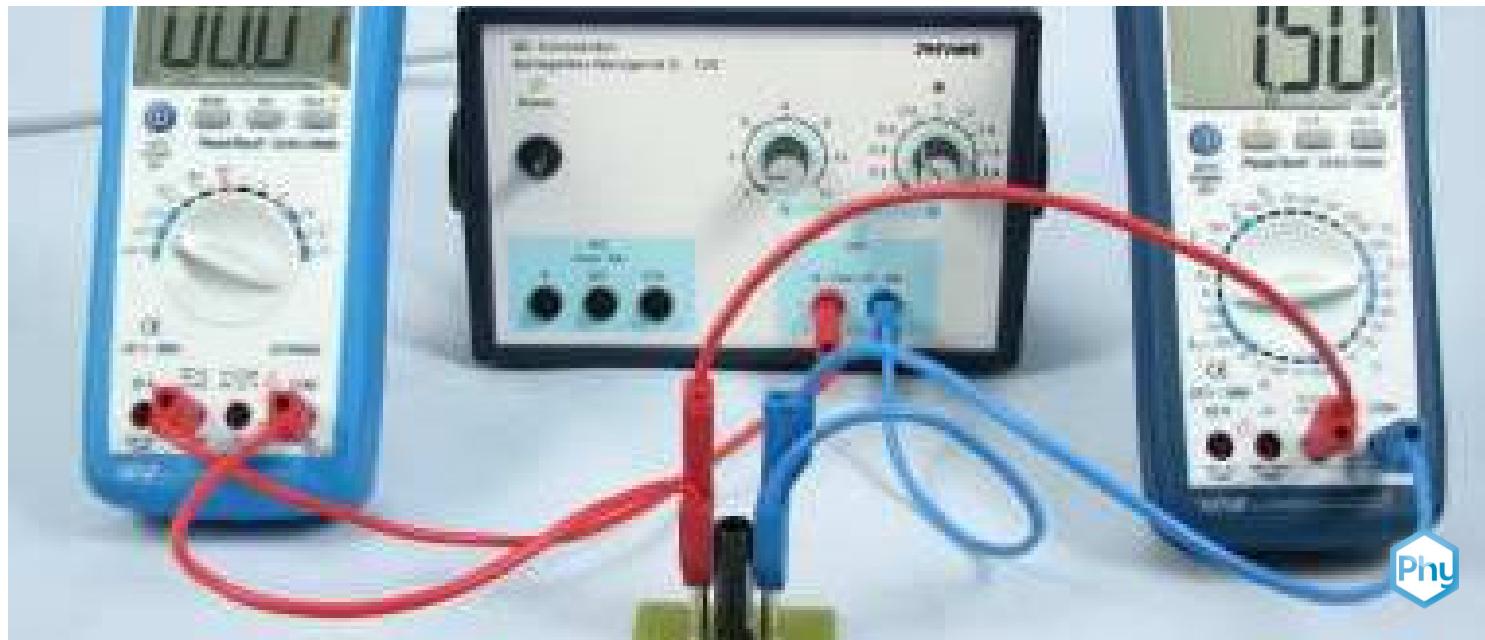


Quel est le rapport entre l'énergie et la couleur de la lumière ?



Physique

Physique moderne

Physique quantique



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/5fe6716aec253f000336cbf5>



Informations pour les enseignants

Application



Montage de l'expérience

Quel est le rapport entre l'énergie et la couleur de la lumière ?

La constante de Planck h est une constante fondamentale de la physique quantique. Elle intervient dans la description des phénomènes quantiques dans lesquels les propriétés physiques ne peuvent pas être représentées par une variable continue, mais seulement certaines variables discrètes.

Dans cette expérience, la constante de planck est déterminé par des mesures sur des diodes électroluminescentes (DEL ou LED).

Informations pour les enseignants

PHYWE

Prescience



La LED est un dispositif à semi-conducteur et, comme une diode, elle est constituée d'une couche dopée n et d'une couche dopée p.

Dans un semi-conducteur, seules certaines bandes d'énergie peuvent être occupées par les électrons.

L'application d'une tension dans le sens direct de la diode augmente l'énergie des électrons. Cela les amène à peupler la bande de conduction du côté n et à retomber dans la bande de valence énergétiquement inférieure du côté p après avoir traversé la jonction.

Là, ils se recombinent avec les trous existants. Ce faisant, l'énergie acquise est à nouveau libérée, (en partie) au travers d'une émission de lumière.

Informations pour les enseignants

PHYWE

Principe



La bande interdite, c'est-à-dire l'écart d'énergie entre les bandes de valence et de conduction, varie dans les LED en fonction du choix des matériaux.

Plus la bande interdite est grande, plus les électrons doivent avoir d'énergie pour passer de la bande de valence à la bande de conduction.

La tension de seuil est donc différente pour les différentes LED. De plus, la taille de la bande interdite influence l'énergie des photons émis et donc la fréquence ou la couleur de la lumière.

La tension de seuil U_{seuil} permet de calculer l'énergie E des électrons. Cette énergie correspond à l'énergie des photons. Lorsque l'on trace l'énergie des photons en fonction de la fréquence f de la lumière, une relation linéaire se manifeste. La pente ou le facteur de proportionnalité est la constante de Planck h .

Notes sur la mise en œuvre

PHYWE

Cette expérience peut être réalisée de deux manières différentes. Pour la deuxième variante, l'ampèremètre n'est pas nécessaire. En son lieu, l'œil détermine le moment où une lueur commence à se dégager de la LED. Comme l'œil n'est pas sensible à la lumière IR, cette diode n'est pas utilisée.

Lors de l'expérience avec l'œil comme capteur de lumière, on obtient des valeurs mesurées plus élevées pour la tension de seuil et donc pour l'énergie des électrons ou des photons que lors de l'expérience avec l'ampèremètre. Bien que la tension de seuil ait déjà été atteinte, l'œil ne perçoit pas encore de lumière. L'œil ne réagit pas avant d'avoir atteint une certaine intensité lumineuse. L'écart est minime et n'influence le résultat que de manière insignifiante, puisque la pente de la droite est à peu près la même.

Lors de la connexion des diodes, il faut veiller à respecter la polarité, car les diodes ne permettent le passage du courant que dans un seul sens.

Consignes de sécurité

PHYWE



Les consignes de sécurité générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.

PHYWE

Informations pour les étudiants

Motivation

PHYWE

Montage de l'expérience

Quel est le rapport entre l'énergie et la couleur de la lumière ?

La constante de Planck h est une constante fondamentale de la physique quantique. Elle intervient dans la description des phénomènes quantiques dans lesquels les propriétés physiques ne peuvent pas être représentées par une variable continue, mais seulement certaines variables discrètes.

Déterminez la constante de planck par des mesures et observations sur des diodes électroluminescentes (DEL ou LED).

Matériel

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Led - bleu, avec résistance de série et fiches de 4mm	09852-40	1
2	Led - uv, avec résistance de série et fiches de 4mm	09852-50	1
3	Led - vert, avec résistance de série et fiches de 4mm	09852-30	1
4	Led - rouge, avec résistance de série et fiches de 4mm	09852-20	1
5	Led - ir, avec résistance de série et fiches de 4mm	09852-10	1
6	Tube de protection contre la lumière pour led,di= 8 mm,l= 40 mm	09852-01	1
7	Multimètre digital 3 1/2 digit avec thermocouple NiCr-Ni	07122-00	2
8	PHYWE Alimentation 0...12 V CC, 2 A / 6 V, 12 V CA, 5 A	13506-93	1
9	Fil de connexion, 32 A, 750 mm, rouge	07362-01	3
10	Fil de connexion, 32 A, 750 mm, bleu	07362-04	2

Montage (1/2)

- Cette expérience peut être réalisée de deux manières différentes. La différence est qu'un multimètre (voltmètre) est utilisé dans la deuxième variante.
- Mettez en place l'expérience en fonction des photos. **Attention** : respectez la bonne polarité !



Montage (2/2)

- Connectez les deux multimètres numériques. **Attention** : respectez la bonne polarité !
- Plages de mesure : 2mA (mesure du courant), 20V (mesure de la tension)



Procédure (1/2) - Variante 1

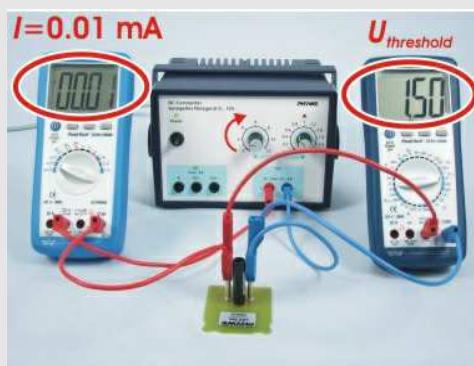


Expérimentation

- Sélectionnez les LEDs avec les couleurs UV, bleu, rouge et IR.
- Placez le tube lumineux d'interférence sur la LED et maintenez l'ouverture fermée avec votre pouce pour empêcher la lumière indésirable de pénétrer.
- La tension est lentement augmentée jusqu'à ce que le plus petit courant stable possible (environ 0,01 mA) soit enregistré sur l'ampèremètre.

Procédure (2/2) - Variante 1

- Lire la tension U_{seuil} au début de la circulation du courant sur le voltmètre et les inscrire dans le tableau 1 du rapport.



- Remettez la tension de l'alimentation électrique à zéro et changez la LED.
- Répétez le processus avec les LED suivantes.



Procédure (1/3) - Variante 2



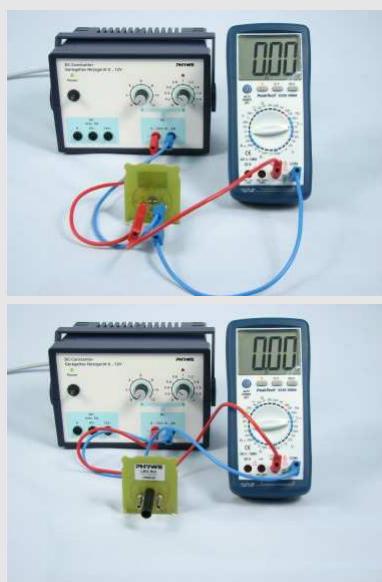
Procédure expérimentale - Variante 2

Pour cette variante, l'ampèremètre n'est pas nécessaire.

Ici, le moment où la LED commence à émettre est déterminé par l'œil. Comme l'œil n'est pas sensible à la lumière IR, cette diode n'est pas utilisée ici.

Afin de pouvoir d'orienter le tube vers l'œil, les câbles doivent être connectés à la LED par l'arrière dans cette expérience.

Procédure (2/3) - Variante 2



- Retirez l'ampèremètre.
- Choisissez les LEDs avec les couleurs UV, bleu, vert et rouge.
- Fixez le tube lumineux d'interférence à la LED.
- Déplacez le tube lumineux d'interférence très près de l'œil pour minimiser l'incidence latérale de la lumière.

Procédure (3/3) - Variante 2



- Augmentez lentement la tension de l'alimentation électrique tout en observant la LED avec votre œil.
- Dès que la LED s'allume, notez la tension correspondante. U_{seuil} dans le tableau 2.
- Remettez la tension de l'alimentation électrique à zéro et changez la LED.
- Procédez de la même manière avec les LED suivantes.



Rapport

Exercice 1

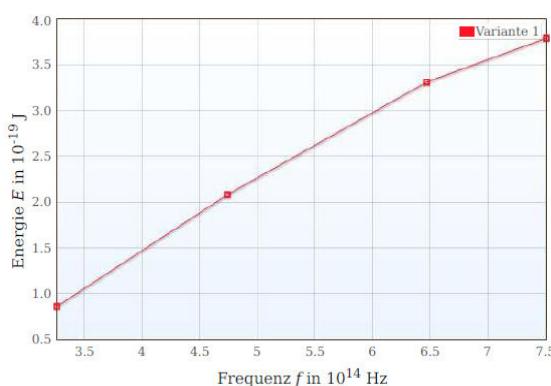
1. Notez le voltage U_{seuil} .
2. Calculez la fréquence f de la lumière à partir de la formule $c = \lambda \cdot f$, avec la longueur d'onde λ_{max} des LED et $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ la vitesse de la lumière dans le vide.
3. Déterminer l'énergie maximale E qu'un électron excité peut avoir, à partir de $E = e \cdot U_{seuil}$ avec $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ la charge élémentaire.

Résultat - Tableau 1

LED	U_{seuil} en V	λ_{max} en nm	f en 10^{14} Hz	E in 10^{-19} J
UV				
bleue				
rot				
IR				

Exercice 2

Calculez la pente du tableau 1.



$$m =$$

Mettez les bons lots aux bons endroits.

La pente donne entre E et F , qui est h suivant $E = h \cdot f$. La dimension de la pente (de h) résulte :

$$[h] = [E]/[f] = J/s^{-1} =$$

la constante de Planck

le facteur de proportionnalité

J/s

de la droite de régression

Vérifier

Diapositive

Score / Total

Diapositive 19: Signification du quantum de l'action

0/4

Score total

 0/4



Voir la correction



Recommencer



Exporter

12/12