

Photons, niveaux d'énergie

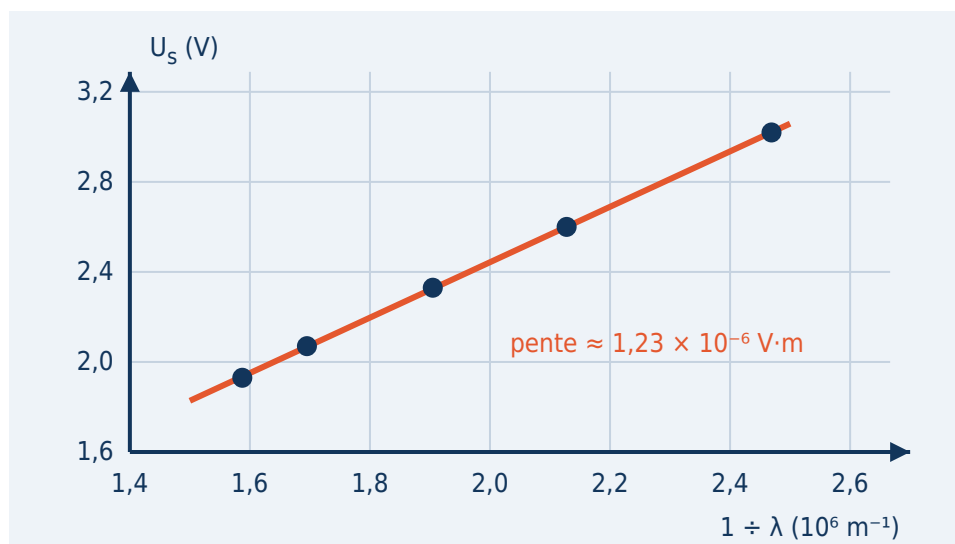
Corrigé du TP - niveau 1re

Voici le corrigé du TP sur les photons : résultats types, graphique, calcul de la constante de Planck et compte rendu modèle. Tes valeurs de tension de seuil peuvent varier de quelques centièmes de volt selon les LED et ta perception de la lueur.

Donc, 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 du TP sur les photons

LED	λ (nm)	$1 \div \lambda$ (10^6 m^{-1})	U_s (V)	$E = e U_s$ (10^{-19} J)
Rouge	630	1,587	1,93	3,09
Orange-jaune	590	1,695	2,07	3,32
Verte	525	1,905	2,33	3,73
Bleue	470	2,128	2,60	4,17
Violette	405	2,469	3,02	4,84



Tension de seuil des LED en fonction de $1 \div \lambda$: une droite qui passe presque par l'origine.

Réponses aux questions

- Enfin, la résistance **limite l'intensité** du courant : une LED est un dipôle non linéaire dont l'intensité croît très vite avec la tension ; sans résistance, elle brûlerait.
- Ensuite, la LED **rouge** (630 nm) s'allume pour la plus petite tension (1,93 V) ; la **violette** (405 nm) pour la plus grande (3,02 V). Plus la longueur d'onde est petite, plus le photon est énergétique et plus la tension de seuil est élevée.

3. $E = e U_s$: par exemple pour la rouge, $1,602 \times 10^{-19} \times 1,93 \approx 3,09 \times 10^{-19} \text{ J}$ (voir le tableau).
4. $E_{\text{photon}} = h c \div \lambda = e U_s$, donc **$U_s = (h c \div e) \times (1 \div \lambda)$** : proportionnalité avec le coefficient $h c \div e$.
5. Puis, le graphe est une **droite passant (presque) par l'origine**. Coefficient directeur : $(3,02 - 1,93) \div (2,469 - 1,587) \times 10^{-6} \approx 1,24 \times 10^{-6} \text{ V}\cdot\text{m}$ (la régression sur les cinq points donne $1,23 \times 10^{-6} \text{ V}\cdot\text{m}$).
6. $h = e \times 1,23 \times 10^{-6} \div c = 1,602 \times 10^{-19} \times 1,23 \times 10^{-6} \div 3,00 \times 10^8 \approx \mathbf{6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}$. Écart relatif avec $6,63 \times 10^{-34}$: $|6,58 - 6,63| \div 6,63 \approx \mathbf{0,8 \%}$.
7. Ainsi, la tension de seuil dépend de la perception de la première lueur, de la lumière ambiante et de l'œil de l'observateur. On peut améliorer en mesurant l'intensité du courant ou la lumière avec un capteur, en extrapolant la caractéristique $U(I)$, ou en moyennant plusieurs observateurs.

Conclusion et compte rendu modèle

Par ailleurs, nous avons mesuré la tension de seuil U_s de cinq LED de couleurs différentes, de la rouge (630 nm) à la violette (405 nm), placées en série avec une résistance de 470 Ω . Ensuite, la tension de seuil augmente quand la longueur d'onde diminue : 1,93 V pour la rouge, 3,02 V pour la violette. Puis en supposant que l'énergie du photon émis est égale à $e U_s$, nous avons tracé U_s en fonction de $1 \div \lambda$ et obtenu une droite passant presque par l'origine, ce qui est conforme à la relation $E = h c \div \lambda$.

Son coefficient directeur, $1,23 \times 10^{-6} \text{ V}\cdot\text{m}$, correspond à $h c \div e$. De plus, on en déduit une constante de Planck $h \approx 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, qui s'écarte de seulement 0,8 % de la valeur de référence. Ensuite, la principale limite de la méthode est la détermination subjective du seuil d'allumage. Par ailleurs, ce TP illustre que la lumière émise par une LED est faite de photons dont l'énergie est liée à l'écart entre les niveaux d'énergie du matériau.

Erreurs fréquentes en TP

- Brancher le voltmètre aux bornes de la résistance au lieu de la LED.
- Oublier la résistance de protection ou inverser le sens de la LED.
- Confondre $1 \div \lambda$ (en m^{-1}) et λ , ou oublier le facteur 10^6 sur l'axe.
- Faire une seule mesure du seuil alors qu'il est subjectif.
- Calculer h sans convertir la pente en $\text{V}\cdot\text{m}$ (et c en m/s).

Retour au TP

Tout le chapitre « Lumière, photons et niveaux d'énergie » en première

- Le cours : Lumière, photons et niveaux d'énergie
- Les exercices : Lumière, photons et niveaux d'énergie
- Le corrigé des exercices : Lumière, photons et niveaux d'énergie

- Le TP : Lumière, photons et niveaux d'énergie
- Le QCM : Lumière, photons et niveaux d'énergie
- Le contrôle : Lumière, photons et niveaux d'énergie
- Le corrigé du contrôle : Lumière, photons et niveaux d'énergie

Chapitre précédent : Diffraction et interférences (corrigé du TP)

Chapitre suivant : Dipôles électriques et lois des circuits (corrigé du TP)

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