

Quelques limites de la physique classique

Stabilité de l'électron dans l'atome

Classiquement, l'électron tourne autour du noyau, donc il accélère.

or

D'après les lois de Maxwell de l'électromagnétisme, une charge qui accélère rayonne une onde électromagnétique et perd de l'énergie.

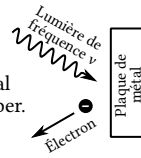
Questions :

- Pourquoi n'observe-t-on pas de rayonnement ?
- L'électron devrait perdre de l'énergie et s'écraser sur le noyau.



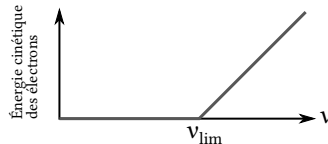
Effet photo-électrique

Lorsqu'on éclaire un métal, la lumière peut fournir assez d'énergie aux électrons du métal pour qu'ils puissent s'en échapper.



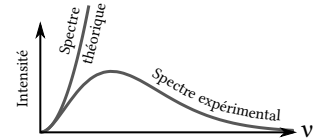
Problème :

Il existe une fréquence seuil ν_{lim} en dessous de laquelle aucun électron n'est émis, quelle que soit l'intensité de la lumière.



Spectre du corps noir

Lorsqu'un corps est chauffé, il émet de la lumière. Le spectre de cette lumière prévu par la physique classique ne correspond pas du tout à celui qui est effectivement mesuré.



Ce problème est appelé la catastrophe ultraviolette car l'intensité prévue théoriquement devient infinie pour les hautes fréquences (du côté ultraviolet du spectre visible)

le photon

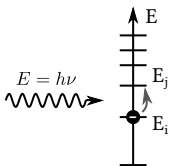
Dans une onde électromagnétique, l'énergie lumineuse est transportée par paquets quantifiés. On appelle ces paquets d'énergie des photons

Pour une lumière monochromatique de fréquence ν , l'énergie d'un photon est :

$$E = h\nu$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
constante de Planck

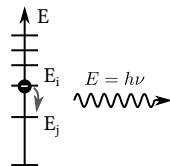
Absorption



Un photon de fréquence ν peut être absorbé par un atome s'il existe deux niveaux E_i et E_j tels que

$$E_j - E_i = h\nu$$

Émission



Un photon de fréquence ν est émis par un atome lorsqu'un électron passe d'un niveau E_i à un niveau E_j , on a alors :

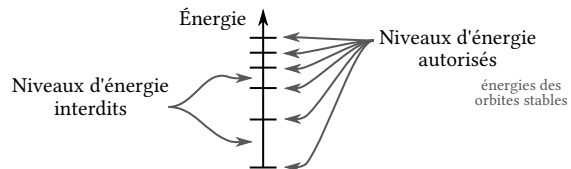
$$E_i - E_j = h\nu$$

Physique Quantique

Niveaux d'énergie d'un atome

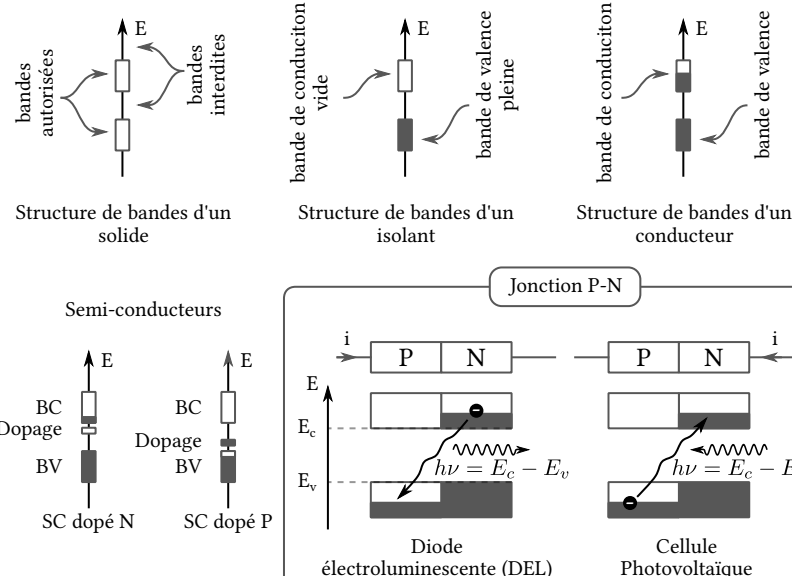
Modèle de l'atome de Bohr :

- L'électron ne rayonne pas d'énergie lorsqu'il se trouve sur une orbite stable
- L'électron ne rayonne ou n'absorbe d'énergie que lorsqu'il change d'orbite



Semiconducteurs

Dualité onde-particule



On peut associer à tout objet matériel de quantité de mouvement $p = mv$ une longueur d'onde λ telle que :

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

On peut alors observer des interférences, de la diffraction avec des particules matérielles (électrons).

Pour des particules macroscopiques, les longueurs d'onde sont extrêmement faibles, on n'observe pas d'effets quantiques.