

Révisions et échauffements pages 508 et 509 -

## 1. Découverte de l'effet photoélectrique

### Activités 1 & 2 pages 510 & 511

L'effet photoélectrique est l'émission d'électrons d'un matériau sous l'effet d'un rayonnement électromagnétique.

Cet effet observé à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par Edmond Becquerel, puis les travaux de Heinrich Hertz n'ont pas permis d'interpréter l'ensemble des observations.

Les travaux d'**Albert Einstein** ont apporté une interprétation surprenante : l'effet photoélectrique ne peut être interprété qu'en utilisant le modèle particulaire de la lumière. L'effet photoélectrique se produit à partir d'une fréquence seuil, noté  $\nu_S$ , quelle que soit l'intensité du rayonnement. La fréquence seuil dépend du matériau étudié.

La lumière est un ensemble de **photons** d'énergie  $E = h\nu$ . Si l'énergie des photons est supérieure ou égale à  $h\nu_S$ , la lumière (le rayonnement électromagnétique) extrait des électrons du matériau.

Le travail d'extraction  $W_{ext}$  est le travail qu'il faut fournir à un électron pour l'arracher du métal. Il est exprimé en joules (J).

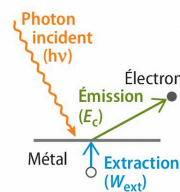
Le travail d'extraction est lié à la fréquence de seuil, on peut faire un bilan d'énergie de 'extraction photoélectrique :

Si un photon de fréquence  $\nu$  extrait un électron d'un matériau de fréquence seuil  $\nu_S$  telle que  $\nu > \nu_S$ , l'électron possède une énergie cinétique  $E_C$  telle que :

$$E_C = E_{photon} - W = h\nu - h\nu_S = h(\nu - \nu_S)$$

#### Effet photoélectrique

Interaction lumière-métal



#### Bilan énergétique

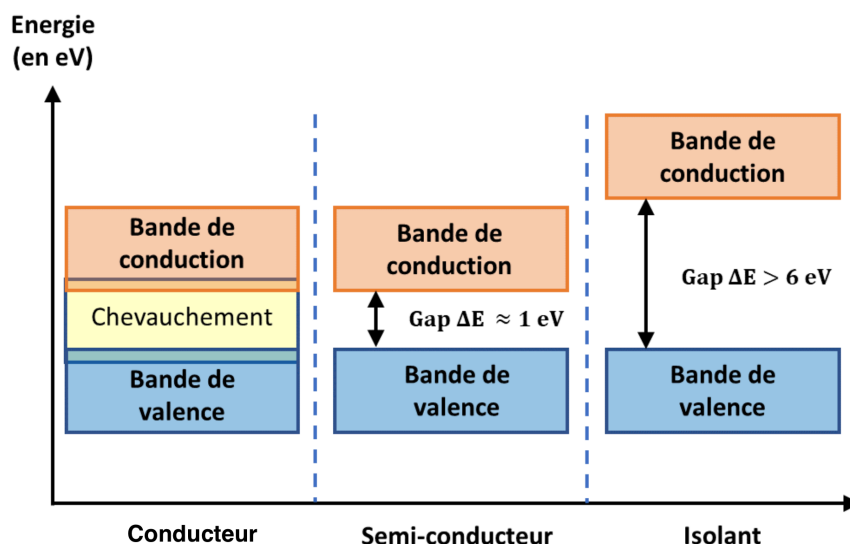
- Travail d'extraction :  $W_{ext} = h\nu_S$
  - Énergie cinétique de l'électron extrait :  $E_C = h(\nu - \nu_S)$
- $\nu$  : fréquence du rayonnement incident en hertz (Hz)  
 $\nu_S$  : fréquence seuil en hertz (Hz)

Exercices 29 et 31 page 524 ; 36 page 525 ; 34 et 35 page 524

## 2. Applications de l'interaction lumière-matière

Une cellule photoélectrique est un dispositif qui engendre un courant électrique sous l'effet de la lumière. Ces cellules sont utilisées pour mesurer l'intensité lumineuse d'une source et comme capteur de lumière.

**Les cellules photovoltaïques** fonctionnent grâce à l'effet photoélectrique.



Dans un solide, l'énergie des électrons est quantifiée. Les niveaux d'énergie autorisés pour les électrons se regroupent par paquet, appelés « bandes », et sont séparés par des bandes interdites.

Lorsque le matériau est à son niveau d'énergie minimale, les électrons sont dans la bande de valence. Le courant ne peut circuler que si un ou plusieurs électrons sont mobiles et peuvent se déplacer dans le matériau. Ils doivent pour cela se trouver dans la bande de conduction.

Si la bande de valence et la bande de conduction se chevauchent, le matériau est conducteur.

Si un écart  $\Delta E$  existe entre ces deux bandes, celui-ci est appelé gap. Pour les isolants le gap est élevé et les électrons ne peuvent pas passer d'une bande à l'autre. Pour un matériau semi-conducteur le gap est faible  $\Delta E \approx 1 \text{ eV}$ . L'énergie  $h\nu$  apportée par un photon, si elle est supérieure au gap, peut permettre à un électron de rejoindre la bande de conduction. L'énergie excédentaire est communiquée aux électrons et un courant électrique s'établit dans le matériau.

La performance d'une **cellule photovoltaïque** est caractérisée par son rendement en comparant la puissance électrique produite avec la puissance lumineuse reçue.

$$\eta = \frac{P_{el}}{P_{lum}} = \frac{P_{el}}{\epsilon S}$$

$\epsilon$  est l'éclairement exprimé en  $W \cdot m^{-2}$

Exercices : 25 page 521 ; 34 et 35 page 524 ; 41 page 526

### La diode électroluminescente (DEL)

Dans une DEL l'énergie électrique est convertie en énergie lumineuse, c'est le processus inverse de celui qui se produit dans la cellule photovoltaïque. Un électron de la bande de la bande de conduction passe à la bande de valence. Cette diminution de niveau d'énergie est accompagnée par l'émission d'un photon.

Exercice 40 page 525

### La spectroscopie

La spectroscopie est également une application de l'interaction lumière-matière. L'énergie apportée par un photon permet à un atome ou une molécule d'atteindre un niveau d'énergie plus élevé, on parle alors d'état excité.

Ces niveaux d'énergie sont quantifiés, les transitions énergétiques  $\Delta E$  ne peuvent prendre que certaines valeurs bien précises et caractéristiques des éléments ou des liaisons chimiques.

C'est donc une méthode essentielle d'analyse en chimie.

