

Lumière, photons

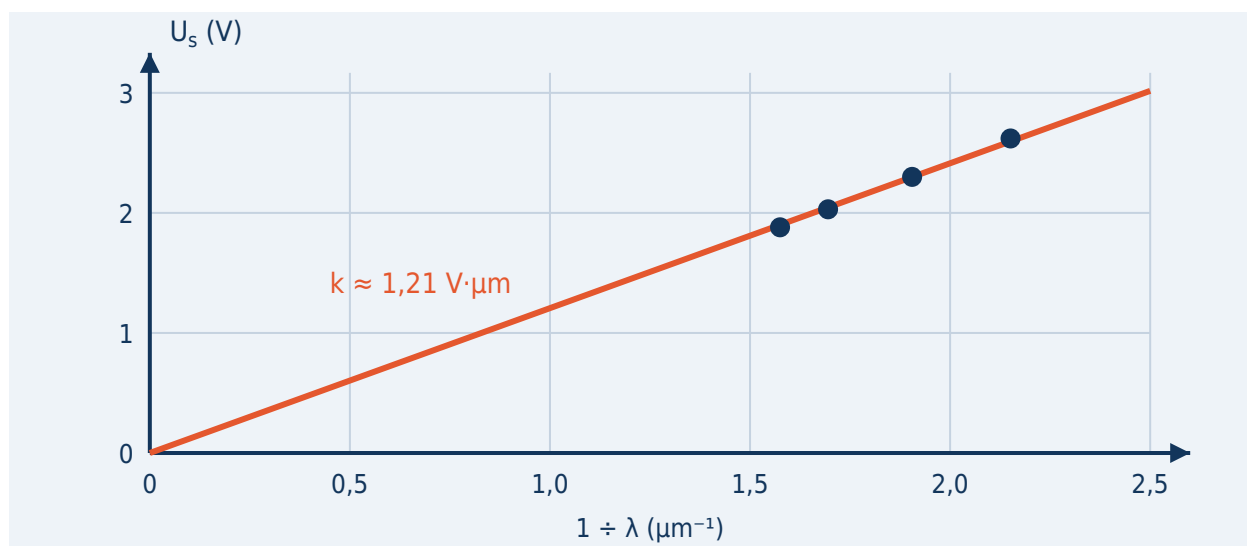
Corrigé du TP - niveau Terminale

Voici le corrigé du TP sur la lumière et les photons : résultats types, droite $U_s = f(1 \div \lambda)$, valeur de h , compte rendu modèle et erreurs fréquentes. Ensuite, les mesures ont été faites avec des DEL courantes, une résistance de protection de 330Ω et un voltmètre numérique.

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

Résultats types : corrigé TP photons

DEL	λ (nm)	U_s (V)	$1 \div \lambda$ (μm^{-1})	h (J·s)
Rouge	635	1,88	1,575	$6,37 \times 10^{-34}$
Orange	590	2,03	1,695	$6,39 \times 10^{-34}$
Verte	525	2,30	1,905	$6,44 \times 10^{-34}$
Bleue	465	2,62	2,151	$6,50 \times 10^{-34}$



Les points sont alignés sur une droite passant par l'origine, de coefficient directeur $k \approx 1,21 \text{ V} \cdot \mu\text{m}$.

Réponses aux questions

1. À la tension de seuil, le courant devient suffisant pour que la DEL émette de la lumière visible. Puis un électron qui traverse la DEL sous la tension U_s reçoit l'énergie $e \times U_s$, par exemple $1,60 \times 10^{-19} \times 1,88 \approx 3,0 \times 10^{-19} \text{ J}$ pour la rouge.

2. De plus, dans la jonction, l'énergie $e U_s$ se transforme en photons : à la limite, un électron donne un photon, d'énergie $E = h c \div \lambda$. Ensuite, on admet donc $e U_s \approx h c \div \lambda$.

3. $h = e U_s \lambda \div c$. Par exemple pour la rouge : $h = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,88 \times 635 \times 10^{-9} \div 3,00 \times 10^8 \approx \mathbf{6,37 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}$.

Valeurs dans le tableau, de 6,37 à $6,50 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; moyenne : $\mathbf{6,42 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}$.

4. Par ailleurs, les points sont alignés sur une **droite passant par l'origine** : U_s est proportionnelle à $1 \div \lambda$, comme le prévoit $U_s = (h c \div e) \times (1 \div \lambda)$.

5. $k = h c \div e$, d'où $h = k e \div c$. Ici $k \approx 1,21 \text{ V}\cdot\mu\text{m} = 1,21 \times 10^{-6} \text{ V}\cdot\text{m}$, donc $h \approx 1,21 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19} \div 3,00 \times 10^8 \approx \mathbf{6,4 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}$.

6. Écart relatif : $(6,63 - 6,44) \div 6,63 \approx \mathbf{3 \%}$.

Réponses aux questions (suite)

Excellent accord compte tenu de la méthode.

7. Puis un photon bleu est plus énergétique qu'un photon rouge ($E = h c \div \lambda$ est plus grande pour λ plus petite), donc l'électron doit recevoir plus d'énergie : $e U_s$ est plus grande.

8. Ensuite, le seuil est apprécié à l'œil, qui dépend de la lumière ambiante et de la sensibilité de chaque observateur. Puis on peut mesurer le courant avec un ampèremètre et définir le seuil par une valeur de courant (par exemple 0,1 mA), ou tracer la caractéristique complète de la DEL.

Conclusion et compte rendu modèle

Compte rendu. Nous avons mesuré la tension de seuil U_s de quatre DEL de couleurs différentes, branchées en série avec une résistance de protection de 330 Ω , le voltmètre étant placé aux bornes de la DEL. De plus, nous avons obtenu 1,88 V pour la rouge (635 nm), 2,03 V pour l'orange (590 nm), 2,30 V pour la verte (525 nm) et 2,62 V pour la bleue (465 nm). Ensuite, en admettant que l'énergie $e U_s$ acquise par un électron est voisine de celle du photon émis $h c \div \lambda$, la tension de seuil doit être proportionnelle à $1 \div \lambda$.

Par ailleurs, le graphique $U_s = f(1 \div \lambda)$ est bien une droite passant par l'origine, de coefficient directeur 1,21 $\text{V}\cdot\mu\text{m}$. Par ailleurs, on en déduit $h \approx 6,4 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, valeur voisine de la constante de Planck ($6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$), à 3 % près. Puis les incertitudes proviennent de l'appréciation visuelle du seuil et de la longueur d'onde donnée par le constructeur (largeur spectrale d'une DEL). Ensuite, cette expérience confirme la quantification de l'énergie lumineuse et illustre le lien entre couleur et énergie du photon.

Erreurs fréquentes en TP

- Oublier la résistance de protection et griller la DEL.
- Brancher le voltmètre aux bornes de l'ensemble DEL et résistance au lieu de la DEL seule.
- Exprimer λ en nm dans le calcul de h sans convertir en mètres.
- Tracer une droite qui ne passe pas par l'origine ou en calculer le coefficient directeur avec seulement deux points proches.
- Confondre tension de seuil et tension nominale d'alimentation.

Tout le chapitre « Lumière, photons et quantification » en terminale

- Le cours : Lumière, photons et quantification
- Les exercices : Lumière, photons et quantification
- Le corrigé des exercices : Lumière, photons et quantification
- Le TP : Lumière, photons et quantification
- Le QCM : Lumière, photons et quantification
- Le contrôle : Lumière, photons et quantification
- Le corrigé du contrôle : Lumière, photons et quantification

Chapitre précédent : Le circuit RC, charge et décharge (corrigé du TP)

Chapitre suivant : Transferts thermiques et bilan d'énergie (corrigé du TP)

Retrouve aussi tous les corrigés du TP en terminale et le programme complet de sciences physiques en terminale.