

Expérience de Franck-Hertz avec un tube Ne



P2510315

Physique

Physique moderne

Physique quantique

Chimie

Chimie physique

Structures atomiques et caractéristiques



Niveau de difficulté

facile



Taille du groupe

1



Temps de préparation

10 procès-verbal



Délai d'exécution

10 procès-verbal

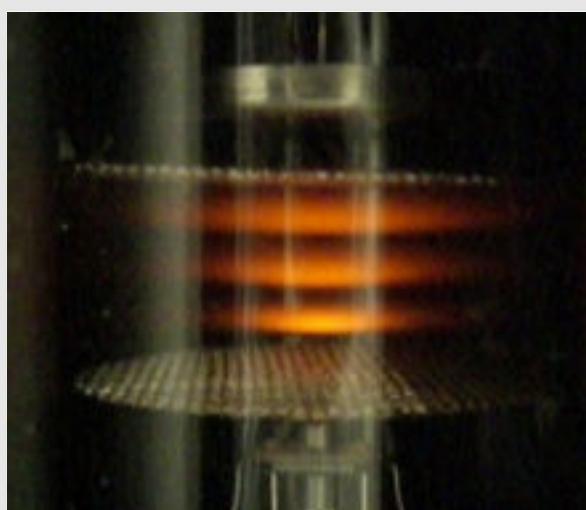
This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/65dc9e2fbfa3f70002aca361>



Informations générales

Application



Expérience de Franck-Hertz avec du gaz néon

L'expérience de Franck-Hertz montre l'absorption de l'énergie cinétique des électrons par les atomes de néon, ou par les atomes de mercure dans l'expérience originale.

Autres informations (1/2)



Connaissances préalables



Les connaissances préalables requises pour cette expérience se trouvent dans la partie théorique.

Principe scientifique



Des électrons sont accélérés dans un tube rempli de gaz néon. L'énergie d'excitation du néon est déterminée à partir de la distance entre les minima équidistants du courant électronique dans un champ électrique opposé variable.

Autres informations (2/2)



Objectif

d



Comprendre les quanta d'énergie grâce à l'expérience de Franck-Hertz avec le gaz néon

Tâches



1. Enregistrez l'intensité du contre-courant I dans un tube de Franck-Hertz en fonction de la tension anodique U .
2. Déterminer l'énergie d'excitation E , à partir des positions des minima ou maxima de l'intensité du courant par formation de différences.

Consignes de sécurité

PHYWE

Pour cette expérience, les instructions générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent.

Pour les phrases H et P, veuillez consulter la fiche de données de sécurité du produit chimique concerné.

Théorie (1/5)

PHYWE

Niels Bohr a introduit le modèle planétaire de l'atome en 1913 : Un atome isolé est constitué d'un noyau chargé positivement autour duquel les électrons sont répartis sur des orbites successives. Il a également postulé, que seules les orbites pour lesquelles le moment angulaire de l'électron est un multiple entier de $h/2\pi$, c'est-à-dire $n \cdot h/2\pi$ où n est un nombre entier et h la constante de Planck.

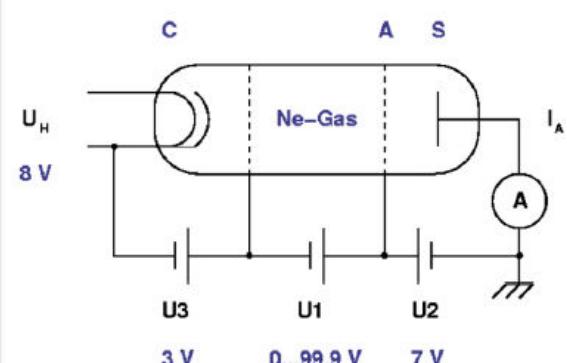
L'image de Bohr selon laquelle les électrons se trouvent dans des états discrets et les transitions entre ces états produisent un rayonnement dont la fréquence est déterminée par les différences d'énergie entre les états peut être dérivée de la mécanique quantique qui a remplacé la mécanique classique lorsqu'il s'agit de structures aussi petites que les atomes.

Le modèle de Bohr semble indiquer que, tout comme les électrons peuvent passer d'états d'énergie supérieure à des états d'énergie inférieure, ils peuvent être excités vers des états d'énergie supérieure en absorbant précisément la quantité d'énergie, représentant la différence entre l'état inférieur et l'état supérieur.

Théorie (2/5)

James Franck et Gustav Hertz ont démontré que c'était effectivement le cas dans une série d'expériences rapportées en 1913, l'année même où Bohr a présenté son modèle. Franck et Hertz ont utilisé un faisceau d'électrons accélérés pour mesurer l'énergie nécessaire pour faire passer les électrons de l'état fondamental d'un gaz d'atomes de mercure au premier état excité.

Dans cette expérience, un tube rempli de gaz néon est utilisé. Les électrons émis par une cathode thermionique sont accélérés entre la cathode C et l'anode A dans le tube rempli de gaz néon, et sont dispersés par collision élastique avec des atomes de néon.



Principe de la mesure.

Théorie (3/5)

A partir d'une tension anodique U_1 de 16,8 V, l'énergie cinétique des électrons est cependant suffisante pour amener l'électron de valence du néon au premier niveau d'excitation par une collision inélastique. En raison de la perte d'énergie qui l'accompagne, l'électron ne peut plus traverser le champ opposé entre l'anode A et la contre-électrode S : le courant I est au minimum.

Si l'on augmente encore la tension de l'anode, l'énergie cinétique de l'électron est à nouveau suffisante pour surmonter le champ opposé : l'intensité du courant I augmente.

Quand $U_1 = 2 \cdot 16,8$ V l'énergie cinétique est si élevée que deux atomes successifs peuvent être excités par le même électron : on obtient un deuxième minimum.

Ces minima ne sont cependant pas très bien définis en raison de la distribution thermique initiale des vitesses des électrons.

Théorie (4/5)

PHYWE

La tension U_1 entre l'anode et la cathode est représentée par

$$U_1 = U + (\Phi_A - \Phi_C)$$

où U est la tension appliquée, et Φ les tensions de travail de l'anode et de la cathode respectivement. Comme l'énergie d'excitation E est déterminée à partir des différences de tension au niveau des minima, les tensions de travail n'ont pas d'importance ici.

Selon la théorie classique, les niveaux d'énergie auxquels les atomes de mercure sont excités, peuvent être aléatoires. En revanche, selon la théorie quantique, un niveau d'énergie précis doit soudainement être attribué à l'atome dans le cadre d'un processus élémentaire.

Le déroulement de la I/U_A a été expliquée pour la première fois sur la base de ce point de vue, et représente donc une confirmation de la théorie quantique. L'atome de néon excité libère à nouveau l'énergie qu'il a absorbée en émettant un photon.

Théorie (5/5)

PHYWE

Lorsque l'énergie d'excitation E est de 16,8 eV, la longueur d'onde de ce photon est de

$$\lambda = \frac{ch}{E}$$

où $c = 2.9979 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ et $h = 4.136 \cdot 10^{-15} eVs$

Equipement

Position	Matériaux	Numéro d'article	Quantité
1	Franck-Hertz Ne-tube w. housing	09105-40	1
2	Unité de contrôle Franck-Hertz	09105-99	1
3	Cordon de raccordement f.Franck-H. Ne-tube	09105-50	1
4	Logiciel Mesure Expérience de Franck-Hertz	14522-61	1
5	Convertisseur USB - RS232, actif	14602-10	1
6	Câble de données, fiche/prise, 9 pôles	14602-00	1
7	Câble blindé, BNC, l = 750 mm	07542-11	1

Équipement supplémentaire



Position	Matériaux	Quantité
1	PC	1



Mise en place et procédure

Mise en place

PHYWE



Dispositif expérimental

Mettez en place l'expérience comme indiqué sur la figure. Pour plus de détails, voir le mode d'emploi de l'appareil 09105-99.

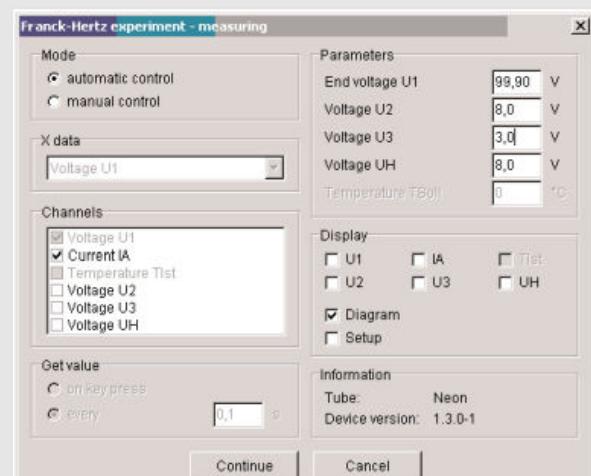
Connecter l'unité de commande Franck-Hertz au port COM1, COM2 de l'ordinateur ou au port USB (utiliser l'adaptateur USB vers RS232 Converter 14602-10).

Procédure

PHYWE

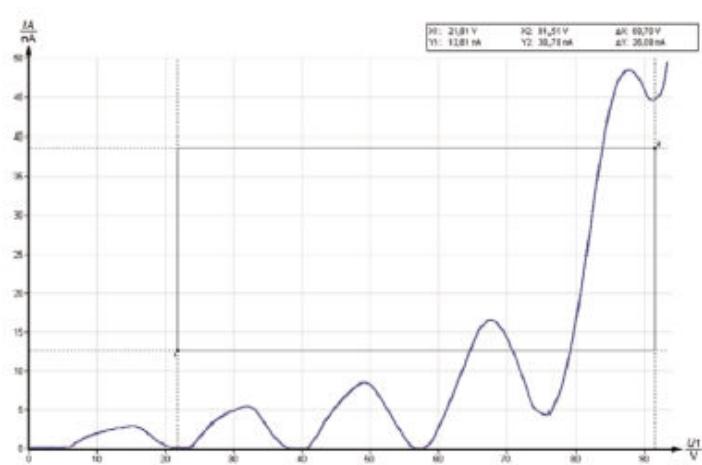
Lancez le programme de mesure et sélectionnez l'expérience Franck-Hertz Gauge. La fenêtre "Frank- Hertz- experiment - measuring" apparaît. Les paramètres optimaux sont différents pour chaque tube Ne. Vous trouverez les paramètres spécifiques à votre appareil sur une feuille jointe à l'emballage du tube Ne.

Choisissez les paramètres pour U1, U2, U3 et UH comme indiqué sur cette feuille et assurez-vous, que le reste est réglé comme indiqué sur la Fig. 2. Appuyez sur le bouton continuer.



Paramètres de mesure.

Évaluation (1/2)



Exemple de courbe de Franck-Hertz enregistrée avec le Ne-tube.

Le graphique de I/U_1 présente des maxima et des minima équidistants.

Pour notre évaluation, nous déterminons les valeurs de tension des minima. A partir des différences entre ces valeurs, nous obtenons l'énergie d'excitation E de l'atome de néon en faisant une moyenne. En évaluant les mesures de la figure, nous avons obtenu la valeur

$$E = (17.4 \pm 0.7) \text{ eV}$$

Évaluation (2/2)

Remplissez les blancs :

Dans un tube rempli de [gaz néon], les électrons sont émis par une [cathode] thermionique et accélérés jusqu'à l' [anode] par la tension d'accélération. Si la tension est augmentée lentement, les valeurs de courant mesurées [diminuent] d'abord de manière exponentielle, jusqu'à une certaine tension, puis [augmentent] lentement. Les valeurs de courant [diminuent] à nouveau lorsque la tension est deux fois supérieure à la valeur de la tension initiale (à laquelle le courant augmente pour la première fois).

- [gaz néon]
- [diminuent]
- [augmentent]
- [cathode]
- [augmentent]
- [anode]

Vérifier

Diapositive

Score / Total

Diapositive 17: Expérience sommaire

0/6

Score total

 0/6



Montrer les solutions



Réessayer

11/11