

**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.

### Questão 1

Em muitas praças de pedágio de rodovias existe um sistema que permite a abertura automática da cancela. Ao se aproximar, um veículo munido de um dispositivo apropriado é capaz de trocar sinais eletromagnéticos com outro dispositivo na cancela. Ao receber os sinais, a cancela abre-se automaticamente e o veículo é identificado para posterior cobrança. Para as perguntas a seguir, desconsidere o tamanho do veículo.

- Um veículo aproxima-se da praça de pedágio a 40 km/h. A cancela recebe os sinais quando o veículo se encontra a 50 m de distância. Qual é o tempo disponível para a completa abertura da cancela?
- O motorista percebe que a cancela não abriu e aciona os freios exatamente quando o veículo se encontra a 40 m da mesma, imprimindo uma desaceleração de módulo constante. Qual deve ser o valor dessa desaceleração para que o veículo pare exatamente na cancela?

### Resposta

a) Considerando que o movimento do carro seja uniforme, e sabendo que  $40 \text{ km/h} = \frac{40}{3,6} \text{ m/s}$ , o

tempo disponível ( $t$ ) é dado por:

$$t = \frac{\Delta S}{v} \Rightarrow t = \frac{50}{\frac{40}{3,6}} \Rightarrow \boxed{t = 4,5 \text{ s}}$$

b) O valor em módulo da desaceleração ( $|a|$ ) pode ser obtido por:

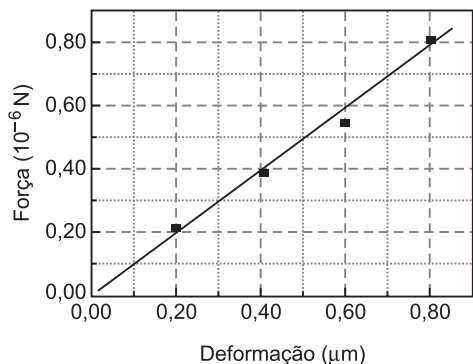
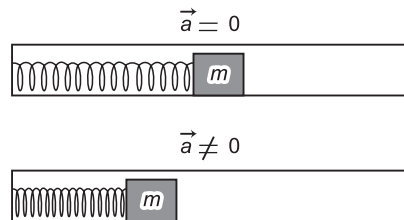
$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow 0 = \left(\frac{40}{3,6}\right)^2 + 2 \cdot a \cdot 40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{|a| = 1,5 \text{ m/s}^2}$$

### Questão 2

Sensores de dimensões muito pequenas têm sido acoplados a circuitos micro-eletrônicos. Um exemplo é um medidor de aceleração que consiste de uma massa  $m$  presa a uma micro-mola de constante elástica  $k$ . Quando o conjunto é submetido a uma aceleração  $\vec{a}$ , a micro-mola se deforma, aplicando uma força  $\vec{F}_{el}$  na massa (ver diagrama abaixo). O gráfico abaixo do diagrama mostra o módulo da força aplicada versus a deformação de uma micro-mola utilizada num medidor de aceleração.

- Qual é a constante elástica  $k$  da micro-mola?
- Qual é a energia necessária para produzir uma compressão de  $0,10 \mu\text{m}$  na micro-mola?
- O medidor de aceleração foi dimensionado de forma que essa micro-mola sofra uma deformação de  $0,50 \mu\text{m}$  quando a massa tem uma aceleração de módulo igual a 25 vezes da aceleração da gravidade. Qual é o valor da massa  $m$  ligada à micro-mola?



**Resposta**

a) Como a inclinação do gráfico dado fornece a constante  $k$  da mola, temos:

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{0,8 \cdot 10^{-6} - 0}{0,8 \cdot 10^{-6} - 0} \Rightarrow \boxed{k = 1,0 \text{ N/m}}$$

b) A energia  $E$  necessária para produzir a compressão de  $0,1 \mu\text{m}$  é dada por:

$$E = \frac{kx^2}{2} = \frac{1 \cdot (0,1 \cdot 10^{-6})^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{E = 5,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}}$$

c) Considerando a aceleração na direção da deformação da mola, da Equação Fundamental da Dinâmica, temos:

$$R = F_{el.} \Rightarrow m\gamma = kx \Rightarrow m \cdot 25 \text{ g} = kx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{kx}{25 \text{ g}} = \frac{1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{25 \cdot 10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{m = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ kg}}$$

**Questão 3**

Suponha que o esquilo do filme “A Era do Gelo” tenha desenvolvido uma técnica para recolher nozes durante o percurso para sua toca. Ele desliza por uma rampa até atingir uma superfície plana com velocidade de 10 m/s. Uma vez nessa superfície, o esquilo passa a apanhar nozes em seu percurso. Todo o movimento se dá sobre o gelo, de forma que o atrito pode ser desprezado. A massa do esquilo é de 600 g e a massa de uma noz é de 40 g.

- a) Qual é a velocidade do esquilo após colher 5 nozes?
- b) Calcule a variação da energia cinética do conjunto formado pelo esquilo e pelas nozes entre o início e o final da coleta das 5 nozes.

**Resposta**

a) Supondo que o sistema formado pelo esquilo e pelas nozes seja isolado, temos:

$$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois} \Rightarrow m_e \cdot v_0 = (m_e + 5 m_n) \cdot v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,6 \cdot 10 = (0,6 + 5 \cdot 0,04) \cdot v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v = 7,5 \text{ m/s}}$$

b) A variação da energia cinética é dada por:

$$\Delta E = \frac{(m_e + 5m_n)v^2}{2} - \frac{m_e \cdot v_0^2}{2} \Rightarrow$$

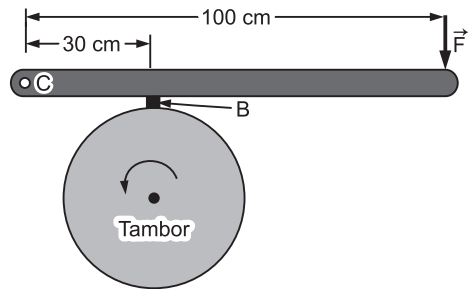
$$\Rightarrow \Delta E = \frac{(0,6 + 5 \cdot 0,04) \cdot 7,5^2}{2} - \frac{0,6 \cdot 10^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta E = -7,5 \text{ J}}$$

**Questão 4**

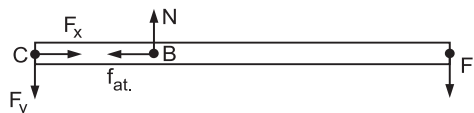
Um freio a tambor funciona de acordo com o esquema da figura abaixo. A peça de borracha B é pressionada por uma alavanca sobre um tambor cilíndrico que gira junto com a roda. A alavanca é acionada pela força  $F$  e o pino no ponto C é fixo. O coeficiente de atrito cinético entre a peça de borracha e o tambor é  $\mu_c = 0,40$ .

- a) Qual é o módulo da força normal que a borracha B exerce sobre o tambor quando  $F = 750 \text{ N}$ ? Despreze a massa da alavanca.
- b) Qual é o módulo da força de atrito entre a borracha e o tambor?
- c) Qual é o módulo da força aplicada pelo pino sobre a alavanca no ponto C?



**Resposta**

As forças que atuam sobre a alavanca, desprezando-se o peso da mesma, são dadas por:



a) Tomando o ponto C como pólo, do equilíbrio ( $\sum M(C) = 0$ ), vem:

$$N \cdot CB = F \cdot CF \Rightarrow N \cdot 30 = 750 \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{N = 2\,500 \text{ N}}$$

b) O atrito dinâmico em B tem módulo dado por:

$$f_{at.} = \mu_c \cdot N \Rightarrow f_{at.} = 0,40 \cdot 2\,500 \Rightarrow \boxed{f_{at.} = 1\,000\text{ N}}$$

c) Do equilíbrio da alavanca, temos:

• Na horizontal:

$$\vec{R} = \vec{0} \Rightarrow F_x = f_{at.} \Rightarrow F_x = 1\,000\text{ N}$$

• Na vertical:

$$\vec{R} = \vec{0} \Rightarrow N = F_y + F \Rightarrow 2\,500 = F_y + 750 \Rightarrow F_y = 1\,750\text{ N}$$

Assim, a força ( $F_C$ ) aplicada pelo pino sobre a alavanca em C tem módulo dado por:

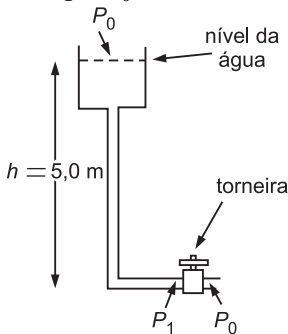
$$F_C = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F_C = \sqrt{1\,000^2 + 1\,750^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{F_C = 2\,016\text{ N}}$$

### Questão 5

Uma torneira é usada para controlar a vazão  $\Phi$  da água que sai de um determinado encaenamento. Essa vazão (volume de água por unidade de tempo) relaciona-se com a diferença de pressão dos dois lados da torneira (ver figura) pela seguinte expressão:

$$P_1 - P_0 = Z \times \Phi.$$



Nesta expressão,  $Z$  é a resistência ao fluxo de água oferecida pela torneira. A densidade da água é  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e a pressão atmosférica  $P_0$  é igual a  $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

- Qual é a unidade de  $Z$  no Sistema Internacional?
- Se a torneira estiver fechada, qual será a pressão  $P_1$ ?
- Faça uma estimativa da vazão de uma torneira doméstica, tomando como base sua experiência cotidiana. A partir dessa estimativa, encontre a resistência da torneira, supondo que a diferença de pressão ( $P_1 - P_0$ ) seja igual a  $4,0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ .

### Resposta

a) Em unidades fundamentais do SI, temos:

$$[P] = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

$$[\Phi] = \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow [Z] = \frac{\text{kg}}{\frac{\text{m} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^3}} \Rightarrow$$

$$[Z] = \frac{[P]}{[\Phi]}$$

$$\Rightarrow \boxed{[Z] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \cdot \text{s}}}$$

Existem outros formatos para a resposta que utilizam unidades não fundamentais, por exemplo:

$$[Z] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \cdot \text{s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^5} = \frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{m}^6} = \frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^3}$$

b) Pela Lei de Stevin, temos:

$$P_1 - P_0 = \mu gh \Rightarrow P_1 - 1,0 \cdot 10^5 =$$

$$= 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{P_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

c) Tomando como base o fato de uma torneira doméstica encher uma garrafa de 1 l no tempo de 5 s, sua vazão é:

$$\Phi = \frac{1}{5} \cdot \frac{\ell}{\text{s}} = 2,0 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Assim, a resistência ao fluxo é dada por:

$$P_1 - P_0 = Z \cdot \Phi \Rightarrow 4,0 \cdot 10^4 = Z \cdot 2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Z = 2,0 \cdot 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^4 \cdot \text{s}}}$$

### Questão 6

Em agosto de 2006, Plutão foi reclassificado pela União Astronômica Internacional, passando a ser considerado um planeta-anão. A terceira Lei de Kepler diz que  $T^2 = K a^3$ , onde  $T$  é o tempo para um planeta completar uma volta em torno do Sol, e  $a$  é a média entre a maior e a menor distância do planeta ao Sol. No caso da Terra, essa média é  $a_T = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ , enquanto que para Plutão  $a_P = 60 \times 10^{11} \text{ m}$ . A constante  $K$  é a mesma para todos os objetos em órbita em torno do Sol. A velocidade da luz no vácuo é igual a  $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Dado:  $\sqrt{10} \approx 3,2$ .

- a) Considerando-se as distâncias médias, quanto tempo leva a luz do Sol para atingir a Terra? E para atingir Plutão?
- b) Quantos anos terrestres Plutão leva para dar uma volta em torno do Sol? Expresse o resultado de forma aproximada como um número inteiro.

**Resposta**

a) O tempo para a luz do Sol atingir a Terra ( $t_T$ ) e Plutão ( $t_P$ ) é dado por:

$$t_T = \frac{a_T}{v} \Rightarrow t_T = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} \Rightarrow t_T = 5,0 \cdot 10^2 \text{ s}$$

$$t_P = \frac{a_P}{v} \Rightarrow t_P = \frac{60 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} \Rightarrow t_P = 2,0 \cdot 10^4 \text{ s}$$

b) Pela terceira Lei de Kepler, temos:

$$\frac{T_T^2}{a_T^3} = \frac{T_P^2}{a_P^3} \Rightarrow \frac{T_P^2}{(60 \cdot 10^{11})^3} = \frac{1^2}{(1,5 \cdot 10^{11})^3} \Rightarrow$$

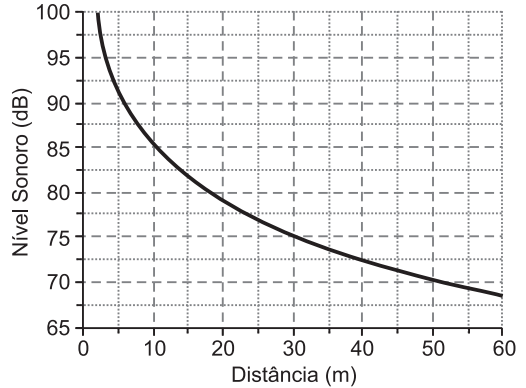
$$\Rightarrow T_P^2 = \left(\frac{60}{1,5}\right)^3 = 40^3 \Rightarrow T_P = 80\sqrt{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_P = 80 \cdot 3,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_P = 256 \text{ anos terrestres}$$

**Questão 7**

O nível sonoro  $S$  é medido em decibéis (dB) de acordo com a expressão  $S = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0}$ , onde  $I$  é a intensidade da onda sonora e  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  é a intensidade de referência padrão correspondente ao limiar da audição do ouvido humano. Numa certa construção, o uso de proteção auditiva é indicado para trabalhadores expostos durante um dia de trabalho a um nível igual ou superior a 85 dB. O gráfico abaixo mostra o nível sonoro em função da distância a uma britadeira em funcionamento na obra.



- a) A que distância mínima da britadeira os trabalhadores podem permanecer sem proteção auditiva?
- b) A frequência predominante do som emitido pela britadeira é de 100 Hz. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, qual é o comprimento de onda para essa frequência?
- c) Qual é a intensidade da onda sonora emitida pela britadeira a uma distância de 50 m?

**Resposta**

- a) Do gráfico, para um nível sonoro de 85 dB, temos a distância mínima de 10 m, em que os trabalhadores podem permanecer sem proteção auditiva.
- b) Da equação fundamental da ondulatória, vem:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 340 = \lambda \cdot 100 \Rightarrow \lambda = 3,4 \text{ m}$$

c) Do gráfico, para uma distância de 50 m, temos que o nível sonoro é de 70 dB. Assim, temos:

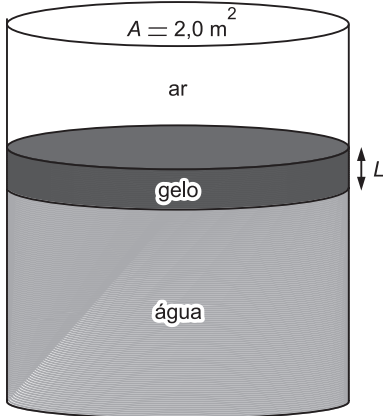
$$S = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 70 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = 10^{-5} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

**Questão 8**

Nas regiões mais frias do planeta, camadas de gelo podem se formar rapidamente sobre um volume de água a céu aberto. A figura

abaixo mostra um tanque cilíndrico de água cuja área da base é  $A = 2,0 \text{ m}^2$ , havendo uma camada de gelo de espessura  $L$  na superfície da água. O ar em contato com o gelo está a uma temperatura  $T_{ar} = -10^\circ\text{C}$ , enquanto a temperatura da água em contato com o gelo é  $T_{ag} = 0,0^\circ\text{C}$ .



a) O calor é conduzido da água ao ar através do gelo. O fluxo de calor  $\Phi_{cal}$ , definido como a quantidade de calor conduzido por unidade de tempo, é dado por  $\Phi_{cal} = kA \frac{T_{ag} - T_{ar}}{L}$ ,

onde  $k = 4,0 \times 10^{-3} \text{ cal/(s cm } ^\circ\text{C)}$  é a condutividade térmica do gelo. Qual é o fluxo de calor  $\Phi_{cal}$ , quando  $L = 5,0 \text{ cm}$ ?

b) Ao solidificar-se, a água a  $0^\circ\text{C}$  perde uma quantidade de calor que é proporcional à massa de água transformada em gelo. A constante de proporcionalidade  $L_S$  é chamada de calor latente de solidificação. Sabendo-se que o calor latente de solidificação e a densidade do gelo valem, respectivamente,  $L_S = 80 \text{ cal/g}$  e  $\rho_g = 0,90 \text{ g/cm}^3$ , calcule a quantidade de calor trocado entre a água e o ar para que a espessura do gelo aumente de  $5,0 \text{ cm}$  para  $15 \text{ cm}$ .

**Resposta**

a) Sabendo que  $2 \text{ m}^2 = 2 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$ , o fluxo de calor ( $\Phi_{cal}$ ) é dado por:

$$\Phi_{cal} = k \cdot A \cdot \frac{T_{ag} - T_{ar}}{L} = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0 \cdot 10^4 \cdot \frac{0 - (-10)}{5,0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Phi_{cal} = 160 \text{ cal/s}$$

b) Para que a espessura do gelo cresça de  $5 \text{ cm}$  para  $15 \text{ cm}$ , é necessário que se solidifique um volume de água de  $V = A \cdot \Delta h = 2,0 \cdot 10^4 \cdot 10 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ cm}^3$ . Assim, a quantidade de calor ( $Q$ ) pedida é dada por:

$$Q = m \cdot L_S$$

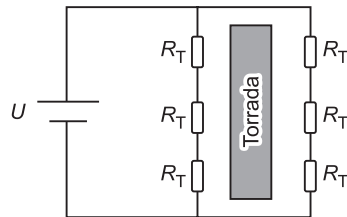
$$m = \rho_g \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \rho_g \cdot V \cdot L_S = 0,90 \cdot 2,0 \cdot 10^5 \cdot 80 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 1,44 \cdot 10^7 \text{ cal}$$

**Questão 9**

O diagrama abaixo representa um circuito simplificado de uma torradeira elétrica que funciona com uma tensão  $U = 120 \text{ V}$ . Um conjunto de resistores  $R_T = 20 \Omega$  é responsável pelo aquecimento das torradas e um cronômetro determina o tempo durante o qual a torradeira permanece ligada.



a) Qual é a corrente que circula em cada resistor  $R_T$  quando a torradeira está em funcionamento?

b) Sabendo-se que essa torradeira leva  $50 \text{ segundos}$  para preparar uma torrada, qual é a energia elétrica total consumida no preparo dessa torrada?

c) O preparo da torrada só depende da energia elétrica total dissipada nos resistores. Se a torradeira funcionasse com dois resistores  $R_T$  de cada lado da torrada, qual seria o novo tempo de preparo da torrada?

**Resposta**

a) A corrente ( $i$ ) em cada resistor é dada por:

$$i = \frac{U}{3R_T} = \frac{120}{3 \cdot 20} \Rightarrow i = 2,0 \text{ A}$$

b) Sendo a corrente total  $2i$ , a energia ( $E$ ) é obtida por:

$$\begin{aligned} E &= P \cdot \Delta t \\ P &= U \cdot 2i \Rightarrow E = U \cdot 2i \cdot \Delta t \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow E = 120 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 50 \Rightarrow \boxed{E = 24 \text{ kJ}}$$

c) O tempo ( $\Delta t$ ) necessário para que a torrada fique pronta é dado por:

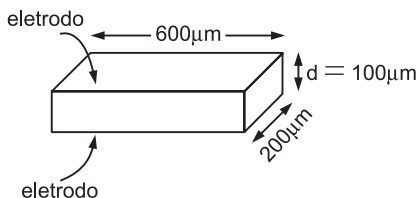
$$\begin{aligned} E &= P \cdot \Delta t \\ P &= \frac{U^2}{R_{eq}} \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{U^2} \cdot R_{eq}. \end{aligned}$$

Sendo a resistência equivalente inicial  $\frac{3R_T}{2}$  e a final  $R_T$ , temos:

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{E}{U^2} \cdot \frac{3R_T}{2} \\ \Delta t' &= \frac{E}{U^2} \cdot R_T \end{aligned} \Rightarrow \frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{50}{\Delta t'} = \frac{3}{2} \Rightarrow \Delta t' = 33,3 \text{ s}$$

### Questão 10

Numa tela de televisor de plasma, pequenas células contendo uma mistura de gases emitem luz quando submetidas a descargas elétricas. A figura abaixo mostra uma célula com dois eletrodos, nos quais uma diferença de potencial é aplicada para produzir a descarga. Considere que os eletrodos formam um capacitor de placas paralelas, cuja capacitância é dada por  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ , onde  $\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $A$  é a área de cada eletrodo e  $d$  é a distância entre os eletrodos.



- Calcule a capacitância da célula.
- A carga armazenada em um capacitor é proporcional à diferença de potencial aplicada, sendo que a constante de proporcionalidade é a capacitância. Se uma diferença de potencial igual a 100 V for aplicada nos eletrodos da célula, qual é a carga que será armazenada?

c) Se a carga encontrada no item b) atravessar o gás em  $1 \mu\text{s}$  (tempo de descarga), qual será a corrente média?

### Resposta

a) Sendo  $A = 600 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10^{-6} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ , temos:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} = \frac{8,9 \cdot 10^{-12} \cdot 1,2 \cdot 10^{-7}}{100 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{C = 1,1 \cdot 10^{-14} \text{ F}}$$

b) A carga ( $Q$ ) armazenada é dada por:

$$Q = C \cdot U = 1,1 \cdot 10^{-14} \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = 1,1 \cdot 10^{-12} \text{ C}}$$

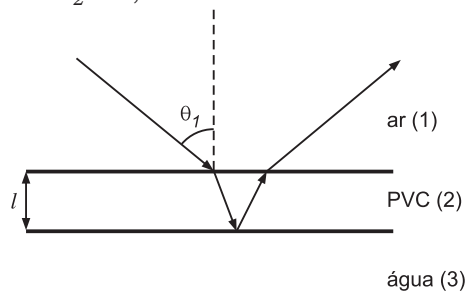
c) Da definição de intensidade média de corrente, vem:

$$i_m = \frac{|Q|}{\Delta t} = \frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{i_m = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ A}}$$

### Questão 11

Uma gota de cola plástica à base de PVC cai sobre a superfície da água parada de um tanque, formando um filme sólido (camada fina) de espessura  $l = 4,0 \times 10^{-7} \text{ m}$ . Dado:  $\sqrt{2} \cong 1,4$ .

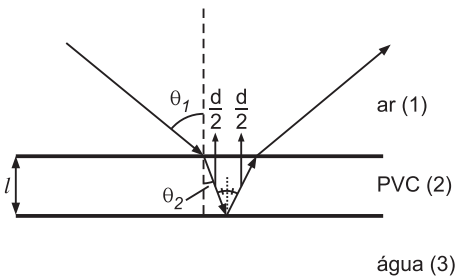
a) Ao passar de um meio de índice de refração  $n_1$  para outro meio de índice de refração  $n_2$ , um raio de luz é desviado de tal forma que  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , onde  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são os ângulos entre o raio em cada meio e a normal, respectivamente. Um raio luminoso incide sobre a superfície superior do filme, formando um ângulo  $\theta_1 = 30^\circ$  com a normal, conforme a figura abaixo. Calcule a distância  $d$  que o raio representado na figura percorre no interior do filme. O índice de refração do PVC é  $n_2 = 1,5$ .



b) As diversas cores observadas no filme devem-se ao fenômeno de interferência. A interferência é construtiva quando a distância  $d$  percorrida pela luz no interior do filme é igual a  $(2k + 1) \frac{\lambda}{2n_2}$ , onde  $k$  é um número natural ( $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ ). Neste caso, a cor correspondente ao comprimento de onda  $\lambda$  torna-se visível para raios incidentes que formam ângulo  $\theta_1$  com a normal. Qual é o comprimento de onda na faixa visível do espectro eletromagnético (400nm – 700nm) para o qual a interferência é construtiva quando o ângulo de incidência é  $\theta_1 = 30^\circ$ ?

**Resposta**

a) Representando na figura a seguir os ângulos  $\theta_1, \theta_2$  e a distância  $d$ , temos:



Assim, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2 \Rightarrow 1 \cdot \text{sen}30^\circ = 1,5 \cdot \text{sen}\theta_2 \Rightarrow$$

$$1 \cdot \frac{1}{2} = 1,5 \cdot \text{sen}\theta_2 \Rightarrow \text{sen}\theta_2 = \frac{1}{3}$$

Da relação  $\text{sen}^2\theta_2 + \text{cos}^2\theta_2 = 1$ , vem:

$$\text{cos}^2\theta_2 = 1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{8}{9} \Rightarrow$$

$$\text{cos}\theta_2 = \frac{2\sqrt{2}}{3} = \frac{2 \cdot 1,4}{3}$$

Assim, a distância  $d$  é dada por:

$$\text{cos}\theta_2 = \frac{\ell}{d} \Rightarrow \frac{2 \cdot 1,4}{3} = \frac{4,0 \cdot 10^{-7}}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{d = 8,57 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

b) Sendo  $d = 8,57 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 857 \text{ nm}$ , temos:

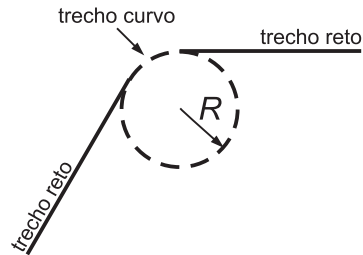
$$d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2n_2} \Rightarrow 857 = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2 \cdot 1,5}$$

Assim, para:  $k = 0 \Rightarrow \lambda_1 = 2571 \text{ nm}$   
 $k = 1 \Rightarrow \lambda_2 = 857 \text{ nm}$   
 $k = 2 \Rightarrow \lambda_3 = 514 \text{ nm}$   
 $k = 3 \Rightarrow \lambda_4 = 367 \text{ nm}$

Portanto, o comprimento de onda na faixa visível do espectro eletromagnético para o qual a interferência é construtiva é de, aproximadamente, 514 nm.

**Questão 12**

Numa fonte de luz síncrotron, como aquela existente no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) de Campinas, elétrons circulam no interior de um tubo com velocidade de módulo  $v$  muito próximo ao da velocidade da luz no vácuo, que é  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ . A trajetória percorrida pelos elétrons é composta de trechos em linha reta e de trechos curvos (arcos de circunferência de raio  $R$ ), como ilustrado na figura abaixo. Nas curvas os elétrons sofrem aceleração centrípeta e, em consequência disso, emitem luz.



a) Se  $R = 3,0 \text{ m}$ , qual é o módulo da aceleração centrípeta do elétron nos trechos curvos da trajetória? Para simplificar o cálculo, considere **neste item** que o módulo da velocidade  $v$  dos elétrons é exatamente igual a  $c$ .

b) Segundo a teoria da relatividade, a energia de um elétron é dada por  $E = \gamma mc^2$ , onde  $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  é a massa do elétron, e  $\gamma$  é uma grandeza adimensional sempre maior do que 1, que depende da velocidade do elétron. No LNLS, a energia do elétron é igual a  $2,1 \times 10^{10} \text{ J}$ . Qual é o valor de  $\gamma$ ?

c) A diferença entre os módulos das velocidades da luz e dos elétrons,  $\Delta v = (c - v)$ , relaciona-se com  $\gamma$  por:  $\Delta v \cong \frac{c}{2\gamma^2}$ . Encontre  $\Delta v$  no caso do LNLS.

**Resposta**

a) O módulo da aceleração centrípeta  $a_{cp}$  é dado por:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} = \frac{(3 \cdot 10^8)^2}{3} \Rightarrow a_{cp} = 3,0 \cdot 10^{16} \frac{m}{s^2}$$

b) O valor de  $\gamma$  é dado por:

$$E = \gamma mc^2 \Rightarrow \gamma = \frac{E}{mc^2} = \frac{2,1 \cdot 10^{-10}}{9 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} \Rightarrow$$

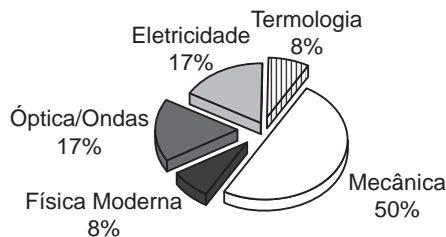
$$\Rightarrow \gamma = 2,6 \cdot 10^3$$

c) De acordo com o enunciado, o valor de  $\Delta v$  é dado por:

$$\Delta v \cong \frac{c}{2\gamma^2} = \frac{3 \cdot 10^8}{2(2,6 \cdot 10^3)^2} \Rightarrow \Delta v = 22 \text{ m/s}$$

**Física – prova mais exigente**

Embora a UNICAMP tenha mantido seu formato geral, com questões contextualizadas e criativas, os candidatos devem ter tido mais trabalho com o exame deste ano. Esta maior dificuldade se deu principalmente pelas perguntas menos diretas e pelo trabalho algébrico. Uma prova exigente e de qualidade.





## Questão 13

Rochas são agregados naturais de grãos de um ou mais minerais. São formadas por diferentes processos, podendo ser classificadas como sedimentares, metamórficas e magmáticas. A partir dessas afirmações, responda:

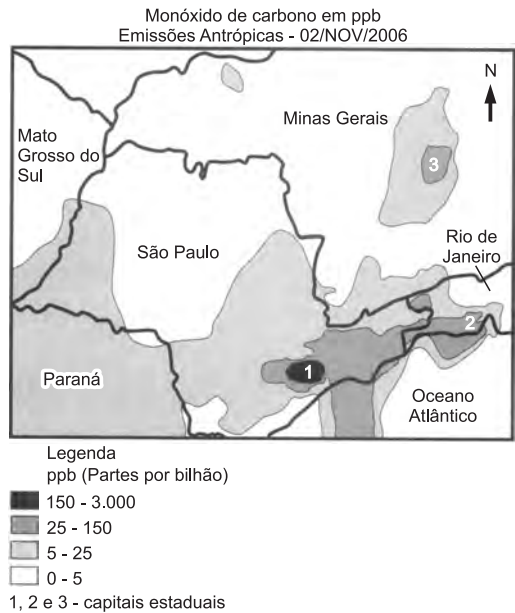
- Quais são as principais diferenças entre as rochas sedimentares e as magmáticas?
- Como se forma uma rocha metamórfica?
- No Brasil, entre o Jurássico e o Cretáceo, houve o surgimento de vários diques de diabásio com direção NW, além de campos de derrames basálticos. A que podemos relacionar o aparecimento de tais diques e derrames basálticos?

### Resposta

- As rochas sedimentares originam-se da deposição de sedimentos resultantes do desgaste constante, graças à ação da água, do vento, do gelo e da variação de temperatura. Já as rochas magmáticas (ou vulcânicas) formam-se pelo resfriamento direto do magma no interior ou sobre a crosta terrestre (intrusiva ou extrusiva, respectivamente).
- As rochas metamórficas resultam da transformação de outras rochas quando submetidas a grandes pressões e altas temperaturas.
- Podemos relacioná-los às ações vulcânicas ocorridas na Era Mesozóica, em território brasileiro, devido aos movimentos tectônicos.

## Questão 14

A figura abaixo indica as emissões de monóxido de carbono antropogênico em ppb (parte por bilhão) em parte da região Sudeste do Brasil, durante o mês de novembro de 2006. Com base na figura, responda:



Fonte: adaptado de <http://www.cptec.inpe.br>

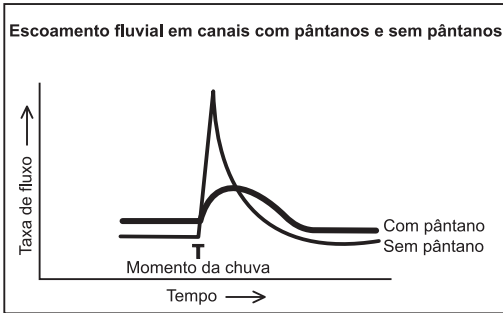
- Quais são os processos que explicam uma maior concentração de monóxido de carbono nos pontos 1, 2 e 3?
- Observa-se uma concentração de monóxido de carbono sobre o oceano, no litoral de São Paulo. Como se pode explicar tal fato, se não há atividades geradoras de monóxido de carbono nesses locais?
- Quais são as conseqüências ambientais dos excessos de emissões de monóxido de carbono?

### Resposta

- São os processos relacionados às áreas de elevada concentração urbana e industrial e de intensa degradação ambiental (diminuição das áreas verdes e poluição atmosférica).
- Tal fato pode ser explicado devido à circulação atmosférica, que faz expandir os poluentes do eixo Rio-São Paulo para o oceano Atlântico.
- Entre as principais conseqüências, temos: intensificação da poluição atmosférica, do efeito estufa e da chuva ácida.

## Questão 15

Pântanos correspondem a planícies em que ocorre concentração de água. Esses locais são essenciais para a dinâmica ambiental. Observe a figura abaixo e responda às perguntas.



Fonte: adaptado de

[http://www.uv.mx/usbi\\_xal/bd/mac/mac12pan.pdf](http://www.uv.mx/usbi_xal/bd/mac/mac12pan.pdf)

- Por que o fluxo de água é mais regular nas bacias fluviais que possuem pântanos?
- O efeito estufa é provocado por fatores de ordem antrópica e natural. Qual é a ação dos pântanos na manutenção do efeito estufa? Justifique sua resposta.
- Quais são os impactos ambientais que os pântanos sofrem em decorrência das atividades humanas?

### Resposta

- Porque os pântanos funcionam como áreas de retenção, isto é, áreas que concentram mais água na época das chuvas e que regulam seu escoamento.
- A decomposição de matéria orgânica presente nos pântanos produz gás metano, que é um dos gases componentes do chamado efeito estufa.
- Dentre os impactos ambientais em áreas de pântanos resultantes das atividades humanas, temos principalmente a expansão urbana e industrial, a poluição, o assoreamento, a redução da própria área dos pântanos e a redução da fauna e flora.

## Questão 16

O Aquífero Guarani é o maior reservatório de água potável internacional do mundo e grande parte dele está localizada no território

brasileiro. Observando o mapa e a figura, responda às perguntas que se seguem.



Fonte: adaptado de

[www.uniagua.org.br/.../Aquifero/aquifero.jpg](http://www.uniagua.org.br/.../Aquifero/aquifero.jpg)

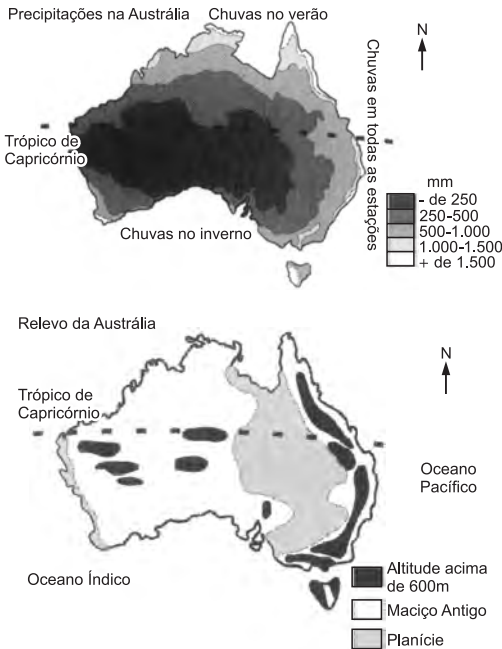
- Em quais países está presente o Aquífero Guarani?
- Quais são as características das rochas que compõem o Aquífero Guarani?
- Cite dois problemas políticos internacionais que podem ocorrer em consequência da exploração desse aquífero.

### Resposta

- Está presente no território de quatro países: Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai.
- São rochas sedimentares (arenito) e magmáticas (basalto).
- Entre os problemas podemos citar a disputa pelo controle e uso das reservas hídricas do aquífero e a questão de ordem jurídico-econômica em relação à gestão do aquífero.

## Questão 17

A Oceania é um continente formado por um conjunto de ilhas e pela Austrália. Com base no texto e observando os mapas abaixo, responda:



Fonte: adaptado de Dottori, C. B.; Rua, J.; Ribeiro, L.A.M. *Geografia 2º Grau*. São Paulo: Editora Francisco Alves, 1984, p. 143,147.

- a) Sabe-se que a Oceania pode ser compartimentada em três grandes conjuntos de ilhas, cuja importância estratégica ainda hoje é muito grande. Quais são esses três conjuntos?
- b) Com relação à Austrália, quais são as características do relevo australiano?
- c) Ainda sobre a Austrália, por que na zona norte as chuvas ocorrem no verão e, na zona sul, apenas no inverno?

**Resposta**

- a) *Os três conjuntos são Micronésia, Melanésia e Polinésia.*
- b) *O relevo está dividido em três grandes unidades morfológicas: o planalto australiano a oeste e a grande bacia central e a cordilheira australiana a leste.*
- c) *Pois estão localizados em zonas climáticas diferentes: a norte, na zona tropical, e a sul, na zona temperada.*

**Questão 18**

A Antártica foi o último continente a ser descoberto e explorado. Ao contrário da região

Ártica, onde existe a presença natural dos esquimós, na Antártica nunca houve habitantes devido ao frio excessivo. Hoje o continente representa uma gigantesca reserva da humanidade, protegida e destinada apenas a estudos científicos, não se desenvolvendo aí atividades comerciais, industriais, extrativas e militares. (Adaptado de: [www.cptec.inpe.br/prod\\_antartica/publicações/2005.](http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/publicações/2005.))

- a) Conforme diz o texto, na Antártica não se desenvolvem atividades econômicas. A que se deve o intenso interesse de diversos países no continente, já expresso no Tratado Antártico (1961) e no Tratado de Madri (1991)?
- b) Por que a Antártica pode ser considerada uma grande reserva natural mundial?
- c) A partir do Tratado Antártico, a Antártica foi designada território internacional. O que é um território internacional?

**Resposta**

- a) *O intenso interesse de diversos países no continente deve-se a sua importância como regulador climático do planeta, como área de estudo de paleoclimas e como grande reserva de recursos naturais.*
- b) *Devido ao seu grande potencial como reserva de recursos minerais, energéticos, alimentares e hídricos.*
- c) *Território internacional é uma área considerada patrimônio comum mundial, servindo apenas como base de estudos científicos.*

**Questão 19**

As organizações internacionais podem ser classificadas de diversas maneiras. É possível dividi-las, segundo suas finalidades, em gerais e específicas. As primeiras apresentam funções normalmente políticas, como é o caso da Organização das Nações Unidas (ONU). As organizações específicas podem apresentar objetivos diversos, por exemplo: econômicos, como o Fundo Monetário Internacional, ou sociais, como a Organização Internacional do Trabalho. Podem ser divididas, também, segundo seu alcance territorial, em universais, como é o caso da ONU, ou regionais, como a Organização dos Estados Americanos (OEA). Ainda de acordo com seus objetivos, elas po-

dem ser divididas em organizações internacionais de cooperação, caso da Organização Mundial do Comércio (OMC), ou organizações de integração regional, como a Comunidade Andina e o Mercosul. (Adaptado de Eduardo Felipe P. Matias, *A humanidade e suas fronteiras: do Estado soberano à sociedade global*. São Paulo: Paz e Terra, 2005, p.260.)

a) Na estrutura organizacional da ONU, há o Conselho de Segurança, que é formado por 15 membros, sendo 5 com assento permanente com direito a veto: EUA, Rússia, França, Reino Unido e China. Qual é a razão de serem esses países os membros permanentes?

b) Com relação à atuação da OMC, tem havido uma diminuição nas práticas de protecionismo, principalmente por parte dos países hegemônicos? Justifique sua resposta.

c) Dentre as organizações de integração regional, destaque-se o Mercosul. Explique **um** dos principais êxitos e **um** dos principais entraves econômicos ou políticos dessa organização regional.

### Resposta

a) Por serem as cinco maiores potências militares, nucleares e geopolíticas em termos da escala mundial.

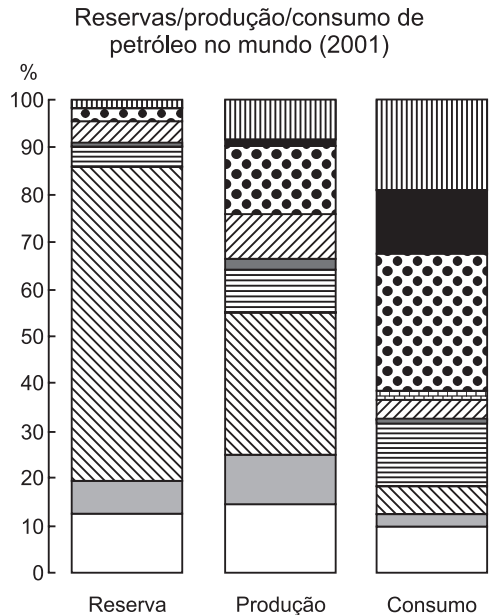
b) Não. Porque as potências de hegemonia econômica, tais como Estados Unidos, Japão e países da UE, praticam políticas protecionistas diretas (tarifas) e indiretas (subsídios, sistemas de cotas, barreiras sanitárias, ecológicas e sociais, e políticas antidumping). Porém, tivemos ligeiras modificações nas vitórias alcançadas pelo G-20 frente aos Estados Unidos e à UE com relação aos subsídios do algodão, do açúcar, do aço e do tabaco.

c) O principal êxito foi o grande incremento do comércio regional, sobretudo entre os principais parceiros (Brasil e Argentina) e entre os entraves, destacamos: as diferenças macroeconômicas e estruturais e a falta de consenso em relação à taxa externa comum para a formação de uma união aduaneira.

## Questão 20

Leia o trecho a seguir, observe o gráfico abaixo e responda às questões.

Desde o início dos anos 1980, que ainda sentiam os efeitos das duas crises energéticas da década anterior, o petróleo e o gás natural não ocupavam um lugar de tanto destaque na cena política global. (Adaptado de Márcio Senne de Moraes, *Petróleo e gás voltam a ganhar força na diplomacia*. *Folha de S. Paulo*, 05/02/2006, Caderno Mundo.)



Fonte: adaptado de [www.crisienergetica.org](http://www.crisienergetica.org)

a) Considere e explique a situação do Oriente Médio, da América do Norte e da América Latina, de acordo com o gráfico, no que se refere à reserva, produção e consumo de petróleo.

b) Analise duas situações recentes nas quais se possa falar em uma geopolítica do petróleo

ou no uso do petróleo como arma diplomática por parte de um Estado-Nação.

c) Quais são as razões do crescente interesse pelo uso do gás natural e quais são os principais motivos dos conflitos internacionais em torno do gás?

### Resposta

a) O gráfico mostra o Oriente Médio com a maior reserva e produção, e com um baixo consumo.

A América do Norte apresenta-se com uma pequena reserva e como uma das maiores produtoras e a maior consumidora.

A América Latina apresenta um maior equilíbrio entre as três regiões citadas no que diz respeito à reserva, à produção e ao consumo.

b) A partir das chamadas crises do petróleo dos anos 1970, o petróleo, através das políticas de ameaças e embargos, passou a ser usado como arma de barganha geopolítica, pela grande dependência dos mercados consumidores dessa principal fonte energética mundial; mais recentemente a Rússia, na Eurásia, e a Venezuela, no continente americano, podem ser tomadas como exemplos de países que se aproveitam da situação de serem grandes produtores e fornecedores regionais.

c) O gás natural aparece como possibilidade de diversificação da matriz energética, diminuindo a dependência do petróleo, além de ser um recurso menos poluidor do ar no seu processo de combustão.

Os principais conflitos internacionais em torno do gás natural estão relacionados ao controle de produção e, principalmente, a contenciosas geopolíticas relativas à sua distribuição (gaseodutos) como, por exemplo, no sudoeste da Ásia.

### Questão 21

Na África subsaariana, na América Latina, no Oriente Médio e em partes da Ásia, a urbanização com baixa taxa de crescimento econômico é claramente herança de uma conjuntura política global – a crise da dívida externa do final da década de 1970 e a subsequente reestruturação das economias do Terceiro Mundo pelo FMI nos anos 1980. O crescimento da população urbana, apesar do baixo crescimento econômico, é a face extrema do que alguns pesquisadores rotularam de “superurbanização”. (Adaptado de Mike Davis, *Planeta de favelas: a involução urbana e o proletariado* informal. In: Emir Sader (org.). *Contra-golpes: seleção de artigos da New Left Review*. São Paulo: Boitempo, 2006, p.195.)

riado informal. In: Emir Sader (org.). *Contra-golpes: seleção de artigos da New Left Review*. São Paulo: Boitempo, 2006, p.195.)

a) O que se entende por “superurbanização”?  
b) Um dos resultados da superurbanização é o desenvolvimento de megacidades com mais de 8 milhões de habitantes e de hipercidades com mais de 20 milhões de habitantes, muitas delas localizadas na Ásia. Aponte e justifique as razões para essa forte urbanização recente em países asiáticos.

c) A predominância das favelas é uma das principais marcas da urbanização acelerada nos países de Terceiro Mundo e uma marca do crescimento da pobreza urbana. Explique algumas características que qualificam um assentamento como favela.

### Resposta

a) Pode ser entendida como crescimento acelerado e desordenado das regiões urbanas.

b) Os países asiáticos, recentemente, apresentam um acelerado crescimento econômico de base industrial e intenso êxodo rural.

c) Segundo o IBGE, é um conjunto constituído por mais de 50 unidades habitacionais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostas, em geral, de forma desordenada e densa; e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais.

### Questão 22

A expansão e reprodução do “complexo cafeeiro” não significou apenas o aumento físico da produção de café, mas sobretudo um processo de criação de novos “espaços” para a acumulação, que se fez acompanhar de efeitos multiplicadores ao nível da urbanização. Ou seja, estrutura-se o sistema urbano paulista, que passa a contar com capitais acumulados e que são transferidos para o comércio, a indústria e os serviços. (Barjas Negri, *Concentração e Desconcentração Industrial em São Paulo (1880-1990)*. Campinas: Editora da Unicamp, 1996, p.34-35.)

A partir do texto acima responda:

a) O que caracteriza o chamado “complexo cafeeiro”?



- b) Qual é o papel das ferrovias na dinamização do complexo cafeeiro em relação à criação de novos espaços para a acumulação?
- c) Por que e como ocorreram as relações entre o complexo cafeeiro e o sistema urbano paulista?

### Resposta

- a) *De acordo com o texto, complexo cafeeiro é: "... o aumento físico da produção de café [seguido de] (...) um processo de criação de novos 'espaços' para a acumulação, que se fez acompanhar de efeitos multiplicadores ao nível da urbanização."*
- b) *O principal papel das ferrovias foi servir como principal meio de circulação para o escoamento da produção e um importante eixo de ocupação urbano-populacional.*
- c) *Os grandes centros urbanos concentravam (e concentram) o setor de serviços, tal como o financeiro (bancos, bolsa de valores, etc.), centros de compra e venda da produção cafeeira, entre outros. Com a chamada "crise do café", houve uma transferência do capital gerado por tal economia para outros setores, que, naquele momento, se mostravam mais seguros e lucrativos.*

### Questão 23

Leia o trecho a seguir e responda às questões. A população brasileira, segundo o Censo Demográfico 2000, atingiu um total de 169.799.170 pessoas em 1º de agosto de 2000. A série histórica dos censos brasileiros revela o importante crescimento populacional que o país experimentou durante o século XX, tendo em vista que a população foi multiplicada por quase dez vezes entre os censos de 1900 e 2000.

Contudo, o crescimento relativo vem declinando consistentemente desde a década de 1970, atingindo seu ritmo mais intenso durante a década de 1950, quando a população registrou uma taxa média de incremento anual de cerca de 3,0%. A partir de 1970 a taxa de crescimento demográfico vem se desacelerando, em função da acentuada redução dos níveis de fecundidade e de seus reflexos sobre os índices de natalidade. (Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Censo Demográfico 2000*, p.29.)

- a) O que é índice de natalidade?
- b) Por que houve redução da taxa de fecundidade média no Brasil, sobretudo a partir de 1970?
- c) Quais são os motivos da redução da taxa de mortalidade no Brasil durante o século XXI?

### Resposta

- a) *Índice de natalidade (ou taxa de natalidade) é a relação entre o número de nascimentos ocorridos em um ano e o número de habitantes.*
- b) *Devido ao intenso processo de urbanização, à maior participação da mulher no mercado de trabalho e ao desenvolvimento de métodos contraceptivos mais eficazes.*
- c) *Podemos destacar que as melhorias nas condições sanitárias (saneamento básico), o avanço da Medicina (novos medicamentos) e a maior oferta de alimentos contribuíram para a queda da taxa de mortalidade no Brasil.*

### Questão 24

No Brasil, os remanescentes de antigos quilombos, também conhecidos como "mocambos", "comunidades negras rurais", "quilombos contemporâneos", "comunidades quilombola" ou "terras de preto", constituem um patrimônio territorial e cultural inestimável e em grande parte desconhecido pelo Estado, pelas autoridades e pelos órgãos oficiais. Muitas dessas comunidades mantêm ainda tradições que seus antepassados trouxeram da África, como a agricultura, a medicina, a religião, a mineração, as técnicas de arquitetura e construção, o artesanato, os dialetos, a culinária, a relação comunitária de uso da terra, dentre outras formas de expressão cultural e tecnológica. (Adaptado de Rafael Sanzio Araújo dos Anjos, *Territórios das comunidades remanescentes de antigos quilombos no Brasil. Primeira configuração espacial*. 2ª ed., Brasília: Editora Mapas, 2000, p.10.)

- a) Tomando como referência o texto acima, discuta o significado do reconhecimento de territórios quilombolas como possibilidade de manutenção das tradições culturais africanas.
- b) As populações quilombolas são consideradas tradicionais, tais como as indígenas e as

caixaras. Identifique duas características em comum entre quilombolas e caiçaras.

c) Que tradições trazidas pelos antepassados africanos foram mantidas nas comunidades remanescentes de quilombos?

### Resposta

a) O reconhecimento desses territórios é uma maneira legal e prática no sentido da preservação das formas de expressão cultural e tecnológica das comunidades negras em território nacional.

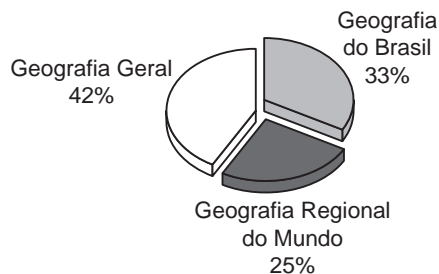
b) Entre as características comuns, temos: economia primária, na maioria das vezes de subsistência, precárias condições habitacionais, de saneamento básico, de infra-estrutura educacional e de saúde e relação com o meio ambiente, de menor impacto.

c) Segundo o texto: "Muitas dessas comunidades mantêm ainda tradições que seus antepassados trouxeram da África, como a agricultura, a medicina, a religião, a mineração, as técnicas de arquitetura e construção, o artesanato, os dialetos, a culinária, a relação comunitária de uso da terra..."

## Geografia – uma típica prova de Geografia, porém longa e trabalhosa

A UNICAMP surpreendeu positivamente, realizou uma típica prova de Geografia, não ultrapassando o programa do Ensino Médio.

Um exame que exigia um candidato bem preparado em relação a conceitos, capacidade de leitura de textos, interpretação de gráficos e informações sobre temas atuais e clássicos. Enfim, uma ótima prova voltada para os melhores vestibulandos.



Retire amanhã, em qualquer unidade do Etapa, o exame resolvido de Matemática e Inglês.