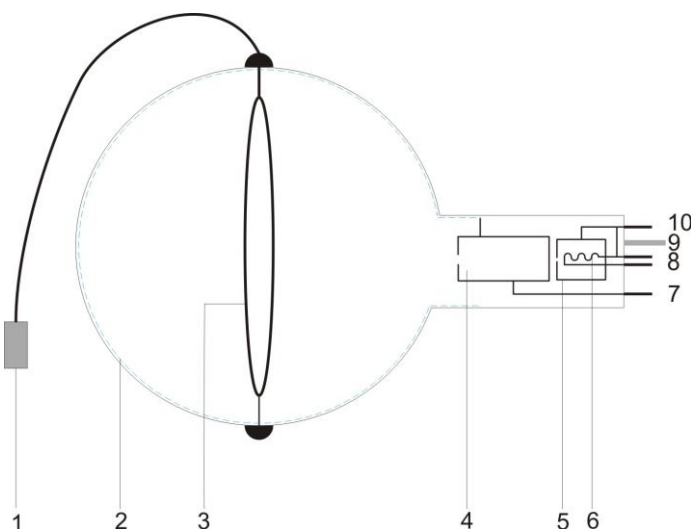


## Tube à potentiels critiques S, Hélium 1000620

### Manuel d'utilisation

10/15 ALF



- 1 Douille BNC
- 2 Revêtement paroi interne sur potentiel d'anode
- 3 Bague collectrice
- 4 Anode
- 5 Canon électronique
- 6 Filament
- 7 Broche de contact anode
- 8 Broches de contact chauffage
- 9 Pointe
- 10 Broche de contact cathode

### 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.
- 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 à potentiels critiques S rempli d'hélium sert à l'analyse quantitative des chocs inélastiques des atomes de gaz inertes avec des électrons libres, à la détermination de l'énergie d'ionisation et à la quantification de niveaux d'énergie discrets de différents nombres quantiques associés aux moments cinétiques global et orbital.

Le tube à potentiels critiques possède un canon électronique avec une cathode en wolfram à chauffage direct et une anode de forme cylindrique dans un tube en verre sous vide et contenant de l'hélium. La paroi interne du tube en verre est revêtue d'un matériau électroconducteur et reliée à l'anode. La bague collectrice est placée à l'intérieur du ballon de telle façon que le faisceau d'électrons divergent ne puisse pas l'atteindre directement.

L'unité à pile sert au raccordement de la tension au collecteur  $U_R$  entre l'anode et la bague collectrice.

Si la tension de collecteur est positive, les électrons qui ont quasiment déchargé presque toute leur énergie cinétique lors du choc inélastique avec un atome d'hélium, sont déviés vers le collecteur. Les maximums de la courbe de flux

d'électrons résultante (courant de collecteur vs. tension anode) correspondent aux énergies d'excitation dans l'atome d'hélium.

Si la tension de collecteur est négative, les ions hélium positifs sont déviés vers le collecteur. Le tracé de la courbe de flux ionique résultante (courant de collecteur vs. tension anode) permet de lire l'énergie d'ionisation pour l'atome d'hélium.

### 3. Fournitures

- 1 Tube à potentiels critiques S, Hélium
- 1 Unité à pile (pile non fournie)
- 1 Blindage
- 1 Manuel d'utilisation

### 4. Caractéristiques techniques

Remplissage de gaz :	hélium
Tension de chauffage :	$U_F \leq 7 \text{ V CC}$
Tension anodique :	$U_A \leq 60 \text{ V}$
Courant anodique :	$I_A \leq 10 \text{ mA}$
Tension de collecteur :	$U_R = 1,5 \text{ V}$
Courant de collecteur :	$I_R \leq 200 \text{ pA}$
Ampoule :	$\varnothing$ env. 130 mm
Longueur totale :	env. 260 mm

Potentiels critiques de l'hélium :

2 <sup>3</sup> S :	19,8 eV
2 <sup>1</sup> S :	20,6 eV
2 <sup>3</sup> P :	21,0 eV
2 <sup>1</sup> P :	21,2 eV
3 <sup>3</sup> S :	22,7 eV
3 <sup>1</sup> S :	22,9 eV
3 <sup>3</sup> P :	23,0 eV
3 <sup>1</sup> P :	23,1 eV
4 <sup>3</sup> S :	23,6 eV
4 <sup>1</sup> S :	23,7 eV
Ionisation :	24,6 eV

### 5. Autres équipements requis

#### Matériel pour le montage du tube :

- 1 Support pour tube S 1014525
  - 1 Commande pour tubes à potentiels critiques (115 V ou 230 V) 1000633 / 1008506
  - 1 Alimentation CC, 0–20 V (115 V ou 230 V) 1003311 / 1003312
- ou
- 1 Appareil pour l'expérience de Franck et Hertz (115 V ou 230 V) 1012819 / 1012818

#### Matériel pour la réalisation des mesures :

- 1 Oscilloscope analogique 2x30 MHz 1002727
  - 2 Cordons HF, BNC / douille 4 mm 1002748
- ou
- 1 3B NET/log™ (115 V ou 230 V) 1000539 / 1000540
  - 1 3B NET/ab™ 1000544
  - 1 ordinateur
- 1 Pile AA 1,5 V
  - 1 Jeu de 15 cordons de sécurité 1002843

### 6. Commande

#### 6.1 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 du porte-tube 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.

#### 6.2 Retrait du tube du porte-tube

- Laissez refroidir le tube avant de le démonter.
- Pour démonter le tube, appuyez sur l'arrière de la pointe de guidage, jusqu'à ce que les contacts soient desserrés. Puis, retirez le tube.

### 7. Exemple d'expérience

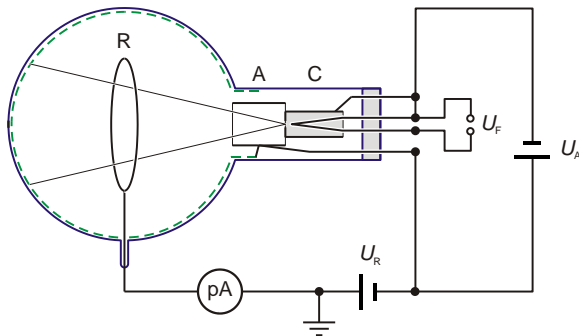
#### Détermination des potentiels critiques de l'atome d'hélium

##### 7.1 Informations générales

Le montage expérimental avec le tube à potentiels critiques est très sensible aux perturbations électromagnétiques (ordinateurs, tubes fluorescents etc.).

- Choisir un emplacement de façon à éviter le plus possible ces perturbations électromagnétiques.

### Schéma de branchement



R : Bague collectrice  
A : Anode  
C : Cathode

## 7.2 Montage expérimental avec l'unité de commande pour tubes à potentiels critiques

- Engagez le tube dans le support pour tube.

Raccordement de la tension de chauffage  $U_F$  :

- Raccordez la douille F3 du support pour tube au pôle positif de la sortie du bloc d'alimentation continue et F4 au pôle négatif. (voir Fig. 1)

Raccordement de la tension d'accélération  $U_A$  :

- Raccordez la douille C5 du support pour tube au pôle négatif de la sortie  $V_A$  de l'unité de commande ainsi qu'au pôle négatif du bloc d'alimentation continue.
- Raccordez la douille A1 au pôle positif de la sortie  $V_A$  de l'unité de commande.

Raccordement de la tension de la bague collectrice  $U_R$  :

- Coiffez le tube de sa protection, poussez celle-ci avec son bord replié dans le logement du support de tube de façon à ce que le tube soit entièrement dans la protection. Puis raccordez le tout à une douille de masse de l'unité de commande.
- Raccordez le cordon de raccordement du collecteur à l'entrée BNC de l'unité de commande.
- Insérer la pile dans son logement en respectant la polarité.
- Relier le pôle positif de la sortie  $V_A$  de l'unité de commande au pôle négatif de la pile AA 1,5 V.
- Raccordez le pôle positif de la batterie de 1,5 V à une douille de masse de l'unité de commande.

### Note :

La tension de collecteur est maintenant positive

comme cela est requis pour l'enregistrement de la courbe de flux d'électrons. Les valeurs mesurées pour le courant sont dans ce cas négatives.

Pour diviser par deux la tension de collecteur, le pôle Plus de l'unité de commande peut être connecté au port B de l'unité à pile.

Pour enregistrer la courbe de flux ionique, on inverse la polarité de la pile afin d'atteindre une tension de collecteur négative. Les valeurs mesurées pour le courant sont alors positives.

### 7.2.1 Réalisation de l'expérience avec le 3B NET/log™

- Réglez une tension minimale d'environ 10 V à la sortie  $V_A$  de l'unité de commande et une tension maximale d'environ 35 V ; ce qui se fera en utilisant l'interface 3B NET/log™ et en mesurant les tensions très faibles (de l'ordre de 1 000) soit entre la douille 3 et la masse, soit entre la douille 4 et la masse. Les valeurs de tension peuvent également être réglées au moyen d'un multimètre.
- Connectez l'interface 3B NET/log™ à l'ordinateur.
- Raccordez la sortie Fast 1 de l'unité de commande à l'entrée A et la sortie Fast 2 à l'entrée B de l'interface 3B NET/log™. (voir Fig. 2)
- Lancez l'interface 3B NET/log™, puis démarrez le programme informatique 3B NET/lab™.
- Sélectionnez « Laboratoire de mesures », puis créez un nouvel enregistrement.
- Sélectionnez les entrées analogiques A et B, puis toujours au mode de tension en continue (VCC) la plage de mesures 200 mV pour A et la plage de mesures 2 V pour B.
- Saisissez la formule  $I = -667 * \text{« Input\_B »}$  (unité pA).
- Sélectionnez une plage de mesures égale à 50  $\mu$ s, un temps de mesure égal à 0,05 s et un mode égal à Standard.
- À l'entrée A, activez un déclenchement à front montant (20 %).
- Réglez une tension de chauffage de 3,5 V sur le bloc d'alimentation continue.
- Démarrez l'enregistrement des valeurs à mesurer.
- Établissez le diagramme où la valeur « temps relatif en s » est attribuée à l'axe X et la valeur  $I$  à l'axe Y.
- Afin d'affiner la courbe des mesures, procédez à plusieurs enregistrements de valeurs en augmentant à chaque mesure légèrement la tension de chauffage et ainsi optimiser les tensions d'accélération  $U_A$

minimale et maximale.

- Dans le spectre, identifiez le pic  $^{23}\text{S}$  à 19,8 eV, puis déterminez sa position  $t_1$  sur l'axe temporel.
- Identifiez la limite d'ionisation à 24,6 eV, puis déterminez sa position  $t_2$  sur l'axe temporel.
- Saisissez la nouvelle formule du nom de  $E$  et la définition  $19,8 + 4,8 * (t - t_1) / (t_2 - t_1)$  (unité eV); pour  $t_1$  et  $t_2$ , les valeurs

numériques obtenues seront saisies en s.

- Établissez le diagramme où la valeur  $E$  est attribuée à l'axe X et la valeur  $I$  à l'axe Y. (voir Fig. 3).

Pour enregistrer la courbe de flux ionique, inversez la polarité de la tension de la bague collectrice.

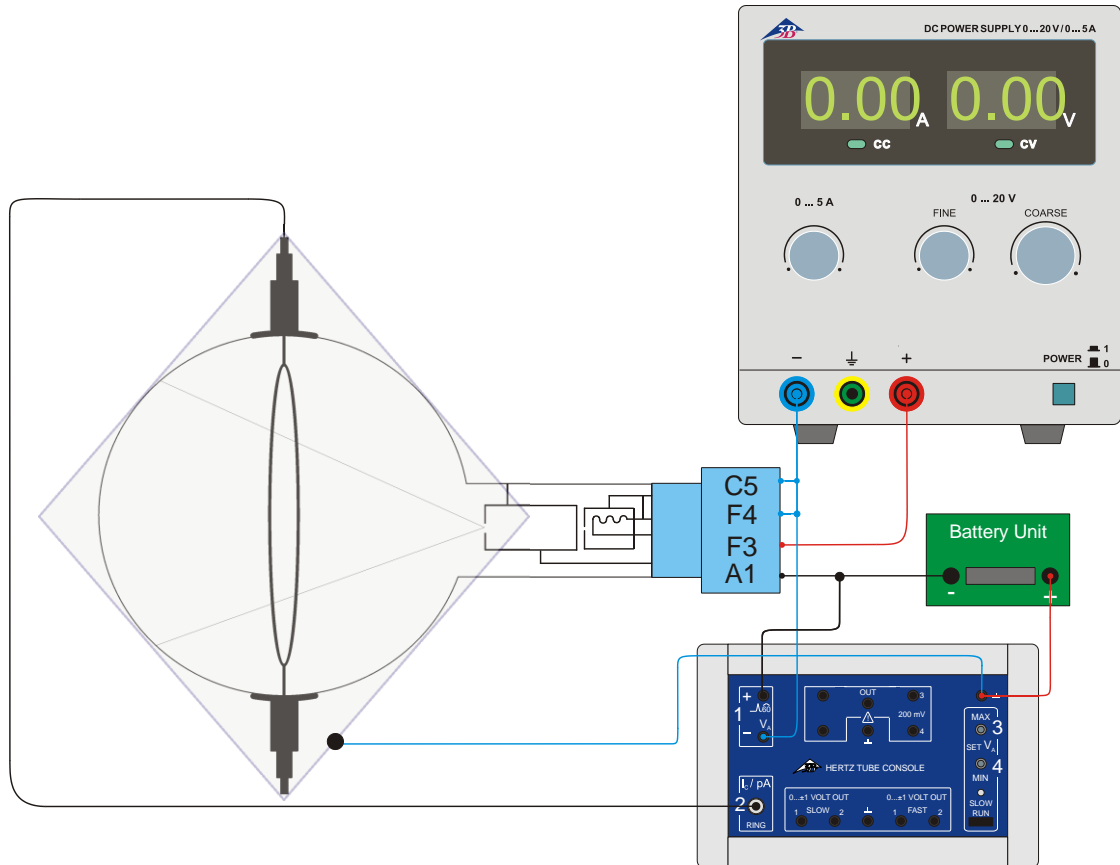


Fig. 1 Montage expérimental avec l'unité de commande pour tubes à potentiels critiques

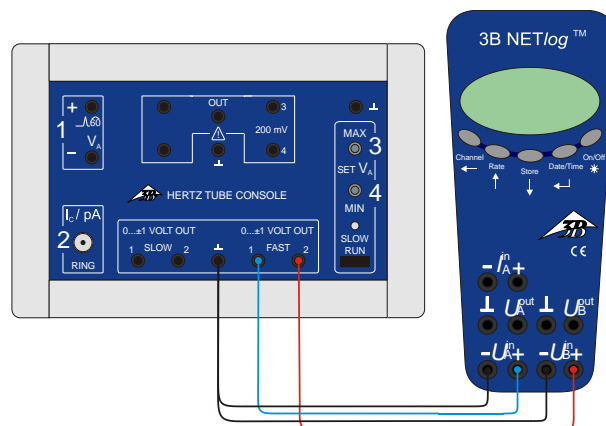


Fig. 2 Raccordement de l'interface 3B NET/log™ à l'unité de commande pour tubes à potentiels critiques

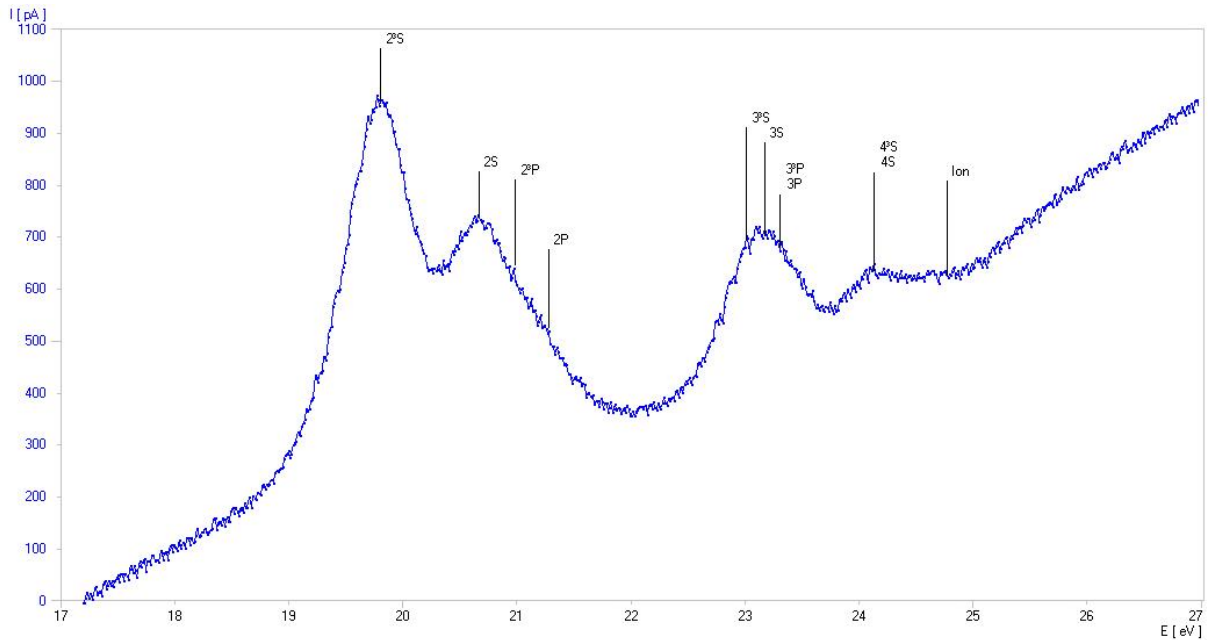


Fig. 3: Détermination des potentiels critiques de l'atome d'hélium (courbe de mesure enregistrée avec le 3B NETlog™)

### 7.2.2 Réalisation de l'expérience avec un oscilloscope

- Raccordez la sortie Fast1 de l'unité de commande au Canal 1 (déviation X) et la sortie Fast 2 au Canal 2 (déviation Y) de l'oscilloscope. (voir Fig. 4)
- Réglez la tension minimale à la sortie  $V_A$  de l'unité de commande sur environ 10 V et la tension maximale sur env. 35 V ; puis mesurez à l'aide d'un multimètre les tensions plus basses situées autour du facteur 1000 entre la douille 3 et la masse et entre la douille 4 et la masse.

- Réglez une tension de chauffage de 3,5 V sur le bloc d'alimentation continue.

Réglages de l'oscilloscope :

Canal 1 : 50 mV/Div

Canal 2 : 0,2 V/Div

Base de temps : 5 ms

Déclencheur sur Canal 1

- Faites varier la tension de chauffage, les limites maxi. et mini. de la tension d'accélération ainsi que les paramètres de l'oscilloscope jusqu'à obtention d'une courbe optimale.
- Pour enregistrer la courbe de flux ionique, inversez la polarité de la tension au collecteur.

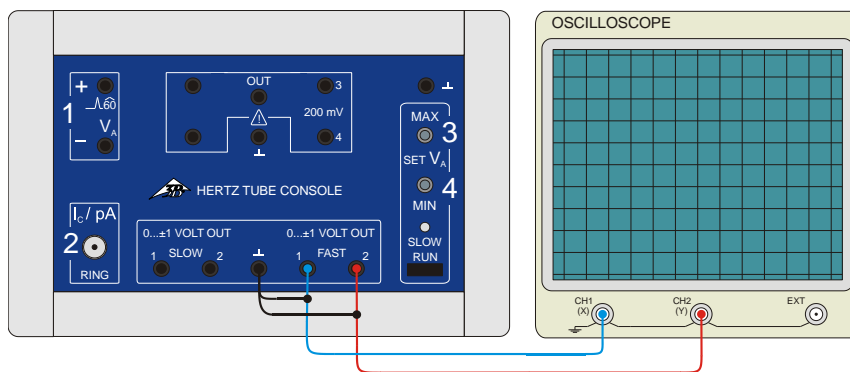


Fig. 4 Raccordement d'un oscilloscope à l'unité de commande pour tubes à potentiels critiques

### 7.3 Montage expérimental avec l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz

- Engagez le tube dans le support pour tube. Raccordement de la tension de chauffage  $U_F$  :

- Reliez la douille F3 du support pour tube avec la douille F de l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz et la douille F4 avec la douille K de l'appareil. (voir Fig. 5)

Raccordement de la tension d'accélération  $U_A$  :

- Reliez la douille C5 du support pour tube avec la douille K de l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz et la douille A1 avec la douille A de l'appareil.

**Note :**

La mise à disposition de la tension de collecteur  $U_R$  se fait en interne dans l'appareil pour expérience de Franck Hertz. Cela permet de varier entre 0 V et 12 V et est positif quand la contre-tension réglée s'affiche de façon négative. Les valeurs ainsi mesurées pour le courant d'électrons sont négatives.

- Coiffez le tube de sa protection, poussez celle-ci avec son bord replié dans le logement du support de façon à ce que le tube soit entièrement dans la protection. Puis raccordez le tout à une douille de masse de l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz.
- Reliez le câble de raccordement de la bague collectrice à l'entrée BNC de l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz.

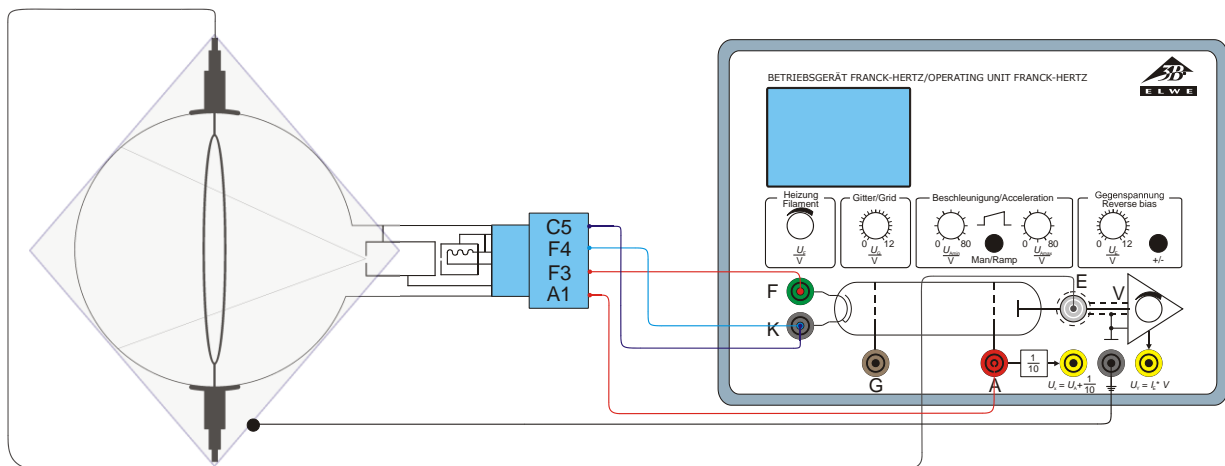


Fig. 5 Montage expérimental avec l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz

### 7.3.1 Réalisation de l'expérience avec le 3B NET/og™.

- Branchez l'interface 3B NET/og™ sur l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz. (voir Fig. 6) Puis reliez la sortie  $U_x$  de l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz à l'entrée A du 3B NET/og™ et la sortie  $U_y$  à l'entrée B.
- Sur l'appareil de Franck-Hertz, passez au mode Rampe et réglez une tension minimale d'env. 10 V et une tension maximale d'env. 35 V.
- Réglez la tension de chauffage sur env. 3,5 V et la tension de la bague collectrice à env. -1,5 V.
- Procédez aux réglages de l'interface 3B NET/og™ et du logiciel 3B NET/ab™ puis à l'enregistrement des valeurs de mesures comme décrit au par. 7.2.1.
- Faites varier la tension de chauffage, les valeurs plafond et seuil de la tension d'accélération, la tension au collecteur ainsi que l'amplification jusqu'à obtention d'une courbe optimale.
- Pour enregistrer la courbe de flux ionique, inversez la polarité de la tension au collecteur.

### 7.3.2 Réalisation de l'expérience avec un oscilloscope

- Raccordez la sortie  $U_x$  de l'appareil pour l'expérience de Franck et Hertz au Canal 1 (déviation X) et la sortie  $U_y$  au Canal 2 (déviation Y) de l'oscilloscope. (voir Fig. 7)
- Sur l'appareil de Franck et Hertz, passez au mode Rampe et réglez une tension minimale d'env. 10 V et une tension maximale d'env. 35 V.
- Réglez la tension de chauffage sur env. 3,5 V et la tension au collecteur sur env. -1,5 V.

Réglages de l'oscilloscope :

Canal 1 : 50 mV/Div

Canal 2 : 0,2 V/Div

Base de temps : 5 ms

Déclencheur sur Canal 1

- Faites varier la tension de chauffage, les limites maxi. et mini. de la tension d'accélération, la tension au collecteur, l'amplification ainsi que les paramètres de l'oscilloscope jusqu'à obtention d'une courbe optimale.
- Pour enregistrer la courbe de flux ionique, inversez la polarité de la tension au collecteur.

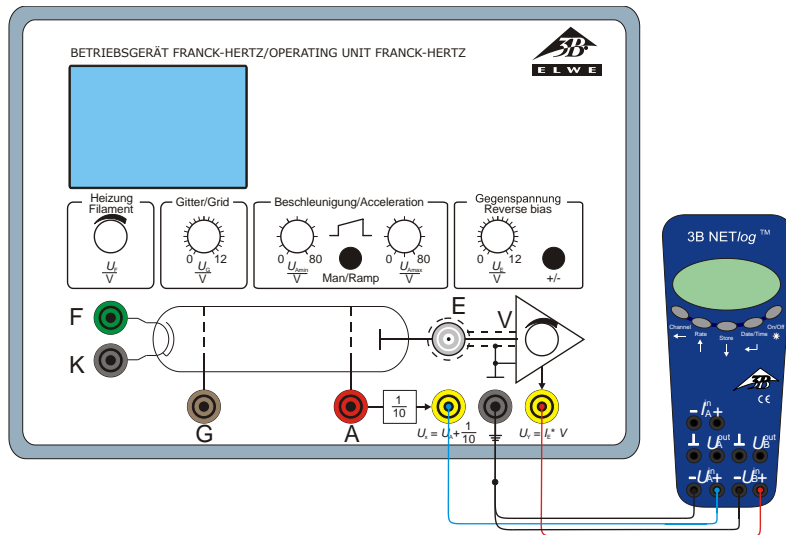


Fig. 6 Raccordement de l'interface 3B NET/log™ à l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz

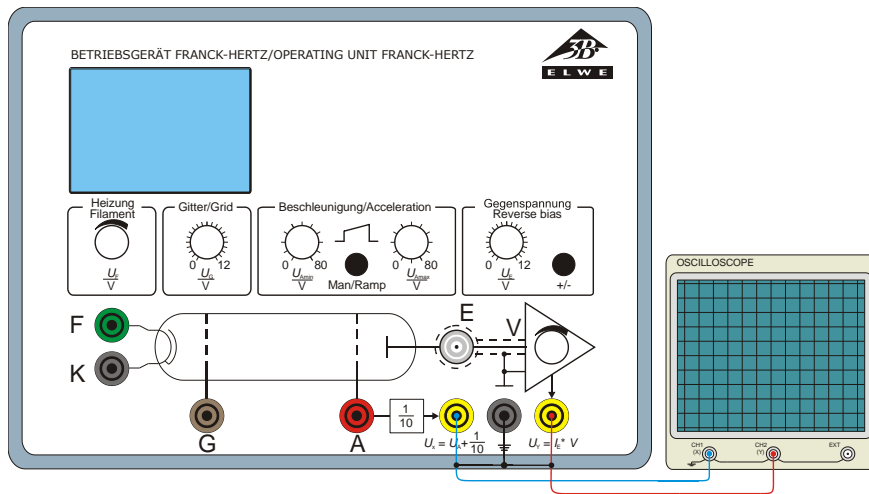


Fig. 7 Raccordement d'un oscilloscope à l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz

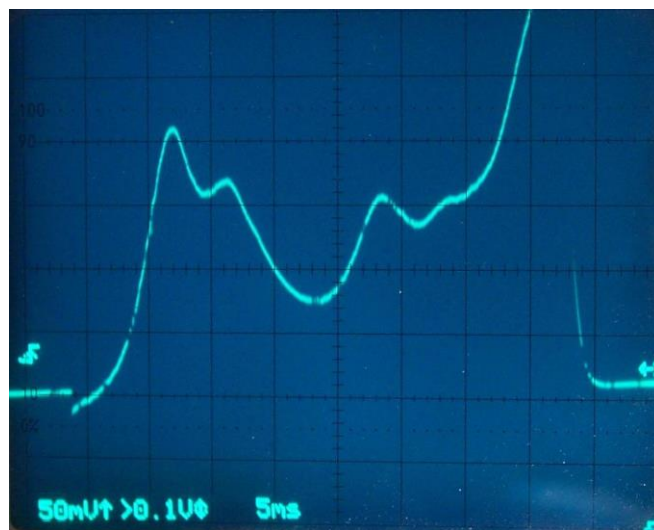


Fig. 8 Exemple d'une courbe de mesure enregistrée avec l'appareil pour l'expérience de Franck-Hertz

### 7.3.3 Calibrage de la courbe de mesure

- Pour une tension de chauffage de 3,5 V et une tension de la bague collectrice de - 1,5 V, réglez la valeur seuil de la tension d'accélération sur 0 V et la valeur plafond sur 60 V. Tournez le bouton de l'amplificateur au maximum.

L'écran de l'oscilloscope affiche alors une courbe de mesure sur laquelle on peut voir, à trois endroits différents, des structures faiblement développées. Les premières de ces structures sont celles qui nous intéressent. Pour mettre ces zones en évidence, procédez comme suit :

- Réduire la valeur plafond de la tension d'accélération à environ 35 V.

Vous obtenez alors une vue en zoom de la courbe de mesure et les structures deviennent plus visibles.

- Pour agrandir encore l'image de la courbe, il suffit d'augmenter l'amplification ou la tension de chauffage. Au besoin, adaptez les réglages de l'oscilloscope en conséquence.

- Augmentez la valeur seuil de la tension d'accélération (à env. 15 V) jusqu'à ce que le flanc de la courbe commence à décrire le premier pic. Si besoin, augmentez l'amplification afin d'obtenir une meilleure représentation graphique des structures de la courbe.
- Réduire encore la valeur plafond de la tension d'accélération (à env. 20 V) jusqu'à ce que la courbe s'arrête, là où le processus d'ionisation commence.

La zone de la courbe où se situent les potentiels critiques est à présent clairement délimitée sur l'écran de l'oscilloscope et les potentiels critiques peuvent être clairement identifiés.