

Lumière, photons

TP de sciences physiques - niveau Terminale

Dans ce TP sur la lumière et les photons, tu vas estimer la constante de Planck avec quatre diodes électroluminescentes de couleurs différentes. Question guide : peut-on retrouver, avec un simple voltmètre, la valeur de l'énergie d'un photon de chaque couleur ?

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 la lumière et les photons

Mesurer la tension de seuil U_s de plusieurs DEL, relier l'énergie $e \times U_s$ à celle du photon émis $h c \div \lambda$, tracer U_s en fonction de $1 \div \lambda$ et en déduire une valeur de la constante de Planck h .

Matériel

- Quatre DEL de couleurs différentes (rouge, orange, verte, bleue) dont la longueur d'onde d'émission λ est donnée par le constructeur.
- Une résistance de protection de 330Ω .
- Une alimentation continue réglable de 0 à 5 V (ou un potentiomètre alimenté par une pile).
- Un voltmètre numérique et des fils.
- Un tube noir (ou un carton roulé) pour observer la DEL à l'abri de la lumière ambiante.
- Un tableau de longueurs d'onde fourni par l'enseignant : rouge 635 nm, orange 590 nm, vert 525 nm, bleu 465 nm.

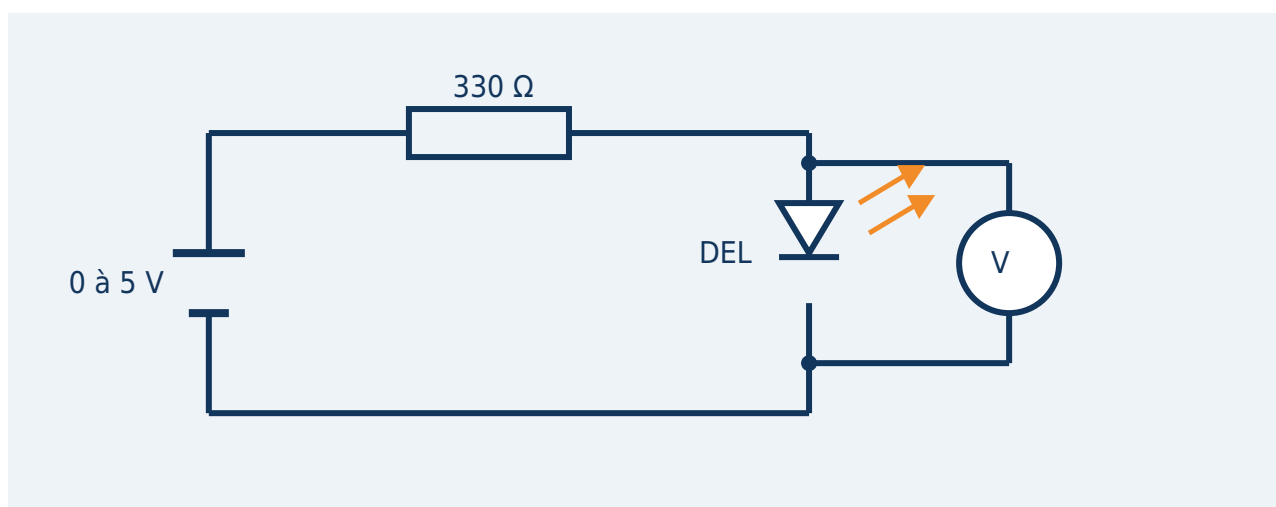
Sécurité

SÉCURITÉ

Place toujours la résistance de 330Ω en série avec la DEL pour limiter le courant. Ne dépasse pas 5 V. Respecte le sens de branchement (patte la plus longue vers le +). Ne regarde pas une DEL bleue de près en pleine puissance : observe-la à travers le tube et à faible éclairage.

Protocole

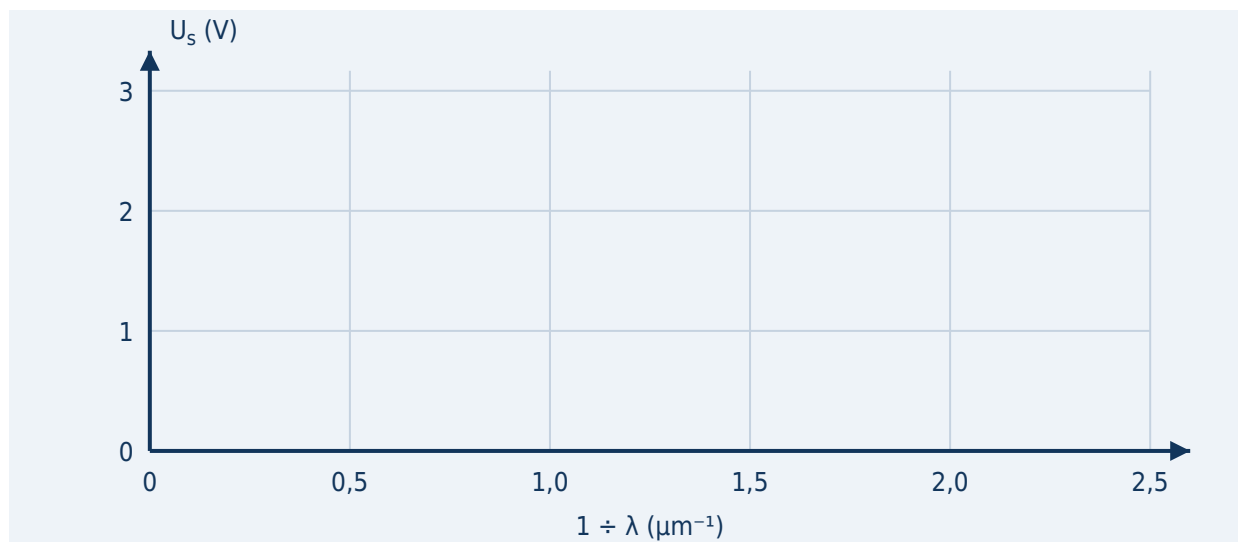
1. Réalise le montage : alimentation, résistance de $330\ \Omega$ et DEL rouge en série ; voltmètre branché aux bornes de la DEL seule.
2. Place-toi dans une pièce peu éclairée et mets l'alimentation à 0 V.
3. Augmente lentement la tension jusqu'à ce que la DEL commence à briller de façon à peine visible dans le tube : c'est la tension de seuil U_s .
4. Lis U_s au voltmètre (au centième de volt) ; recommence deux fois et prends la moyenne.
5. Remplace la DEL rouge par l'orange, la verte puis la bleue, en repartant chaque fois de 0 V.
6. Complète le tableau avec U_s , $1 \div \lambda$ (en μm^{-1}) et l'énergie du photon.
7. Trace U_s en fonction de $1 \div \lambda$ et trace la droite moyenne passant par l'origine.
8. Détermine son coefficient directeur et déduis h .



Montage de mesure de la tension de seuil d'une DEL ; le voltmètre est branché aux bornes de la DEL seule.

Mesures à relever

DEL	λ (nm)	U_s (V)	$1 \div \lambda$ (μm^{-1})	$h = e U_s \lambda \div c$ (J·s)
Rouge	635			
Orange	590			
Verte	525			
Bleue	465			



Repère à compléter : un carreau vaut $0,5 \mu\text{m}^{-1}$ en abscisse et 1 V en ordonnée.

Questions

1. Que se passe-t-il à la tension de seuil ? Quelle est l'énergie $e \times U_s$ acquise par un électron qui traverse la DEL ?
2. Justifie que $e U_s$ est voisine de l'énergie du photon émis, $E = h c \div \lambda$.
3. Complète le tableau : calcule $1 \div \lambda$ (en μm^{-1}) puis h pour chaque DEL, avec $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ et $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$.
4. Trace U_s en fonction de $1 \div \lambda$. Quelle est la nature de la courbe ? Que peux-tu conclure ?
5. Détermine le coefficient directeur k de la droite et exprime-le en fonction de h , c et e . Dédus une valeur de h .
6. Compare ta valeur de h à la valeur tabulée $6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (écart relatif).
7. Pourquoi une DEL bleue exige-t-elle une tension de seuil plus élevée qu'une DEL rouge ?
8. Pourquoi cette mesure de U_s à l'œil est-elle peu précise ? Propose une amélioration.

Pour aller plus loin

- Remplace la DEL bleue par une DEL infrarouge (avec une caméra de smartphone pour voir qu'elle s'allume) et prévois sa tension de seuil à partir de sa longueur d'onde (950 nm).
- Mesure la tension de seuil à l'aide d'un ampèremètre en cherchant la tension à laquelle le courant devient supérieur à 0,1 mA.