

Photons, niveaux d'énergie

TP de sciences physiques - niveau 1re

Les LED rouges s'allument sous une tension plus faible que les LED bleues. Pourquoi ? Dans ce TP sur les photons et les niveaux d'énergie, tu vas relier la tension de seuil de LED de couleurs différentes à l'énergie des photons qu'elles émettent, puis estimer la constante de Planck h .

Ce TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Objectif du TP sur les photons et les niveaux d'énergie

Mesurer la tension de seuil U_s de plusieurs LED, la relier à la longueur d'onde λ de la lumière émise par la relation $e U_s \approx h c \div \lambda$, tracer U_s en fonction de $1 \div \lambda$ et en déduire la constante de Planck.

Matériel

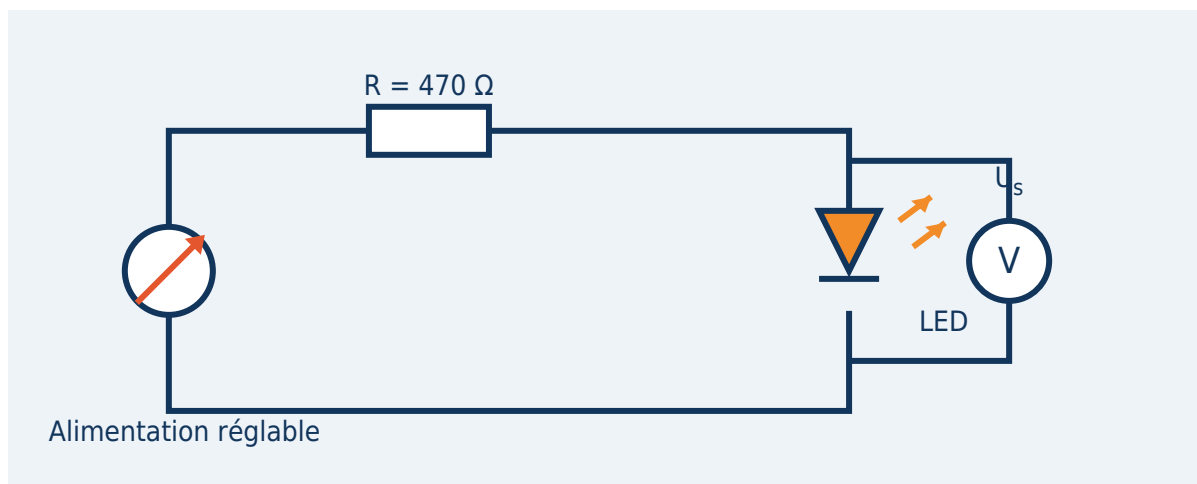
- Une alimentation continue réglable de 0 à 6 V
- Une résistance de protection de 470 Ω
- Cinq LED : rouge, orange-jaune, verte, bleue et violette, avec leurs longueurs d'onde indiquées sur la notice (630 nm, 590 nm, 525 nm, 470 nm, 405 nm)
- Un multimètre utilisé en voltmètre continu
- Des fils de connexion et une plaque de montage
- Un tube ou un carton noir pour masquer la lumière ambiante
- Une calculatrice ou un tableur

Sécurité

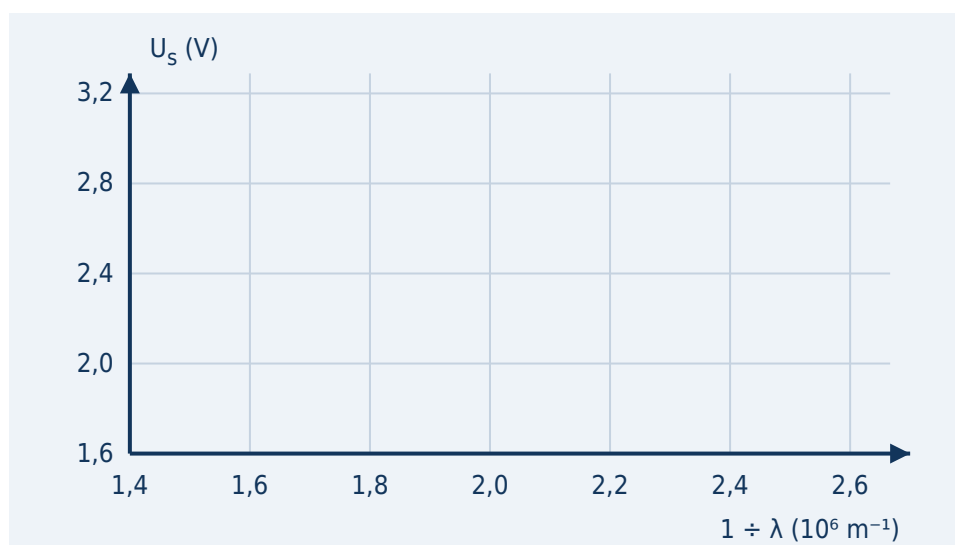
SÉCURITÉ

Garde toujours la **résistance de protection en série** avec la LED et ne dépasse jamais 6 V : une LED sans résistance peut griller. Ne regarde pas de près la LED violette allumée (elle émet près de l'ultraviolet). Éteins l'alimentation avant de modifier le montage.

Protocole



Circuit : la LED est en série avec une résistance de protection ; le voltmètre mesure la tension U aux bornes de la LED.



Graphique à compléter avec tes mesures : tension de seuil en fonction de $1 \div \lambda$.

1. Réalise le montage : alimentation, résistance de 470Ω et première LED en série (la patte la plus longue, l'anode, côté borne positive).
2. Place le voltmètre en dérivation aux bornes de la LED seule (pas aux bornes de la résistance).
3. Mets l'alimentation à 0 V et place le tube noir autour de la LED pour limiter la lumière ambiante.
4. Augmente la tension de l'alimentation très lentement jusqu'à voir apparaître une faible lueur.
5. Note alors la tension U_s lue sur le voltmètre aux bornes de la LED.
6. Redescends à 0 V puis recommence deux fois pour la même LED afin de juger la reproductibilité.
7. Répète l'opération avec chacune des quatre autres LED en notant leur longueur d'onde.
8. Calcule pour chaque LED $1 \div \lambda$ en m^{-1} .

Mesures à relever

LED	λ (nm)	$1 \div \lambda$ ($10^6 m^{-1}$)	U_s (V)	$E = e U_s$ ($10^{-19} J$)
-----	----------------	------------------------------------	-----------	------------------------------

Rouge	630	...	...	...
Orange-jaune	590	...	...	...
Verte	525	...	...	...
Bleue	470	...	...	...
Violette	405	...	...	...

Questions

1. Pourquoi branche-t-on une résistance en série avec la LED ?
2. Quelle LED s'allume pour la plus petite tension ? la plus grande ? Relie ce résultat à la couleur.
3. On admet que le photon émis a une énergie $E_{\text{photon}} = e U_s$ ($e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$). Complète la dernière colonne.
4. Montre que, d'après $E = h c \div \lambda$, U_s doit être proportionnelle à $1 \div \lambda$. Quel est le coefficient de proportionnalité ?
5. Trace U_s en fonction de $1 \div \lambda$. Quelle est la nature de la courbe ? Détermine son coefficient directeur.
6. Dédus-en la constante de Planck $h = e \times (\text{coefficient directeur}) \div c$, avec $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$. Compare à $6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ en calculant l'écart relatif.
7. Pourquoi la détermination de la tension de seuil est-elle imprécise ? Propose une amélioration.

Pour aller plus loin

- Mesure la longueur d'onde de la LED avec un spectroscope et compare avec la valeur de la notice.
- Étudie une LED blanche : que peux-tu dire de son spectre et de sa tension de seuil ?