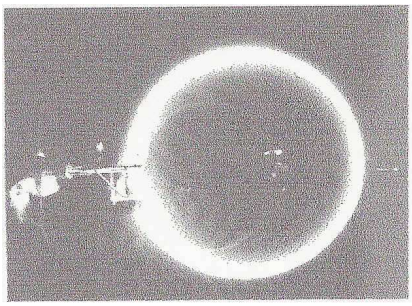
MESURE DU RAPPORT *e/m* POUR l'ELECTRON

1. Objectif du TP et étude théorique :

le rapport e/m de la charge d'une particule à sa masse, intervient dans de nombreuses études ou expériences; on se propose de le déterminer ici pour l'électron par une expérience de déviation d'un faisceau d'électrons par un champ magnétique.



trace du faisceau

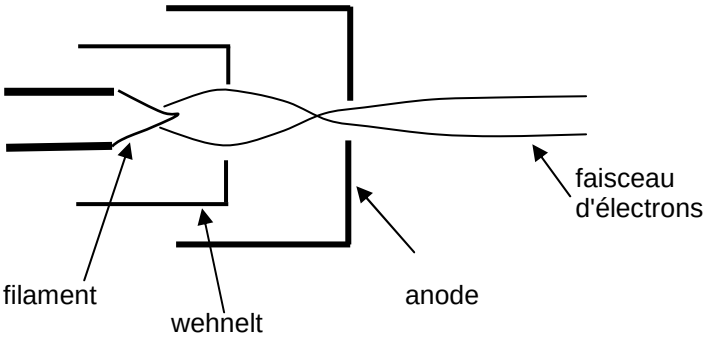
2. description du canon à éléctrons:

le canon à électrons est constitué :

d'un filament de tungstène ou de LaB_6 porté à très haute températude qui émet des électrons par effet thermoélectronique,

d'un cylindre de Wehnelt portée à un potentiel négatif de par rapport au filament, pour réunir les électrons en un point finement focalisé, le cross-over

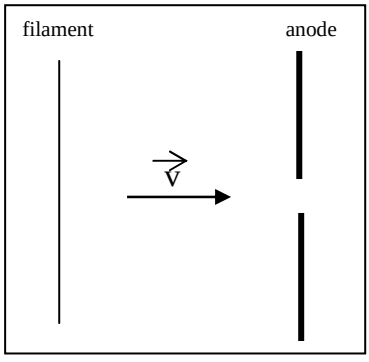
et d'une anode portée à un potentiel positif élevé de quelques centaines de volts (rôle d'accélération) $U= V_a-V_c>0$



Le faisceau d'électrons accélérés à une vitesse très élevée émerge de l'autre côté de l'anode percée d'un trou, où il sera dévié ensuite par le champ magnétique.

2.1 accélération par le champ électrique :

en négligeant les forces de pesanteur (justifier) et en ne tenant compte que de la différence de potentiel entre le filament et l'anode (U), la vitesse initiale des électrons arrachés au filament étant très faible, exprimer la vitesse v_o d'un électron arrivant sur l'anode, au moyen du théorême de l'énergie cinétique (ΔE_c = W(force électrique)).



2.2 déviation par le champ magnétique

Sortant du canon à électron, l'électron est maintenant soumis à un champ magnétique $\vec{B}$ orthogonal à $\vec{V}_0$ créé par les deux bobines de Helmholtz.

La force magnétique s'écrit $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ et le travail de cette force au cours d'un déplacement élémentaire $d\vec{\ell} = \vec{v}dt$ s'écrirait $\delta W = \vec{F}.d\vec{\ell} = \vec{F}.\vec{v}dt$ .Que peut-on en conclure pour le travail de la force magnétique? Que peut-on en conclure pour la norme de la vitesse ?

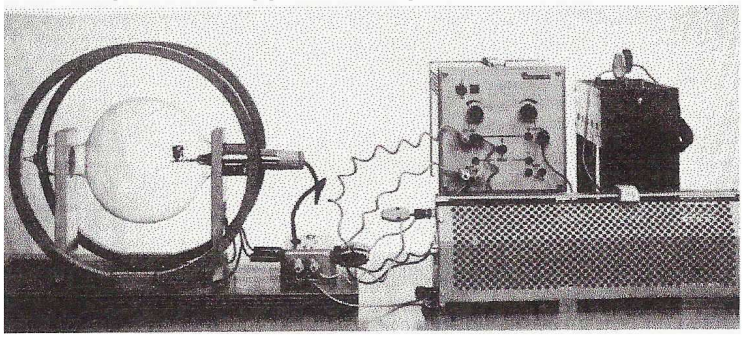
La relation fondamentale de la dynamique s'écrit $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$; que peut-on en conclure pour la direction de la vitesse, sachant que la direction de $\vec{B}$ est fixe et que la vitesse en sortie du canon à électrons est perpendiculaire à $\vec{B}$?

A partir des considérations précédentes, montrer que la relation fondamentale de la dynamique se réduit à $m\frac{v^2}{R} = evB$ en déduire la nature de la trajectoire, et l'expression de R

2.3 expression de e/m

en utilisant l'expression de la vitesse montrée au **2.1**, démontrer enfin la relation $e/m = 2U/B^2R^2$ qui permet d'obtenir le rapport e/m en fonction de B, U et R.

3. description de l'appareil et expériences



ampoule contenant le canon à électrons et bobines de HELMHOLTZ

alimentations 6,3V (filament) 0-300 V (anode), et 12 V (bobines de Helmholtz)

le filament est chauffé au moyen d'un tension de 6,3 V alternative; les électrons issus du filament chauffé sont ici accélérés par une tension comprise entre 0 et 300 V.

Ils seront déviés par un champ magnétique B quasi uniforme, crée par les bobines de HELMHOLTZ (distance égale au rayon).

Le champ B est donné par la relation: **B = 7,8 .*I*. 10^{-4}Tesla.** (***I*** est le courant qui traverse les bobines, alimentées séparément.)

3.mesures

Faire vérifier les branchements avant de mettre sous tension.

Observer le faisceau bleuté, l'influence des différents paramètres (tension d'accélération, courant dans les bobines,) et rechercher une valeur du courant ***I*** permettant de faire des mesures du rayon dans de bonnes conditions.

première méthode :Faire varier la tension d'accélération U. Mesurer le rayon (en fait le diamètre) pour plusieurs valeurs de U. Pour éviter les *erreurs de parallaxe*, il faut aligner l'oeil, le faisceau et son image dans le miroir.

tracer la courbe U = f (R^2), calculer sa pente, en déduire la valeur de *e/m (*à partir de la pente), et une estimation de l'erreur sur la mesure.

deuxième méthode : fixer cette fois U et faire varier ***I***. En déduire à nouveau *e/m* en traçant $1/I^2$ en fonction de R^2.

estimer l'erreur sur la mesure. Comparer avec les valeurs précédentes.

---

mesures du rapport e/m : tableau de résultat
(rendre les courbes avec cette feuille)

3) **déviation par un champ magnétique seul**

mesure à courant fixé I = ... (la valeur est choisie de façon à faciliter la mesure du rayon)

U(V)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
R(m)											
$R^2(m^2)$											

pente de la courbe $U = f(R^2)$ ..... valeur de e/m ..... ± .....
commentaires :

mesures à U fixée : U = ...(la valeur est choisie de la même façon)

I(A)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2
$1/I^2$											
R(m)											
$R^2(m^2)$											

pente de la courbe $1/I^2 = f(R^2)$ ..... valeur de e/m ..... ± .....
commentaires :

4) **méthode de J.J.Thomson** :

(le champ E crée n'étant pas très uniforme, il ne faut pas s'étonner que la valeur obtenue diffère notablement.)

nouvelle estimation de e/m ..... ± .....