

Nom :	Prénom :	Note : / 20
-------	----------	-------------

AE.17A - Détermination expérimentale de la constante de Planck

Les diodes électroluminescentes (DEL, ou LED en anglais) sont omniprésentes dans l'éclairage, les écrans, les télécommandes et de nombreux appareils de mesure. Dans une DEL, l'énergie électrique est directement convertie en lumière au sein d'un matériau semi-conducteur.

Cette activité propose d'étudier le fonctionnement d'une DEL afin de retrouver expérimentalement une constante fondamentale de la physique quantique : la constante de Planck, notée h .

Objectifs :

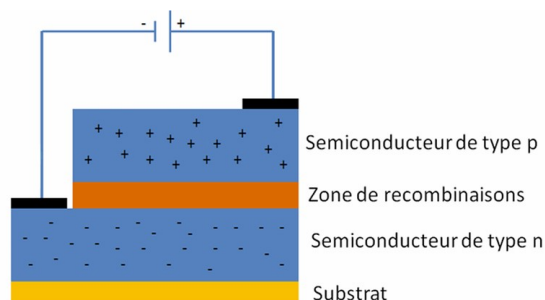
- interpréter l'émission lumineuse d'une DEL à l'aide du modèle du photon ;
- mesurer la tension de seuil et la longueur d'onde d'émission de plusieurs DEL ;
- déterminer expérimentalement la constante de Planck.

I. Émission quantique de lumière par une DEL

Comme toute diode, une DEL ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Lorsque le courant la traverse, elle émet de la lumière.

Document 1 : structure simplifiée d'une DEL

Une DEL possède deux zones semi-conductrices : une zone dopée n , riche en électrons, et une zone dopée p , dans laquelle se trouvent des lacunes électroniques appelées trous. Lorsqu'un électron franchit la jonction et se recombine avec un trou, l'énergie perdue est émise sous la forme d'un photon. Le passage ne devient possible que si l'électron possède une énergie minimale, appelée énergie de seuil.



Données

- énergie d'un photon : $E_\gamma = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$;
- énergie électrique reçue par un électron : $E_{\text{élec}} = eU$;
- charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
- célérité de la lumière : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;
- valeur de référence : $h_{\text{ref}} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

I. Émission quantique de lumière par une DEL (suite)

1. Quel type de conversion d'énergie la DEL réalise-t-elle ? (1 pt)

.....

.....

.....

.....

2. D'où provient l'énergie des photons émis ? Donner son expression en fonction de la longueur d'onde λ émise. (2 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Au seuil d'émission, on assimile l'énergie électrique reçue par un électron à celle du photon émis. Établir la relation entre U_s et λ . (2 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. L'émission de lumière se produit-elle quelle que soit la tension imposée par le générateur ? Justifier en faisant intervenir la tension de seuil U_s . (1 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Partie I : 6 points

II. Activité expérimentale

La tension de seuil U_s est la tension minimale à partir de laquelle le courant devient significatif et la DEL émet de la lumière. Elle est déterminée à partir de la caractéristique intensité-tension $I = f(U)$.

5. À l'aide d'un générateur continu réglable, d'une résistance de protection et de deux multimètres :
- proposer le schéma du montage permettant de mesurer simultanément U aux bornes de la DEL et l'intensité I qui la traverse ;
 - réaliser le montage après validation ;
 - relever les mesures, tracer $I = f(U)$ et déterminer U_s pour chaque DEL.

(3 pt)

Schéma du montage

6. À l'aide du spectrophotomètre, mesurer la longueur d'onde centrale λ de la lumière émise par chaque DEL, puis compléter le tableau.

(3 pt)

DEL	U_s (V)	λ (nm)	$1/\lambda$ (1/m)
Bleue ML50B23H			
Verte LTL2R3TGK			
Rouge LTL2P3SEK			
Jaune LTL2P3SYK			

III. Exploitation des mesures

7. Quelle relation établie dans la partie I fait intervenir la constante de Planck ? La mettre sous la forme

$$U_s = a \frac{1}{\lambda},$$

puis exprimer le coefficient directeur a en fonction de h , c et e .

(2 pt)

.....

.....

.....

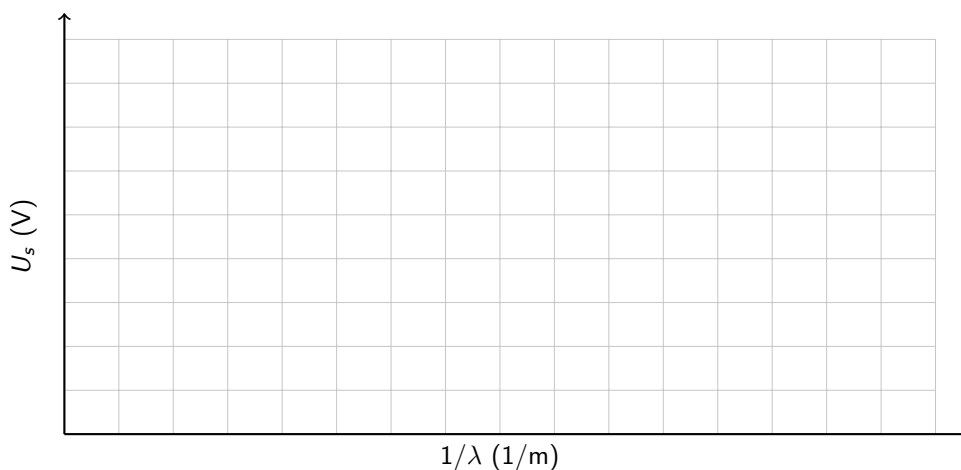
.....

.....

8. Tracer $U_s = f(1/\lambda)$, modéliser les points par une droite et :

- déterminer le coefficient directeur a ;
- en déduire une valeur expérimentale h_{exp} ;
- calculer l'écart relatif par rapport à h_{ref} ;
- commenter la qualité du résultat et les principales sources d'erreur.

(6 pt)



$a =$ V m

$h_{\text{exp}} =$ J s

Conclusion :

.....

.....

.....

.....

.....

Parties II et III : 14 points - Total : 20 points