CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2** : (5 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 2

Dorothy Crowfoot, femme de sciences

Q1.

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

Or $q = -e$

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

Le signe moins nous indique que $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont des sens opposés

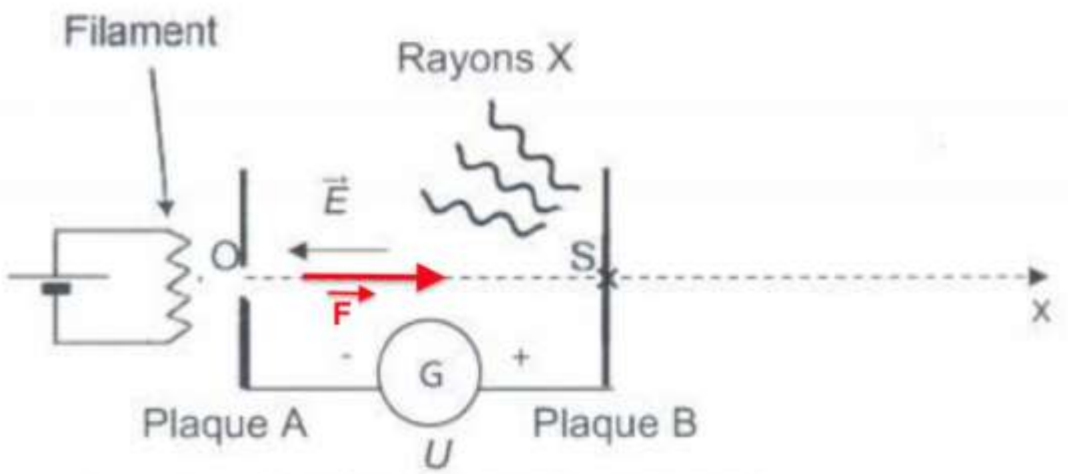

Figure 1. Schéma du tube à rayons X.

Q2.

Système : électron

Référentiel : terrestre supposé galiléen

D'après la seconde loi de newton :

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

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

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

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

Q3.

En projetant sur l'axe Ox :

$E_x = -E$

D'ou

$a_x = -\frac{eE_x}{m}$

$$a_x = -\frac{e \times -E}{m}$$
$$a_x = \frac{eE}{m}$$

Or
$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

Par intégration :
$$v_x(t) = \frac{eE}{m}t + C_1$$

Pour trouver la constante C_1 on utilise v_0 :
$$C_1 = v_0 = 0$$

D'ou
$$v_x(t) = \frac{eE}{m}t$$

Or
$$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

Par intégration :
$$x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{eE}{m}t^2 + C_2$$

Pour trouver la constante C_2 on utilise x_0 :
$$C_2 = x_0 = 0$$

D'ou
$$x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{eE}{m}t^2$$

Q4.

Méthode 1 : on utilise le théorème de l'énergie cinétique

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

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

$$E_{C\,finale} - E_{C\,initiale} = W_{OS}(\vec{F})$$

$$E_C(S) - E_C(O) = \vec{F}.\overrightarrow{OS}$$

$$E_C(S) - E_C(O) = -e \times \vec{E}.\overrightarrow{OS}$$

$\vec{E}$ et $\overrightarrow{OS}$ sont opposés, l'angle entre les 2 vecteur est de 180 degrés :

$$E_C(S) - E_C(O) = -e \times E \times OS \times \cos(180)$$

$$E_C(S) - E_C(O) = -e \times E \times d \times -1$$

$$E_C(S) - E_C(O) = e \times \frac{U}{d} \times d$$

$$E_C(S) - E_C(O) = e \times U$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_S^2 - \frac{1}{2} \times m \times v_O^2 = e \times U$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_S^2 - 0 = e \times U$$

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

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

$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6 \times 10^{-19} \times 20{,}0 \times 10^3}{9{,}11 \times 10^{-31}}}$$

$$v_S = 8{,}38 \times 10^7 m.s^{-1}$$

Méthode 2 (bien plus longue) : Pour trouver V_S il nous faut trouver t_s. Nous allons trouver t_s avec l'équation $x(t)$: t_s est le temps pour que l'électrons arrive au point S.

$$x(t_S) = \frac{1}{2} \times \frac{eE}{m} t_S^2$$

Au temps t_s l'électron a parcouru une distance :

$$x(t_S) = OS = d$$

D'ou

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{eE}{m} t_S^2$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{eE}{m} t_S^2 = d$$

$$t_S^2 = \frac{2dm}{eE}$$

$$t_S = \sqrt{\frac{2dm}{eE}}$$

Trouvons v_S

$$v_S = v_x(t_S) = \frac{eE}{m} t_S$$

$$v_S = \frac{eE}{m} \times \sqrt{\frac{2dm}{eE}}$$

$$v_S = \frac{eE}{m} \times \sqrt{\frac{2dm}{eE}}$$

$$v_S = \sqrt{\frac{e^2E^2}{m^2} \times \frac{2dm}{eE}}$$

$$v_S = \sqrt{\frac{eE}{m} \times 2d}$$

Or

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

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

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

$$v_S = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6 \times 10^{-19} \times 20{,}0 \times 10^3}{9{,}11 \times 10^{-31}}}$$

$$v_S = 8{,}38 \times 10^7 \mathrm{m.s^{-1}}$$

Q5.

$$Ec_S = \frac{1}{2} \times m \times v_S^2$$

$$Ec_S = \frac{1}{2} \times 9{,}11 \times 10^{-31} \times (8{,}38 \times 10^7)^2$$

$$Ec_S = 3{,}19 \times 10^{-15} J$$

D'après l'énoncé : pour provoquer l'émission de rayons X, l'électron doit avoir une énergie cinétique Ec_S supérieure à Ec_{min} de valeur égale à $6{,}90 \times 10^4 \mathrm{eV}$

1 eV	$1{,}60 \times 10^{-19} J$
Ec_S	$3{,}19 \times 10^{-15} J$

$$Ec_S = \frac{3{,}19 \times 10^{-15} \times 1}{1{,}60 \times 10^{-19}}$$

$$Ec_S = 1{,}99 \times 10^4 \mathrm{eV}$$

$Ec_S < Ec_{min}$: cette énergie est insuffisante pour produire des rayons X.

Q6.

$$Ec_S = \frac{1}{2} \times m \times v_S^2$$

Or

$$v_S = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

D'ou

$$Ec_S = \frac{1}{2} \times m \times \left(\sqrt{\frac{2eU}{m}}\right)^2$$

$$Ec_S = \frac{1}{2} \times m \times \frac{2eU}{m}$$

$$Ec_S = eU$$

Ec_S est proportionnel à U. Or, pour une tension U=20,0 KV l'énergie cinétique est insuffisante (Q.5). Il faut donc choisir une tension supérieure à 20,0 KV.

U_1<20,0 KV : nous choisissons U_2.

Q7.

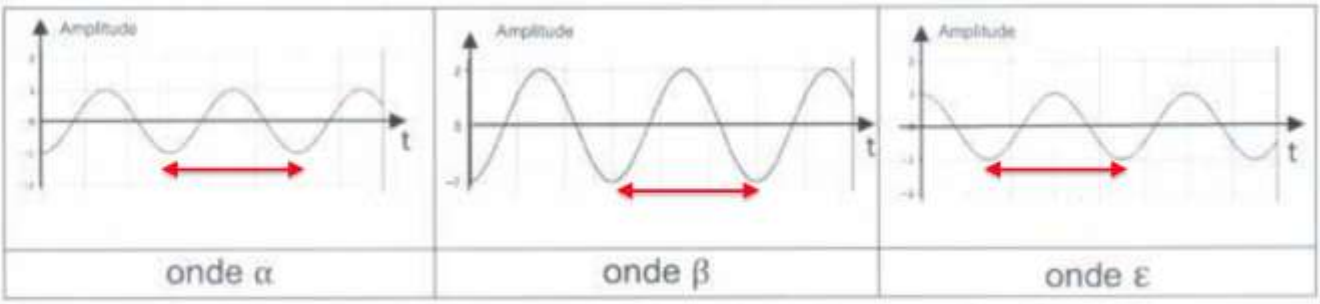

Figure 3. Graphiques représentant l'amplitude de trois ondes de même fréquence en fonction du temps.

Pour que deux ondes puissent donner des interférences constructives, elles doivent être en phase de phase : ondes α et β

Pour que deux ondes puissent donner des interférences destructives, elles doivent être en opposition de phase : ondes α et ε ou ondes β et ε

Q8.

On observe des interférences constructives pour $\boldsymbol{\delta = k \times \lambda}$

Or d'après l'énoncé : $\boldsymbol{\delta = 2 \times L \times \sin\theta}$

D'ou

$$2 \times L \times \sin\theta = k \times \lambda$$

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

Nous voulons une différence de chemin optique minimale, il faut prendre k le plus petit possible. k=0 donne une différence de chemin optique nulle, nous prenons k=1 :

$$L = \frac{1 \times 0{,}150 \times 10^{-9}}{2 \times \sin 10}$$

$$L = 4{,}3 \times 10^{-10} \text{ m}$$