UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

COMISSÃO COORDENADORA DO VESTIBULAR

PROCESSO SELETIVO UFES 2016

A banca elaboradora espera 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) Se todo o calor dissipado no resistor serve para aumentar a temperatura da água em ΔT, no intervalo de tempo Δt, então a energia $\Delta E = P\,\Delta t$ fornecida pela bateria é totalmente transformada em calor Q:

$$\Delta E = Q \qquad \Rightarrow \qquad P\,\Delta t = m\,c\,\Delta T \text{, donde } P = mc\frac{\Delta T}{\Delta t}.$$

Dos dados e do gráfico, teremos

$$P = 4{,}00 \times 4{,}20 \times 10^3 \times \frac{50{,}0-20{,}0}{(6{,}00-0)\times 60}\,\frac{\cancel{\text{kg}}\cdot\text{J}\cdot\cancel{\text{kg}^{-1}}\cdot\cancel{{}^\circ\text{C}^{-1}}\cdot\cancel{{}^\circ\text{C}}}{\text{s}} = 4{,}00\times 10^3 \times \frac{4{,}20\ \text{J}}{12{,}0\ \text{s}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{P = 1{,}40\times 10^3\ \text{W}}.$$

B) A potência fornecida pela bateria ideal é dada por $P = U^2/R$, e então $U = \sqrt{RP}$, donde:

$$U = \sqrt{3{,}50 \times 1{,}40\times 10^3\ \Omega\cdot\text{W}} = \sqrt{49{,}0\times 10^2\ \text{V}^2} \quad \Rightarrow \quad U = 70{,}0\ \text{V} \quad \text{ou} \quad \boxed{U = 7{,}00\times 10^1\ \text{V}}.$$

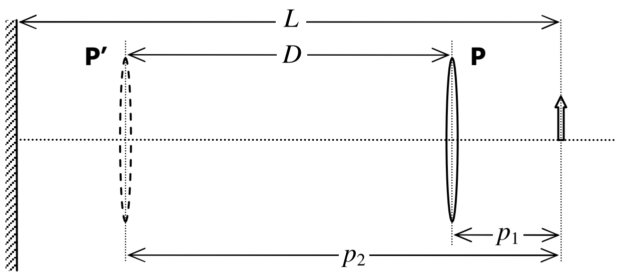
C) A taxa de aquecimento $H = \Delta T/\Delta t$ é constante e permite obter:

$$H = \frac{50{,}0-20{,}0}{(6{,}00-0)}\,\frac{{}^\circ\text{C}}{\text{min}} = \frac{100{,}0-20{,}0}{(t-0)}\,\frac{{}^\circ\text{C}}{\text{min}} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{80{,}0}{30{,}0}\times 6{,}00\ \text{min} \quad \Rightarrow \quad \boxed{t = 16{,}0\,\text{min}}.$$

2ª QUESTÃO

A) Claramente as imagens terão ampliações diferentes, pois a ampliação por uma lente delgada é dada por $A = -p'/p$, onde p' e p são, respectivamente, as distâncias entre imagem e objeto à lente. Na primeira posição da lente (**P**), em que ela está mais próxima do objeto, $p_1' > p_1$ e, portanto, $|A_1| > 1$ (ampliação do tamanho). Já na segunda posição da lente (**P'**), $p_2' < p_2$ e, portanto, $|A_2| < 1$ (redução do tamanho).

B) Sejam p_1 e p_2 as distâncias objeto-lente quando a lente está na posição **P** e **P'**, respectivamente. Da figura, as distâncias imagem-lente, respectivamente, valem $p_1' = L - p_1$ e $p_2' = L - p_2$. Da fórmula de Gauss para lentes delgadas, tem-se



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{L-p_1} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{L-p_2} \quad \Rightarrow$$

$$\frac{L\cancel{-p_1}\cancel{+p_1}}{p_1(L-p_1)} = \frac{L\cancel{-p_2}\cancel{+p_2}}{p_2(L-p_2)} \Rightarrow L\,p_1 - p_1^2 = L\,p_2 - p_2^2 \Rightarrow p_2^2 - p_1^2 = L(p_2 - p_1) \xrightarrow{p_2 \neq p_1} p_2 + p_1 = L \quad (1).$$

Diretamente da figura, vemos que $p_2 - p_1 = D \quad (2)$.

De $(1)-(2)$ obtemos $2p_1 = L - D$, donde: $p_1 = \dfrac{L-D}{2} = \dfrac{10{,}0-6{,}0}{2}\ \text{cm} \quad \Rightarrow \quad \boxed{p_1 = 2{,}0\ \text{cm}}$.

C) De $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{p_1} + \dfrac{1}{L-p_1}$, obtemos: $f = \dfrac{p_1(L-p_1)}{L} = \dfrac{2{,}0\times(10{,}0-2{,}0)}{10{,}0}\,\dfrac{\text{cm}^2}{\text{cm}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{f = 1{,}6\ \text{cm}}$.

3ª QUESTÃO

A) Arbitrando-se a tendência de giro anti-horário como sendo o de torque positivo (i.e., com o vetor torque correspondente apontando em direção a quem observa a figura), a condição de equilíbrio de rotação leva a:

$$\sum \vec{\mathrm{T}}_i = 0 \quad \Rightarrow \quad |\vec{\mathrm{T}}_m| - |\vec{\mathrm{T}}_p| = 0 \quad \Rightarrow \quad |\vec{F}_m| d_m \operatorname{sen} 90° - |\vec{F}_p| d_p \operatorname{sen} 90° = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{|\vec{F}_m| = \frac{d_p}{d_m} |\vec{F}_p|}.$$

B) Sendo conhecido o torque exercido pelo prego no martelo, $|\vec{\mathrm{T}}_p| = |\vec{F}_p| d_p = 30{,}0\ \mathrm{Nm}$, então

$$|\vec{F}_m| = \frac{d_p}{d_m} |\vec{F}_p| = \frac{|\vec{\mathrm{T}}_p|}{d_m} = \frac{30{,}0\ \ \mathrm{Nm}}{0{,}200\ \ \mathrm{m}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{|\vec{F}_m| = 150\ \mathrm{N}}.$$

C) Agora o peso realiza torque (tendência de giro anti-horário), e a condição de equilíbrio de rotação fica:

$$\sum_i \vec{\mathrm{T}}_i = 0 \quad \Rightarrow \quad |\vec{\mathrm{T}}_m| + |\vec{\mathrm{T}}_{\mathrm{Peso}}| - |\vec{\mathrm{T}}_p| = 0 \quad \Rightarrow \quad |\vec{F}_m| d_m + |\vec{P}| d - |\vec{F}_p| d_p = 0 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad |\vec{F}_m| 20\cancel{d} + |\vec{P}| \cancel{d} - |\vec{F}_p| 4\cancel{d} = 0 \quad \Rightarrow \boxed{|\vec{F}_m| = \frac{1}{5} |\vec{F}_p| - \frac{1}{20} |\vec{P}|}.$$

4ª QUESTÃO

A) Notamos que, para os estados indicados, nas transformações isocóricas II $p_G V_G \neq p_F V_F$ ($V_G = V_F$, $p_G = 2p_F$) e IV $p_E V_E \neq p_H V_H$ ($V_E = V_H$, $p_H = 4p_E$); ainda na transformação III $p_G V_G \neq p_H V_H$ (pois $V_H = 3V_G$, $p_G = 1{,}5\, p_H$). Concluímos que, nessas transformações, as temperaturas dos estados finais são diferentes das temperaturas dos estados iniciais, e, portanto, essas transformações ocorrem com variação de energia interna. A única que ocorre sem alteração de energia interna é a transformação I, pois

$p_F V_F = 3{,}0\times10^5 \times 0{,}20\ \mathrm{Nm}^{-2}\cdot\mathrm{m}^3 = 6{,}0\times10^4\ \mathrm{J}$ e $p_E V_E = 1{,}0\times10^5 \times 0{,}60\ \mathrm{Nm}^{-2}\cdot\mathrm{m}^3 = 6{,}0\times10^4\ \mathrm{J}$, ou seja,

$p_F V_F = p_E V_E$, e daí $\boxed{T_F = T_E}$, e, assim, <u>não há variação de energia interna na transformação I</u>.

B) Da discussão do item anterior, sabe-se que na transformação I não ocorre variação de energia interna. Na transformação IV ocorre redução de energia interna, pois a pressão diminui a volume constante (e, consequentemente, reduz-se a temperatura e a respectiva energia interna). Concluímos que as demais transformações, II e III, ocorrem com aumento de energia interna. Como a energia interna é diretamente proporcional ao valor da temperatura absoluta, os respectivos fatores de aumento são:

Transformação II: $\dfrac{T_G}{T_F} = \dfrac{p_G \cancel{V_G}}{p_F \cancel{V_F}} = \dfrac{p_G}{p_F} = \dfrac{6{,}0\times10^5\ \mathrm{Nm}^{-2}}{3{,}0\times10^5\ \mathrm{Nm}^{-2}} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{T_G}{T_F} = 2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\dfrac{U_G}{U_F} = 2}$;

Transformação III: $\dfrac{T_H}{T_G} = \dfrac{p_H V_H}{p_G V_G} = \dfrac{4{,}0\times10^5 \times 0{,}60\ \mathrm{J}}{6{,}0\times10^5 \times 0{,}20\ \mathrm{J}} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{T_H}{T_G} = 2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\dfrac{U_H}{U_G} = 2}$.

C) Precisamos obter o trabalho em um ciclo completo, que equivale à área no interior do paralelogramo EFGH. Para um cálculo prático, consideramos a subtração das áreas associadas ao processo G→H (trabalho positivo) e ao processo E→F (trabalho negativo). Trata-se de áreas de trapézios, donde:

$$W_{\text{ciclo}} = W_{\mathrm{G}\to\mathrm{H}} - W_{\mathrm{E}\to\mathrm{F}} = \frac{(p_{\mathrm{H}} + p_{\mathrm{G}})}{2}(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{G}}) - \frac{(p_{\mathrm{E}} + p_{\mathrm{F}})}{2}(V_{\mathrm{E}} - V_{\mathrm{F}})$$

$$= \left[\frac{(4{,}0+6{,}0)\times 10^5}{2} - \frac{(1{,}0+3{,}0)\times 10^5}{2}\right](0{,}60-0{,}20) \quad \Rightarrow \quad W_{\text{ciclo}} = 1{,}20\times 10^5\ \mathrm{J}$$

Assim: $$P = \frac{W_{N\,\text{ciclos}}}{\Delta t} = \frac{N W_{\text{ciclo}}}{\Delta t} = \frac{50\times 1{,}20\times 10^5\ \mathrm{J}}{60{,}0\ \mathrm{s}} = 1{,}00\times 10^5\ \mathrm{W} \quad \Rightarrow \quad \boxed{P = 100\ \mathrm{kW}}.$$

5ª QUESTÃO

A) O comprimento de onda vale $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00\times 10^8\ \mathrm{ms^{-1}}}{1{,}20\times 10^{15}\ \mathrm{s^{-1}}} = 2{,}50\times 10^{-7}\ \mathrm{m} = 250\times 10^{-9}\ \mathrm{m} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\lambda = 250\ \mathrm{nm}}$.

Já a energia de cada fóton vale:

$$\varepsilon = h\,f = 6{,}60\times 10^{-34}\times 1{,}20\times 10^{15}\ \mathrm{J\cdot s\cdot s^{-1}} = 7{,}92\times 10^{-19}\ \mathrm{J} = 7{,}92\times 10^{-19}\ \mathrm{J}\times\frac{1\mathrm{eV}}{1{,}60\times 10^{-19}\ \mathrm{J}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\varepsilon = 4{,}95\ \mathrm{eV}}.$$

B) O tempo máximo de exposição é $\Delta t = 6{,}00\ \mathrm{s}$, e o nível de irradiação é (ver tabela): $I_{\mathrm{ef}} = 4{,}95\times 10^{-4}\ \mathrm{Wcm^{-2}}$.

Obteremos a energia total absorvida da relação $I_{\mathrm{ef}} = \frac{P}{A} = \frac{1}{A}\frac{E}{\Delta t}$, ou seja, $E = I_{\mathrm{ef}}\, A\,\Delta t$. Daí:

$$E = 4{,}95\times 10^{-4}\times 1{,}00\times 6{,}00\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{cm^2}}\cdot\mathrm{cm^2}\cdot\mathrm{s} = 2{,}97\times 10^{-3}\ \mathrm{J} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{E}{\varepsilon} = \frac{2{,}97\times 10^{-3}\ \mathrm{J}}{7{,}92\times 10^{-19}\ \mathrm{J}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{N = 3{,}75\times 10^{15}\ \text{fótons}}.$$

C) Usamos a mesma expressão anterior para a energia total absorvida pela pele, alterando somente o valor da área exposta (e lembrando que $1{,}00\ \mathrm{m} = 1{,}00\times 10^2\ \mathrm{cm}$):

$$E = 4{,}95\times 10^{-4}\times 2{,}00\times (10^2)^2\times 6{,}00\ \mathrm{Wcm^{-2}}\cdot\mathrm{cm^2}\cdot\mathrm{s} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E = 59{,}4\ \mathrm{J}}.$$