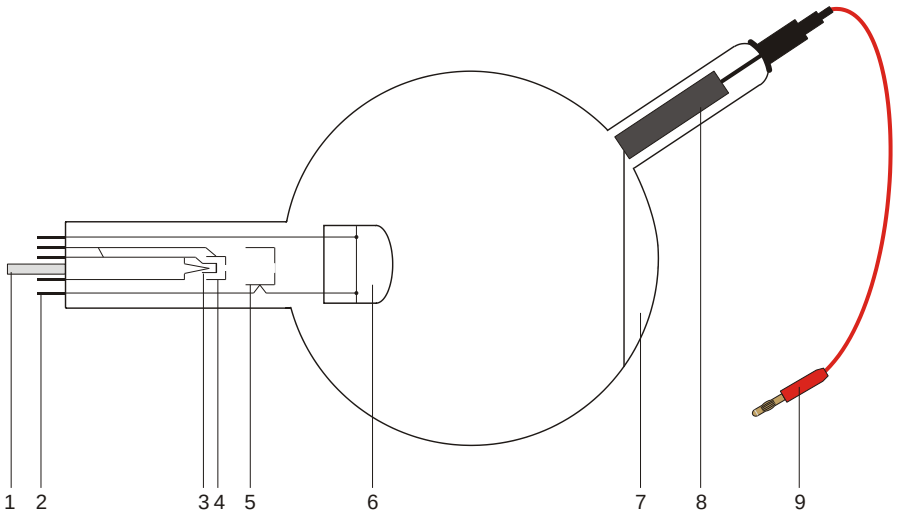
3B SCIENTIFIC® PHYSICS

...going one step further

Tube de Perrin S 1000616

Manuel d'utilisation

10/15 ALF



1 Pointe
2 Contacts
3 Filament
4 Cathode
5 Anode
6 Plaques de déviation
7 Ecran fluorescent
8 Coupe de Faraday
9 Contact de 4 mm relié à la coupe de Faraday

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.
- 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 S (1014525).

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.
- 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 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.

2. Description

Le tube de Perrin permet de démontrer la polarité négative des électrons et d'évaluer la charge électronique spécifique *e/m* par la déviation magnétique dans la cage de Faraday reliée à un électroscope. Le système permet en outre d'étudier la déviation des électrons dans deux champs alternatifs magnétiques perpendiculaires l'un à l'autre ou dans des champs alternatifs électriques et magnétiques parallèles, et de démontrer cette déviation par ex. en générant des figures de Lissajous.

Le tube de Perrin est un tube à vide poussé à canon électronique, comprenant un filament en tungstène pur et une anode cylindrique dans une sphère en verre transparente constituée en partie d'un écran fluorescent. Le canon électronique émet des électrons qui se présentent sous la forme d'un étroit rayon rond et qui constituent une tache sur l'écran fluorescent. Un tube en verre avec une coupe de Faraday est placé contre la boule en verre dans un angle d'environ 45° par rapport au rayon électronique non dévié.

3. Caractéristiques techniques

Tension de chauffage :	≤ 7,5 V CA/CC
Tension anodique :	2000 V - 5000 V
Courant anodique :	typ. 1,8 mA à U_A = 4000 V
Courant du rayon :	4 µA à U_A = 4000 V
Tension de plaque :	50 V - 350 V
Ampoule :	Ø env. 130 mm
Longueur totale :	env. 260 mm

4. Commande

Pour réaliser les expériences avec le tube de Perrin, on a besoin des dispositifs supplémentaires suivants :

1 Support pour tube S 1014525

1 Alimentation haute tension 5 kV (115 V, 50/60 Hz) 1003309

ou

1 Alimentation haute tension 5 kV (230 V, 50/60 Hz) 1003310

1 Paire de bobines de Helmholtz S 1000611

1 Alimentation CC 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz) 1003311

ou

1 Alimentation CC 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz) 1003312

1 Electroscope 1001027

1 Multimètre analogique AM50 1003073

4.1 Emploi du tube dans le porte-tube

- Ne montez et ne démontez le tube que lorsque les dispositifs d'alimentation sont éteints.
- Glissez le tube dans la monture en appuyant légèrement dessus, jusqu'à ce que les contacts soient entièrement insérés dans la monture. Veillez au positionnement précis de la pointe de guidage.

4.2 Retrait du tube du porte-tube

- Pour démonter le tube, appuyez avec l'index de la main droite sur l'arrière de la pointe de guidage, jusqu'à ce que les contacts soient desserrés. Puis, dégagez le tube.

5. Exemple d'expérience

5.1 Démontrer la nature des particules des rayons cathodiques et déterminer leur polarité

- Procédez au câblage comme le montre la fig. 1.
- Appliquez une tension anodique entre 2 et 5 kV.

Les rayons cathodiques apparaissent sur l'écran fluorescent sous la forme d'une tache ronde.

- À l'aide des bobines de Helmholtz, déviez les rayons cathodiques de manière à ce qu'ils tombent très précisément dans la coupe de Faraday. Au besoin, modifiez le sens du courant des bobines et tournez le tube et le porte-tube pour garantir que le rayon touche intégralement la coupe de Faraday.

L'aiguille de l'électroscope dévie et signale une charge.

- Désactivez la tension de chauffage et anodique.

La déviation de l'électroscope est maintenue.

Si la charge de la cage de Faraday résultait d'un rayonnement d'ondes, la déviation de d'électroscope s'atténuerait dès que le chauffage est désactivé. Comme ce n'est pas le cas, on peut en conclure que les rayons cathodiques sont constitués d'une matière qui est chargée électriquement. Ces particules sont des électrons.

La polarité négative des rayons cathodiques peut être démontrée par une nouvelle charge de l'électroscope au moyen d'une barre en plastique ou en verre que l'on aura frottée auparavant (négatif ou positif).

5.2 Évaluation de la charge électronique spécifique *e/m*

- Procédez au câblage comme le montre la figure 3.

En cas de déviation des rayons dans la coupe de Faraday, l'équation suivante s'applique à la charge électronique spécifique *e/m* :

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \qquad (1)$$

U_A peut être lue directement, le rayon de courbure *r* résulte des données géométriques du tube (diamètre de piston 13 cm, coupe de Faraday incliné à 45° contre l'axe du rayon) pour donner *r* = env. 16 cm (voir la figure 2).

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* :

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

avec *k* = dans une bonne approximation 4,2 mT/A, *n* = 320 (spires) et *R* = 68 mm (rayon de bobine).

- Calculez *e/m* en insérant les valeurs pour U_A, *r* et *B* dans l'équation 1.

5.3 Déviation dans des champ alternatifs magnétiques croisés (figures de Lissajous)

Autres appareils requis :

1 Bobine auxiliaire 1000645

1 Alimentation CA/CC 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz) 1002775

ou

1 Alimentation CA/CC 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz) 1002776

1 Générateur de fonctions FG100 (115 V, 50/60 Hz) 1009956

ou

1 Générateur de fonctions FG100 (230 V, 50/60 Hz) 1009957

- Procédez au câblage comme le montre la figure 5.
- Placez la bobine auxiliaire sur le porte-tube comme le montre la figure 4.
- Branchez la bobine auxiliaire à la source de tension alternative.
- Branchez les bobines de Helmholtz au générateur de fonctions et sélectionnez le signal sinusoïdal.
- Appliquez une tension anodique entre 2 et 5 kV.
- Sélectionnez pour la bobine auxiliaire une tension alternative max. de 15 V et observez la déviation horizontale.
- Réglez une fréquence par ex. de 50 Hz sur le générateur de fonctions, variez l'amplitude du signal sinusoïdal et observez les figures de Lissajous sur l'écran fluorescent.

5.4 Déviation dans le champ alternatif congruent magnétique et électrique

Autres appareils requis :

1 Générateur de fonctions FG100 (115 V, 50/60 Hz) 1009956

ou

1 Générateur de fonctions FG100 (230 V, 50/60 Hz) 1009957

1 Alimentation CA avec une tension de sortie de max. 250 V CA

Note :

Cette expérience requiert impérativement une connexion de l'anode au potentiel de masse !

Prudence ! Le champ de connexion du porte-tube peut présenter des tensions dangereuses au contact !

- Procédez au câblage comme le montre la figure 6.
- Branchez les bobines de Helmholtz au générateur de fonctions et sélectionnez le signal sinusoïdal.
- Appliquez une tension anodique entre 2 et 5 kV.
- Appliquez une tension alternative d'environ 200 V aux plaques de déviation et observez la déviation horizontale.
- Réglez une fréquence par ex. de 50 Hz sur le générateur de fonctions, variez l'amplitude du signal sinusoïdal et observez les figures de Lissajous sur l'écran fluorescent.

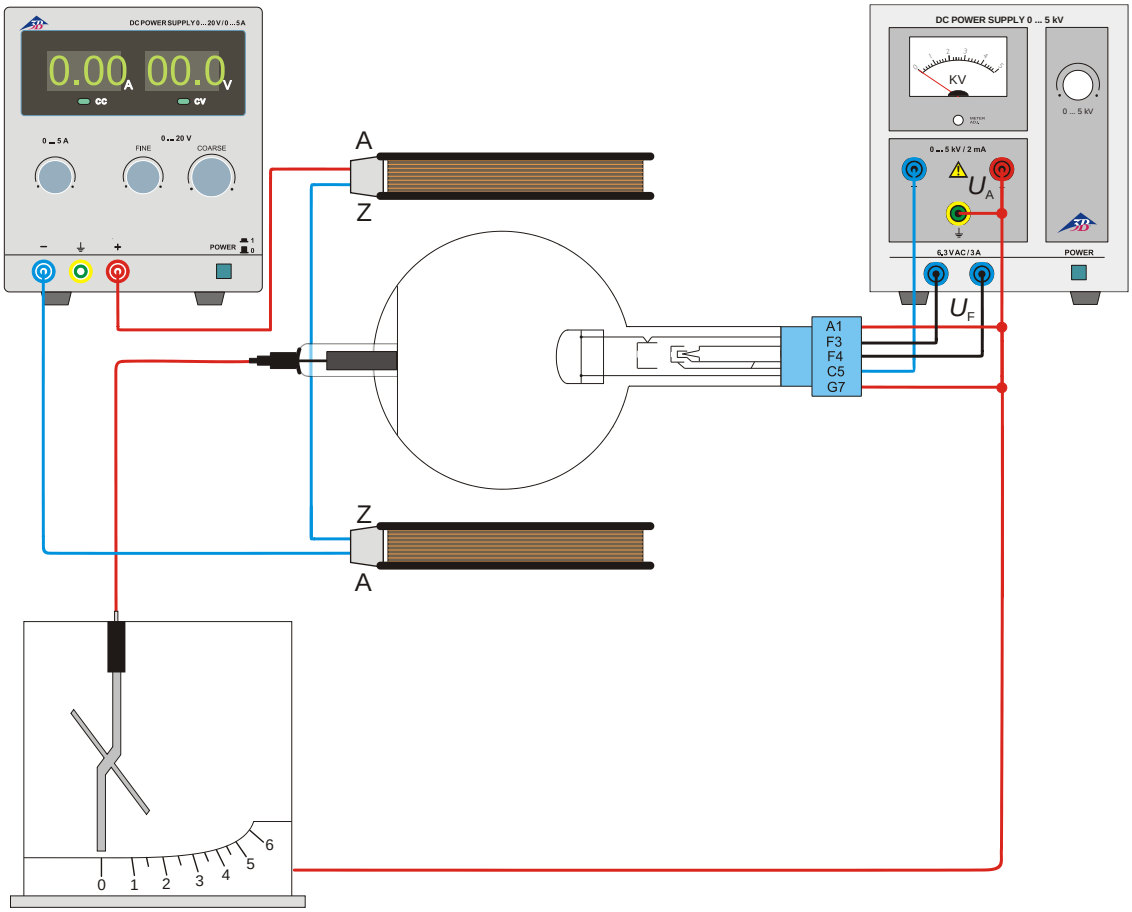


Fig. 1 Démontrer la nature des particules des rayons cathodiques et déterminer leur pola-rité

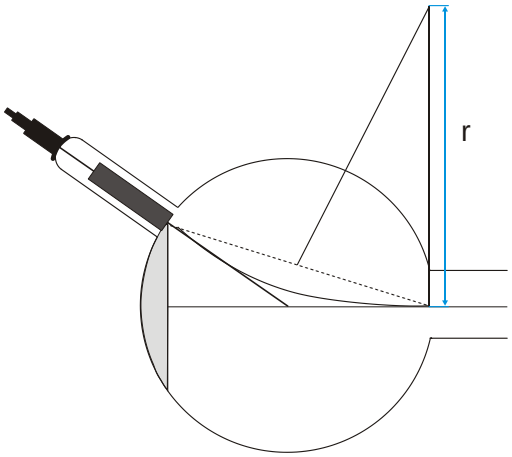


Fig. 2 Détermination de *r*

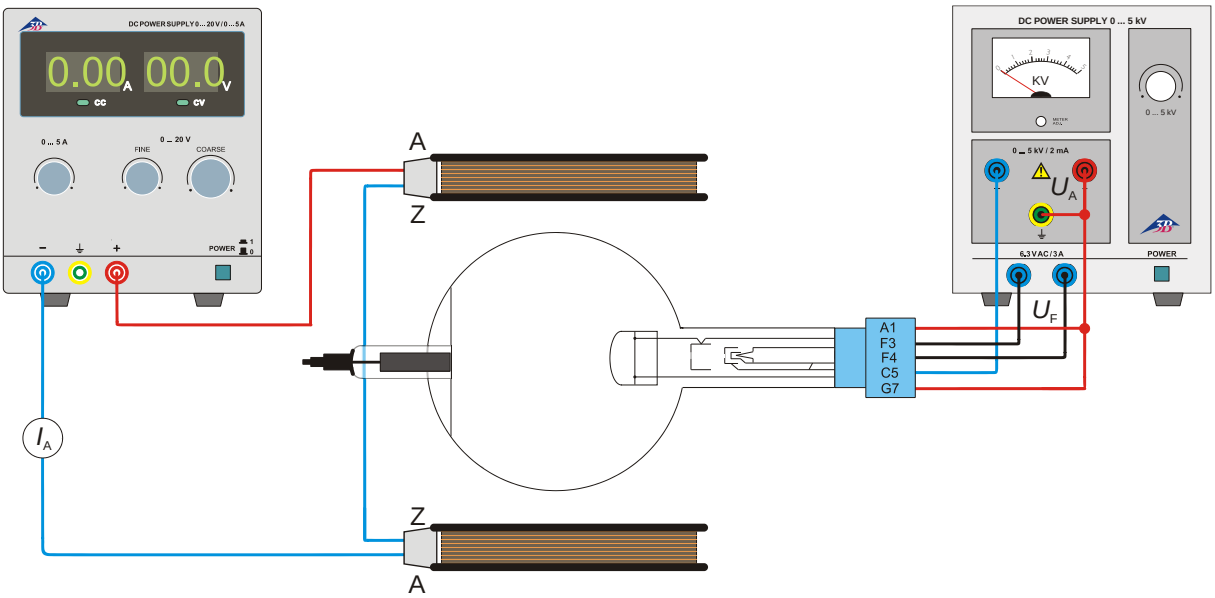


Fig. 3 Évaluation de la charge électronique spéci-fique e/m

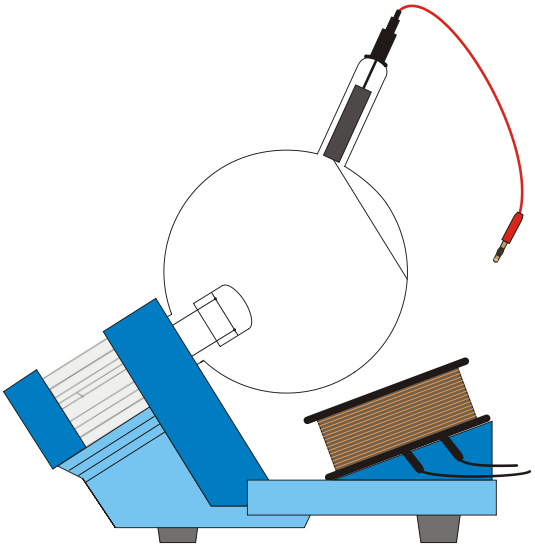


Fig.4 Montage de la bobine supplémentaire

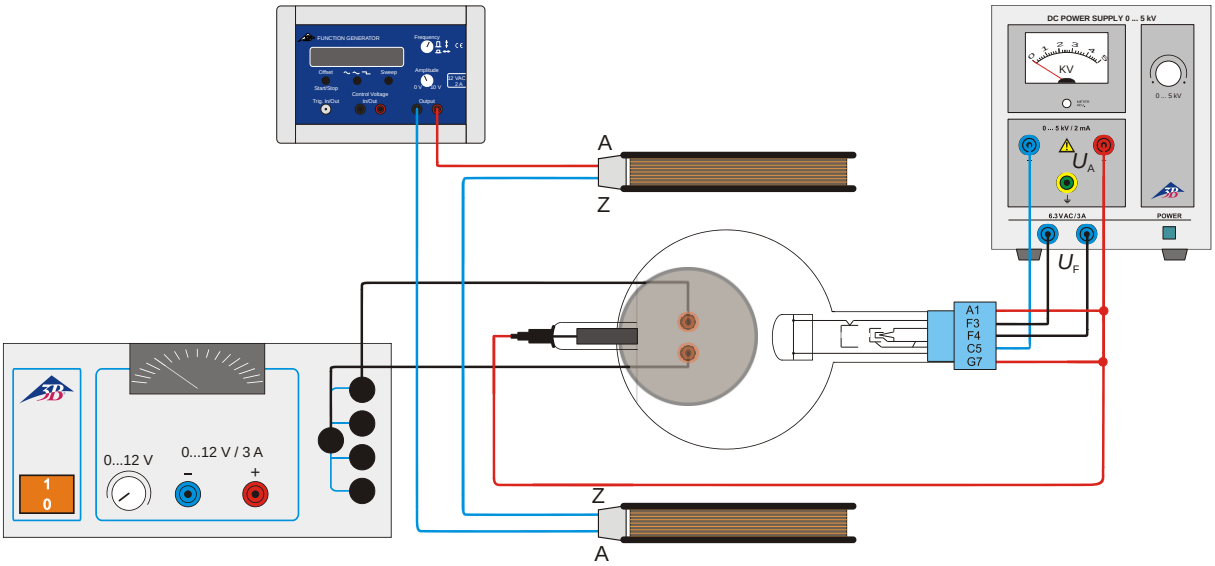


Fig.5 Déviation dans des champ alternatifs magnétiques croisés (figures de Lissajous)

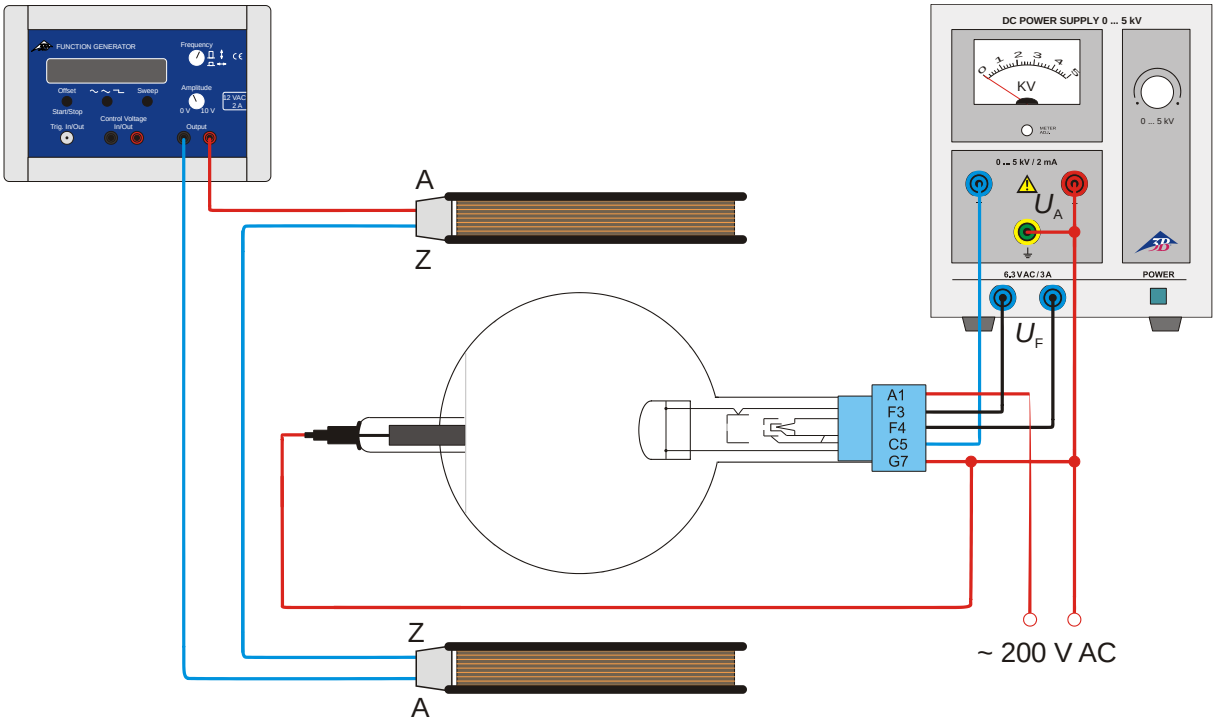


Fig 6 Déviation dans le champ alternatif congruent magnétique et électrique

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH