

Chapitre 8 – Interaction lumière-matière

1 Rappels

La lumière peut être décrite comme une onde électromagnétique ou comme un flux de particules : **les photons**.

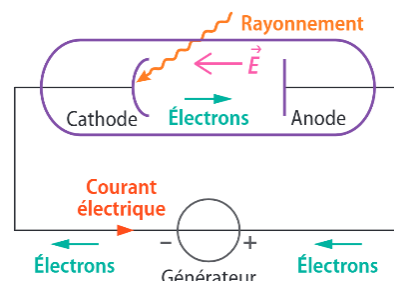
Modèle ondulatoire	
Modèle particulaire	Un photon est une particule de masse nulle . C'est un paquet d'énergie, un quantum (pl des quanta) d'énergie lumineuse .

2 L'effet photoélectrique

2.1 Description

C'est l'émission **d'électrons** par une plaque métallique soumise à **un rayonnement électromagnétique**.

Une cellule photoélectrique convertit donc une impulsion **lumineuse** en impulsion **électrique**.



2.2 Energie du photon

On la note ΔE et elle est donnée par **la relation de Planck** : $\Delta E = h \nu = h c / \lambda$

h : constante de **Planck**, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ c : **célérité de la lumière**, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

ΔE : énergie du photon **en joules (J)** $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

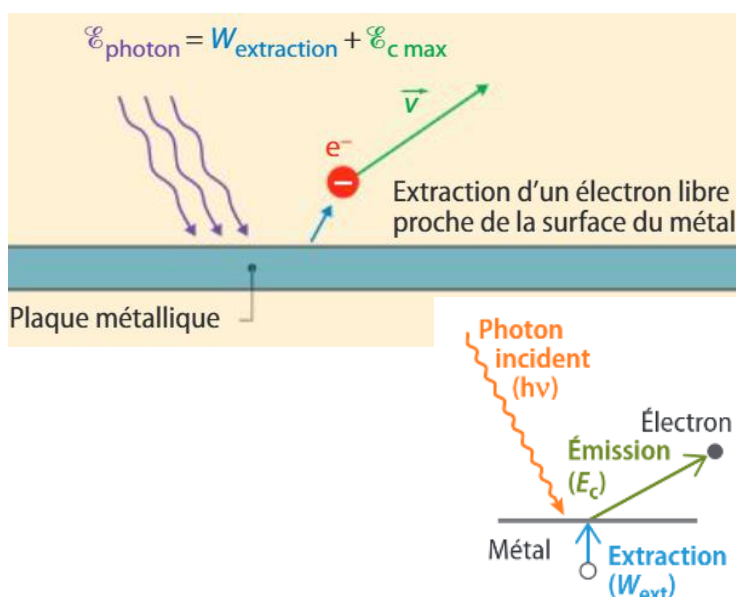
λ : lambda, **longueur d'onde en mètres (m)** ν : **nu fréquence en hertz (Hz)**

L'effet photoélectrique ne se produit que si la fréquence du rayonnement incident est **supérieure** à une fréquence seuil ν_s .

2.3 Bilan énergétique

Pour arracher un électron à un métal, il faut fournir un travail d'extraction **W_{ext}** exprimé en joules (J).

Après son extraction, l'électron a une énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2} m v_e^2$



$$\text{Bilan : } h \nu_{\text{photon}} = W_{\text{ext}} + \frac{1}{2} m v_e^2$$

3 Absorption ou émission de photons

3.1 Cellule photovoltaïque et rendement

Le dispositif photoélectrique peut capturer des photons à haute énergie et générer une sortie haute tension, tandis que la cellule photovoltaïque peut capturer des photons à faible énergie et générer une sortie à courant élevé. Cette combinaison peut augmenter la puissance de sortie et l'efficacité des systèmes solaires photovoltaïques.

Une cellule photovoltaïque convertit l'énergie **lumineuse du photon** en énergie **électrique**. Elle est généralement composée de matériaux **semi-conducteurs**.

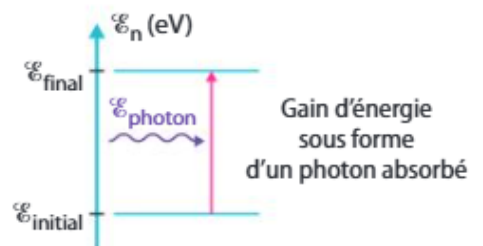
Rendement $\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{fournie}} = P_{\text{électrique}} / P_{\text{lumineuse}} = E_{\text{électrique}} / E_{\text{lumineuse}}$

3.2 Absorption

Une cellule photoélectrique (photorésistance, photodiode, capteur d'appareil photographique, cellule photovoltaïque) est un dispositif dont les propriétés sont modifiées lors de l'**absorption** d'un photon.

La spectroscopie étudie des échantillons qui absorbent des photons. C'est un procédé d'analyse chimique.

Absorption de lumière par un atome

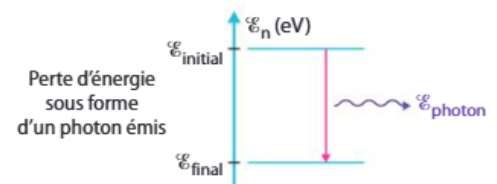


Photorésistance	Photodiode	Cellule photovoltaïq.	Capteur d'appareil photographique
plus elle est éclairée, plus sa résistivité baisse.	détecter un rayonnement et le transformer en signal électrique	transformer un rayonnement en signal électrique	capte la lumière et la convertit en signal électrique qui est ensuite traité pour former une image numérique

3.3 Emission

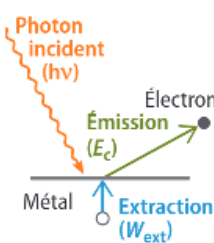
Une DEL **émet** des photons lorsqu'elle est parcourue par un courant (elle reste froide).

Émission de lumière par un atome



Effet photoélectrique

Interaction lumière-métal

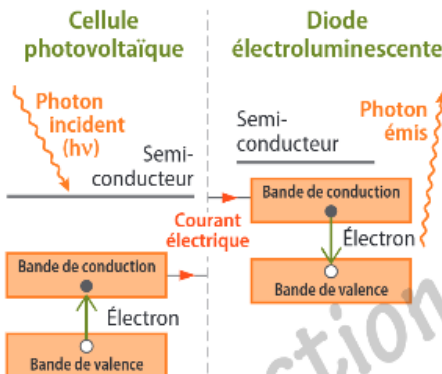


Bilan énergétique

- Travail d'extraction : $W_{\text{ext}} = h\nu_s$
- Énergie cinétique de l'électron extrait : $E_c = h(\nu - \nu_s)$
- ν : fréquence du

Effet photovoltaïque

Interaction lumière-semi-conducteur



Rendement d'une cellule photovoltaïque

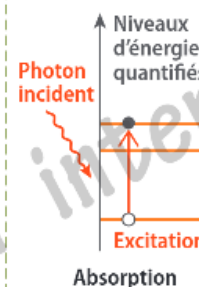
$$\eta = \frac{P_{\text{él}}}{\epsilon S}$$

$P_{\text{él}}$: puissance électrique délivrée en watts (W)

Spectroscopie

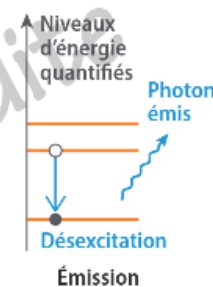
Interaction lumière-atome

Spectroscopie UV-visible



Interaction lumière-molécule

Spectroscopie IR



- Transition entre niveaux d'énergie quantifiés
- Absorption ou émission d'un photon de fréquence ν :

$$\Delta E_{12} = E_1 - E_2 = h\nu$$