

Mécanique

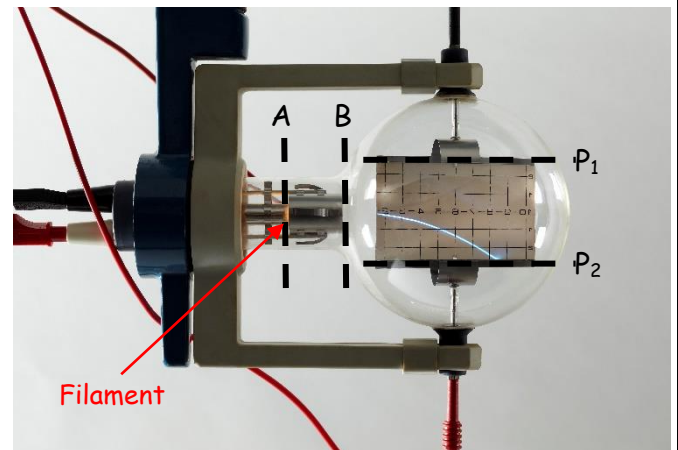
Mouvement d'un électron dans un tube à électrons

Document 1 - Le tube à électrons

Le tube à électrons dans lequel un vide poussé a été réalisé comprend:

- Un canon à électrons qui accélère et focalise les électrons émis par un filament, afin d'obtenir un faisceau rectiligne d'électrons homocinétiques. Pour accélérer les électrons, une tension U_1 est appliquée entre les plaques verticales A et B distantes de D_1 .
- Deux plaques horizontales P_1 et P_2 , de longueur L , distantes de D_2 entre lesquelles une tension U_2 est appliquée.

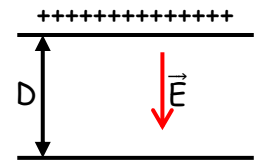
Les électrons qui arrivent avec une vitesse V_0 en O sont déviés par le champ électrique créé entre les plaques P_1 et P_2 . Un écran gradué recouvert d'une substance fluorescente permet de matérialiser la trajectoire des électrons.



Document 2 - Champ électrique et force électrique

Lorsqu'entre deux plaques distantes de D on applique une tension U (différence de potentiel) il se crée un champ électrique \vec{E} , de valeur $E = \frac{U}{D}$ considéré comme étant uniforme.

Une particule de charge q située entre les deux plaques subit alors une force électrique $\vec{F} = q\vec{E}$.



Données

$U_1 = 600V$	$U_2 = 600V$	$D_1 = 3,0cm$	$D_2 = 6,0cm$	$L = 8,0cm$
Charge de l'électron $q = -e = -1,60 \cdot 10^{-19}C$		Masse de l'électron $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}kg$		
Accélération de la pesanteur $g = 9,81m \cdot s^{-2}$		Electron Volt: $1eV = 1,60 \cdot 10^{-19}J$		

Remarque: Dans l'ensemble de l'exercice on supposera les référentiels comme étant Galiléens.

Partie A - Calculs préliminaires

- 1- Pourquoi créer un vide dans le tube à électron?
- 2- Quelle est l'expression du poids \vec{P}_e de l'électron. Calculer sa valeur P_e .
- 3- Quelle est l'expression de la force électrique \vec{F} à laquelle est soumis l'électron? Calculer ses valeurs F_1 et F_2 dans chacune des deux parties du tube à électrons.
- 4- Sachant qu'une force peut être considérée négligeable devant une autre si sa valeur est au plus égale au centième de sa valeur, peut-on négliger le poids? Conclure alors sur la force à l'origine de la déviation du faisceau d'électrons entre les plaques P_1 et P_2 .

Partie B - Canon à électrons

- 5- Quel est le rôle du canon à électron?
- 6- Compléter et légèrer le schéma du canon à électron (Figure 1-1 en annexe). Indiquer les polarités des plaques. Placer les vecteurs champ électrique \vec{E}_1 et force \vec{F}_1 .

- 7- Par application d'une loi que l'on citera, trouver la relation vectorielle donnant l'accélération de l'électron.
 8- Déterminer l'expression donnant l'accélération a_x suivant l'axe Ox en fonction de m_e , e et E_1 .
 9- Déterminer l'expression temporelle donnant la vitesse V_x de l'électron suivant l'axe Ox en fonction de m_e , e , E_1 et t .
 10- Déterminer l'expression temporelle donnant la position x de l'électron suivant l'axe Ox en fonction de m_e , e , E_1 et t .
 11- Montrer que l'expression de la vitesse de l'électron lorsqu'il parvient à la plaque B du condensateur est:

$$V_B = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m_e}}$$

- 12- Calculer sa valeur.
 13- Calculer l'énergie cinétique E_c de cet électron que l'on exprimera en Joule et en Electrons Volt.

Partie C - Déviation des électrons

- 14- Recopier et légénder le schéma de la cellule de déviation (Figure 1-1 ci-dessous). Indiquer les polarités des plaques pour que l'électron soit dévié vers le bas. Placer les vecteurs champ électrique \vec{E}_2 et force \vec{F}_2 .
 15- Les électrons arrivent en O' avec une vitesse \vec{V}_0 , de valeur $V_0=1,45 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$, parallèle aux plaques P_1 et P_2 . Donner les composante V_{0x} et V_{0y} de la vitesse initiale V_0 dans le repère $(O'; x, y)$.
 16- Etablir les caractéristiques du vecteur accélération \vec{a} de l'électron.
 17- Déterminer les composantes a_x et a_y de l'accélération suivant les axes Ox et Oy en fonction de m_e , e et E_2 .
 18- Déterminer les expressions temporelles donnant les composantes V_x et V_y de l'électron dans le repère $(O'; x, y)$ en fonction de m_e , e , E_2 , V_0 et t .
 19- Déterminer les expressions temporelles donnant les positions x et y de l'électron dans le repère $(O'; x, y)$ en fonction de m_e , e , E_2 , V_0 et t .
 20- Montrer que l'équation de la trajectoire de l'électron dans le repère $(O'; x, y)$ est:

$$y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U_2}{m_e \cdot V_0^2 \cdot D_2} \cdot x^2$$

- 21- Montrer que si on fait l'hypothèse que la vitesse d'entrée de l'électron est identique à celle de sortie du canon à électrons ($V_0=V_B$) et que les tensions U_1 et U_2 sont égales, alors l'équation de la trajectoire dans le repère $(O'; x, y)$ s'écrit:

$$y(x) = -\frac{1}{4D_2} \cdot x^2$$

- 22- Calculer la valeur $y(L)$ de la déviation à la sortie des plaques.
 23- Quel sera le type de mouvement de l'électron après la sortie des plaques?
 24- Recopier et compléter la figure ci-dessous (figure 1-2) en traçant la trajectoire de l'électron entre les plaques et à la sortie des plaques.

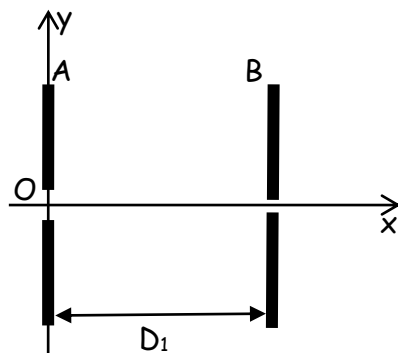


Figure 1-1

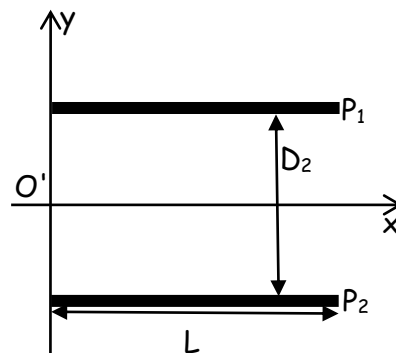


Figure 1-2