UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

COMISSÃO COORDENADORA DO VESTIBULAR

PROCESSO SELETIVO UFES 2015

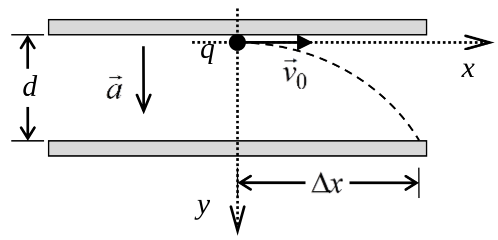
As bancas elaboradoras esperam obter da maioria dos candidatos respostas como as que seguem. No entanto, para a correção das provas, outras respostas também poderão ser consideradas, desde que corretas.

FÍSICA

1ª QUESTÃO

A) Da definição de capacitância $C \equiv \dfrac{Q}{V}$ e da expressão dada $C = \dfrac{\varepsilon_0 A}{d} = \dfrac{\varepsilon_0 \pi R^2}{d}$, tem-se $\boxed{Q = \dfrac{\varepsilon_0 \pi R^2 V}{d}}$.

B) O movimento da carga se assemelha a um lançamento horizontal de projéteis (ver fig.), onde a aceleração da gravidade é substituída pela aceleração $\vec{a}$ produzida pelo campo elétrico sobre a carga, ou seja,



$$a_x = 0 \text{ e } a_y = F_{ele}/m = qE/m = qV/md \,.$$

Em $t_0 = 0$, $x_0 = 0$, $y_0 = 0$, $v_{0x} = v_0$ e $v_{0y} = 0$, e as equações que interessam são as do MRUV no eixo y, ou seja,

$y = y_0 + v_{0y}(t - t_0) + \dfrac{1}{2} a_y (t - t_0)^2 = \dfrac{qV}{2md} t^2$ e $v_y = v_{0y} + a_y (t - t_0) = \dfrac{qV}{md} t$. A carga atingirá a placa negativa quando $y = d$, e a 1ª equação dará o tempo transcorrido: $\boxed{t = (2m/qV)^{1/2} d}$.

C) Da 2ª equação, encontra-se a componente y da velocidade, $v_y = (qV/md)(2m/qV)^{1/2} d = (2qV/m)^{1/2}$, e, como a componente x não se altera ($a_x = 0$), a velocidade $\vec{v}$ no ponto de impacto com a placa negativa terá módulo

$$v = (v_x^2 + v_y^2)^{1/2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = [v_0^2 + (2qV/m)]^{1/2}} \,.$$

2ª QUESTÃO

A) A equação básica do efeito fotoelétrico é $E_{c(\max)} = hf - \phi_o$, sendo $h = 4{,}1 \times 10^{-15}\ \mathrm{eV \cdot s}$ a constante de Planck, f a frequência da radiação incidente e ϕ_o a função trabalho. Para o metal (I), $E_{c(\max)} = 0$ para $f = 1{,}0 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz}$, donde

$$0 = 4{,}1 \times 10^{-15}\ \mathrm{eV \cdot s} \times 1{,}0 \times 10^{15}\ \mathrm{s^{-1}} - \phi_o^{(\mathrm{I})} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\phi_o^{(\mathrm{I})} = 4{,}1\ \mathrm{eV}} \,.$$

B) No caso do metal (II), primeiro encontra-se sua função trabalho, notando que $E_{c(\max)} = -\phi_o^{(\mathrm{II})}$ para $f = 0$, e com esse valor de frequência obtém-se do gráfico $E_{c(\max)} = -1{,}64\ \mathrm{eV}$, donde $\phi_o^{(\mathrm{II})} = 1{,}64\ \mathrm{eV}$. A frequência mínima para emissão fotoelétrica corresponde à ejeção de elétrons com $E_{c(\max)} = 0$, e da equação básica tem-se

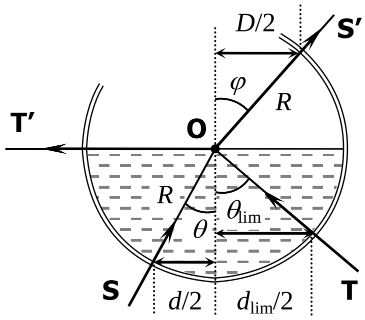
$$0 = h f_{\min} - \phi_o^{(\mathrm{II})} \quad \Rightarrow \quad f_{\min} = \phi_o^{(\mathrm{II})}/h = 1{,}64\ \mathrm{eV}/(4{,}1 \times 10^{-15}\ \mathrm{eV \cdot s}) \quad \Rightarrow \quad \boxed{f_{\min} = 0{,}40 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz}} \,.$$

C) O comprimento de onda dado corresponde à frequência $f = c/\lambda = 3{,}00 \times 10^8\ \mathrm{ms^{-1}}/1{,}5 \times 10^{-7}\ \mathrm{m} = 2{,}0 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz}$, e assim $E_{c(\max)} = hf - \phi_o^{(\mathrm{II})} = 4{,}1 \times 10^{-15}\ \mathrm{eV \cdot s} \times 2{,}0 \times 10^{15}\ \mathrm{s^{-1}} - 1{,}64\ \mathrm{eV} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E_{c(\max)} \cong 6{,}6\ \mathrm{eV}}$.

3ª QUESTÃO

A) Não há desvios porque os feixes têm direções de incidência paralelas às normais nas interfaces que separam os meios envolvidos.

B) Usa-se a Lei de Snell (ver raio **SOS'**), $n_{\text{liq}} \operatorname{sen}\theta = n_{\text{ar}} \operatorname{sen}\varphi$, e da figura vê-se que $\operatorname{sen}\theta = d/2R$ e $\operatorname{sen}\varphi = D/2R$, obtendo-se



$$n_{\text{liq}} \cdot \frac{d}{2R} = 1 \cdot \frac{D}{2R} \quad \Rightarrow \quad n_{\text{liq}} = \frac{D}{d} = \frac{28\text{cm}}{20\text{cm}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{n_{\text{liq}} = 1{,}4}\ .$$

C) Trata-se do ângulo limite para reflexão total na interface (ver raio **TOT'**), ou seja, $n_{\text{liq}} \operatorname{sen}\theta_{\text{lim}} = n_{\text{ar}} \operatorname{sen}90°$, donde

$$\frac{D}{d} \cdot \frac{d_{\text{lim}}}{2R} = 1 \times 1 \quad \Rightarrow \quad R = \frac{d_{\text{lim}}}{d} \cdot \frac{D}{2} = \frac{30\text{cm}}{20\text{cm}} \times \frac{28\text{cm}}{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{R = 21\,\text{cm}}\ .$$

4ª QUESTÃO

A) Na transformação **1** $\rightarrow$ **2**, $V_1 = V_2 = V_0$, ou seja, não há variação de volume ($\Delta V = 0$) e, consequentemente, também não haverá realização de trabalho ($W = 0$). Da 1ª Lei da Termodinâmica $\Delta U = Q - W$, lembrando que nessa transformação o gás absorve ($Q > 0$) 200J de calor, obtém-se

$$\boxed{\Delta U_{12} = 200\,\text{J}}\ .$$

B) Trata-se de um <u>gás perfeito</u>, para o qual vale a relação $pV = nRT$, e também não há perda de gás para o exterior (o número n de moles é constante), então $pV/T = \text{constante}$. Assim, na transformação **2** $\rightarrow$ **5**, onde se conhecem os dados necessários, tem-se

$$\frac{p_5 V_5}{T_5} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{p_0 \cdot 2V_0}{T_5} = \frac{2\,p_0 \cdot V_0}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_5 = T_2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T_5 = 60\,°\text{C}}\ .$$

C) Separa-se o processo termodinâmico global **1** $\rightarrow$ **5**, em duas partes (i) **1** $\rightarrow$ **2** e (ii) **2** $\rightarrow$ **5**. Na primeira parte, viu-se que $\Delta U_{12} = 200\,\text{J}$. Já na segunda parte, $\Delta U_{25} = 0$, porque as temperaturas inicial (T_2) e final (T_5) são iguais, e, para um gás perfeito, a energia interna só depende da temperatura. Portanto,

$$\Delta U_{15} = U_5 - U_1 = U_5 - U_2 + U_2 - U_1 = \Delta U_{25} + \Delta U_{12} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta U_{15} = 200\,\text{J}}\ .$$

5ª QUESTÃO

A) Aplicando a 2ª Lei de Kirchhoff (malhas), no sentido horário, aos dois circuitos, obtém-se

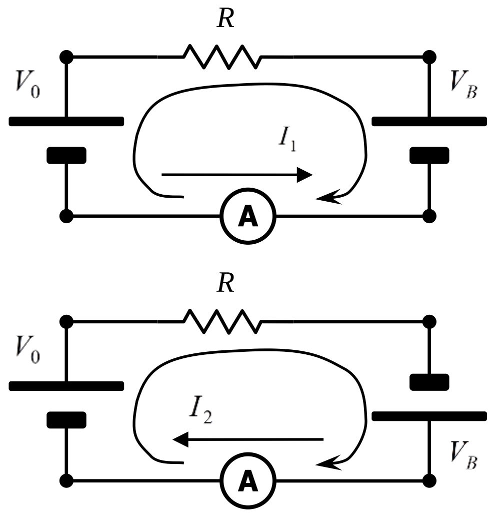
$$\begin{cases} V_0 + R\,I_1 - V_B = 0 \\ V_0 - R\,I_2 + V_B = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_B - R\,I_1 = V_0 & (1) \\ V_B - R\,I_2 = -V_0 & (2) \end{cases}$$

Somando-se e subtraindo-se (1) e (2), tem-se

$$\begin{cases} R\,(I_1 + I_2) = 2V_B & (3) \\ R\,(I_2 - I_1) = 2V_0 & (4) \end{cases}$$

Finalmente, dividindo-se (3) por (4), acha-se

$$\frac{2V_B}{2V_0} = \frac{R(I_1 + I_2)}{R(I_2 - I_1)} \Rightarrow \boxed{V_B = \frac{I_2 + I_1}{I_2 - I_1} V_0}\ .$$



B) Substituindo o resultado obtido para V_B na expressão (3), encontra-se

$$R\,(I_1 + I_2) = 2\frac{(I_2 + I_1)}{(I_2 - I_1)} V_0 \Rightarrow \boxed{R = \frac{2\,V_0}{I_2 - I_1}}\ .$$

C) Para os dados fornecidos, tem-se

$$V_B = \frac{(0{,}70 + 0{,}50)\,\mathrm{A}}{(0{,}70 - 0{,}50)\,\mathrm{A}} \times 9{,}0\,\mathrm{V} \Rightarrow \boxed{V_B = 54\,\mathrm{V}}\ ,$$

e $$R = \frac{2 \times 9{,}0\,\mathrm{V}}{(0{,}70 - 0{,}50)\,\mathrm{A}} \Rightarrow \boxed{R = 90\,\Omega}\ .$$