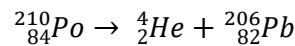


EXERCICI 4, opció 1)**a)**

0,50 punts Si imposen la conservació del nombre de nucleons i de la càrrega elèctrica, tenim:



0,25 punts Per trobar l'activitat després d'una setmana utilitzem l'equació de l'activitat $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$, on l'activitat inicial: $A_0 = 1,66 \cdot 10^{14} \frac{\text{Bq}}{\text{g}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,3 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$,

0,25 punts Necessitem el coeficient de desintegració λ , que obtenim del temps de semidesintegració:

$$A(t) = \frac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}}. \text{ Per tant: } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}.$$

$$\text{Directament obtenim: } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138} = 5,023 \cdot 10^{-3} \text{ dies}^{-1}$$

0,25 punts L'activitat al cap de 7 dies: $A = A_0 e^{-\lambda t} = 8,3 \cdot 10^{11} e^{-5,023 \cdot 10^{-3} \cdot 7} = 8,01 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$

b)

0,25 punts El treball efectuat pel camp elèctric és menys l'increment d'energia potencial:

$$W = -\Delta U = -q \cdot \Delta V$$

0,25 punts En portar el primer electró des de l'infinit (distància molt gran), el camp elèctric i potencial elèctric existents són els creats per la partícula alfa. El potencial inicial és nul, $V_i = 0$, i el final serà $V_{f1} = k \frac{q_\alpha}{r}$, on r és la distància final, $r = 0,6 \times 10^{-10} \text{ m}$. Per tant:

$$\Delta V_1 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{0,6 \cdot 10^{-10}} = 48,006 \text{ V}. \text{ I el treball efectuat pel camp elèctric durant el desplaçament del primer electró és: } W_{e1} = -q_e \cdot \Delta V_1 = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 48,006 = 7,69 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

0,25 punts En portar el segon electró des de l'infinit, el potencial elèctric existent és el creat per la partícula alfa i l'electró. El potencial inicial és nul i el final serà: $V_{f2} = k \frac{q_\alpha}{r} + k \frac{q_e}{2r}$.

$$\text{Per tant: } \Delta V_2 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{0,6 \cdot 10^{-10}} - 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-10}} = 36,005 \text{ V}. \text{ I el treball efectuat pel segon electró és: } W_{e2} = -q_e \cdot \Delta V_2 = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 36,005 = 5,77 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

L'energia potencial final:

0,50 punts L'energia potencial de la configuració final és menys el treball total efectuat pel camp, ja que l'energia potencial inicial era nul·la:

$$W_{\text{total}} = W_{e1} + W_{e2} = 7,69 \cdot 10^{-18} + 5,77 \cdot 10^{-18} = 1,346 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = -W. \text{ Per tant, l'energia potencial final: és } U_f = -1,346 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

O alternativament:

0,50 punts Calculem l'energia potencial electroestàtica del sistema final com a suma dels termes d'energia potencial per parelles:

$$U_{\text{sistema}} = U_{e-\text{He}} + U_{e-\text{He}} + U_{e-e} = 2U_{e-\text{He}} + U_{e-e}$$

$$U_{\text{sistema}} = 2k \frac{q_\alpha q_e}{r} + k \frac{q_e q_e}{2r} = 2 \cdot 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot (-1,602 \cdot 10^{-19})}{0,6 \cdot 10^{-10}} + 8,99 \cdot 10^9 \cdot$$

$$\frac{(-1,602 \cdot 10^{-19})^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-10}} = -1,346 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

EXERCICI 4, opció 2)**a)**

0, 25 punts La longitud d'ona llindar $\lambda_0 = 650 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ és la longitud d'ona més alta per a la qual tenim efecte fotoelèctric. Correspon a una freqüència: $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} = 4,62 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

0, 25 punts El treball d'extracció del metall és l'energia mínima per extreure l'electró: $hf = E_c + W_0$. Per tant, per a $E_c=0$, $W_0 = hf_0$. Fent el càlcul obtenim:

$$W_0 = hf_0 = 6,626 \times 10^{-34} \cdot 4,62 \times 10^{14} = 3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,91 \text{ eV}$$

0, 25 punts El potencial de frenada és el voltatge que necessitem aplicar per frenar els electrons amb més energia cinètica: $\Delta U = |e|\Delta V = E_c$

0, 25 punts Calculem l'energia cinètica amb la qual surten els electrons per a 300 nm. Primer, calculem la freqüència corresponent: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} = 1,00 \times 10^{15} \text{ Hz}$. Tot seguit, l'energia cinètica a la qual surten és:

$$E_c = hf - W_0 = 6,626 \times 10^{-34} \cdot 1,00 \times 10^{15} - 3,06 \cdot 10^{-19} = 3,57 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

0,25 punts L'energia cinètica es contraresta amb una energia potencial elèctrica d'igual mòdul: $\Delta U = q \cdot \Delta V$. Per tant, el potencial de frenada ha de ser: $\Delta V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{3,57 \cdot 10^{-19}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,23 \text{ V}$

b)

0,50 punts A partir de l'equació de l'energia cinètica ja utilitzada tenim: $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = hf - W_0$. I posant la freqüència en funció de la longitud d'ona s'obté: $v = \sqrt{\frac{2}{m}(\frac{hc}{\lambda} - W_0)}$.

Introduint els valors corresponents: $v(\lambda) = \sqrt{\frac{2}{9,11 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\lambda} - 3,06 \cdot 10^{-19} \right) \frac{\text{m}}{\text{s}}}$.

Per tant, l'expressió és: $v(\lambda) = \sqrt{\frac{4,36 \cdot 10^5}{\lambda} - 6,72 \cdot 10^{11}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

0,25 punts La velocitat per a 500 nm: $v(500 \text{ nm}) = \sqrt{\frac{4,36 \cdot 10^5}{500 \cdot 10^{-9}} - 6,72 \cdot 10^{11}} = 4,47 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

0,50 punts La longitud d'ona de De Broglie la calculem a partir de la quantitat de moviment de l'electró i la relació de De Broglie: $p = mv = \frac{h}{\lambda}$.

Per tant: $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 4,47 \cdot 10^5} = 1,63 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,63 \text{ nm}$