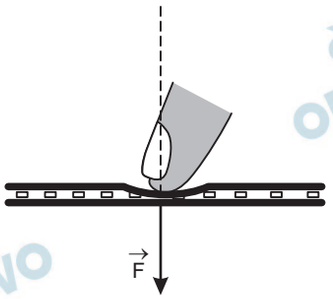
$\boxed{F_{máx} = 20N}$

Respostas: a) $|V_a| = 0{,}20 m/s$

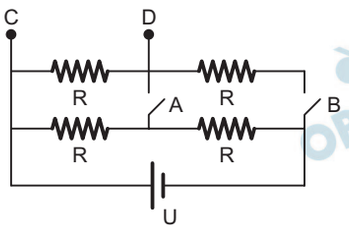
b) $F_{máx} = 20N$

Telas de visualização sensíveis ao toque são muito práticas e cada vez mais utilizadas em aparelhos celulares, computadores e caixas eletrônicos. Uma tecnologia frequentemente usada é a das telas resistivas, em que duas camadas condutoras transparentes são separadas por pontos isolantes que impedem o contato elétrico.

a) O contato elétrico entre as camadas é estabelecido quando o dedo exerce uma força $\vec{F}$ sobre a tela, conforme mostra a figura abaixo. A área de contato da ponta de um dedo é igual a A= 0,25 cm^2. Baseado na sua experiência cotidiana, estime o módulo da força exercida por um dedo em uma tela ou teclado convencional, e em seguida calcule a pressão exercida pelo dedo. Caso julgue necessário, use o peso de objetos conhecidos como guia para a sua estimativa.



b) O circuito simplificado da figura no espaço de resposta ilustra como é feita a detecção da posição do toque em telas resistivas. Uma bateria fornece uma diferença de potencial U = 6 V ao circuito de resistores idênticos de R =2 kΩ. Se o contato elétrico for estabelecido apenas na posição representada pela chave A, calcule a diferença de potencial entre C e D do circuito.



Resolução

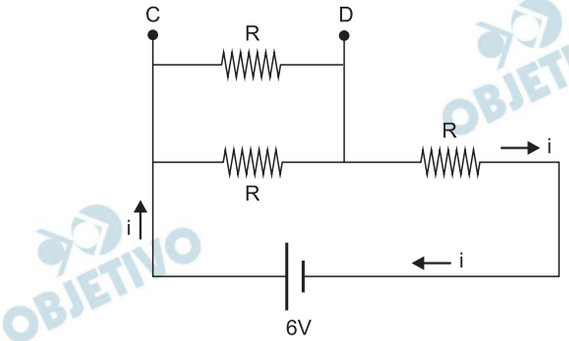
a) Fazendo uma estimativa para o módulo da força $\vec{F}$ exercida na tela:

F = 1,0 N

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{1,0\ N}{0,25 \cdot 10^{-4}\ m^2}$$

$$\boxed{p = 4,0 \cdot 10^4\ N/m^2}$$

b) O circuito, com a chave fechada em A e aberta em B, fica:



$$R_{eq} = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}$$

$$i = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{6}{\frac{3R}{2}} = \frac{12}{3R}$$

A ddp entre C e D é dada por:

$$U_{CD} = \frac{R}{2} \cdot i$$

$$U_{CD} = \frac{R}{2} \cdot \frac{12}{3R} \text{ (V)}$$

$$\boxed{U_{CD} = 2{,}0\text{V}}$$

Respostas: a) $4{,}0 \cdot 10^4\ N/m^2$
b) 2,0V

O GPS *(Global Positioning System)* consiste em um conjunto de satélites que orbitam a Terra, cada um deles carregando a bordo um relógio atômico. A Teoria da Relatividade Geral prevê que, por conta da gravidade, os relógios atômicos do GPS adiantam com relação a relógios similares na Terra. Enquanto na Terra transcorre o tempo de um dia (t_{terra} = 1,0 dia = 86400 s), no satélite o tempo transcorrido é $t_{satéite} = t_{Terra} + \Delta t$, maior que um dia, e a diferença de tempo Δt tem que ser corrigida. A diferença de tempo causada pela gravidade é dada por $(\Delta t/t_{Terra}) = (\Delta U/mc^2)$, sendo ΔU a diferença de energia potencial gravitacional de uma massa m entre a altitude considerada e a superfície da Terra, e $c = 3{,}0 \times 10^8$ m/s, a velocidade da luz no vácuo.

a) Para o satélite podemos escrever $\Delta U = mgR_T(1 - R_T/r)$, sendo $r \approx 4\,R_T$ o raio da órbita, $R_T = 6{,}4 \times 10^6$ m o raio da Terra e g a aceleração da gravidade na superfície terrestre. Quanto tempo o relógio do satélite adianta em t_{terra} = 1,0 dia em razão do efeito gravitacional?

b) Relógios atômicos em fase de desenvolvimento serão capazes de medir o tempo com precisão maior que uma parte em 10^{16}, ou seja, terão erro menor que 10^{-16} s a cada segundo. Qual é a altura h que produziria uma diferença de tempo $\Delta t = 10^{-16}$ s a cada t_{Terra} = 1,0 s? Essa altura é a menor diferença de altitude que poderia ser percebida comparando medidas de tempo desses relógios. Use, nesse caso, a energia potencial gravitacional de um corpo na vizinhança da superfície terrestre.

Resolução

a) 1) $\Delta U = m\,g\,R_T\,(1 - R_T/r)$

$$\Delta U = m \,.\, 10 \,.\, 6{,}4 \,.\, 10^6 \left(1 - \frac{1}{4}\right)$$

$$\Delta U = m \,.\, 4{,}8 \,.\, 10^7 \text{ (SI)}$$

2) $$\frac{\Delta t}{t_{Terra}} = \frac{\Delta U}{mc^2}$$

$$\frac{\Delta t}{86400} = \frac{m \,.\, 4{,}8 \,.\, 10^7}{m \,.\, 9{,}0 \,.\, 10^{16}}$$

$$\Delta t = 86400 \,.\, \frac{4{,}8}{9{,}0} \,.\, 10^{-9} \text{ s}$$

$$\boxed{\Delta t \cong 4{,}6 \,.\, 10^{-5} \text{ s}}$$

b) Na vizinhança da superfície terrestre, podemos usar:

$$\Delta U = m\,g\,h$$

$$\frac{\Delta t}{t_{Terra}} = \frac{m \,.\, g \,.\, h}{mc^2} = \frac{g \,.\, h}{c^2}$$

$$\frac{10^{-16}}{1{,}0} = \frac{10 \,.\, h}{9{,}0 \,.\, 10^{16}}$$

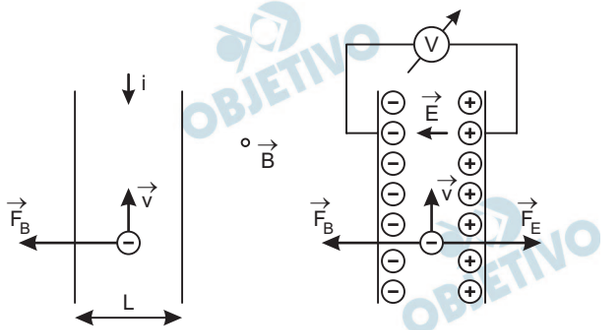
h = 0,90m

Respostas: a) $4,6 \cdot 10^{-5}$ s
b) 0,90m

O Efeito Hall consiste no acúmulo de cargas dos lados de um fio condutor de corrente quando esse fio está sujeito a um campo magnético perpendicular à corrente. Pode-se ver na figura (i) no espaço de resposta uma fita metálica imersa num campo magnético $\vec{B}$, perpendicular ao plano da fita, saindo do papel. Uma corrente elétrica atravessa a fita, como resultado do movimento dos elétrons que têm velocidade $\vec{v}$, de baixo para cima até entrar na região de campo magnético. Na presença do campo magnético, os elétrons sofrem a ação da força magnética, $\vec{F}_B$, deslocando-se para um dos lados da fita. O acúmulo de cargas com sinais opostos nos lados da fita dá origem a um campo elétrico no plano da fita, perpendicular à corrente. Esse campo produz uma força elétrica $\vec{F}_E$, contrária à força magnética, e os elétrons param de ser desviados quando os módulos dessas forças se igualam, conforme ilustra a figura (ii) no espaço de resposta. Considere que o módulo do campo elétrico nessa situação é $E = 1{,}0 \times 10^{-4}$ V/m .

a) A fita tem largura L = 2,0 cm . Qual é a diferença de potencial medida pelo voltímetro V na situação da figura (ii)?

b) Os módulos da força magnética e da força elétrica da figura (ii) são dados pelas expressões $F_B = qvB$ e $F_E = qE$, respectivamente, q sendo a carga elementar. Qual é a velocidade dos elétrons? O módulo do campo magnético é B = 0, 2 T.



(i) (ii)

Resolução

a) Na figura (i), o campo elétrico é uniforme. Temos:

$Ed = U \Rightarrow U = E \cdot L$ (para a fita)

$E = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ V/m

$L = 2{,}0$ cm $= 2{,}0 \cdot 10^{-2}$m

$U = 1{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-2}$ (V)

$$\boxed{U = 2{,}0 \cdot 10^{-6}\text{V}}$$

b) Na figura (ii), os módulos da força magnética $\vec{F}_B$ e elétrica $\vec{F}_E$ se igualam. Logo:

$F_B = F_E$

$q \cdot V \cdot B = q \cdot E$

$V \cdot B = E$

$$V = \frac{E}{B}$$

$E = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ V/m e $B = 0{,}2\text{T} = 2{,}0 \cdot 10^{-1}\text{T}$

$$V = \frac{1{,}0 \cdot 10^{-4}}{2{,}0 \cdot 10^{-1}} \left(\frac{m}{s}\right) \Rightarrow \boxed{V = 5{,}0 \cdot 10^{-4}\ m/s}$$

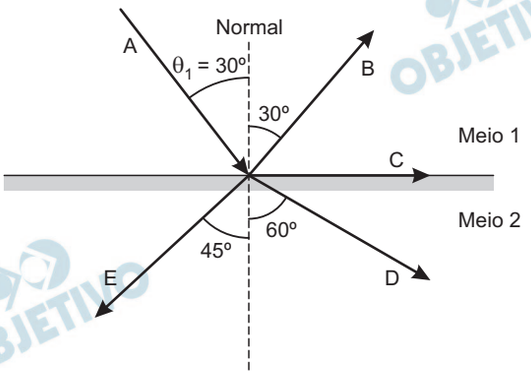
Respostas: a) $2{,}0 \cdot 10^{-6}$V

b) $5{,}0 \cdot 10^{-4}$ m/s

Há atualmente um grande interesse no desenvolvimento de materiais artificiais, conhecidos como metamateriais, que têm propriedades físicas não convencionais. Este é o caso de metamateriais que apresentam índice de refração negativo, em contraste com materiais convencionais que têm índice de refração positivo. Essa propriedade não usual pode ser aplicada na camuflagem de objetos e no desenvolvimento de lentes especiais.

a) Na figura no espaço de resposta é representado um raio de luz A que se propaga em um material convencional (Meio 1) com índice de refração o $n_1 = 1{,}8$ e incide no Meio 2 formando um ângulo $\theta_1 = 30°$ com a normal. Um dos raios B, C, D ou E apresenta uma trajetória que não seria possível em um material convencional e que ocorre quando o Meio 2 é um metamaterial com índice de refração negativo. Identifique este raio e calcule o módulo do índice de refração do Meio 2, n_2, neste caso, utilizando a lei de Snell na forma: $|n_1| \text{ sen } \theta_1 = |n_2| \text{ sen } \theta_2$. Se necessário use $\sqrt{2} = 1{,}4$ e $\sqrt{3} = 1{,}7$.

b) O índice de refração de um meio material, n, é definido pela razão entre as velocidades da luz no vácuo e no meio. A velocidade da luz em um material é dada por $v = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$, em que ε é a permissividade elétrica e μ é a permeabilidade magnética do material. Calcule o índice de refração de um material que tenha $\varepsilon = 2{,}0 \times 10^{-11} \dfrac{C^2}{Nm^2}$ e $\mu = 1{,}25 \times 10^{-6} \dfrac{Ns^2}{C^2}$. A velocidade da luz no vácuo é $c = 3{,}0 \times 10^8$ m/s .



Resolução

a) O raio luminoso que está em desacordo com um material convencional é o *E*.

Aplicando-se a Lei de Snell com os dados indicados na figura ($\theta_1 = 30°$ e $\theta_2 = 45°$) e lembrando-se de que $n_1 = 1{,}8$, determinemos o módulo do índice de refração, $|n_2|$, do meio 2.

$|n_1| \text{ sen } \theta_1 = |n_2| \text{ sen } \theta_2$

$$1{,}8 \cdot \text{sen } 30° = |n_2| \text{ sen } 45° \Rightarrow 1{,}8 \cdot 0{,}5 = |n_2| \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$0{,}9 = |n_2| \frac{1{,}4}{2} \Rightarrow \boxed{|n_2| \cong 1{,}3}$$

b) A intensidade da velocidade de propagação da luz no material considerado é obtida fazendo-se

$$V = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \Rightarrow V = \frac{1}{\sqrt{2{,}0 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}25 \cdot 10^{-6}}} \text{ (m/s)}$$

Da qual: $\boxed{V = 2{,}0 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

O índice de refração *n* fica determinado por:

$$n = \frac{c}{V} \Rightarrow n = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{2{,}0 \cdot 10^8}$$

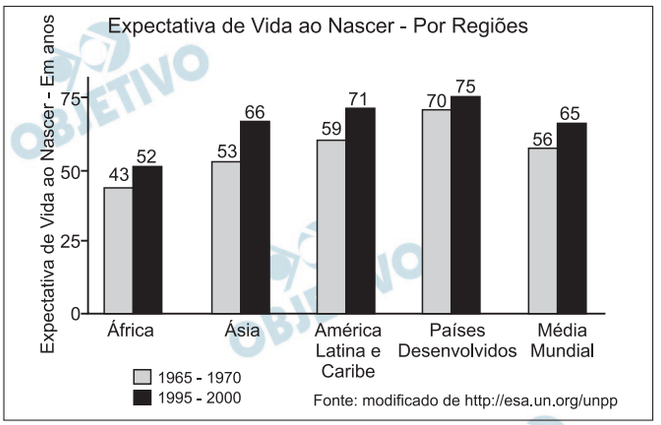
Da qual: $\boxed{n = 1{,}5}$

Respostas: a) Aproximadamente 1,3

b) 1,5

13

Observe o gráfico abaixo e responda às questões:



a) Indique a(s) região(ões) do globo com taxa de esperança de vida ao nascer inferior à média mundial, nos intervalos 1965-1970 e 1995-2000. Indique a região representada no gráfico com o melhor desempenho no aumento de expectativa de vida ao nascer entre os períodos 1965/1970 e 1995/2000.

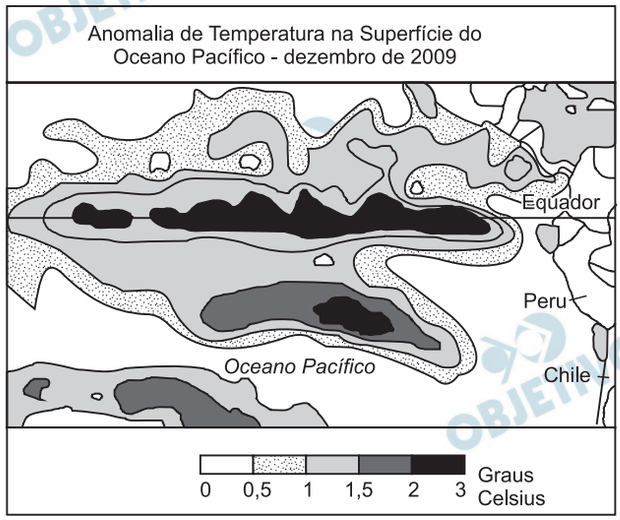
b) Por que, entre os períodos 1965/1970 e 1995/2000, houve aumento da esperança de vida ao nascer em todas as regiões indicadas no gráfico?

Resolução

a) As regiões do globo com taxas médias de esperança de vida ao nascer inferiores à mundial no período entre 1965 e 1970 foram os continentes africano e asiático, enquanto entre 1995 e 2000, apenas a África teve a expectativa de vida menor que a média mundial. Já o melhor desempenho em ambos os períodos foi alcançado pelo grupo de países desenvolvidos, também conhecidos como o Mundo Rico.

b) O aumento da esperança de vida em todas as regiões contempladas no gráfico entre os períodos citados tem como causas a intensificação do processo de urbanização, sobretudo nos países em desenvolvimento da Ásia e da América Latina, e, como consequência disso, houve maior contingente populacional com acesso ao saneamento básico, infraestrutura de saúde e educação, assim como em todas as regiões houve avanço da medicina, com destaque para os setores da medicina preventiva e aperfeiçoamento do instrumental de diagnósticos.
Além disso, pode-se destacar o surgimento de uma nova ordem mundial pautada em uma nova DIT (Divisão Internacional do Trabalho), resultante da desconcentração industrial mediante a ação das transnacionais em países emergentes, os quais apresentam melhores condições para reprodução do capital, resultando em maior dinamismo econômico tanto em países do antigo Terceiro Mundo como em países que integravam o Segundo Mundo e, consequentemente, melhorando as condições de saúde e educação desses países.

O El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, porque altera padrões de vento em nível mundial. Desse modo, afeta regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Com o auxílio da figura abaixo, responda às questões:



(Adaptado de http://enos.cptec.Inpe.br/)

a) O que acontece com a temperatura das águas do Oceano Pacífico quando ocorre o El Niño? Qual a razão para esse fenômeno ser denominado El Niño?

b) Nos anos em que esse fenômeno ocorre, qual a consequência para a atividade pesqueira do Peru? Qual a alteração do tempo no Nordeste Brasileiro?

Resolução

a) O fenômeno El Niño provoca o aumento das temperaturas das águas oceânicas. O nome El Niño ("O Menino"), de origem espanhola, se deve ao fato do fenômeno de aquecimento das águas do Pacífico ocorrer na véspera do fim do ano, na costa oeste da América do Sul, na época próxima à comemoração do Natal. O nome então é uma referência ao nascimento de Jesus Cristo (O Menino).

b) Na costa do Peru, a ocorrência do El Niño desvia a corrente marinha fria de Humboldt (ou do Peru) para oeste, para o Oceano Pacífico, causando a queda na atividade pesqueira, prejudicando uma das mais importantes fontes de renda do país e interferindo no fornecimento de pescado, um dos principais gêneros alimentícios do país. Além disso, o desvio da corrente marinha fria de Humboldt pode também alterar os índices de umidade da costa peruana.

Segundo se teoriza, o fenômeno El Niño interfere no clima do Brasil, em várias regiões. No Nordeste, ele provoca a intensificação do fenômeno da seca ao reter no centro-sul do País as massas de ar, responsáveis pela chuva, pois essas massas levam a umidade, principalmente, para a região do Sertão.

Leia abaixo o trecho da música *Tropicália*, de Caetano Veloso (1968). A seguir responda às questões:

"Sobre a cabeça os aviões
Sob os meus pés os caminhões
Aponta contra os chapadões
Meu nariz.
Eu organizo o movimento
Eu oriento o carnaval
Eu inauguro o monumento no planalto central do país."

a) O movimento tropicalista, do qual Caetano Veloso foi um representante, traça um retrato "cantado" do Brasil. Segundo algumas interpretações, na música *Tropicália* o autor contesta a ideologia que dominava o pensamento político do Brasil, principalmente entre as décadas de 1930 e 1960, mostrando as contradições da modernização subdesenvolvida do Brasil. A que fatos se referem os versos segundo e sétimo do trecho da música *Tropicália* acima reproduzida?

b) Brasília, inaugurada em 1960, completa 50 anos em 2010. A sua construção no Planalto Central era um velho sonho do Estado brasileiro desde o Império. Aponte duas justificativas para a construção de Brasília.

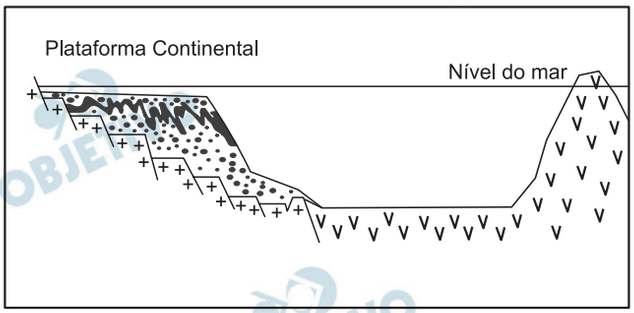
Resolução

a) Tendo como referência o aspecto contraditório da modernização subdesenvolvida do Brasil, o segundo verso – " Sob os meus pés os caminhões" – pode fazer alusão à política de transportes adotada no Brasil, a partir da década de 1950, fundamentada no Sistema Rodoviário, que foi fomentada pelo capital multinacional do setor automobilístico. Mas pode, também, aludir ao trabalhador que afluiu para o Planalto Central, denominado "candango", oriundo de diversas porções do País, sobretudo da Região Nordeste, que, a despeito de ter sido fundamental para a construção na nova capital, não foi incorporado plenamente a seu projeto.

O sétimo verso – " Eu inauguro o monumento no planalto central do país." – faz referência à construção de Brasília, a nova capital do Brasil, no Planalto Central.

b) A construção de Brasília e a transferência da capital federal para o interior do Brasil visou interiorizar o povoamento; ocupar efetivamente a porção central do território nacional; situar a capital em área menos vulnerável a uma agressão externa; e principalmente separar o centro de decisões políticas do País das áreas de maior pressão popular. Secundariamente, pode-se indicar, ainda, que a transferência da capital, uma cidade planejada, para o interior do País, possibilitaria um controle mais efetivo do espaço nacional.

Observe, na figura abaixo, o perfil esquemático da costa brasileira e responda às questões:



Legenda:

- Camada de sal
- Sedimentos Clásticos (areia, silte e argila)
- Rochas vulcânicas
- Rochas do Embasamento Cristalino

(Adaptado de http://www.ibp.org.br)

a) Em termos de composição rochosa, como se diferencia uma ilha situada na plataforma continental de uma ilha oceânica?

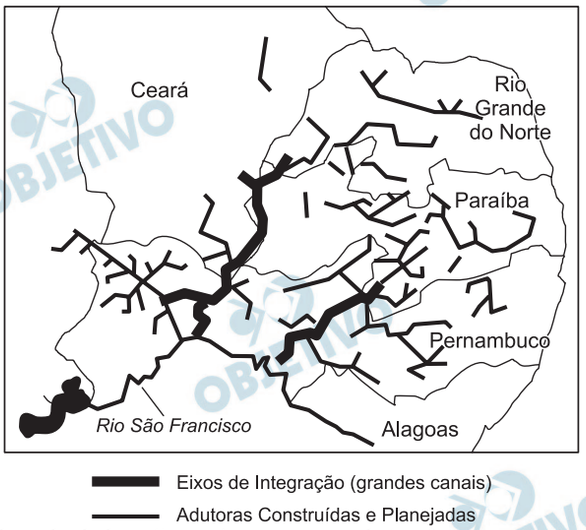
b) Recentemente significativas reservas de petróleo foram encontradas na plataforma continental brasileira, na denominada Bacia de Santos. Esse petróleo foi formado, em parte, em ambiente de águas doces e existem reservatórios muito similares na África. Explique esses fatos.

Resolução

a) A ilha situada na plataforma continental terá a mesma composição rochosa do continente. No caso do exemplo mostrado no perfil, ter-se-ia uma ilha composta, principalmente, por sedimentos clásticos ou algo de formação cristalina, próprio da formação rochosa costeira. Já a ilha oceânica seria composta pelo material próprio dessa região mais distante da costa, independente do material litorâneo. No caso do perfil, essa ilha seria constituída por material vulcânico.

b) As teorias que discutem a formação geológica da crosta terrestre afirmam que, em eras geológicas antigas, mais especificamente na Era Paleozoica, os continentes estavam agrupados, formando um único continente, a Pangeia. A costa oriental do Brasil achava-se agrupada à costa oeste da África, o que se pode afirmar pela presença de rochas, formações vegetais e animais semelhantes. Nesse ambiente, formaram-se áreas de deposição de fósseis em regiões lacustres, tanto na África quanto no Brasil, dando origem aos primeiros depósitos que, posteriormente, formariam reservatórios de petróleo, pela decomposição desses fósseis. Isso explica a presença de reservas de petróleo tanto na costa brasileira quanto na africana.

O mapa abaixo representa a área abrangida pelo projeto de transposição do rio São Francisco.



(Adaptado de http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/integracao/info_ampliado.asp.)

a) Qual o principal bioma a ser atingido pela transposição do São Francisco? Dê duas características desse bioma.

b) Indique um impacto positivo e outro negativo esperados no projeto de transposição do São Francisco.

Resolução

a) O principal bioma atingido pela transposição do Rio São Francisco é a caatinga, uma formação vegetal xerófita composta por uma associação de espécies cactáceas, bromeliáceas e arbustiva, associada ao clima tropical semiárido, litossolos com pouca permeabilidade e rios intermitentes.

b) Impactos positivos: a transposição poderá possibilitar a perenização de alguns rios do sertão setentrional, onde a população que vive da agricultura sofre o fenômeno da seca de forma mais pronunciada, e como consequência dessa perenização, a irrigação agrícola, a dessedentarização animal e o desenvolvimento da carcinicultura, assim como o abastecimento da própria população sertaneja poderão trazer melhorias em suas condições de vida.

Impactos negativos: elevados custos operacionais da obra, cujas verbas poderiam ser mais bem utilizadas na revitalização do próprio rio e afluentes; redução do fluxo de águas a jusante (rio abaixo), resultando em menor disponibilidade da água para geração de energia hidroelétrica; e, no meio ambiente, poderá haver maior infiltração e evaporação da água e, consequentemente, a salinização do solo, com repercussões negativas na formação vegetal.

Leia o trecho e responda às questões:

A prática do crime é tão antiga quanto a própria humanidade. Mas o crime global, a formação de redes entre poderosas organizações criminosas e seus associados, com atividades compartilhadas em todo o planeta, constitui um novo fenômeno que afeta profundamente a economia no âmbito internacional e nacional, a política, a segurança e, em última análise, as sociedades em geral. A *Cosa Nostra* siciliana (e suas associadas *La Camorra*, *Ndrangheta* e *Sacra Corona Unita*), a máfia norte-americana, os narcotraficantes colombianos, os cartéis mexicanos, as redes criminosas nigerianas, a *Yakuza* do Japão, as tríades chinesas, a constelação formada pelas *mafiyas* russas, os traficantes de heroína da Turquia, as *posses* jamaicanas e um sem-número de grupos criminosos locais e regionais em todos os países do mundo uniram-se em uma rede global e diversificada que ultrapassa fronteiras e estabelece vínculos de todos os tipos. (Adaptado de Manuel Castells, *Fim de milênio*. A era da informação: economia, sociedade e cultura, v. 3. São Paulo: Paz e Terra, 1999, p. 203 – 204.)

a) Com a exceção dos narcóticos, quais são os principais produtos que as organizações criminais transnacionais (ou com conexões internacionais) comercializam?

b) A Colômbia apresenta um histórico de violência, com forte presença do crime organizado. Além do narcotráfico existem grupos guerrilheiros e grupos paramilitares. Entre os grupos guerrilheiros ressaltem-se as FARCs (Forças Armadas Revolucionárias) e o ELN (Exército de Libertação Nacional), que se confrontam com o exército, a polícia e grupos paramilitares. Qual a relação da guerrilha com o narcotráfico? O que é um grupo paramilitar?

Resolução

a) Atendo-se estritamente à expressão utilizada no texto da questão proposta e, portanto, considerando produto aquilo que é produzido ou resultado de um trabalho, podem-se relacionar: armamentos, minérios e gemas, produtos industrializados sem o devido controle legal, peles (e qualquer outra substância obtida da exploração ilegal da fauna ou da flora), materiais radioativos, produtos transgênicos e obras de arte. No tráfico internacional, ainda se destacam, mas sem a restrita classificação como produto: crianças, órgãos humanos, escravos, trabalhadores, mulheres, animais silvestres, plantas etc.

b) Historicamente, num primeiro momento, a guerrilha combatia as atividades relacionadas ao narcotráfico. Numa etapa posterior, a guerrilha passou a ver o narcotráfico como uma interessante fonte de recursos para as suas ações, impondo-lhe uma cobrança para não interferir em suas atividades. Mais recentemente, observa-se uma grande promiscuidade entre ambas as atividades. A guerrilha custeia-se com os negócios do

narcotráfico, muitas vezes cobra para proteger a atividade narcotraficante, quando não está associada diretamente a ela, partilhando os resultados do comércio ilegal.

Um grupo paramilitar é um grupo militarizado mas que não é formalmente ligado ao poder estatal. Trata-se, geralmente, de milícias financiadas por interesses privados, não raramente ilegais, e que atuam em função de seus interesses.

19

A evapotranspiração constitui a fonte de umidade atmosférica a partir da movimentação de água através do ciclo hidrológico. Nas áreas continentais os máximos de evaporação ocorrem nas regiões equatoriais. (Adaptado de Kenitiro Suguio e João J. Bigarella, *Ambientes Fluviais*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1990, p.5.)

a) Quais fatores determinam a maior evapotranspiração nas regiões equatoriais do globo?

b) Quais os processos que compõem a evapotranspiração?

Resolução

a) As regiões equatoriais do globo são aquelas que sofrem a maior insolação na superfície da Terra. Essa maior quantidade de calor recebida do Sol é a principal responsável pelo maior grau de evaporação apresentada por Zona Intertropical, especificamente, as zonas equatoriais.

b) A evapotranspiração é um dos principais elementos do ciclo hidrológico. Ela ocorre por causa da produção de vapor oriundo da transpiração dos vegetais, da evaporação das lâminas de água, como rios, lagos, lagoas, mares, oceanos e até o lençol freático, atingidos por uma maior incidência de calor . Esse vapor, em suspensão na atmosfera, pode-se condensar em neblinas, nuvens (das mais diversas formas) e, eventualmente, precipitar-se, fazendo retornar ao solo e aos corpos aquáticos a água, dando, assim, sequência ao ciclo hidrológico.

Leia o trecho a seguir e responda às questões:

O Brasil faz fronteira com dez países da América do Sul, entre os doze existentes, o que reforça o caráter estratégico dessa área para a competitividade do país e para a integração do continente. Mas, grande parte das regiões de fronteira está isolada dos centros nacionais, quer pela ausência de redes de transportes e de comunicação, quer pelo peso político e econômico menor que possui. Na escala local-regional, o meio geográfico que melhor caracteriza a zona de fronteira é aquele formado pelas cidades gêmeas nos limites entre os países. Essas cidades gêmeas apresentam fluxos transfronteiriços com elementos comuns, que geram interações. (Adaptado de Lia Osório Machado, Estado, territorialidade, redes: cidades gêmeas na zona de fronteira sul-americana em Maria Laura Silveira (org.), *Continente em chamas: globalização e território na América Latina*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005, p. 258; e do Programa de Desenvolvimento de Faixa de Fronteira. Brasília: Ministério da Integração Nacional em: www.mi.gov.br/programasregionais/ fronteira.asp?area=spr_fronteira. Acesso em: 12 out. 2009.)

a) Comente, sucintamente, dois elementos incentivadores de fluxos transfronteiriços entre cidades gêmeas.

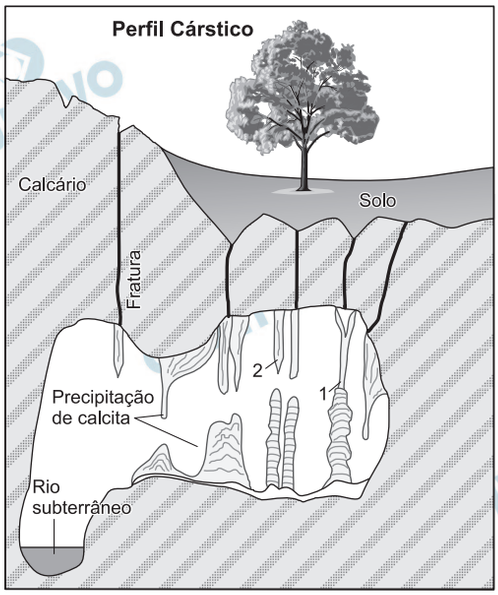
b) Aponte dois projetos nacionais elaborados entre as décadas de 1980 e 1990 que podem ser considerados como estratégicos para a manutenção das fronteiras brasileiras.

Resolução

a) Um dos elementos é a complementaridade de serviços nas áreas de saúde, educação, emprego, assim como os setores comercial e financeiro. Essa complementaridade diz respeito a carências de uma cidade e a disponibilidade na outra, fato que resultará nos deslocamentos populacionais de uma cidade para outra. Outro elemento é a maior proximidade geográfica entre essas cidades de fronteira, diante do maior isolamento de cada uma delas em relação aos centros urbanos mais dinâmicos no âmbito nacional. Além dessa proximidade locacional, podemos destacar também uma proximidade sociocultural pautada em tradições comuns aos dois povos.

b) Projeto Calha Norte, da década de 1980, criado com a finalidade de controlar as fronteiras norte e noroeste do Brasil, e o Projeto Sivam (Sistema de Vigilância da Amazônia), criado na década de 1990 com a finalidade de manter a vigilância do espaço e da fronteira da Amazônia.

O relevo cárstico ou *karst* refere-se predominantemente a feições subterrâneas, como cavernas. Observe a representação na figura abaixo e responda às questões:



(Adaptado de W. Teixeira et al., *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 131.)

a) Quais as condições básicas para o desenvolvimento do modelado cárstico?

b) Defina os nomes dos espeleotemas indicados na figura pelos números 1 e 2.

Resolução

a) O modelado cárstico exige a presença de rochas sedimentares formadas por calcário, altamente friáveis, e a movimentação de água subterrânea que dará forma às cavernas pela erosão. É também necessária a infiltração de água através do solo, para que ela percole através do teto da caverna, permitindo a acumulação do material calcário, tanto no teto quanto na base da caverna.

b) O espeleotema 1 é conhecido como coluna, que resulta da junção de uma estalactite, formada pela agregação da calcita a partir do teto da caverna, com uma estalagmite que resulta da deposição da calcita, que se acumula a partir do solo. Já o espeleotema 2 é a chamada estalactite, formada, como já se citou, quando a agregação da calcita se dá pela parte superior (ou seja, o teto) da caverna.

O impacto sobre São Paulo dos migrantes nordestinos, que chegaram à cidade no meio do século XX, foi tão grande quanto os efeitos produzidos pelos imigrantes que vieram da Europa, do Oriente Médio e da Ásia em décadas anteriores. Nos dois casos, os que dominavam a cidade incentivaram a vinda desses trabalhadores e suas famílias (...). Entretanto, os efeitos sociais e políticos foram sempre mais difíceis de digerir como demonstram os casos recentes de uma prefeita da cidade e de um presidente da República, nascidos no Nordeste, e objetos em São Paulo de preconceitos nada sutis. (Adaptado de Paulo Fontes, *Um Nordeste em São Paulo – Trabalhadores migrantes em São Miguel Paulista (1945-66)*. Rio de Janeiro: FGV, 2008. p.13.)

a) Qual a maior cidade nordestina **fora** do Nordeste brasileiro? Por que houve o incentivo ao processo imigratório de nordestinos para São Paulo?

b) Quais as principais determinantes sociais e econômicas do processo migratório de nordestinos para São Paulo em meados do século XX?

Resolução

a) Entendendo-se por "cidade nordestina" a cidade com a maior concentração de imigrantes nordestinos, pode-se indicar a cidade de São Paulo como a maior, fora da Região Nordeste.

Houve um grande incentivo à imigração de nordestinos para São Paulo, sobretudo para a capital paulista, pois a partir da década de 1950, cresceu a demanda por mão de obra devido à expansão da indústria e das atividades urbanas, em geral.

b) O fluxo migratório Nordeste - São Paulo intensificou-se em meados do século XX com o advento da industrialização, acompanhada de forte urbanização.

O desenvolvimento econômico de São Paulo constituiu um importante fator atrativo dos migrantes que partiam do Nordeste. Como fatores repulsivos, característicos das áreas de origem dos imigrantes, destacam-se a concentração fundiária, a fragilidade da economia, principalmente nas áreas sertanejas, agravados por problemas de ordem natural, como as prolongadas estiagens.

"O campesinato neste continente [América Latina] sempre precisou se movimentar para procurar terras de trabalho. Locomove-se movido pelo interesse de trabalhar com terras e ao mesmo tempo à procura delas. Ora consegue-as por ocupações e as perde por despejo judicial ou por grilagem; ora perde-as economicamente em função da política de preços que leva à perda de prazos de vencimento da hipoteca consumada para obter crédito para a lavoura. Perde-as ainda em função de determinações mais estruturais do processo de acumulação capitalista no campo em cada conjuntura – proletarização, subordinação à agroindústria ou transformação do segmento de produtores familiares numa determinada área em bolsão de reserva para o capital enquanto mão de obra disponível para exploração eventual ou intermitente. Ou, como pequeno produtor, se proprietário permanentemente endividado, acaba amarrado a contratos draconianos de parceria com os 'tubarões' da agricultura de exportação." (Ana Maria Motta Ribeiro, Sociologia do narcotráfico na América Latina e a questão camponesa, em Ana Maria Motta Ribeiro; Jorge Atílio S. Iulianelli (Orgs.), *Narcotráfico e violência no campo*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000, p.24.)

a) O que significa grilagem de terras? Como surge o termo "grilagem"?

b) Como a estrutura agrária contribui para o processo migratório de camponeses, em vários sentidos e direções, pelo interior do Brasil?

Resolução

a) Grilagem é a posse, ocupação indireta, fundada em documento fraudulento. O grileiro se apossa de terra de terceiro ou devoluta a partir de título falso, ou de título legítimo que lhe confere dimensão menor.
O termo grilagem designa a prática de falsificação de documentos na qual são empregados grilos para alterar o aspecto do papel, dando-lhe uma aparência antiga.

b) Se a terra é mal distribuída, se poucos têm acesso a terra, um grande número de trabalhadores fica impossibilitado de trabalhar e assegurar sua subsistência, deslocando-se em busca de trabalho e/ou oportunidades para outras regiões. As grandes propriedades podem, ainda, ser improdutivas, o que não contribui efetivamente para a geração de empregos e para a fixação da população em algumas áreas rurais.

"Em 1985, viviam na Região Metropolitana de São Paulo mais de 14 milhões de pessoas. A maioria mora em habitações precárias – favelas, cortiços e casas autoconstruídas em terrenos destituídos de serviços públicos – e ganha poucos salários mínimos por mês, revelando um acentuado grau de pauperismo e precárias condições urbanas de existência. A Região configura-se enquanto Metrópole não só pela sua extensão territorial, mas também porque é a partir dela que se organiza a dinâmica do capitalismo no Brasil, pois aí se concentra a engrenagem produtiva essencial à economia do País (...)."

(Lúcio Kowarick, *Escritos urbanos*. São Paulo: Ed. 34, 2000, p.19.)

a) O que define uma metrópole?

b) Identifique dois fatores econômicos determinantes na metropolização de São Paulo.

Resolução

a) Uma cidade adquire a classificação como metrópole pelo seu equipamento urbano, sua infraestrutura, seu grande porte econômico, seu grau de polarização e organização do espaço ao seu redor, exercendo poder centralizador na hierarquia urbana.

b) A dinâmica econômica da cidade determinou a sua expansão física. Essa expansão levou à incorporação de municípios vizinhos, formando um único complexo urbano. Entre os fatores econômicos determinantes desse processo de metropolização, destacam-se o crescimento industrial e a expansão do setor de serviços, notadamente, com a presença de centros administrativos transnacionais, dinâmicos centros financeiros e excelente rede de transporte e telecomunicações.