

But de l'activité : Décrire le mouvement dans un champ électrique uniforme.

Rappel : Equations horaires dans une dimension

a_0 , v_0 et x_0 représentent les conditions initiales (accélération, vitesse et position à $t = 0$).

Avec une accélération constante $a(t) = a_0$

$$\frac{dv}{dt} = a_0 \quad \text{donc} \quad v(t) = a_0 t + C_1 \quad \text{où } C_1 = v(0) = v_0$$
$$\frac{dx}{dt} = a_0 t + v_0 \quad \text{donc} \quad x(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t + C_2 \quad \text{où } C_2 = x(0) = x_0$$

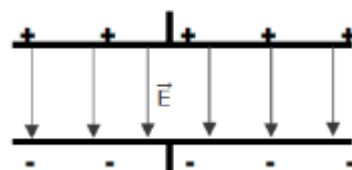
A la fin du XIX^e siècle, J. J. Thomson faisait la découverte de l'électron et mesurait sa masse. Les documents ci-dessous expliquent comment.

Rappels : Création d'un champ électrostatique uniforme

Deux plaques métalliques A et B horizontales soumises à une tension électrique U_{AB} (en volt V) non-nulle portent des charges électriques opposées : c'est un condensateur.

Un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ existe alors entre ces deux plaques métalliques chargées. Il est caractérisé par :

- Sa direction : perpendiculaire aux plaques
- Son sens : de la plaque chargée positivement à la plaque chargée négativement
- Sa norme : $E = \frac{|U_{AB}|}{d}$ où d est la distance entre les deux plaques en mètre. E s'exprime alors en $V.m^{-1}$



Lorsqu'une particule de charge q (en coulombs, C) est placée dans un champ électrostatique uniforme, elle subit alors une force telle que :

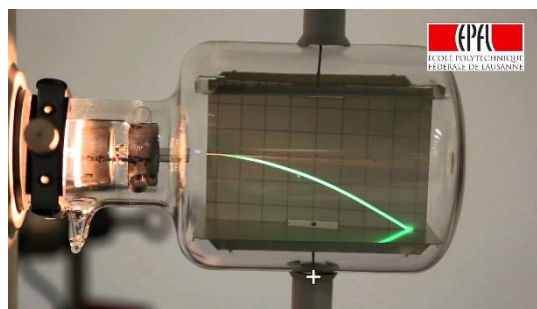
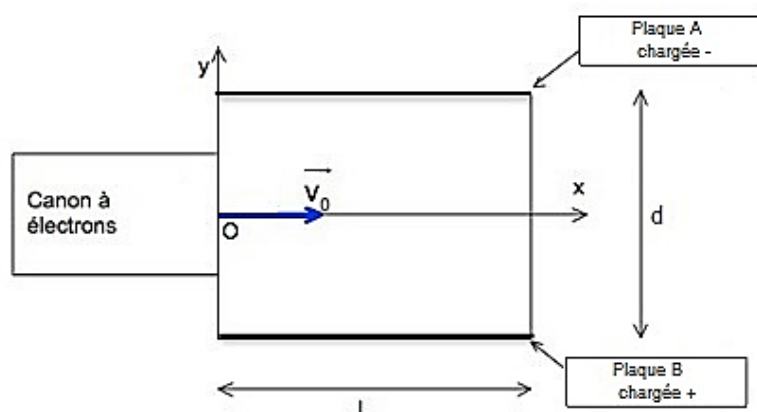
$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

Document 1 : Expérience de Thomson pour déterminer le rapport e/m d'un électron

Le montage ci-dessous reprend le principe d'une expérience réalisée par Thomson. Il comporte un tube à vide dans lequel un faisceau d'électrons est produit au point O par un canon à électrons.

Chaque électron de ce faisceau a une vitesse initiale $\vec{v}_0$ à l'entrée des plaques, et il est ensuite dévié lorsqu'il passe entre les plaques chargées. Le faisceau d'électron qui passe entre les deux plaques est donc dévié d'une hauteur h lorsqu'il sort des plaques.

Cette déviation verticale permet de déterminer la valeur du rapport e/m (e étant la charge de l'électron et m sa masse).



On considère ici des plaques de longueur $L = 8,50$ cm, séparées de $d = 2,67$ cm auxquelles on applique une tension $|U_{AB}| = 400$ V. Un électron de charge $q = -e = -1,6.10^{-19}$ C arrive à l'entrée des plaques avec une vitesse initiale $v_0 = 2,27.10^7$ m.s⁻¹.

On peut montrer que, dans cette expérience, le poids de l'électron est négligeable par rapport à la force électrique. On ne le considère donc pas dans l'étude du système.

Etude du système

1. Déterminer la valeur E du champ électrique entre les plaques et reproduire le schéma du document 1 en dessinant le vecteur $\vec{E}$.
2. Répéter les étapes de la partie I (définition du système et du référentiel, conditions initiales, bilan des forces, application de la seconde loi de Newton, etc..., questions 2 à 7) et montrer que la trajectoire de l'électron entre les plaques est donnée par :
$$y(x) = - \frac{eE}{2mv_0^2} x^2$$
3. Quelle est la forme de la trajectoire ?

Applications

4. Donner l'expression littérale de la déviation verticale de l'électron à la sortie des plaques ($x = L$). Le sens de la déviation est-il cohérent avec le sens de la force $\vec{F}$?
5. A la sortie des plaque, le faisceau est dévié de $|h| = 1,85$ cm. En déduire l'expression et la valeur du rapport e/m puis déterminer la masse de l'électron.
Ordre de grandeur : $m \approx 10^{-30}$ kg