

EXERCICES

- Démonstration de la déviation des électrons dans un champ magnétique homogène sur une trajectoire circulaire fermée.
- Détermination du courant des bobines de Helmholtz I_H en fonction de la tension d'accélération U du canon électronique à rayon de trajectoire constant r .

OBJECTIF

Détermination de la charge spécifique de l'électron

RESUME

Dans le tube à pinceau étroit, la trajectoire circulaire des électrons dans un champ magnétique homogène peut être observée sous la forme d'une trace lumineuse très nette. Aussi le rayon de la trajectoire peut-il être mesuré directement avec une règle graduée. A partir du rayon de la trajectoire r , du champ magnétique B et de la tension d'accélération U du canon électronique, on peut calculer la charge spécifique e/m de l'électron.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Tube à pinceau étroit sur socle de connexion	1000904
1	Bobines de Helmholtz 300 mm	1000906
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	Multimètre analogique AM50	1003073
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	1002843

2

GENERALITES

Dans un tube à pinceau étroit, les électrons se déplacent sur une trajectoire circulaire dans un champ magnétique homogène. Le tube contient du néon, dont la pression est réglée avec précision, et les atomes gazeux sont ionisés le long de la trajectoire par la collision des électrons et excités à briller. Ainsi la trajectoire des électrons est visible indirectement et son rayon peut être mesuré à l'aide d'une règle graduée. Comme la tension d'accélération U du canon électronique et le champ magnétique B sont connus, le rayon de la trajectoire r permet de calculer la charge spécifique e/m de l'électron :

La force de Lorentz agit perpendiculairement à la vitesse et au champ magnétique sur un électron qui bouge à la vitesse v perpendiculairement à un champ magnétique homogène B .

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

e : Charge élémentaire

En tant que force centripète, elle oblige l'électron

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

m : Masse électronique

de suivre une trajectoire circulaire de rayon r . Aussi

$$(3) \quad e \cdot B = \frac{m \cdot v}{r}$$

La vitesse v dépend de la tension d'accélération U du canon électronique :

$$(4) \quad v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U}$$

Pour la charge spécifique de l'électron, on a donc :

$$(5) \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U}{(r \cdot B)^2}$$

EVALUATION

Généré dans une paire de bobines de Helmholtz, le champ magnétique B est proportionnel au courant I_H passant dans une bobine. Le facteur de proportionnalité k peut être calculé à partir du rayon de la bobine $R = 147,5$ mm et du nombre de spires $N = 124$ par bobine :

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

Toutes les grandeurs permettant de déterminer la charge spécifique des électrons sont ainsi connues.

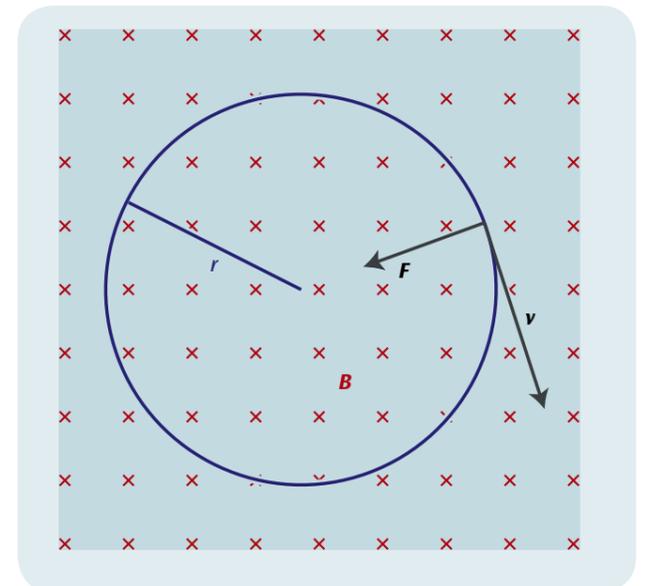


Fig. 1 Déviation d'électrons à vitesse v dans un champ magnétique B par la force de Lorentz F sur une trajectoire circulaire de rayon r

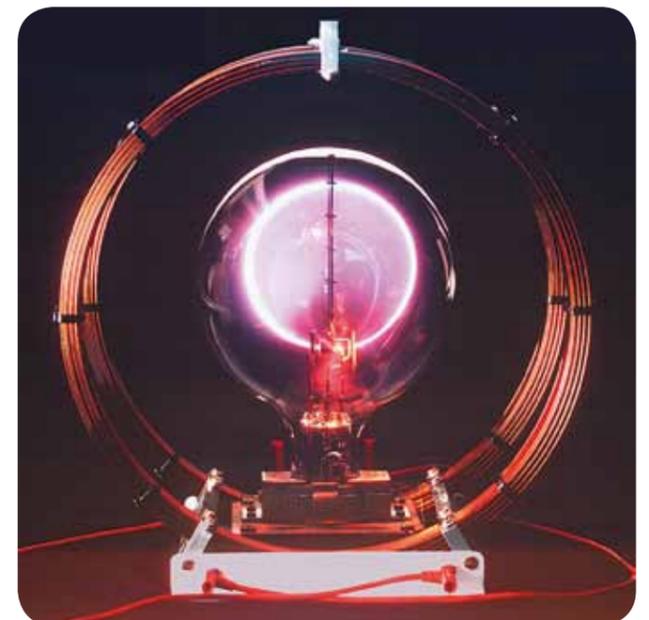


Fig. 2 Tube à pinceau étroit avec trace lumineuse circulaire des électrons dans le champ magnétique