

EXERCICES

- Etude de la déviation d'un faisceau électronique dans un champ magnétique.
- Evaluation de la charge spécifique de l'électron.
- Etude de la déviation d'un faisceau électronique dans un champ électrique.
- Montage d'un filtre de vitesse d'un champ électrique et d'un champ magnétique croisés.

OBJECTIF

Etude de la déviation d'électrons dans un champ électrique et magnétique

RESUME

Dans le tube de Thomson, la déviation verticale d'un faisceau électronique horizontal est visible sur un écran luminescent. La déviation peut être produite par un champ électrique vertical ou un champ magnétique horizontal disposé dans le plan horizontal perpendiculairement au sens du faisceau.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

| Nombre | Appareil | Référence |
|--------|---|------------|
| 1 | Tube de Thomson S | 1000617 |
| 1 | Support pour tube S | 1014525 |
| 1 | Paire de bobines de Helmholtz S | 1000611 |
| 1 | Alimentation haute tension 5 kV (230 V, 50/60 Hz) | 1003310 ou |
| | Alimentation haute tension 5 kV (115 V, 50/60 Hz) | 1003309 |
| 1 | Alimentation CC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz) | 1003308 ou |
| | Alimentation CC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz) | 1003307 |
| 1 | Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm | 1002843 |

2

GENERALITES

Dans le tube de Thomson, les électrons traversent horizontalement un diaphragme à fente placé en aval de l'anode et rencontrent un écran luminescent qui, placé de biais dans la marche du rayon, rend le faisceau visible. Derrière le diaphragme se trouve un condensateur à plaques, dans le champ électrique vertical duquel les électrons sont déviés verticalement. Par ailleurs, les bobines de Helmholtz permettent de créer un champ magnétique horizontal perpendiculaire au sens du faisceau, dans lequel les électrons sont également déviés verticalement :

La force de Lorentz agit sur un électron qui bouge à la vitesse v à travers un champ magnétique B

$$(1) \quad F = -e \cdot v \times B$$

e : Charge élémentaire

perpendiculairement au plan résultant du sens de mouvement et du champ magnétique. La déviation est verticale lorsque le sens du mouvement et le champ magnétique se situent dans le plan horizontal (cf. Fig. 1). Si le sens du mouvement est perpendiculaire au champ magnétique homogène, les électrons sont forcés sur une trajectoire circulaire dont la force centripète est imposée par la force de Lorentz.

$$(2) \quad m \cdot \frac{v^2}{r} = e \cdot v \cdot B$$

m : Masse électronique, r : Rayon de la trajectoire circulaire.

La vitesse des électrons dépend de la tension anodique d'accélération U_A . On a donc :

$$(3) \quad v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_A}$$

Le rayon de la trajectoire circulaire permet de déterminer la charge spécifique de l'électron, dans la mesure où le champ magnétique homogène B et la tension anodique U_A sont connus. Les équations (2) et (3) permettent d'établir la charge spécifique de l'électron :

$$(4) \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2}$$

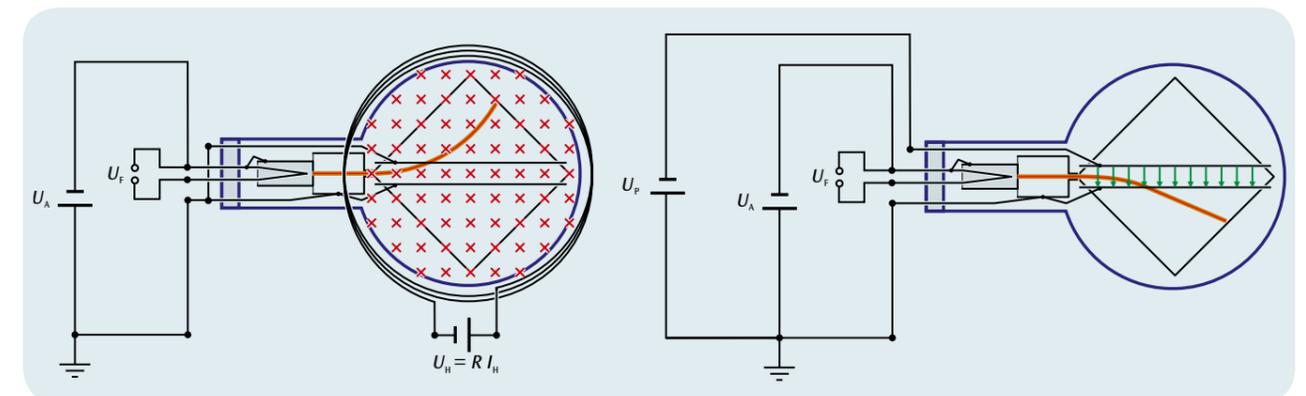


Fig. 1 Représentation schématique du tube de Thomson dans le champ magnétique

Fig. 2 Représentation schématique du tube de Thomson dans le champ électrique

Lorsqu'une tension U_p est appliquée au condensateur à plaques, les électrons sont déviés verticalement dans son champ électrique vertical E avec la force

$$(5) \quad F = -e \cdot E$$

e : Charge élémentaire

(cf. Fig. 2). Aussi le champ électrique peut-il être choisi de manière à ce qu'il compense juste la déviation dans le champ magnétique :

$$(6) \quad e \cdot E + e \cdot v \cdot B = 0$$

Dans ce cas, il est aisé de déterminer la vitesse des électrons. On a donc :

$$(7) \quad v = \frac{E}{B}$$

Un agencement de champs électrique et magnétique croisés dans lequel la déviation des électrons est compensée à zéro, est appelé un filtre de vitesse.

EVALUATION

Généré dans une paire de bobines de Helmholtz, le champ magnétique B est proportionnel au courant I_H par une seule bobine. Le facteur de proportionnalité k peut être calculé à partir du rayon de la bobine $R = 68 \text{ mm}$ et du nombre de spires $N = 320$ par bobine :

$$B = k \cdot I_H \quad \text{avec} \quad k = \left(\frac{4}{5}\right)^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R}$$

Le champ électrique peut être calculé à partir de la tension U_p et de l'écartement des plaques d :

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