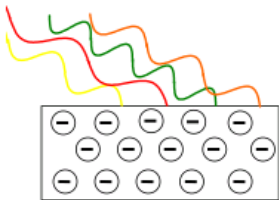


Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.

1. Quantification de l'énergie : L'effet photoélectrique

1.1. Expérience de Hertz :

Malgré l'expertise de l'époque en électromagnétisme, l'effet photoélectrique demeurait incompris théoriquement pour la raison suivante :



Lorsque la longueur d'onde est trop grande, il n'y a pas d'électron éjecté de la structure même si l'intensité lumineuse est très élevée.

Lorsque la longueur d'onde est inférieure à la longueur d'onde de seuil, il y a des électrons éjectés de la structure même si l'intensité lumineuse est très faible.

La conclusion :

La longueur d'onde λ de la lumière est un paramètre très important dans l'explication théorique de l'effet photoélectrique.

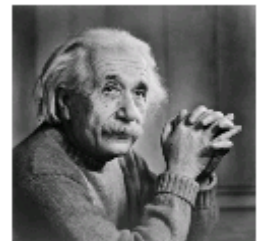
La théorie de l'électromagnétisme classique est insuffisante pour expliquer complètement le phénomène.

1.2. La quantification de la lumière

Après l'exploit théorique réalisé par Max Planck en 1900 sur son interprétation du spectre du corps noir, Albert Einstein généralisa en 1905 le concept de perte d'énergie électromagnétique par quanta au transport d'énergie de la lumière par quanta.

Cette hypothèse a permis à Albert Einstein d'introduire la notion de « photon » :

Le photon est une onde-particule qui transporte l'énergie du champ électromagnétique par quanta d'énergie.



Albert Einstein
(1879-1955)

Grâce à l'hypothèse de la quantification de la lumière effectuée par Albert Einstein, la lumière est maintenant considérée comme étant un faisceau d'onde-particules nommés « photon » se déplaçant chacun à la vitesse de la lumière c et transportant chacun une quantité d'énergie unique quantifiée E qui est égale à la fréquence ν du photon multiplié par le quanta d'énergie fondamentale h qui est la constante de Planck : $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

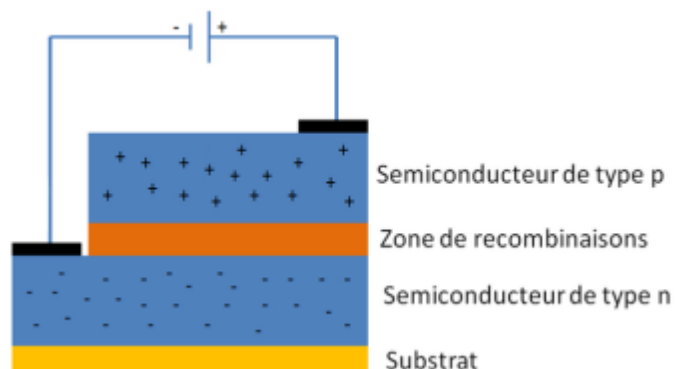
2. Application aux leds :

1.3. Comment fonctionne une LED ?

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)...

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

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.

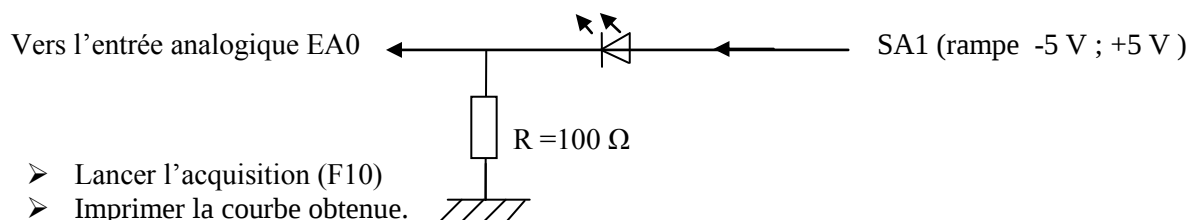
Questions :

1. Quel type de conversion d'énergie la diode effectue-t-elle ?
2. D'où l'énergie des photons émis provient-elle ?
3. Quelle est l'expression de cette énergie en fonction de la longueur d'onde λ émise ?
4. 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 .
5. Cette émission de lumière se produit-elle quelle que soit la tension imposée par le générateur ?

1.4. Mesure de la tension de seuil :

Lancer synchronie, ouvrir le fichier de réglage seuil.ltp

Réaliser le montage suivant :

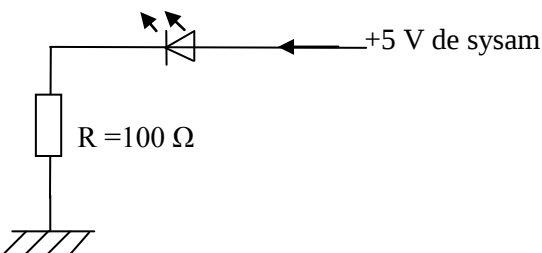


- Lancer l'acquisition (F10)
- Imprimer la courbe obtenue.
- Déterminer la tension de seuil en prolongeant l'asymptote jusqu'à l'axe des abscisses.

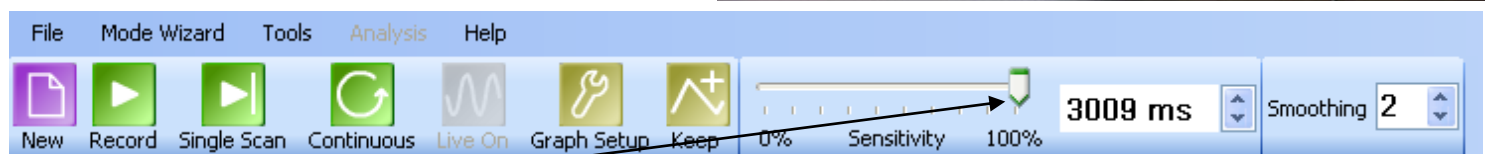
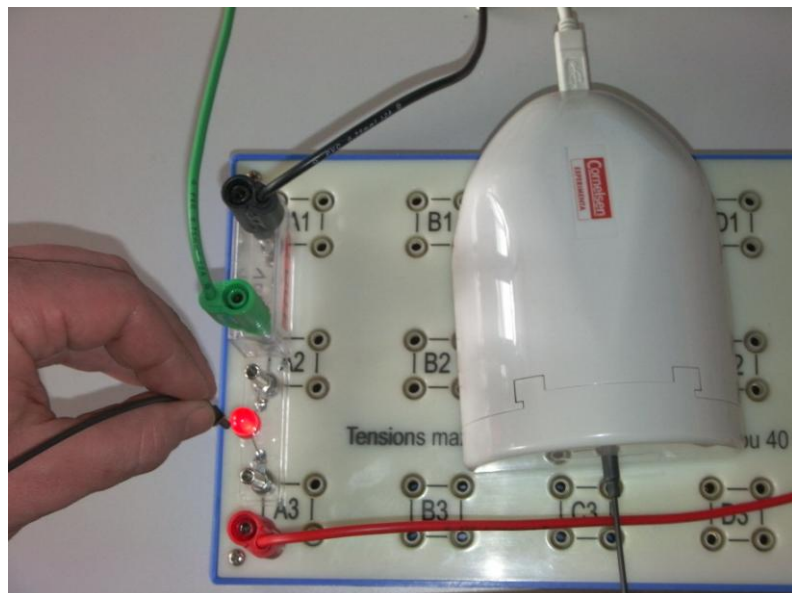
Noter le résultat : $U_s = \dots\dots\dots \text{V}$

1.5. Mesure de la longueur d'onde émise :

A l'aide d'un spectromètre à fibre, on réalise le spectre de la lumière émise :



- Lancer le logiciel latispro
- Tenir la fibre optique en face de la diode.



- Régler la sensibilité
- Puis lancer SingleScan
- Déterminer la longueur d'onde correspondant au maximum à l'aide du logiciel.
 $\lambda_{\text{max}} = \dots\dots\dots$
- Superposer les différentes courbes, puis imprimer.

1.6. Exploitation des mesures :

6. A l'aide de la question 4 et des valeurs de λ_{max} et U_s , retrouver la valeur de h .

Correction :

1. Conversion : énergie électrique en énergie lumineuse
2. Cette énergie est libérée lors du passage d'un électron de la zone n à la zone p.
3. $E_{\text{photon}} = h\nu = hc/\lambda$
4. $E_{\text{électron}} = E_{\text{photon}}$ d'où : $hc/\lambda = eU$
5. 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. Cette énergie de seuil vaut donc eU_{seuil} .

Résultats avec les petites leds sans plastique :

	tension seuil V	λ_{max} nm	h J.s
LED rouge	1,82	695	6,75E-34
LED orange	1,67	640	5,70E-34

6,22E-34

valeur théorique $h = 6,63\text{E-}34 \text{ J.s}$

La verte a la même tension de seuil que la rouge et émet vraiment très très peu de lumière (spectre nul)

Led Rouge (support fibre verre): le meilleur résultat

