

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h03

EXERCICE 1 : 6 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui

Ancienne annale adaptée au nouveau programme. La numérotation des questions du sujet d'origine a été conservée.

EXERCICE 1 : Les rayons X, outil d'investigation

1. Accélération d'un faisceau d'électrons

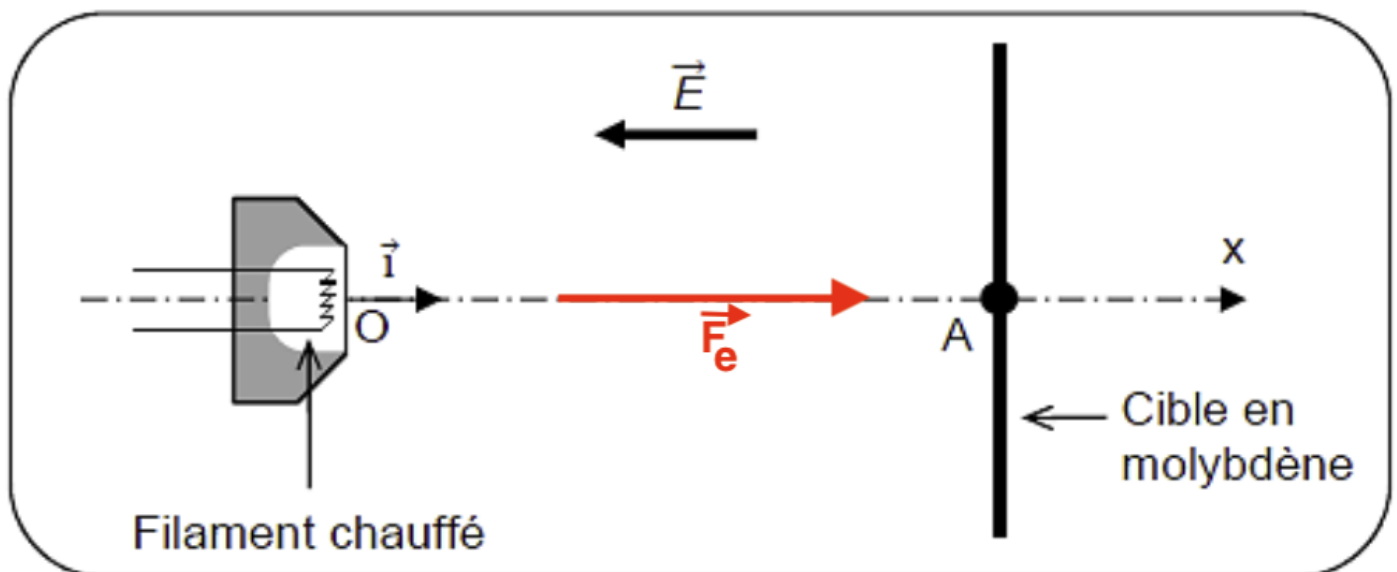
1.1.

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

Or la charge d'un électron est : $q = -e$

$$\vec{F}_e = -e\vec{E}$$

Donc \vec{F}_e et \vec{E} ont la même direction et un sens opposé.



1.2.

$$F_e = |-e| \times E$$

Or

$$E = \frac{U}{L}$$

$$F_e = |-e| \times \frac{U}{L}$$

$$P = m_e \times g$$

Comparons les deux forces :

$$\frac{F_e}{P} = \frac{|-e| \times \frac{U}{L}}{m_e \times g} = \frac{|-1,60 \times 10^{-19}| \times \frac{100 \times 10^3}{2 \times 10^{-2}}}{9,11 \times 10^{-31} \times 9,81} = 9 \times 10^{16}$$

$F_e \gg P$: Ainsi, le poids est négligeable devant la force électrique.

1.3.

Théorème de l'énergie cinétique : La variation d'énergie cinétique entre deux points O et A est égale à la somme des travaux des forces :

$$\Delta E_C = \Sigma W_{OA}(\vec{F})$$

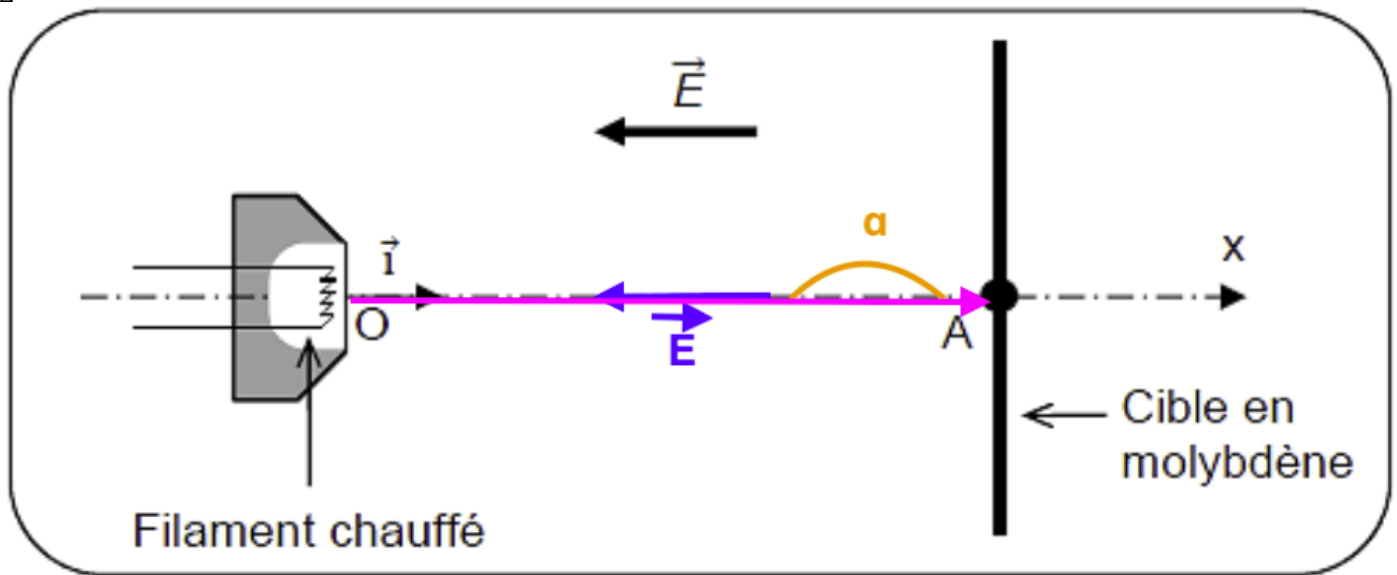
$$E_{C \text{ finale}} - E_{C \text{ initiale}} = W_{OA}(\vec{F}_e)$$

$$E_C(A) - E_C(O) = \vec{F}_e \cdot \vec{OA}$$

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 - \frac{1}{2} \times m_e \times v_0^2 = -e \times \vec{E} \cdot \vec{OA}$$

Or l'électron est émis au point O avec une vitesse nulle

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 - 0 = -e \times E \times OA \times \cos(\alpha)$$



$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 = -e \times E \times OA \times \cos(180)$$

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 - e \times E \times OA \times -1$$

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 = e \times E \times L$$

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 = e \times \frac{U}{L} \times L$$

$$\frac{1}{2} \times m_e \times v_A^2 = e \times U$$

$$v_A^2 = \frac{2 \times e \times U}{m_e}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_e}}$$

1.4.

$$v_A = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_e}}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 \times 1,60 \times 10^{-19} \times 100 \times 10^3}{9,11 \times 10^{-31}}}$$

$$v_A = 1,87 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

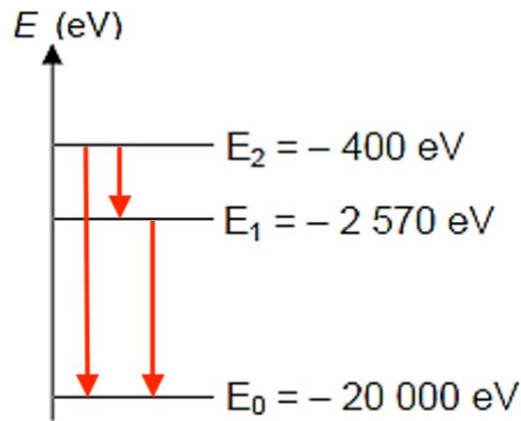
2. Émission de rayons X

2.1.

On représente une émission par une flèche descendante.

Les transitions possibles sont :

- E_2 à E_0
- E_2 à E_1
- E_1 à E_0



2.2.

$$|\Delta E| = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h \times c}{|\Delta E|}$$

E_2 à E_0 :

$$\lambda_{2 \rightarrow 0} = \frac{h \times c}{|E_0 - E_2|}$$

Remarque : il faut convertir l'énergie en J

$$\lambda_{2 \rightarrow 0} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{|-20000 - (-400)| \times 1,602 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 0} = 6,33 \times 10^{-11} \text{ m}$$

E_2 à E_1 :

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{h \times c}{|E_1 - E_2|}$$

Remarque : il faut convertir l'énergie en J

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{|-2570 - (-400)| \times 1,602 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = 5,72 \times 10^{-10} \text{ m}$$

E_1 à E_0 :

$$\lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{h \times c}{|E_0 - E_1|}$$

Remarque : il faut convertir l'énergie en J

$$\lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{|-20000 - (-2570)| \times 1,602 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow 0} = 7,12 \times 10^{-11} \text{ m}$$

3. Application à l'étude des structures cristallines

3.1.

Les ondes en A_1 et A_2 sont en phase : on obtient des interférences constructives.

Les ondes en B_1 et B_2 sont en opposition de phase : on obtient des interférences destructives.

Les interférences ne sont pas de même nature entre A_1/A_2 et B_1/B_2 car les ondes n'ont pas la même différence de parcours :

- en A_1/A_2 la différence de parcours vaut : $\delta = k\lambda$.
- en B_1/B_2 la différence de parcours vaut : $\delta = (k + 1/2)\lambda$.

3.2.

D'après les données :

$$\delta = 2d \times \sin\theta$$

$$2d \times \sin\theta = \delta$$

$$d = \frac{\delta}{2 \times \sin\theta}$$

Dans le cas où l'on obtient des interférences constructives : $\delta = k\lambda$

D'où

$$d = \frac{k \times \lambda}{2 \times \sin\theta}$$

Une différence de parcours minimale : $k=1$ (on ne peut pas prendre 0 car sinon d est nul)

D'où

$$d = \frac{1 \times \lambda}{2 \times \sin\theta}$$

$$d = \frac{1 \times 0,154 \times 10^{-9}}{2 \times \sin 10,4}$$

$$d = 4,27 \times 10^{-10} \text{ m}$$