



EXERCICES

- Mesure du courant de plaque I en fonction de la tension U entre la cathode et la grille.
- Détermination de l'écart ΔU des maxima ou minima de courant.
- Comparaison entre l'écart de tension et l'énergie d'excitation des atomes de mercure.

OBJECTIF

Enregistrement et évaluation de la courbe de Franck et Hertz sur le mercure

RESUME

L'expérience de Franck et Hertz permet d'observer l'émission d'énergie des électrons après une collision inélastique lors du passage à travers la vapeur de mercure. Cette émission est progressive, car la collision entraîne une transmission d'énergie dans l'atome de mercure. L'expérience fournit ainsi la confirmation du modèle d'atome de Bohr et les niveaux d'énergie discrets dans les atomes.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Tube de Franck et Hertz au Hg et four de chauffage (230 V, 50/60 Hz)	1006795 ou
	Tube de Franck et Hertz au Hg et four de chauffage (115 V, 50/60 Hz)	1006794
1	Appareil pour l'expérience de Franck et Hertz (230 V, 50/60 Hz)	1012819 ou
	Appareil pour l'expérience de Franck et Hertz (115 V, 50/60 Hz)	1012818
1	Oscilloscope analogique, 2x30 MHz	1002727
1	Multimètre numérique P3340	1002785
1	Cordon HF	1002746
2	Cordon HF, BNC / douille 4 mm	1002748
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	1002843

2

GENERALITES

En 1914, James Franck et Gustav Hertz rapportèrent que des électrons cédaient progressivement leur énergie au passage à travers la vapeur de mercure et qu'on pouvait observer en même temps l'émission de la ligne ultraviolette ($\lambda = 254 \text{ nm}$) du mercure. Quelques mois plus tard, Niels Bohr y reconnut une preuve du modèle d'atome qu'il avait développé. Aussi l'expérience de Franck et Hertz sur le mercure constitue-telle une expérience classique permettant de confirmer la théorie quantique.

Dans un tube en verre sous vide, on trouve successivement une cathode chauffée C, une grille G et une électrode A (cf. Fig. 1). 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 (tension de retard) U_{GA} entre la grille et la plaque. En outre, le tube contient une goutte de mercure qui est réchauffée à une pression de vapeur d'environ 15 hPa.

Au fur et à mesure qu'augmente la tension U , le courant de plaque I augmente également dans un premier temps, car de plus en plus d'électrons sont aspirés par le champ électrique croissant du nuage de charge autour de la cathode. A partir d'une certaine valeur $U = U_1$ toutefois, juste avant d'atteindre la grille, les électrons ont suffisamment d'énergie cinétique pour céder par une collision inélastique l'énergie requise à l'excitation d'un atome de mercure. Le courant de plaque chute pratiquement jusqu'à zéro, car les électrons ne sont plus en mesure de surmonter la contre-tension après la collision. La tension continuant à augmenter, les électrons présentent l'énergie nécessaire à l'excitation d'un atome de mercure toujours plus tôt devant la grille. Après la collision, ils sont de nouveau accélérés et obtiennent suffisamment d'énergie cinétique pour accéder à la plaque. Le courant de plaque recommence donc à augmenter.

En présence d'une tension encore plus élevée $U = U_2$, les électrons prennent une deuxième fois une telle quantité d'énergie après la première collision qu'ils peuvent exciter un deuxième atome de mercure. Avec cette tension, le courant de plaque chute considérablement pour augmenter de nouveau lorsque la tension augmente, jusqu'à ce qu'il retombe une troisième fois et, si les tensions sont encore plus élevées, plusieurs fois par la suite.

NOTE

La première valeur de tension U_1 ne se situe pas à 4,9 V, mais est décalée de la tension de contact régnant entre la cathode et la grille.

EVALUATION

Les tensions U_1, U_2, U_3, \dots , où le courant chute fortement dans la caractéristique mesurée $I(U)$, présente un écart constant $\Delta U = 4,9 \text{ V}$. Cet écart correspondant à l'énergie d'excitation $E_{Hg} = 4,9 \text{ eV}$ ($\lambda = 254 \text{ nm}$) des atomes de mercure depuis l'état initial 1S_0 au premier état 3P_1 . On a l'équation suivante :

$$(1) \quad E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

e : Charge élémentaire

Le résultat de la mesure résulte donc de l'absorption discrète de l'énergie par les atomes de mercure en cas de collision inélastique et ainsi de la cession d'une part fixe d'énergie par les électrons.

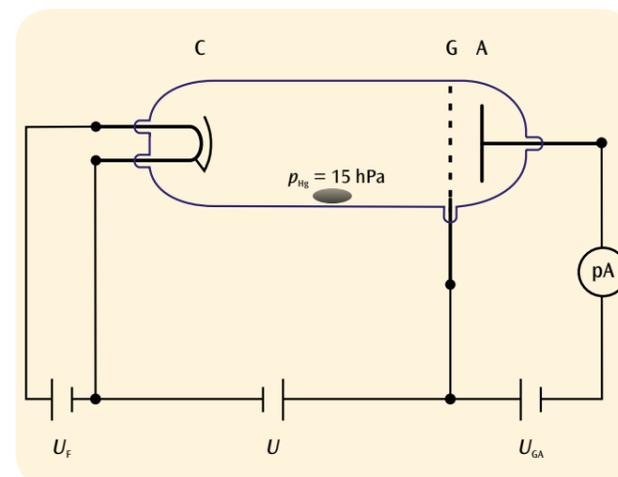


Fig. 1 Structure schématique de l'enregistrement de la courbe de Franck et Hertz sur le mercure

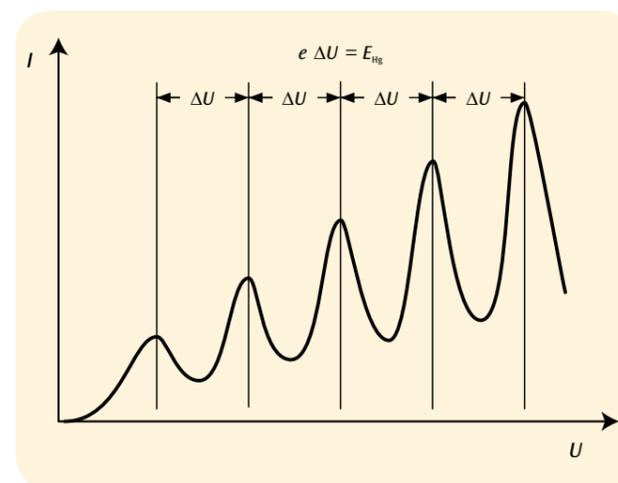


Fig. 2 Courant de plaque I en fonction de la tension d'accélération U