

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : 10 points

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE B– Le scanner à rayons X (10 points)

1.

D'après l'énoncé : « La tension U accélère les électrons du point O vers l'anode »

Ainsi, la force est dirigée de O vers A.

\vec{F} :

- Direction : perpendiculaire aux plaques
- Sens : de O vers A.

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

Or q est négatif

\vec{F} et \vec{E} ont un sens opposé.

\vec{E} :

- Direction : perpendiculaire aux plaques
- Sens : de A vers O.

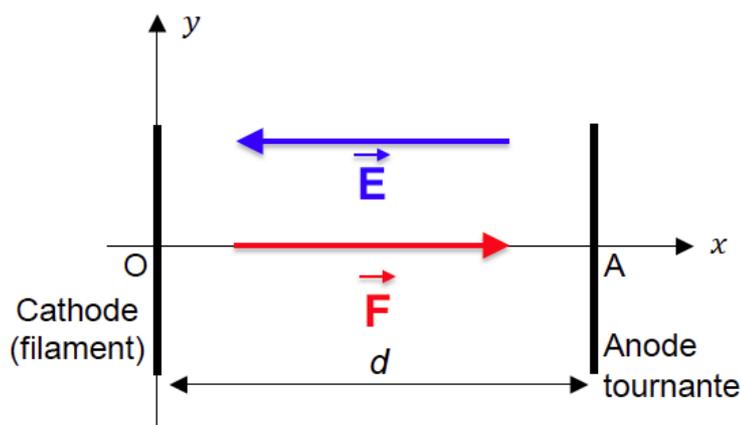


Figure 2 - Schéma simplifié

2.

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

Or $q = -e$

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

3.

Système {électron}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$-e \times \vec{E} = m\vec{a}$$

$$m\vec{a} = -e \times \vec{E}$$

$$\vec{a} = \frac{-e}{m} \vec{E}$$

Or

$$\vec{E} \begin{vmatrix} -E \\ 0 \end{vmatrix}$$

D'ou

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_{x(t)} = \frac{-e}{m} \times -E \\ a_{y(t)} = \frac{-e}{m} \times 0 \end{array} \right.$$

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_{x(t)} = \frac{e}{m} \times E \\ a_{y(t)} = 0 \end{array} \right.$$

Or

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

D'où

$$a_x = \frac{e}{m} \times \frac{U}{d}$$

$$a_x = \frac{e \times U}{m \times d}$$

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_{x(t)} = \frac{e \times U}{m \times d} \\ a_{y(t)} = 0 \end{array} \right.$$

4.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_{x(t)} = \frac{e \times U}{m \times d} \times t + C_1 \\ v_{y(t)} = C_2 \end{array} \right.$$

Pour trouver les constantes, on utilise \vec{v}_0

$$\vec{v}_0 \left| \begin{array}{l} v_{0x} = 0 \\ v_{0y} = 0 \end{array} \right.$$

d'où

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_{x(t)} = \frac{e \times U}{m \times d} \times t \\ v_{y(t)} = 0 \end{array} \right.$$

5.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{OG} \left| \begin{array}{l} x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t^2 + C_3 \\ y(t) = C_4 \end{array} \right.$$

Pour trouver les constantes, on utilise \vec{OG}_0

$$\vec{OG}_0 \left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array} \right.$$

d'où

$$\vec{OG} \left| \begin{array}{l} x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t^2 \\ y(t) = 0 \end{array} \right.$$

L'instant où l'électron atteint l'anode (au point A) : $x=d$

$$x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t^2$$

$$x(t_A) = \frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t_A^2$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t_A^2$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{e \times U}{m \times d} \times t_A^2 = d$$

$$t_A^2 = d \times \frac{2 \times m \times d}{e \times U}$$

$$t_A^2 = \frac{2 \times m \times d^2}{e \times U}$$

$$t_A = \sqrt{\frac{2 \times m \times d^2}{e \times U}}$$

6.

$$v_{x(t)} = \frac{e \times U}{m \times d} \times t$$

$$v_{x(t_A)} = \frac{e \times U}{m \times d} \times t_A$$

$$v_A = \frac{e \times U}{m \times d} \times \sqrt{\frac{2 \times m \times d^2}{e \times U}}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{e^2 \times U^2}{m^2 \times d^2} \times \frac{2 \times m \times d^2}{e \times U}}$$

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

7.

D'après l'énoncé : « Pour obtenir ces rayons X, chaque électron doit avoir acquis une énergie cinétique égale à $6,4 \times 10^{-15}$ J au minimum. »

$$E_C(A) = \frac{1}{2} \times m \times v_A^2$$

Or

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

$$E_C(A) = \frac{1}{2} \times m \times \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m}}^2$$

$$E_C(A) = \frac{1}{2} \times m \times \frac{2 \times e \times U}{m}$$

$$E_C(A) = e \times U$$

$$e \times U = E_C(A)$$

$$U = \frac{E_C(A)}{e}$$

$$U = \frac{6,4 \times 10^{-15}}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$U = 4,0 \times 10^4 \text{V}$$

La tension minimale à appliquer entre la cathode et l'anode pour que le faisceau d'électron parvienne à provoquer l'émission de photons X an niveau de l'anode à pour valeur $4,0 \times 10^4 \text{V}$.