

## Mécanique quantique

### Exercice 1

#### a) Emission d'un électron

Pour extraire un électron il faut fournir  $W_0 = 2,25 \text{ eV}$   
Un photon a l'énergie  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$$\text{si } \lambda = 490 \text{ nm} \quad E = 4,05 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,53 \text{ eV}$$

$$\text{si } \lambda = 660 \text{ nm} \quad E = 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,88 \text{ eV}$$

Donc seule la radiation  $\lambda = 490 \text{ nm}$  peut extraire une  $e^-$

#### b) Vitesse des électrons

Toute l'énergie du photon est communiquée à l'électron

$$E = \frac{hc}{\lambda} = W_0 + E_c$$

Si on suppose que l'électron n'est pas relativiste on a

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{hc}{\lambda} - W_0 \right)} = 3,14 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

L'hypothèse non relativiste est confirmée.

#### Rendement quantique

$I = 4,00 \cdot 10^{-8} \text{ A}$  correspond à la quantité de charges par unité de temps.

Chaque électron transportant 1 charge élémentaire

$$N = \frac{I}{e} \text{ par seconde}$$

La puissance des sources  $P$  correspond à  $N_p = \frac{P\lambda}{hc}$  photons par seconde arrivant sur la cellule

$$\eta = \frac{N}{N_p} = \frac{I hc}{e P \lambda} = 11,3\%$$

**LA COULEUR DES CYANINES****1. La longueur de la portion**

En prenant en compte la succession des atomes on a :

$$L = d_{C-N} + 4 \cdot d_{C=C} + 4 \cdot d_{C-C} + d_{C=N} = 1,359 \text{ nm}$$

**2. Le nombre d'électrons  $\pi$** 

Cela correspond aux électrons des deuxièmes liaisons, elles sont au nombre de cinq, il y a donc :

$$10 \text{ électrons } \pi$$

**3. La longueur d'onde accessible aux électrons**

Les électrons sont des éléments quantiques, leur comportement est décrit comme une fonction d'onde. Dans la molécule étudiée, ils se retrouvent piéger entre les deux atomes d'azotes, comme confiner dans un puits de potentiel à une dimension de longueur L.

Par analogie avec la corde vibrantes, les longueurs d'onde accessibles aux électrons sont données par :

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \text{ avec } n \text{ entier naturel}$$

**4. La quantité de mouvement**

La quantité de mouvement des électrons est donnée par la relation de Louis De Broglie :  $p = h/\lambda$ .

On obtient donc :  $p_n = \frac{n\hbar}{2L}$

**5. Les énergies accessibles**

L'énergie des électrons correspond à de l'énergie cinétique :  $E = \frac{p^2}{2m}$

En remplaçant la quantité de mouvement par le résultat trouvé :  $E = n^2 \frac{\hbar^2}{8mL^2}$

**6. Les niveaux d'énergie**

$$n = 1 \quad E_1 = 0,204 \text{ eV}$$

$$n = 2 \quad E_2 = 0,817 \text{ eV}$$

$$n = 3 \quad E_3 = 1,84 \text{ eV}$$

$$n = 4 \quad E_4 = 3,30 \text{ eV}$$

$$n = 5 \quad E_5 = 5,11 \text{ eV}$$

$$n = 6 \quad E_6 = 7,36 \text{ eV}$$

$$n = 7 \quad E_7 = 10,0 \text{ eV}$$

**7. Longueur d'onde  $\lambda_{5,6}$** 

Par conservation de l'énergie, l'énergie du photon correspond la la transition électronique :

$$h\nu = \Delta E \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{5,6}} = E_6 - E_5$$

D'où  $\lambda_{5,6} = \frac{hc}{E_6 - E_5} = 553 \text{ nm}$

Cela correspond à la limite **vert/jaune**

**8. La couleur du cyanine**

Le cyanine apparait donc **rouge/violet**