

## Tube de Franck et Hertz au néon sur platine de raccordement 1000912

### Instructions d'utilisation

10/15 ALF



- 1 Connexion BNC
- 2 Cylindre de blindage avec fenêtre d'observation
- 3 Tube de Franck et Hertz
- 4 Socle avec bornes de connexion

#### 1. Consignes de sécurité

- N'exposez pas le tube à des charges mécaniques. Ne pliez pas les fils de connexion. Risque de cassure et ainsi de blessure.

#### 2. Description

Le tube de Franck et Hertz est une tétrode avec une cathode en oxyde de baryum à chauffage indirect K, une grille de commande G, une grille anodique A et une électrode de captage E (voir fig. 1). Les électrodes sont disposées dans un ordre plan-parallèle. L'écart entre la grille de commande et la grille anodique s'élève à 5 mm, les écarts entre d'une part la cathode et la grille de commande et d'autre part l'anode et l'élec-

trode de captage s'élèvent à environ 2 mm. Choisie en vue d'obtenir une caractéristique optimale, la pression du gaz néoprène, ajustée dans le cadre de la construction de ce tube, se situe à quelques hPa.

Les bornes de connexion pour le chauffage, la grille de commande et la grille anodique se trouvent sur la plaque à socle du tube. Le courant de captage est prélevé sur la borne BNC à l'extrémité supérieure du cylindre de blindage. Une résistance (10 k $\Omega$ ) est fixée entre la borne de tension d'accélération et l'anode du tube. Elle protège le tube contre le risque d'ignition en cas de tension trop élevée. Pour les mesures, la chute de tension sur cette résistance est négligeable, car le courant anodique du tube est inférieur à 5 pA (chute de tension sur la résistance de protection 0,05 V).

### 3. Caractéristiques techniques

Tension de chauffage:	4 – 12 V
Tension de commande:	9 V
Tension d'accélération:	max. 80 V
Contre-tension:	1,2 – 10 V
Tube:	env. 130 x 26 mm Ø
Socle de connexion:	env. 190x115x115 mm <sup>3</sup>
Masse:	env. 450 g

### 4. Notions de base générales

Au cours de l'expérience de Franck et Hertz sur le néon, des atomes de néons sont excités par une collision inélastique d'électrons. Les atomes excités émettent une lumière visible qui peut être observée directement. On reconnaît les zones de forte densité lumineuse ou d'excitation, dont la position entre la cathode et la grille dépend de la différence de tension entre les deux. :

Des électrons s'échappant par la cathode sont accélérés vers la grille par une tension  $U$ . Ils traversent la grille et contribuent au courant  $I$  lorsque leur énergie cinétique suffit à surmonter la contre-tension entre la grille et la plaque.

La caractéristique  $I(U)$  (cf. Fig. 3) est similaire à celle de l'expérience de Franck et Hertz sur le mercure, mais à des intervalles de tension d'environ 19 V. En d'autres termes, le courant de plaque chute pratiquement à zéro à une certaine valeur  $U = U_1$ , car, par la collision inélastique, les électrons atteignent juste avant la grille suffisamment d'énergie cinétique pour céder l'énergie requise à l'excitation d'un atome de néon. En même temps, on observe à proximité de la grille une lumière rouge-orange, car l'une des transitions des atomes de néon de relaxation émet une lumière de cette couleur. La zone lumineuse se déplace vers la cathode au fur et à mesure qu'augmente la tension  $U$ , en même temps le courant de plaque  $I$  augmente à nouveau.

Si la tension  $U = U_2$  est encore plus élevée, le courant de plaque chute fortement et l'on observe deux zones lumineuses: l'une au milieu, entre la cathode et la grille, et l'autre directement à hauteur de la grille. Les électrons prennent une deuxième fois une telle quantité d'énergie après la première collision qu'ils peuvent exciter un deuxième atome de néon.

Au fur et à mesure que les tensions continuent à augmenter, on peut observer une diminution du courant de plaque et d'autres couches lumineuses.

La caractéristique  $I(U)$  présente plusieurs maxima et minima : l'écart entre les minima s'élève à environ  $\Delta U = 19$  V, ce qui correspond aux énergies

d'excitation des niveaux 3p dans l'atome de néon (cf. Fig. 4) qui seront très probablement excités. L'excitation des niveaux 3s ne peut pas être entièrement négligée et engendre une substructure dans la caractéristique  $I(U)$ .

Les zones lumineuses sont des zones de forte densité d'excitation et correspondent aux chutes de courant dans la caractéristique  $I(U)$ . L'augmentation de  $U$  d'environ 19 V entraîne la génération d'une couche lumineuse supplémentaire.

### Notes

Le premier minimum ne se situe pas à 19 V, mais est décalé de la tension de contact régnant entre la cathode et la grille.

Les lignes spectrales du néon peuvent être observées et mesurées sans problème à l'aide du spectroscopie (1003184), lorsqu'on choisit la tension maximale  $U$ .

### 5. Manipulation

Pour réaliser l'expérience, on a besoin des dispositifs supplémentaires suivants :

1 Appareil pour l'expérience de F/H @230 V	1012819
ou	
1 Appareil pour l'expérience de F/H @115 V	1012818
1 Oscilloscope analogique, 2x 30 MHz	1002727
1 Cordon HF, 1 m	1002746
2 Cordons HF, BNC / douille 4 mm	1002748
Cordons d'expérimentation de sécurité	1002843

- Dans un premier temps, laissez l'appareil éteint, avec tous les boutons de réglage en butée gauche.
- Procédez au câblage comme le montre la figure 2.
- Mettez l'appareil en marche, l'appareil est en mode "rampe".
- Exploitez l'oscilloscope en mode XY avec les réglages  $x = 1$  V/Div et  $y = 2$  V/Div.
- Augmentez lentement la tension de chauffage jusqu'à ce que le filament rougeoit légèrement. Attendez env. 30 secondes jusqu'à ce que la température de service soit atteinte.
- Sélectionnez une tension d'accélération de 80 V et une tension de grille de commande de 9 V.

La tension optimale de chauffage est située entre 4 et 12 V. Elle varie d'un tube à l'autre en fonction de sa conception.

- Réaugmentez lentement la tension de chauffage jusqu'à ce qu'une lumière orangée apparaisse entre la cathode et la grille de commande. Réduisez alors lentement la tension de chauffage jusqu'à ce que la lumière disparaisse et que seul le filament rougeoit.
- Augmentez lentement la différence de potentiel inverse jusqu'à ce que la courbe de mesure (signal en fonction de la tension d'accélération) soit quasiment horizontale.
- Augmentez l'amplification jusqu'à ce que la formation des maxima de la courbe de Franck et Hertz apparaisse sur l'écran de l'oscilloscope.

## 6. 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.

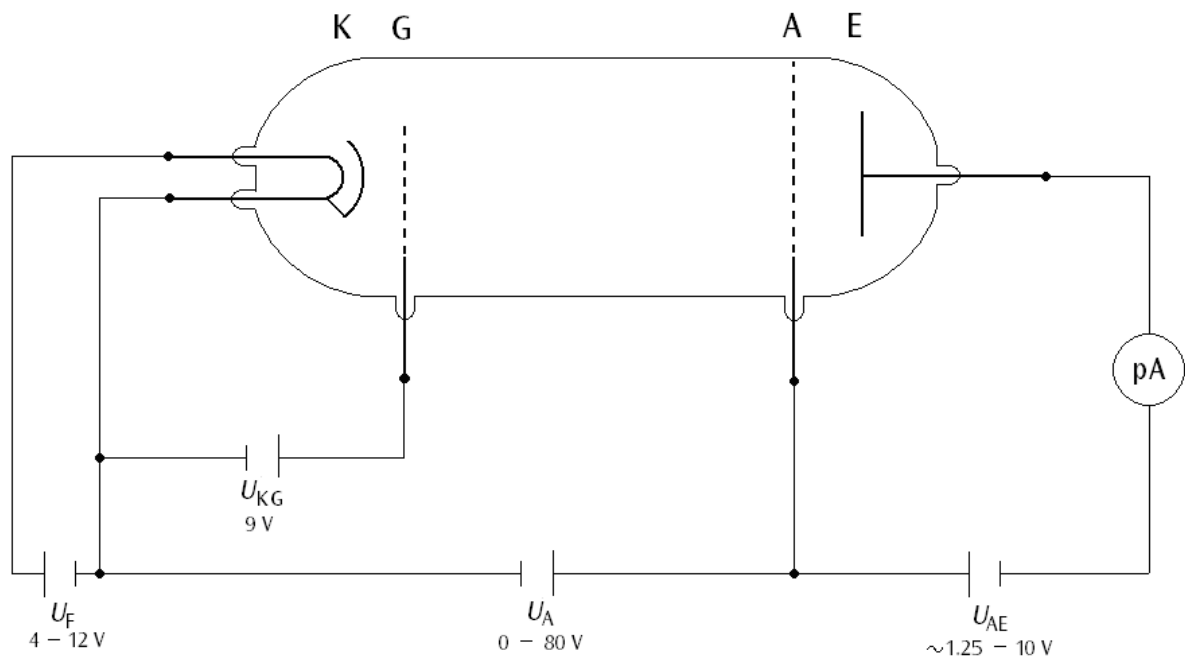
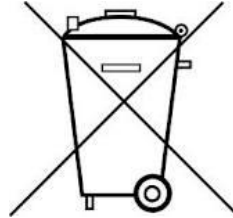


Fig. 1 Structure schématique de l'enregistrement de la courbe de Franck et Hertz sur le néon (K cathode, G grille de commande, A anode, E électrode de captage)

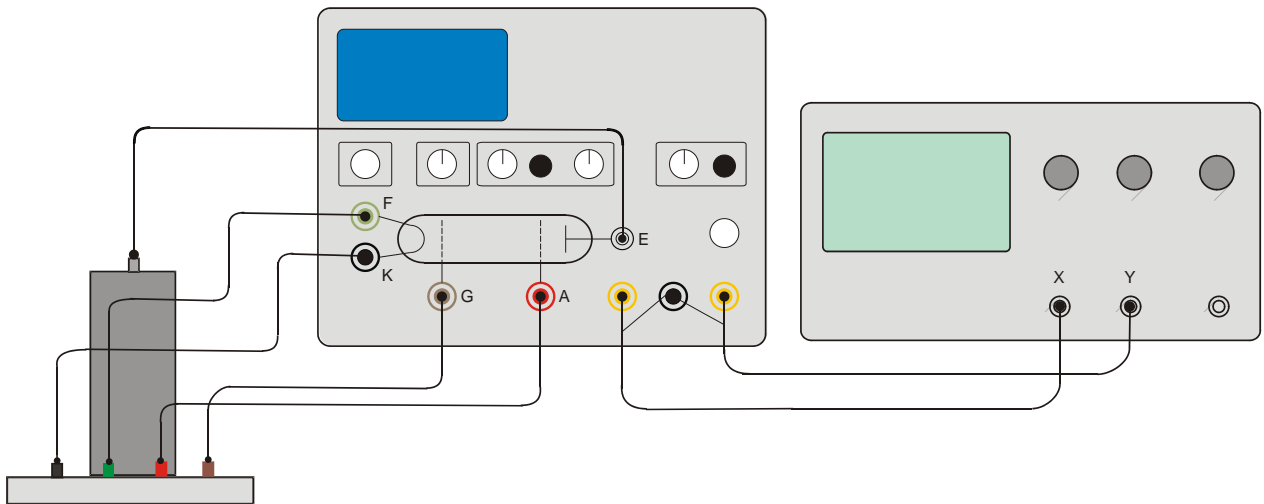


Fig. 2 Montage expérimental du tube de Franck et Hertz au Ne

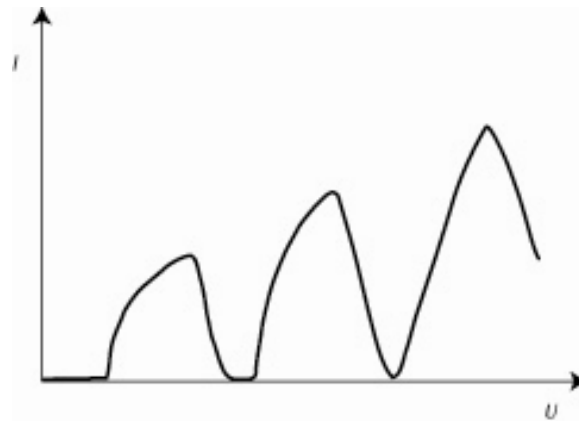


Fig. 3 Courant de plaque  $I$  en fonction de la tension d'accélération  $U$

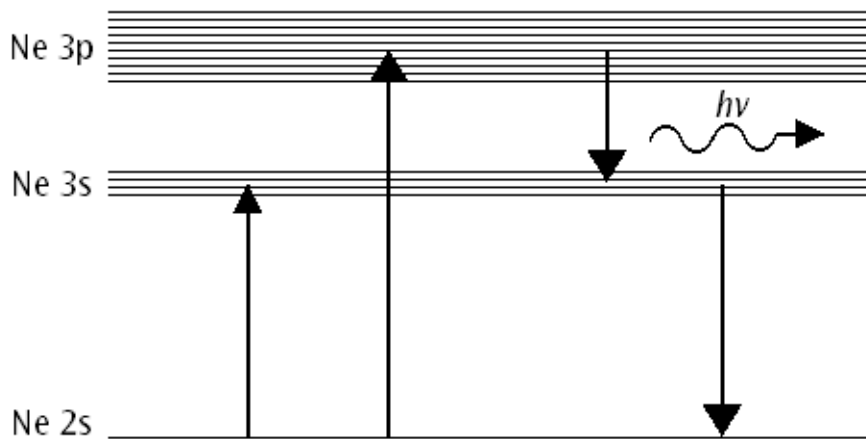


Fig. 4 Schéma de l'énergie des atomes de néon