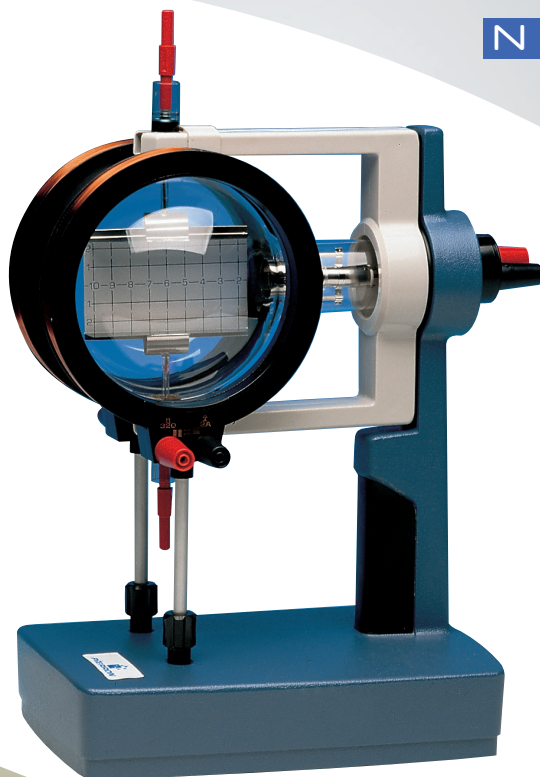




Tube à faisceau d'électrons

01360

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Cet appareil est destiné à mettre en évidence l'influence des champs magnétiques ou électrostatiques sur un faisceau d'électrons.

Il s'agit d'un tube électronique à vide poussé, disposant d'un canon électronique convergent et d'un écran luminescent incliné contre l'axe du rayon. L'écran permet de visualiser le rayon et d'étudier ainsi le faisceau électronique dans des champs électriques et magnétiques. Le faisceau d'électrons peut être dévié électrostatiquement par un condensateur à plaques, intégré, et/ou magnétiquement par l'emploi de bobines d'Helmholtz.

2 - Contenu de l'emballage

- Un tube en verre très fragile
- Un écran luminescent observable des deux faces
- Une notice

Caractéristiques

- Chauffage : 6,3 V - 1,3 A
- Tension accélératrice : 1,5 à 5 kV
- Tension déviatrice : 0 à 350 V continu
- Matière : verre
- Écran fluorescent : 90 x 60 mm
- Dimensions : Ø 130 mm - longueur totale : 260 mm

Matériel nécessaire

- | | |
|---|---------------|
| ■ Un support de tube à faisceau d'électrons | réf. 01361.10 |
| ■ Un jeu de bobines d'Helmholtz | réf. 01362.10 |
| ■ Une alimentation THT 6 kV | réf. 04863.10 |
| ■ Une alimentation HT 500 V | |
| ■ Une alimentation 12 V / 5 A | réf. 01981.10 |
| ■ Une alimentation 0-30 V / 5 A | réf. 01992.10 |
| ■ Un rhéostat 33 Ω - 320 W | réf. 04036.10 |

Installez le tube dans son support de manière à le bloquer.



Les tubes thermoioniques sont des cônes en verre à paroi mince sous vide. Manipulez-les avec précaution : risque d'implosion !

- N'exposez pas le tube à des charges mécaniques.
- N'exposez pas les câbles de connexion à des charges de traction.
- Le tube n'a le droit d'être utilisé que dans le support pour tube à faisceau d'électrons O1361.
- Des tensions et des courants trop élevés ainsi que des températures de chauffage de la cathode mal réglées peuvent entraîner la destruction du tube.
- Respectez les paramètres de service indiqués.
- Ne procédez à des câblages que lorsque les dispositifs d'alimentation sont éteints.
- Ne montez et ne démontez le tube que lorsque les dispositifs d'alimentation sont éteints.
- Pendant l'utilisation du tube, son col chauffe. Au besoin, laissez refroidir le tube avant de le démonter.

Le respect de la directive CE sur la compatibilité électromagnétique est uniquement garanti avec les alimentations recommandées.

Description

Le tube de déviation électronique sert à étudier les faisceaux d'électrons dans des champs électriques et magnétiques. Il permet tant d'évaluer la charge spécifique e/m que de déterminer la vitesse des électrons v .

Le tube possède un canon électronique dans un cône en verre sous vide avec un système d'électrodes de focalisation, une cathode thermoionique de tungstène à chauffage direct et une anode cylindrique. Le faisceau d'électrons peut être dévié électrostatiquement par un condensateur à plaques intégré et magnétiquement par l'emploi de bobines de Helmholtz (réf. O1362.10). Les plaques déviatrices tiennent un écran luminescent à trame centimétrique, tourné à 15° par rapport à l'axe du faisceau, qui rend visible l'allure du faisceau d'électrons.

Remarque :

L'écran quadrillé permet de rendre ces expériences quantitatives et le rapport e/m peut être déterminé à 15 % près sans difficulté.

1 - Déviation électromagnétique

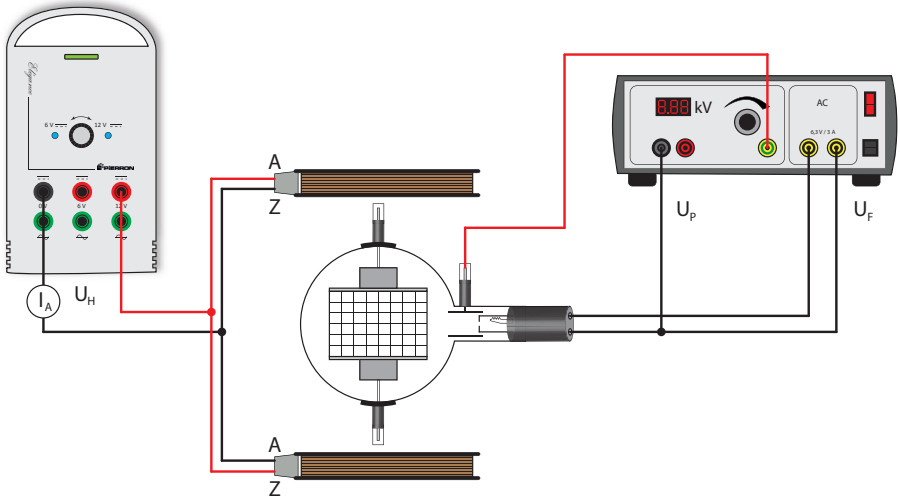


Figure 1

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 1. Branchez le pôle négatif de la tension anodique à la prise de 4 mm marquée du signe « moins » sur le col du tube.
- Placez les bobines dans les alésages correspondants du porte-tube.
- Mettez l'alimentation très haute tension en service.
- Appliquez une tension aux bornes des 2 bobines et observez le faisceau.

Le faisceau suit une trajectoire circulaire, la déviation se produit dans un plan qui est perpendiculaire au champ magnétique.

Lorsque la tension anodique est constante, le rayon de déviation se réduit au fur et à mesure qu'augmente le courant des bobines.

Lorsque le courant des bobines est constant, le rayon augmente avec la tension anodique, ce qui permet de conclure à une vitesse plus élevée.

Un électron de masse m et de charge e , qui se déplace perpendiculairement à un champ magnétique B , est forcé de suivre une trajectoire circulaire à cause de la force Lorentz $B.e.v$:

$$B.e.v = \frac{m.v^2}{r} \quad (1)$$

où v étant la vitesse de l'électron et r le rayon de courbure.

2 - Déviation électrostatique

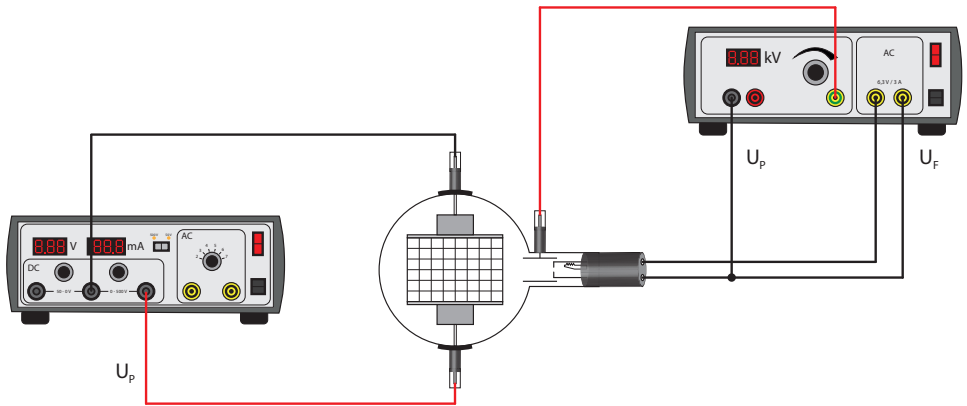


Figure 2

- Procédez au câblage du tube comme le montre la figure 2. Branchez le pôle négatif de la tension anodique à la prise de 4 mm marquée du signe « moins » sur le col du tube.
- Mettez l'alimentation très haute tension en service.
- Mettez la tension du condensateur en marche et observez le faisceau.

Constatez que le faisceau est dévié par et dans le champ électrique \mathbf{E} selon une courbe qui n'est pas un cercle. En effet, un électron, qui traverse à la vitesse \mathbf{v} le champ électrique \mathbf{E} d'un condensateur à plaques de tension U_p et dont les plaques présentent un écart d , est dévié sur une trajectoire parabolique dont l'équation est la suivante :

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{E}{v^2} \cdot x^2 \quad (2)$$

où y est la déviation linéaire à la distance x .

3 - Détermination du rapport e/m et de v

3.1. Par la déviation magnétique

Réalisez le montage comme sur la figure 1.

L'équation suivante s'applique à la vitesse d'électron \mathbf{v} qui dépend de la tension anodique U_A .

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

Les équations (1) et (3) permettent d'établir la charge spécifique e/m :

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

La tension U_A peut être lue directement, B et r doivent être déterminés par l'expérience.

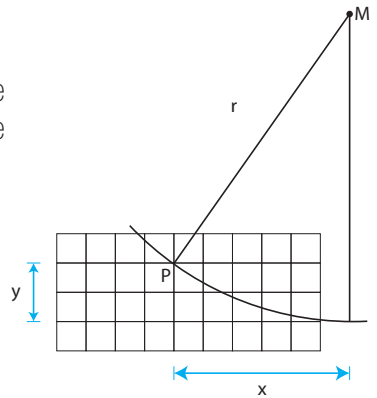
3.1.1. Détermination de r

L'équation suivante s'applique au rayon de courbure r du faisceau dévié, comme le montre la figure ci-contre :

$$r^2 = x^2 + (r - y)^2$$

Il en résulte :

$$r = \frac{x^2 + y^2}{2 \cdot y} \quad (5)$$



3.1.2. Détermination de B

L'équation suivante s'applique à la densité de flux magnétique B dans le cas d'une géométrie Helmholtz du champ magnétique de la paire de bobines et d'un courant de bobines I :

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \quad (6)$$

$k = 4,2$ mT/A (dans une bonne approximation)

$n = 320$ (spires) et $R = 68$ mm (rayon de bobine).

3.2. Par la déviation électrique

Réalisez le montage comme sur la figure 2.

En modifiant la formule (2), on obtient l'équation suivante pour e/m :

$$\frac{e}{m} = \frac{2y}{E} \cdot \frac{v^2}{x^2} \quad (7)$$

avec $E = \frac{U_p}{d}$, U_p étant la tension du condensateur et d l'écart entre les plaques.

3.3. Par la compensation du champ

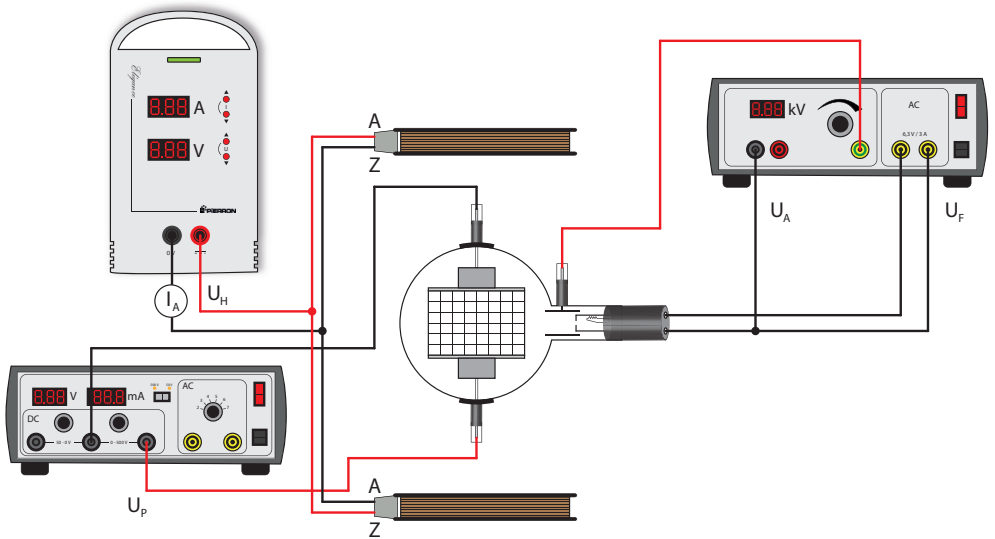


Figure 3

- Réalisez le montage comme le montre la figure 3.
- Mettez les alimentations très haute tension et haute tension en marche et déviez le faisceau électrostatiquement.
- Mettez l'alimentation des bobines en marche et réglez la tension de sorte que le champ magnétique compense le champ électrique et que le faisceau ne soit plus dévié.

Le champ magnétique compense la déviation du faisceau par le champ électrique. On a alors l'équation suivante :

$$e.E = e.v.B$$

Il en résulte pour \mathbf{v} :

$$v = \frac{E}{B} \quad (8)$$

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

Pour $\mathbf{e/m}$, on a l'équation suivante :

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2.U_A} \cdot \left(\frac{E}{B}\right)^2 \quad (9)$$

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil. Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pouvons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.