

Ensemble compact pour la détermination de la charge spécifique de l'électron e/m avec tube à faisceau fin 8001324

Instructions d'utilisation

04/26 HJB



1. Consignes de sécurité

L'appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit correspond aux dispositions de sécurité pour les appareils électriques de mesure, de commande, de réglage et de laboratoire d'après la norme DIN EN 61010, 1ère partie, et à la classe de protection 1. Il est prévu pour être exploité dans des pièces sèches convenant à des équipements ou dispositifs électriques.

En cas d'utilisation conforme, l'exploitation sûre de l'appareil est garantie. En revanche, la sécurité n'est pas garantie si l'appareil n'est pas commandé dans les règles ou manipulé sans attention.

S'il s'avère qu'une exploitation peu sûre n'est plus possible, mettez l'appareil immédiatement hors service (par ex. en présence de dommages apparents) et protégez-le contre toute remise en service.

Dans les écoles et les établissements de formation, l'utilisation de l'appareil doit être surveillée par un personnel formé.

- Des tensions dangereuses peuvent apparaître à hauteur du socle du tube à pinceau pendant l'utilisation de l'appareil.
- N'utiliser l'appareil que lorsque le tube est monté.
- Ne montez et ne démontez le tube qu'après avoir mis l'appareil d'alimentation hors tension.
- Ne branchez l'appareil qu'à des prises de courant avec mise à la terre du neutre.
- Remplacer un fusible défectueux uniquement par un fusible correspondant à l'une des valeurs d'origine (voir au dos du boîtier).
- Débrancher la prise secteur avant d'effectuer le remplacement du fusible.
- Ne jamais court-circuiter un fusible ou un porte-fusibles.
- Ne jamais obturer les grilles d'aération du boîtier afin de garantir une circulation d'air suffisante au refroidissement des composants à l'intérieur de l'appareil.

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.
- Avant de régler la tension anodique patienter pendant env. 1 minute, jusqu'à ce que la température du filament soit stabilisée.

Pendant l'utilisation du tube, son col chauffe.

- Laisser refroidir le tube avant de le ranger.

2. Description

Appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit

L'appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit sert, en association avec le tube à pinceau étroit T (1024632), à la détermination quantitative de la charge spécifique de l'électron et à l'étude de la déviation de faisceaux électroniques dans un champ magnétique homogène.

La paire de bobines de Helmholtz est fixée sur l'appareil et le tube à pinceau étroit interchangeable est posé sur un socle pivotant à 270°. Tous deux sont raccordés à l'appareil d'exploitation sans qu'il n'y ait besoin d'un câblage externe. Tous les courants d'alimentation du tube de même que le courant traversant les bobines Helmholtz sont réglables. La tension des anodes et le courant des bobines sont indiqués sur un cadran numérique et peuvent être prélevés comme valeurs d'équivalence de courant.

Tube à pinceau étroit T

Dans le tube à pinceau étroit, un système de rayon électronique constitué d'une cathode à oxyde chauffée indirectement, d'une anode perforée et d'un cylindre Wehnelt génère une focalisation d'électrons fortement limitée. dans une atmosphère résiduelle d'hélium avec une pression gazeuse réglée précisément. Par ionisation par choc d'atomes d'hélium, on obtient une trace lumineuse très clair et également fortement limitée de l'orbite électronique dans le tube. Lorsque le tube est idéalement orienté et que le courant passant dans les bobines Helmholtz est adapté, les électrons sont déviés sur une orbite. Leur diamètre est facile à déterminer lorsque les électrons rencontrent précisément une marque de mesure équidistante, si bien que leur extrémité brille.

L'appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit (1009948) sert à exploiter le tube à pinceau étroit.

3. Contenu du colis

a) Appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit

- 1 Appareil d'exploitation
- 1 Jeu de câbles de raccordement secteur EU, UK, US
- 1 Instructions d'utilisation

b) Tube à pinceau étroit T

- 1 Tube à pinceau étroit
- 1 Instructions d'utilisation

4. Caractéristiques techniques

a) Appareil d'exploitation de tube à pinceau étroit

Couple de bobines Helmholtz :

Diamètre des bobines : env. 300 mm

Nombre de spires : 124

Champ magnétique : 0 – 3,4 mT (0,75 mT/A)

Appareil d'exploitation :

Courant de la bobine : 0 – 4,5 A

Sortie de mesure : $U_{OUT} = I_H \cdot \frac{1V}{1A}$

Tension d. anodes : 15 – 300 V, 10 mA max.

Sortie de mesure : $U_{OUT} = \frac{U_A}{100}$

Tension de chauffage : 5 – 7 V CC, 1 A max.

Tension Wehnelt : 0 – -50 V

Affichage : Affichage numérique LED à 3 chiffres du courant des bobines et de la tension des anodes

Précision

Affichage : 1% + 2 chiffres

Sorties de mesure : 1%

Connexions

Sorties de mesure : Douilles de sécurité 4 mm

Informations générales :

Angle de rotation

du tube : -10° – 270°

Tension de

raccordement : 100 – 240 V, 50/60 Hz

Câble de

raccordement : EU, UK et US

Dimensions : env. 310 x 275 x 410 mm³

Poids : env. 7,5 kg

b) Tube à pinceau étroit T

Remplissage de gaz : hélium

Pression du gaz : 0,13 hPa

Diamètre du piston : 165 mm

Diamètre de l'orbite : 20 – 120 mm

Distance entre les

marques de mesure : 20 mm

5. Notions de base generales

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 dé-coule

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

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 donnés 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 .

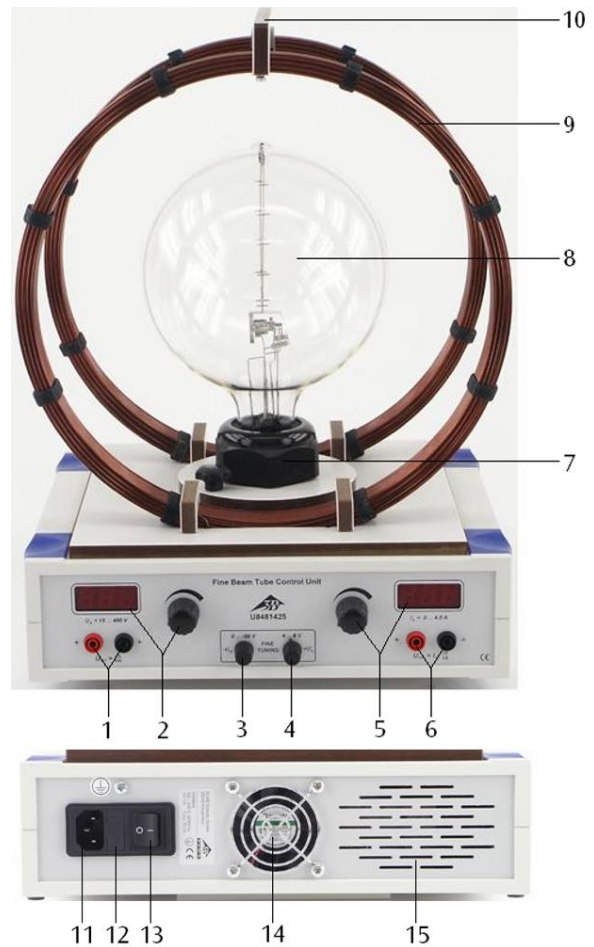
Le champ magnétique B est généré dans une paire de bobines de Helmholtz ; sa valeur est proportionnelle au courant I_H parcourant une seule bobine. Il sera possible de calculer le facteur de proportionnalité k à partir du rayon de la bobine $R = 147,5 \text{ mm}$ et du nombre de spires $N = 124$ par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

$$B = k \cdot I_H \quad (6)$$

$$\text{avec } k = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R} = 0,756 \frac{\text{mT}}{\text{A}}$$

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

6. Éléments de commande de l'appareil d'exploitation



- 1 Sortie de mesure de la tension d'accélération
- 2 Régulateur et affichage de la tension d'accélération
- 3 Régulateur de tension Wehnelt
- 4 Régulateur de la tension de chauffage
- 5 Régulateur et affichage du courant de la bobine
- 6 Sortie de mesure du courant de la bobine
- 7 Socle pivotant
- 8 Tube à pinceau étroit T (1024632)
- 9 Bobines Helmholtz
- 10 Poignée de transport
- 11 Alimentation de secteur
- 12 Porte-fusibles
- 13 Interrupteur secteur
- 14 Ventilateur
- 15 Fentes d'aération

7. Manipulation

7.1 Montage du tube à pinceau étroit

- Visser l'écrou-raccord en le tournant vers la gauche.
- Vérifier que le tube à pinceau étroit ne présente pas de mauvais contact
- Positionner le tube à la verticale, tout en vérifiant l'orientation des broches et de la broche de codage ! (cf. fig. 1).

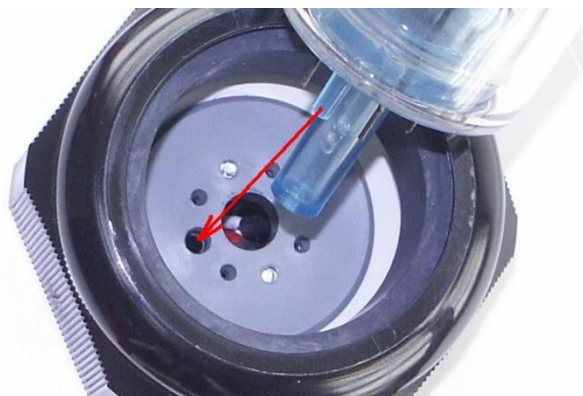


Fig. 1: Positionnement du tube

- effectuer une légère pression vers le bas sur le tube jusqu'à ce qu'il soit bien en place.
- **Précision** : Mesurer la hauteur entre le socle et le bord supérieur de l'écrou-raccord et la reporter sur le tube. Ceci permet de vérifier si le tube est bien posé sur le socle.
- Bien serrer l'écrou raccord en le tournant vers la droite, tout en s'assurant que le tube reste à la verticale.

Attention : Si la vis moletée n'est pas serrée, le tube n'est pas fixé et risque de tomber lors du transport !



Fig. 2: Tube mis en place

7.2 Calibrage du faisceau d'électrons

- Placer l'appareil d'exploitation du tube à pinceau étroit dans une pièce très obscurcie.
- Orienter le tube comme sur la figure ci-dessus (les canons électroniques doivent être perpendiculaires au champ magnétique des bobines Helmholtz). Pour avoir des informations sur la rotation du tube, se reporter au point 7.3.
- Placer le régulateur de la tension de chauffage en position centrale (env. 6 V).
- Placer le régulateur du courant de la bobine contre la butée gauche, donc sur 0 A.
- Attendre environ 1 minute jusqu'à la stabilisation de la température de la spirale chauffante.
- 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.
- Si le rayon est dévié vers le bas, faire pivoter le tube de 180°.
- Continuer à augmenter l'intensité du courant dans la bobine et vérifier si le rayon d'électrons forme une trajectoire circulaire fermée sur elle-même. Le cas échéant, faire légèrement pivoter le tube.
- Réaliser l'expérience en suivant les instructions ci-dessous.

7.3 Faire pivoter le tube

Le tube est fixé sur un socle pivotant de -10° à 270°.

- Pour faire pivoter le tube, desserrer la vis moletée. **Ne pas la dévisser !**
- Ne **pas** tourner au niveau du tube, mais au niveau du socle pivotant ou de l'écrou raccord.
- Resserrer la vis moletée.

Attention : Lorsque la vis moletée est entièrement enlevée, le tube n'est pas fixé et risque de tomber lors du transport !

7.4 Remplacement de fusible

- Couper l'alimentation électrique et retirer impérativement la fiche secteur.
- Retirer le porte-fusibles situé à l'arrière de l'appareil secteur, à l'aide d'un tournevis plat (cf. fig. 3).
- Passer le tournevis du côté de la prise secteur avec terre.
- Remplacer le fusible et remettre le porte-fusibles en place.



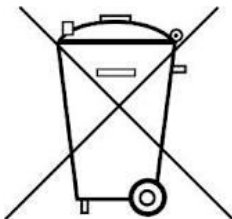
Fig. 3: Remplacement de fusible

8. Entretien et maintenance

- Débrancher l'appareil avant le nettoyage.
- Utiliser un chiffon doux et humide.

9. Traitement des déchets

- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si l'appareil doit être jeté, ne pas le jeter dans les ordures ménagères. Il est important de respecter les consignes locales relatives au traitement des déchets électriques.



10. 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 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 $r^2 B^2 - 2U$.

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

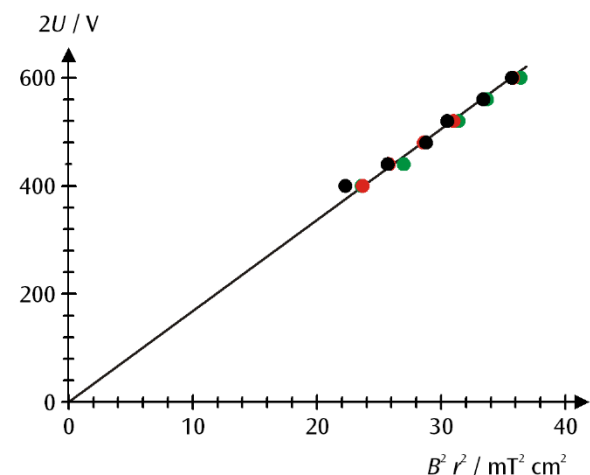


Fig. 4 Diagramme $r^2 B^2 - 2U$ des valeurs mesurées
(noir : $r = 5$ cm, rouge : $r = 4$ cm, vert : $r = 3$ cm)