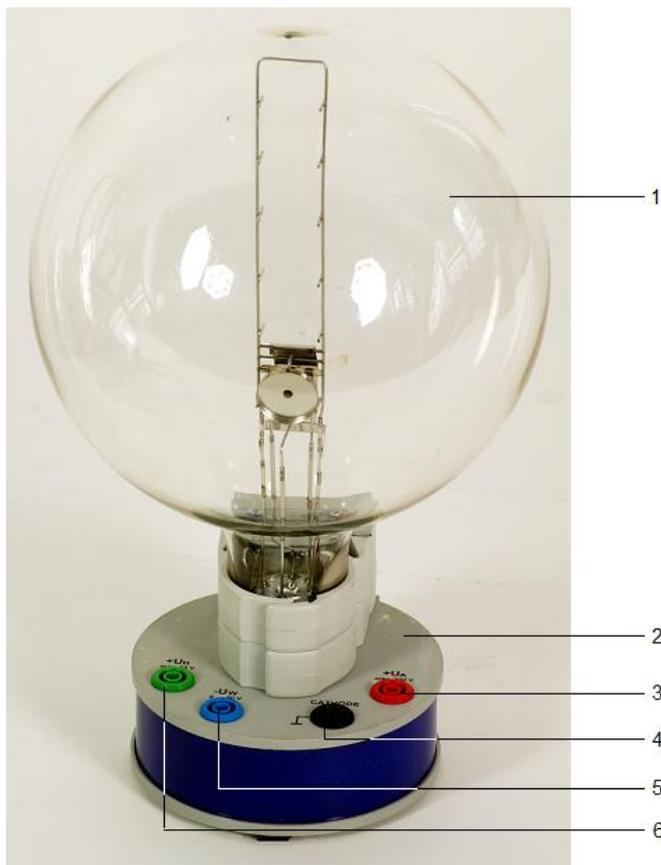


Tube à pinceau étroit sur socle de connexion R 1019957

Instructions d'utilisation

05/16 ALF



- 1 Tube à pinceau étroit
- 2 Socle de connexion
- 3 Connexion pour l'anode
- 4 Connexion pour la cathode
- 5 Connexion pour le cylindre de Wehnelt
- 6 Connexion pour le chauffage

1. Consignes de sécurité

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.

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.

Des tensions et hautes tensions dangereuses peuvent apparaître à hauteur du champ de connexion pendant l'utilisation des tubes.

- Pour les connexions, utilisez uniquement des câbles d'expérimentation de sécurité.
- Ne procédez à des câblages que lorsque les dispositifs d'alimentation sont éteints.
- Ne montez et ne démontez le tube qu'après avoir mis l'appareil d'alimentation hors tension.

Pendant l'utilisation du tube, son col chauffe.

- Laisser refroidir le tube avant de le ranger.

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

2. Description

Le tube à pinceau étroit sert à l'étude de la déviation de faisceaux électroniques dans un champ magnétique homogène à l'aide de la paire de bobines Helmholtz (1000906) ainsi qu'à la détermination quantitative de la charge spécifique e/m de l'électron.

Un piston en verre renferme les canons électroniques constitués d'une cathode d'oxyde à chauffage indirect, d'un cylindre de Wehnelt et d'une anode trouée, en atmosphère de gaz résiduel au néon avec une pression gazeuse précise. Les atomes gazeux sont ionisés sur toute la trajectoire des électrons, formant un faisceau brillant à coupure nette. Des repères de mesure permettent de déterminer le diamètre du chemin circulaire du rayon dévié dans le champ magnétique sans parallaxe.

Le tube est monté sur un socle présentant des douilles de connexion de couleur. Pour protéger les tubes, un circuit de protection est installé dans le socle ; celui-ci coupe toute tension supérieure à celle indiquée sur le socle de tubes sous « Cutoff-Voltage » (tension de relâchement). Le circuit de protection empêche qu'une tension trop élevée dissipe le chauffage et veille à ce que la tension n'augmente que lentement lors la mise sous tension.

3. Caractéristiques techniques

Remplissage de gaz :	néon
Pression gazeuse :	$1,3 \times 10^{-5}$ bar
Tension de chauffage :	5 à 7 V CC (cf. indication « Cutoff-Voltage » sur le socle de tubes)
Courant de chauffage :	< 150 mA
Tension Wehnelt :	0 à -50 V
Tension anodique :	200 à 300 V
Courant anodique :	< 0,3 mA
Diamètre du pinceau étroit :	20 à 120 mm
Ecart des repères :	20 mm
Diamètre de piston :	160 mm
Hauteur totale avec socle :	260 mm
Plaque :	$115 \times 115 \times 35$ mm ³
Masse :	env. 820 g

4. Notions de base générales

Sur un électron se déplaçant à une vitesse v perpendiculairement par rapport à un champ magnétique uniforme B , la force de Lorentz agit perpendiculairement par rapport à la vitesse et au champ magnétique.

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

e : charge élémentaire

Elle soumet en tant que force centripète l'électron

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

m : masse de l'électron

sur une trajectoire circulaire au rayon r . D'où en découle

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

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

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

Pour la charge spécifique de l'électron, l'équation susmentionnée s'applique alors :

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

Si, étant données différentes tensions d'accélération U et différents champs magnétiques B , nous mesurons les rayons respectifs r d'une trajectoire circulaire, les valeurs mesurées s'inscrivent alors dans un diagramme $r^2 B^2 - 2U$ conformément à l'équation (5) sur une droite d'origine dont la pente est e/m .

Le champ magnétique B est généré dans une paire de bobines de Helmholtz ; sa valeur est proportionnelle au courant I_H parcourant une seule bobine. Il sera possible de calculer le facteur de proportionnalité k à partir du rayon de la bobine $R = 147,5$ mm et du nombre de spires $N = 124$ par bobine :

$$B = k \cdot I_H$$

$$k = \left(\frac{4}{5}\right)^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R} = 0,756 \frac{\text{mT}}{\text{A}}$$

L'ensemble des grandeurs déterminantes étant par là connues pour cette charge élémentaire spécifique.

5. Accessoires supplémentaires requis

1 Alimentation CC 300 V (@230 V)	1001012
ou	
1 Alimentation CC 300 V (@115 V)	1001011
et	
1 Alimentation CC 20 V, 5 A (@230 V)	1003312
ou	
1 Alimentation CC 20 V, 5 A (@115 V)	1003311
ou	
1 Alimentation CC 500 V (@230 V)	1003308
ou	
1 Alimentation CC 500 V (@115 V)	1003307
1 Paire de bobines de Helmholtz	1000906
1 ou 2 Multimètre analogique ESCOLA 30	1013526
Câbles expérimentaux de sécurité	

6. Manipulation

6.1 Montage de l'appareillage expérimental

- Placez le tube entre les bobines de Helmholtz.
- Afin de mieux pouvoir observer le rayon d'électrons, l'essai expérimental devrait se dérouler dans une salle occultée.

6.1.1 Raccordement du tube à pinceau étroit au bloc d'alimentation CC 300 V

- Procédez au câblage du tube comme le montre la fig. 1.
- Raccordez en parallèle le voltmètre à la sortie 300 V.
- Raccordez en série les bobines, conformément à la 2ème illustration, au bloc d'alimentation CC 20 V afin que le courant parcourt les deux bobines dans le même sens.

6.1.2 Raccordement du tube à pinceau étroit au bloc d'alimentation CC 500 V

- Procédez au câblage du tube comme le montre la fig. 4.

6.2 Calibrage du faisceau d'électrons :

- Appliquez une tension de chauffage de 7,5 V par exemple. (La tension de chauffage doit être inférieure à l'indication de « Cutoff-Voltage ».)
- Patienter pendant env. 1 minute, jusqu'à ce que la température du filament soit stabilisée.
- Augmenter lentement la tension anodique jusqu'à max. 300 V (le rayon d'électrons se présentant d'abord verticalement sera visualisé par une faible lumière bleutée).

- La tension Wehnelt devra être choisie de manière à pouvoir visualiser un faisceau de rayons aussi mince et aussi nettement limité que possible.
- Optimisez la définition et la luminosité du faisceau de rayons en variant la tension de chauffage.
- Augmentez l'intensité du courant I_H de la bobine qui parcourt les bobines de Helmholtz et vérifiez si le rayon d'électrons présente une courbure vers le haut.

Au cas où aucune courbure du rayon d'électrons ne se laisse observer :

- Inversez le sens du courant dans l'une des bobines, ce dernier pouvant alors parcourir les deux bobines dans le même sens.

Au cas où la courbure du rayon d'électrons ne s'oriente pas vers le haut :

- Pour l'inversion du champ magnétique, intervertir le câble de connexion de l'alimentation.
- Continuez à augmenter l'intensité du courant dans la bobine et vérifiez si le rayon d'électrons forme une trajectoire circulaire fermée sur elle-même.

Au cas où la trajectoire circulaire n'est pas fermée :

- Tournez légèrement le tube à faisceau électronique filiforme et son socle autour de l'axe vertical.

7. Exemple d'expérience

Détermination de la charge spécifique e/m de l'électron

- Choisir le courant de bobine de sorte que le rayon du chemin circulaire soit par exemple de 5 cm, puis notez la valeur réglée.
- Réduisez (en incréments de 20 V) la tension de l'anode à 200 V, en choisissant chaque fois l'intensité de l'intensité du courant I_H de la bobine afin que le rayon reste constant, puis notez ces valeurs.
- Enregistrez d'autres séries de mesure pour des rayons d'une trajectoire circulaire aux valeurs de 4 cm et de 3 cm.
- Pour évaluer les mesures, reportez les valeurs dans un diagramme $r^2 B^2 - 2U$ (voir la fig. 3).

La rampe de la droite d'origine correspond à e/m .

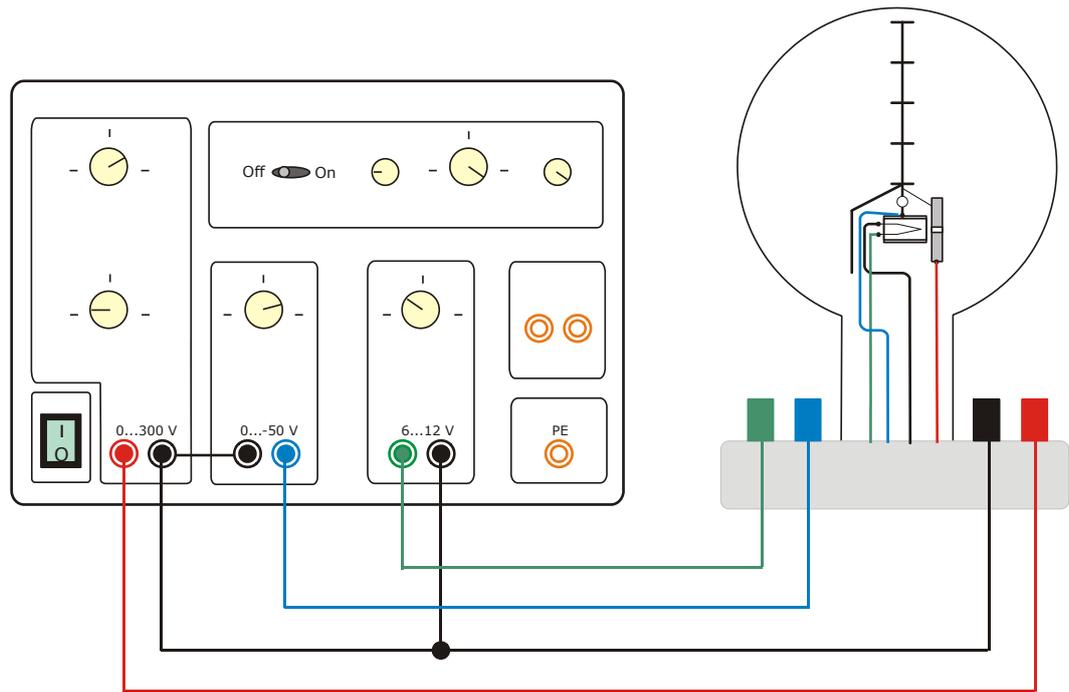


Fig. 1 Raccordement du tube à pinceau étroit au bloc d'alimentation CC 300 V

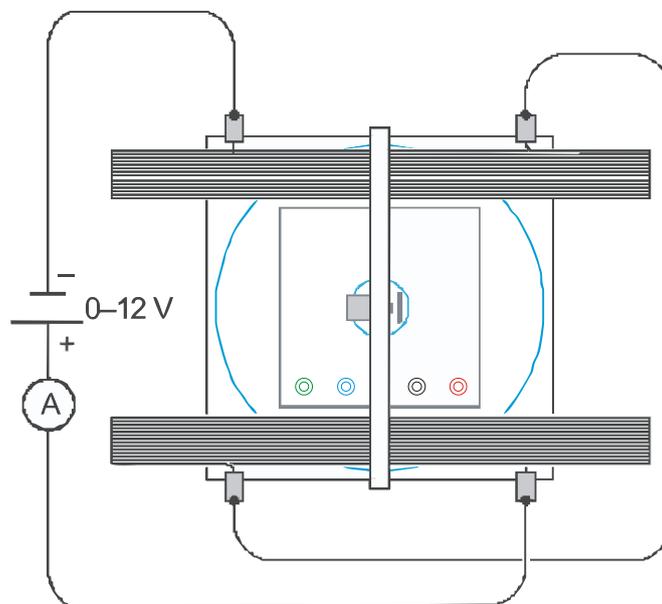


Fig. 2 Raccordement électrique de la paire de bobines de Helmholtz

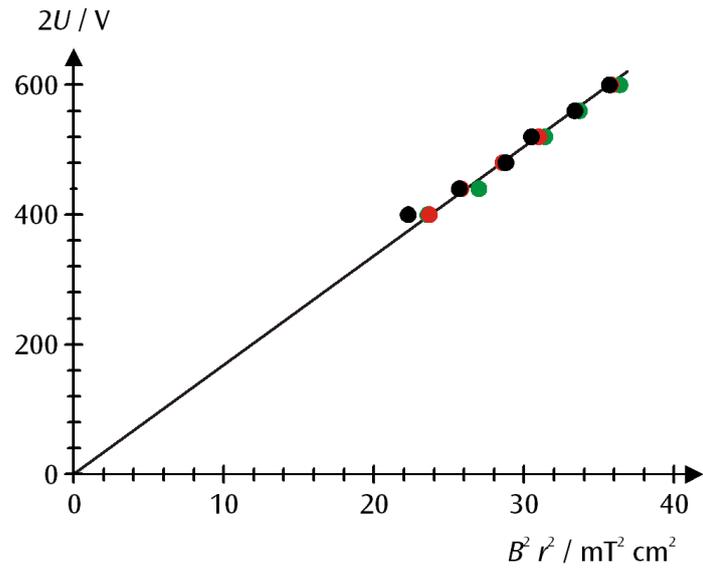


Fig. 3 Diagramme $r^2 B^2 - 2U$ des valeurs mesurées (noir : $r = 5$ cm, rouge : $r = 4$ cm, vert : $r = 3$ cm)

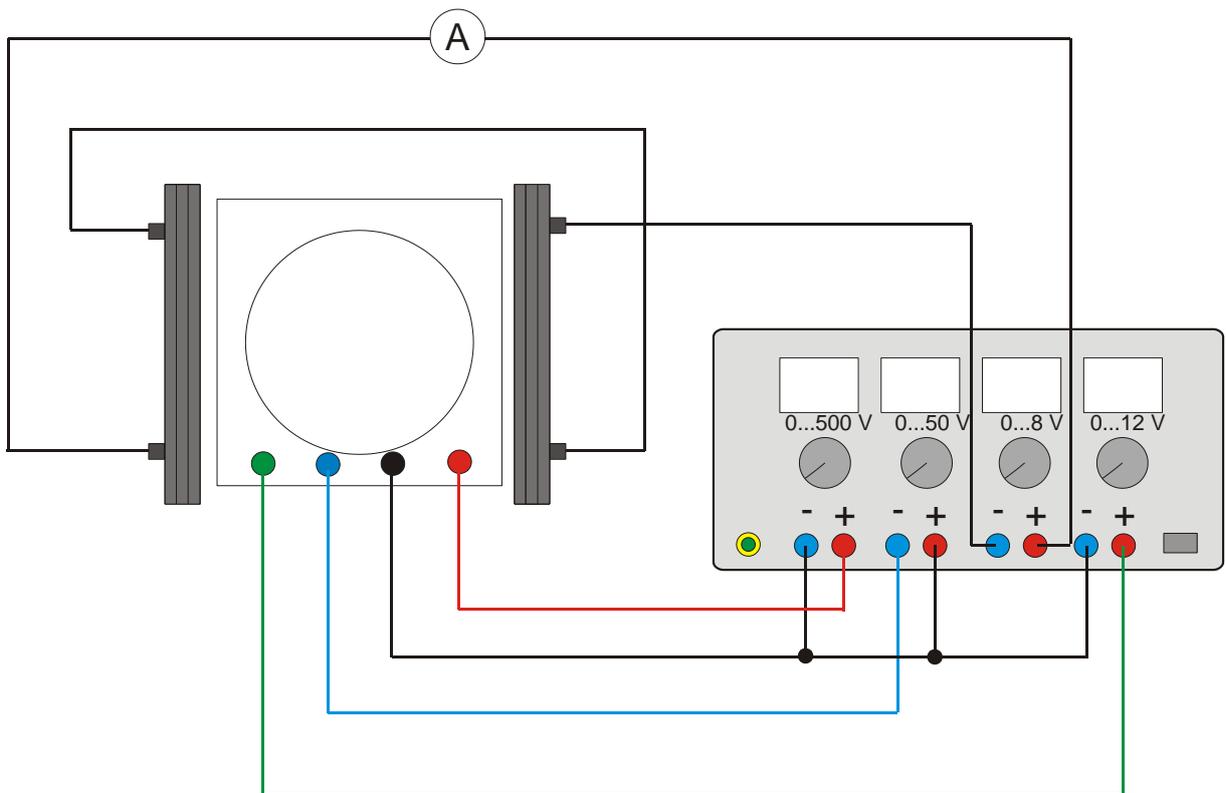


Fig. 4 Raccordement du tube à pinceau étroit au bloc d'alimentation CC 500 V