3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Appareil pour la constante de Planck (115 V, 50/60 Hz)
Appareil pour la constante de Planck (230 V, 50/60 Hz)

1000536 / U10700-115
1000537 / U10700-230

Instructions d'utilisation

01/24 ALF/UD

1 DEL avec câble de connexion
2 Nanoampèremètre
3 Voltmètre
4 Ecran de protection de la cellule photoélectrique
5 Tube analyseur de la cellule photoélectrique
6 Douille creuse pour alimentation enfichable
7 Alimentation en courant avec douille de jonction pour DEL
8 Bouton de réglage (approximatif) de la différence de potentiel inverse
9 Bouton de réglage (fin) de la différence de potentiel inverse
10 Réglage de l'intensité
11 Boîtier creux

1. Remarques

La cellule photoélectrique de l'appareil pour la constante de Planck est très sensible. Une forte exposition à la lumière entraîne son usure prématurée et l'endommage définitivement. Après une irradiation excessive, elle nécessite dans le meilleur des cas une longue période pour se restabiliser.

- L'écran de protection de la cellule photoélectrique ne doit en aucun cas être retiré.
- A la fin de l'expérience, poussez le boîtier creux au-dessus du tube analyseur de la cellule photoélectrique.
- Protégez l'appareil des vibrations et ne l'exposez ni à des températures extrêmes, ni à une humidité élevée ou à un ensoleillement direct.

2. Volume de livraison

1 Appareil de base avec cellule photoélectrique, voltmètre, nanoampèremètre et alimentation en courant pour les DEL
1 Boîtier creux comme cache pour le tube analyseur de la cellule photoélectrique
5 DEL (472 nm, 505 nm, 525 nm, 588 nm, 611 nm) dans un boîtier avec câble de connexion
1 Alimentation enfichable 12 V CA
1 Mode d'emploi

3. Description

L'appareil pour la constante de Planck permet de déterminer la constante de Planck *h* et le travail de sortie des électrons *W* de la cathode en césium de la cellule photoélectrique selon la méthode de la différence de potentiel inverse.

Il comprend une cellule photoélectrique à vide, un voltmètre pour la mesure de la différence de potentiel inverse, un nanoampèremètre pour la mesure du courant photoélectrique et une source de tension pour les DEL. En tant que sources lumineuses de fréquence différente, cinq diodes électroluminescentes (DEL) de longueur d'onde connue sont disponibles. L'intensité de la lumière émise peut varier chaque fois entre 0 et 100 %. La cellule photoélectrique se compose d'une cathode vaporisée de césium et d'une anode cylindrique. Si l'appareil est sous tension, une tension est présente entre ces électrodes : elle peut être réglée à l'aide de deux boutons.

L'alimentation en courant de l'appareil s'effectue à partir d'une alimentation enfichable fournie. L'appareil pour la constante de Planck dont la référence est 1000536 / U10700-115, est conçu pour une tension du secteur de 115 V (±10 %), l'appareil dont la référence est 1000537 / U10700-230 pour une tension du secteur de 230 V (±10 %)

4. Caractéristiques techniques

Cellule photo-électrique :	Type 1P39, Césium (Cs)
Voltmètre :	3½ digit., LCD
Précision :	0,5 % (typique)
Nanoampèremètre :	3½ digit., LCD
Précision :	1 % (typique)
DEL :	472 nm, 505 nm, 525 nm, 588 nm, 611 nm
Dimensions :	280 x 150 x 130 mm³
Poids :	env. 1,3 kg

5. Bases théoriques

L'effet photoélectrique fut une des dernières énigmes de la fin du 19ème siècle et du début du 20ème siècle, époque à laquelle on pensait avoir quasiment fait le tour de la question en physique. La théorie classique ne permettait pas d'expliquer ce phénomène. En 1905, Einstein parvint à faire une description théorique incroyablement simple de cet effet, à l'aide de la théorie quantique introduite par Max Planck. Il expliqua que la lumière est composée de particules appelés photons. L'énergie *E*, de ces photons (quanta de lumière) devait être directement proportionnelle à leur fréquence *f* et leur nombre d'impulsions *p* indirectement proportionnel aux longueurs d'ondes λ:

$$E = h \cdot f \cdot p = h / \lambda$$

La constante de proportionnalité *h* est désignée comme la Constante de Planck. Cela signifie que l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique ne peut être émise qu'en petits paquets, appelés quanta. Cette valeur minimale dépend de la fréquence. La Constante de Planck est une constante naturelle fondamentale dont la valeur exacte est $h = 6{,}62606896 \cdot 10^{-34}$ Js.

Dans cette expérience, la lumière de la diode électroluminescente connectée, rencontre l'anode cylindrique sur la cathode. Si un électron rencontre un photon, le photon lui transmet toute son énergie, ($E = h \cdot f$) par effet photoélectrique. Une partie de cette énergie servira à repousser les électrons de la surface métallique (travail de sortie *W*). Le reste de l'énergie est mis à disposition des électrons sous forme d'énergie cinétique :

$$E_{kin} = h \cdot f - W$$

Le travail de sortie des électrons s'agit d'une grandeur dépendant du matériau et de la température et pour le césium, elle est égale à 2,14 eV pour 0 K et environ 2 eV à température ambiante.

Selon la différence de potentiel inverse appliquée entre la cathode et l'anode, un flux d'électrons circule de la cathode vers l'anode, mesuré à l'aide du nanoampèremètre. Correspond à la différence de potentiel inverse de la tension limite U_0 avec

$$e \cdot U_0 = E_{kin} = h \cdot f - W \text{ et } e = 1{,}6021 \cdot 10^{-19}\,\text{C}$$

donc ce courant atteint la valeur 0 nA.

Dans un diagramme f $e \cdot U_0$, les tensions limites U_0 mesurées pour différentes fréquences *f* se trouvent sur une droite de gradient *h* et d'une section de coordonnée y *W*. En fonction du matériau de la cathode, l'axe des ordonnées y de la droite correspondante, est différent. La montée de la droite dépend du matériau de la cathode.

6. Manipulation

6.1 Mesure des tensions limites avec une intensité lumineuse de 75 %.

- Raccordez l'alimentation enfichable pour l'alimentation en courant.
- Réglez l'intensité lumineuse sur 75 %.

- Insérez la fiche de la première source lumineuse dans la douille de jonction pour les DEL.
- Appuyez sur les tiges de verrouillage du boîtier creux au niveau du tube analyseur de la cellule photoélectrique et tirez-le vers le bas.
- Poussez entièrement le boîtier des DEL sur le tube analyseur de la cellule photoélectrique jusqu'à ce que les tiges de verrouillage s'enclenchent.
- Placez le bouton de réglage fin pour la différence de potentiel inverse en position médiane.

Précision : Il est recommandé, lors de la première mesure, d'attendre quelques minutes avant de commencer le réglage de la tension limite.

- Tournez le bouton de réglage approximatif jusqu'à ce que le courant photoélectrique dans le nanoampèremètre soit sur environ 0.
- Optimisez le réglage avec le bouton de réglage fin. Pour cela, tournez le bouton de réglage fin de façon à ce que l'affichage varie entre 0 et -0.
- Notez la différence de potentiel inverse réglée de cette manière en tant que tension limite U_0.
- Recommencez la mesure avec les quatre DEL restantes.
- Une fois l'expérience terminée, repoussez la housse de protection sur le tube analyseur à DEL.

6.2 Détermination de la constante de Planck *h*.

- A partir des longueurs d'onde λ appliquées, calculez les fréquences $f = \frac{c}{\lambda}$ avec $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ de la lumière.
- A partir des tensions limites U_0, calculez les énergies $e \cdot U_0$ avec $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,\text{C}$.
- Reportez les valeurs obtenues dans un diagramme énergie/fréquence.
- Tracez une droite passant par les valeurs et déterminez la constante de Planck *h* à partir du gradient et du travail de sortie *W* de la section de coordonnée y.

Précision : Le plus simple est d'effectuer l'évaluation concernant, en particulier, la droite de compensation, à l'aide du programme Excel fourni, car il suffit de saisir les valeurs mesurées pour la tension limite, dans le tableau correspondant. Il suffit ensuite de lire la droite de gradient *h* et l'axe des ordonnées y *W* sur le graphique et de calculer la différence par rapport à la valeur de la littérature, en saisissant ces valeurs dans la colonne correspondante du second tableau.

6.3 Preuve de l'indépendance de la tension limite par rapport à l'intensité lumineuse.

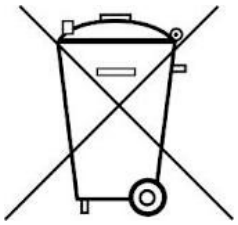
- Choisissez une DEL.
- Réglez l'intensité maximale et déterminez la tension limite U_0.
- Réduisez progressivement l'intensité à zéro et déterminez chaque fois la tension limite U_0.

7. Nettoyage

- Utilisez uniquement un produit de rinçage doux courant dans le commerce mais aucun produit à récurer caustique.
- Veillez impérativement à ce qu'aucun liquide ne pénètre à l'intérieur de l'appareil.
- Débranchez l'alimentation enfichable pour mettre l'appareil hors tension.
- Nettoyez l'appareil avec un chiffon léger (!), humide et non pelucheux.

8. 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.



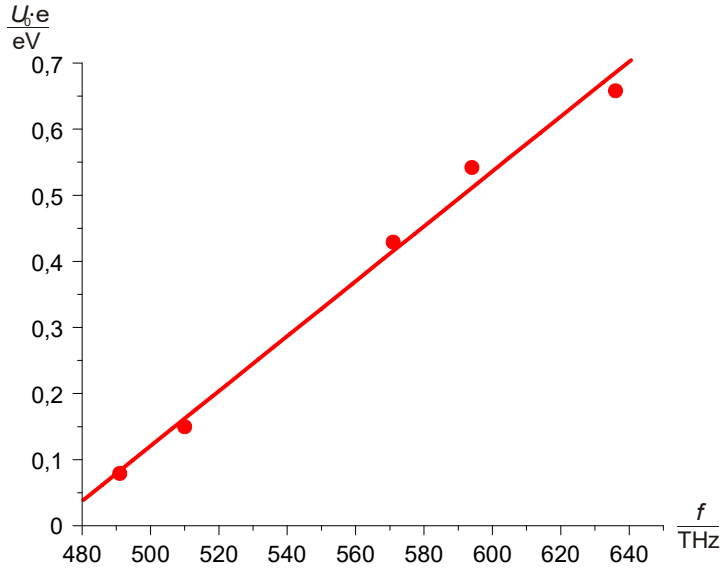


Fig.1 Energie limite $U_0 \cdot e$ en fonction de la fréquence f

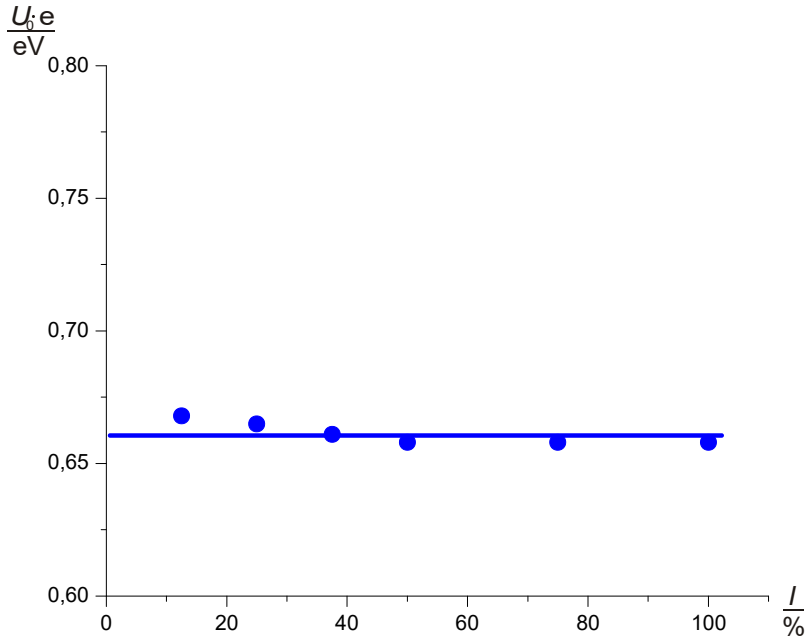


Fig. 2 Tension limite U_0 en fonction de l'intensité lumineuse I pour une longueur d'onde de 472 nm

© Copyright 2024 3B Scientific GmbH