



As bancas elaboradoras esperam obter da maioria dos candidatos respostas como as que seguem. No entanto, para a correção das provas, outras respostas também poderão ser consideradas, desde que corretas.

FÍSICA

1ª QUESTÃO

A) Usando a equação de Torricelli,  $V^2 = V_0^2 + 2 a D$ , para um movimento uniformemente acelerado, com

$$V = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m/km}}{3600\text{s/h}} = \frac{1080}{36} \text{ m/s} = 30,0 \text{ m/s} \text{ e } V_0 = 252 \text{ km/h} = \frac{2520}{36} \text{ m/s} = 70,0 \text{ m/s, obtém-se}$$

$$|a| = \frac{|V^2 - V_0^2|}{2D} = \frac{70^2 - 30^2}{2 \times 100} = \frac{4900 - 900}{200} = 20,0 \text{ m/s}^2 \times \frac{g}{10,0 \text{ m/s}^2} \Rightarrow |a| = 2g.$$

B) A energia elétrica provém da conversão da fração  $\eta$  (eficiência) da perda em módulo da energia cinética:

$$E_{ele} = \eta \Delta E_C = \eta \times \frac{1}{2} M |V^2 - V_0^2| = 0,40 \times \frac{735}{2} \times (4900 - 900) = 735 \times 800 \text{ J, ou seja, } E_{ele} = 588 \times 10^3 \text{ J.}$$

Assim, a potência entregue no intervalo especificado de tempo vale:

$$P = \frac{E_{ele}}{\Delta t} = \frac{588 \times 10^3}{10,0} = 58,8 \times 10^3 \text{ W} = 735 \times 80 \text{ W} \Rightarrow P = 735 \times 80 \text{ W} \times \frac{1 \text{ cv}}{735 \text{ W}} \Rightarrow P = 80,0 \text{ cv}.$$

C) A energia elétrica está toda armazenada no banco de capacitores, de capacitância equivalente  $C_{eq}$ , e então

$$E_{ele} = \frac{1}{2} C_{eq} U^2 \Rightarrow 588 \times 10^3 = \frac{1}{2} C_{eq} \times 100^2 \Rightarrow C_{eq} \cong 118 \text{ F}.$$

2ª QUESTÃO

A) Notar que a fase sólida se refere ao intervalo  $0 < t < 20,0 \text{ s}$  ( $20,0 < T < 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), com a consequente absorção de calor  $Q_{sol} = H \Delta t_{sol} = 30,0 \text{ cal/s} \times 20,0 \text{ s} = 600 \text{ cal}$ . O processo de mudança de fase sólido  $\rightarrow$  líquido ocorre no intervalo  $20,0 < t < 60,0 \text{ s}$  ( $T = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), com  $Q_{mud} = H \Delta t_{mud} = 30,0 \text{ cal/s} \times 40,0 \text{ s} = 1,20 \times 10^3 \text{ cal}$ . A fase líquida ocorre para  $t > 60,0 \text{ s}$  ( $T > 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Na fase sólida, vale  $Q_{sol} = m c_S \Delta T = m c_S (T - T_0)$ , donde

$$600 \text{ cal} = 50,0 \text{ g} \times c_S \times (80,0 - 20,0) \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow c_S = 0,200 \text{ cal/g}^\circ\text{C}.$$

Na mudança de fases, vale  $Q_{mud} = m_S L_f$ , donde  $1,20 \times 10^3 \text{ cal} = 50,0 \text{ g} \times L_f \Rightarrow L_f = 24,0 \text{ cal/g}.$

B) Notar também que para levar toda a substância ao estado líquido ( $T > 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), seria necessário no mínimo o fornecimento da energia  $Q_{min} = Q_{sol} + Q_{mud} = 600 + 1,20 \times 10^3 = 1,80 \times 10^3 \text{ cal}$ . Nesse limite, a temperatura de equilíbrio seria  $T_E = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$  e, nesse caso, o bloco deveria fornecer essa energia, contudo, nessas condições, ele só seria capaz de prover

$$Q_B = M c_B \Delta T = m_B c_B (T - T_E) = 60,0 \text{ g} \times 0,100 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \times (240 - 80,0) \text{ }^\circ\text{C} = 960 \text{ cal, o que é insuficiente.}$$

Porém, esse valor é suficiente para elevar a temperatura da substância de  $T_0 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$  até  $T_E = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , que requer  $Q_{sol} = 600 \text{ cal}$  visto no item [a], sobrando  $Q'_{mud} = m_{liq} L_f = Q_B - Q_{sol} = 960 - 600 = 360 \text{ cal}$  para converter parte da massa da substância em líquido. Portanto, a temperatura final de equilíbrio é  $T_E = 80,0 \text{ }^\circ\text{C}.$

Isso corresponde a uma mudança de fase, sendo a massas da substância nas fases líquida e sólida, respectivamente,  $m_{liq} = 360 \text{ cal} / 24,0 \text{ cal/g} = 15,0 \text{ g}$  e  $m_{sol} = m - m_{liq} = 50,0 - 15,0 = 35,0 \text{ g}.$

**3ª QUESTÃO**

A) Sabe-se que a ordem energética de fótons nessas cores é  $E_{\text{verde}} > E_{\text{vermelho}} > E_{\text{infraverm}}.$  Como energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda, tem-se  $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}} < \lambda_{\text{infraverm}}.$  Conclusão: o LED 1 é verde ( $\lambda_{\text{verde}} \cong 500 \text{ nm}$ ), o LED 2 é vermelho ( $\lambda_{\text{vermelho}} \cong 625 \text{ nm}$ ) e o LED 3 é infravermelho ( $\lambda_{\text{infraverm}} \cong 800 \text{ nm}$ ).

B) Da relação que dá a energia de um fóton  $E = h f,$  onde  $h$  é a constante de Planck e  $f = c / \lambda$  é a frequência, tem-se  $E = h c / \lambda$  e daí

$$E_{\text{verde}} = 6,60 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3,00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} / 500 \times 10^{-9} \text{ m} = 3,96 \times 10^{-19} \text{ J} \times 1 \text{ eV} / 1,60 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow \boxed{E_{\text{verde}} = 2,48 \text{ eV}} .$$

C) A energia eletromagnética infravermelha é absorvida na forma de calor  $Q > 0$  (sistema recebe calor), que vale  $Q = P \Delta t = 0,250 \text{ Js}^{-1} \times 1,00 \text{ h} \times 3,60 \times 10^3 \text{ sh}^{-1} = 9,00 \times 10^2 \text{ J}.$  Como não há realização de trabalho (recipiente com paredes rígidas), da 1ª Lei da Termodinâmica  $\Delta U = Q - W,$  a variação de energia interna do gás então vale

$$\boxed{\Delta U = 9,00 \times 10^2 \text{ J}} .$$

**4ª QUESTÃO**

A) Como a imagem é projetada, podendo ser vista diretamente no anteparo, ela deve ser REAL. Como o objeto é obviamente REAL, as distâncias do objeto ( $p$ ) e da imagem ( $p'$ ) à lente são ambas positivas e então a ampliação deve ser NEGATIVA, ou seja,  $A = -p' / p = -5,$  donde segue que  $p' = 5 p.$  A segunda equação necessária para solucionar o problema vem da distância objeto-anteparo:  $p + p' = d = 1,80 \text{ m}.$  Substituindo uma equação na outra encontramos  $p = d / 6 = 0,300 \text{ m}$  e assim

$$\boxed{p' = 1,50 \text{ m (imagem REAL e INVERTIDA)}} .$$

B) Da equação das lentes  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'},$  obtém-se

$$f = p p' / (p + p') = 1,50 \times 0,300 / 1,80 \Rightarrow \boxed{f = 0,250 \text{ m}} .$$

C) Usa-se aqui o princípio de reversibilidade dos raios ópticos, implicando que pode-se trocar entre si os papéis de objeto e de imagem, ou seja, como as posições dos mesmos se mantêm, a lente deve se afastar do objeto e ficar à distância  $p'_{\text{mod}} = 0,300 \text{ m}$  da imagem no anteparo. Agora,  $p_{\text{mod}} = 1,50 \text{ m}$  e obviamente a imagem está agora reduzida por um fator de cinco (imagem cinco vezes menor). Portanto

$$\boxed{p'_{\text{mod}} = 0,300 \text{ m (imagem REDUZIDA)}} .$$



UFES

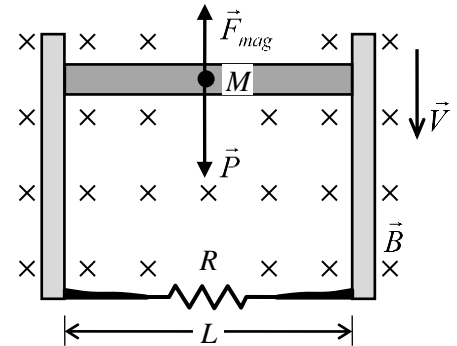
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

COMISSÃO COORDENADORA DO VESTIBULAR

PROCESSO SELETIVO UFES 2014

5ª QUESTÃO

A) Inicialmente, o peso  $\vec{P}$  da barra tende a acelerá-la verticalmente para baixo, aumentando gradativamente sua velocidade  $\vec{V}$  (ver fig.). O movimento relativo dela no campo magnético faz com que seus elétrons livres estabeleçam uma corrente elétrica variável  $i(t)$ , a qual gera uma força magnética  $\vec{F}_{mag}$  vertical para cima, perpendicular simultaneamente à direção da corrente elétrica e à direção do campo  $\vec{B}$ . Essa força cresce com a corrente, e reduz continuamente a aceleração para baixo. Quando essa força atinge o valor do peso, a corrente atinge o valor limite  $I$ , o equilíbrio é estabelecido, a aceleração se anula, e a barra passa a se mover com velocidade constante  $\vec{V}_L$ . Assim



$$|\vec{F}_{mag}| = |\vec{P}| \Rightarrow I L B \sin 90^\circ = M g \Rightarrow \boxed{I = \frac{M g}{L B}}$$

B) Supondo que a barra desça uma distância  $\Delta x$  no intervalo de tempo  $\Delta t$ , com velocidade  $V_L = |\vec{V}_L|$ , o fluxo magnético  $\phi_{mag}$ , através do circuito fechado formado pela barra, trilhos e resistor, terá diminuído pelo fator  $\Delta\phi_{mag} = -B L \Delta x$ , por causa da diminuição da área atravessada perpendicularmente pela indução magnética. Pela Lei de Faraday (indução), a força eletromotriz (fem) induzida valerá  $\varepsilon = -\Delta\phi_{mag} / \Delta t = B L \Delta x / \Delta t = B L V_L$ . Essa mesma fem é responsável por estabelecer a corrente elétrica no circuito, e pela Lei de Ohm,  $\varepsilon = R I$ . Daí

$$B L V_L = R I \Rightarrow V_L = \frac{R I}{L B} \xrightarrow{\text{usando o resultado item [a]}} \boxed{V_L = \frac{R M g}{(L B)^2}}$$

C) A potência dissipada por efeito Joule é

$$P_{ele} = R I^2, \text{ donde, usando o resultado do item [a], tem-se } \boxed{P_{ele} = R (M g / L B)^2}$$

O trabalho realizado pela força peso no intervalo de tempo  $\Delta t$ , em que a barra desce a distância  $\Delta x$  (ver discussão no item [b]), vale  $W_{grav} = P \Delta x \cos 0^\circ = M g V_L \Delta t$ , e portanto o trabalho por unidade de tempo será

$$P_{grav} = W_{grav} / \Delta t = M g V_L \xrightarrow{\text{usando o resultado item [b]}} P_{grav} = M g \times R M g / (L B)^2 \Rightarrow \boxed{P_{grav} = R (M g / L B)^2}$$

Vemos, como se queria demonstrar, que as duas quantidades são iguais, ou seja,  $P_{ele} = P_{grav}$ .