

PARTIE 4 : Énergie et développement durable

TP 26

La physique des DELs

Comment estimer la valeur de la constante fondamentale de Planck ?

Les diodes électroluminescentes (DEL ou LED en anglais) sont de plus en plus présentes dans notre quotidien : pour l'éclairage, dans les écrans de téléviseurs et d'ordinateurs, dans les télécommandes (LED infrarouges), pour l'affichage alphabétique ou numérique des écrans d'appareils de mesure, de calculatrices, d'horloges...

Dans ce composant, l'énergie électrique est convertie directement en lumière au sein d'un matériau semi-conducteur.

Nous nous proposons, lors de cette activité expérimentale, d'étudier le fonctionnement d'un tel composant, cela nous mènera à retrouver une constante fondamentale en physique quantique : la constante de Planck notée h .

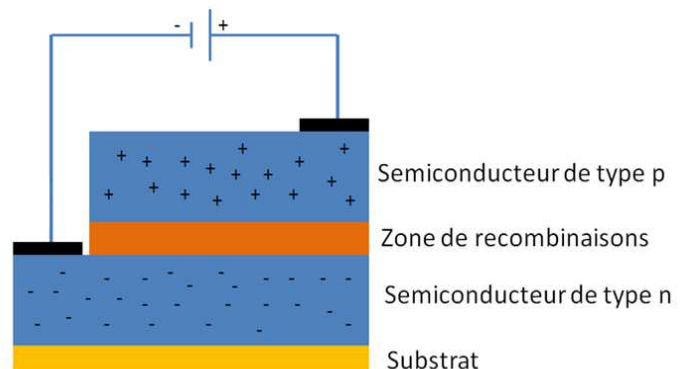
Document 1 : Émission de lumière par une DEL

Comme toute diode, une DEL ne laisse passer le courant que dans un sens. En outre le passage du courant électrique dans la diode est associé à l'émission de lumière.

Une diode est constituée de deux zones, l'une possédant un excès d'électrons (zone dopée n), l'autre possédant un déficit d'électrons (zone dopée p) appelés trous. Le passage d'un électron de la zone n à la zone p ne se produit que si cet électron possède une énergie minimale ou énergie de seuil.

Lorsqu'un électron passe de la zone dopée n à la zone dopée p, il y a émission d'un photon au niveau de la zone de recombinaisons.

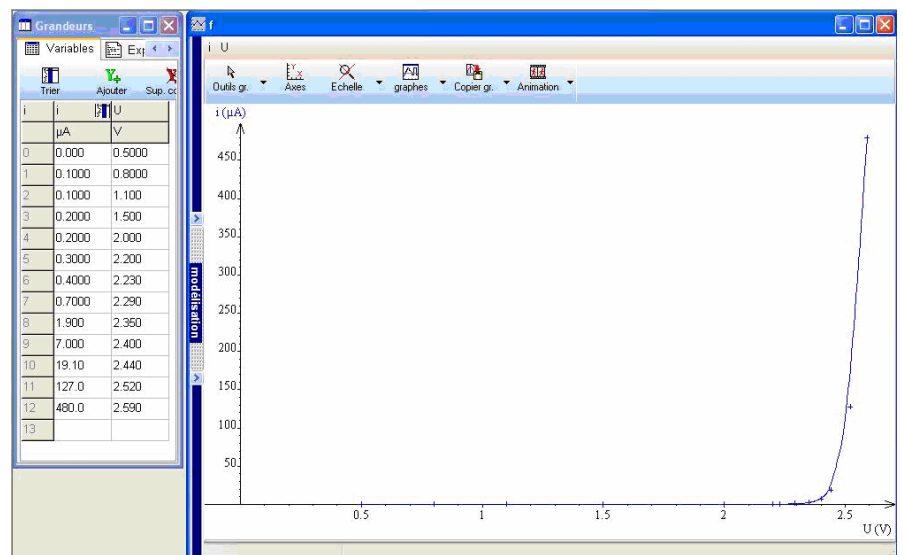
L'émission de lumière par une diode électroluminescente est ainsi un phénomène quantique.



Document 2 : Caractéristique intensité-tension

Une caractéristique intensité-tension est un graphe permettant de savoir quelle sera la valeur de l'intensité dans le dipôle pour une tension donnée appliquée à ses bornes, et réciproquement.

Pour la tracer, on doit mesurer simultanément la tension aux bornes du dipôle et l'intensité du courant qui le traverse.



Document 3 : Données constructeur

Voici les caractéristiques des LED utilisées, données par le constructeur :

DEL	longueurs d'onde de la lumière émise
diode bleue ML50B23H	465nm
diode orange LTL2H3VFKNT	605nm
diode verte LTL2R3TGK	525nm
diode jaune LTL2P3SYK	590nm
diode rouge LTL2P3SEK	630nm

ANALYSER :

1. Quel type de conversion d'énergie la diode effectue-t-elle ?

.....
.....
.....

2. D'où l'énergie des photons émis provient-elle ? Quelle est l'expression de cette énergie en fonction de la longueur d'onde λ émise ?


.....
.....
.....

3. L'énergie électrique d'un électron traversant la jonction est reliée à la tension U aux bornes de la diode. Cette énergie a pour expression $E_{\text{électron}} = e \times U$.
En déduire la relation mathématique entre λ et U.

.....
.....
.....

4. Cette émission de lumière se produit-elle quelle que soit la tension imposée par le générateur ?

.....
.....
.....
.....

APPEL N°1 	Appeler le professeur pour lui présenter votre analyse ou en cas de difficulté
---	---

RÉALISER :

La tension de seuil modélise la tension à partir de laquelle l'énergie des électrons est suffisante pour passer la jonction, c'est donc la tension minimale pour que le courant circule dans la DEL et qu'il y ait émission de lumière.

À l'aide d'un générateur de tension continue réglable, d'une résistance de protection et de deux multimètres, mesurer la tension de seuil de la DEL dont vous disposez à partir de sa caractéristique intensité-tension $I = f(U)$.

APPEL N°2 ↔	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats expérimentaux ou en cas de difficulté
-----------------------	---

VALIDER :

5. Quelle relation trouvée précédemment fait intervenir la constante de Planck ?

.....
.....
.....

6. Déduire une estimation de la constante de Planck de l'ensemble des résultats de mesure obtenus pendant la séance.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. L'incertitude sur la détermination de la constante de Planck est donnée par la relation :

$$U_h = \frac{e}{C} \times U_a \quad \text{où } a \text{ est le coefficient directeur de la droite } U_{seuil} = f\left(\frac{1}{\lambda}\right)$$

La valeur de la constante de Planck trouvée dans la littérature scientifique est $6,626069 \times 10^{-34}$ J.s .

La valeur que vous avez déterminée est-elle en accord avec cette valeur de référence ?

.....
.....
.....
.....
.....