

# Quelques limites de la physique classique

## Stabilité de l'électron dans l'atome

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



or

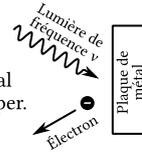
D'après les lois de Maxwell de l'électromagnétisme, une charge qui accélère rayonne une onde électromagnétique et perd de l'énergie.

### Questions :

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

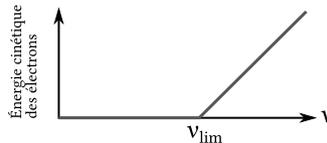
## Effet photo-électrique

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



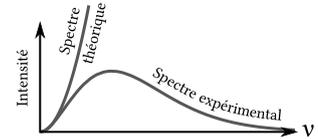
### Problème :

Il existe une fréquence seuil  $\nu_{lim}$  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

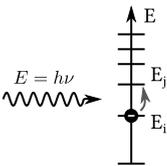
Pour une lumière monochromatique de fréquence  $\nu$ , l'énergie d'un photon est :

$$E = h\nu$$

### Relation de Planck-Einstein

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

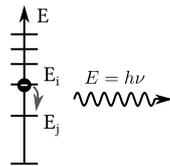
#### Absorption



Un photon de fréquence  $\nu$  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  $\nu$  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

## Fonction d'onde

Le comportement d'une particule est décrit par sa fonction d'onde :

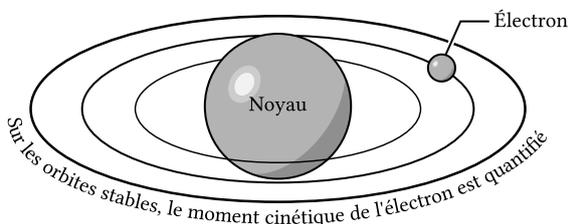
$$\Psi(M, t)$$

C'est une fonction à valeurs complexes

La probabilité  $dP$  de trouver la particule dans un petit volume  $dV$  autour du point  $M$  est :

$$dP = |\Psi(M, t)|^2 dV$$

## Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène



Sur les orbites stables, le moment cinétique de l'électron est quantifié

$$||\vec{L}|| = n\hbar$$

## Dualité onde-particule

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

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

quantité de mouvement

C'est la longueur d'onde de De Broglie

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.

## Inégalité de Heisenberg

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$$

Indétermination de la position de la particule sur l'axe  $x$



Ce ne sont pas des incertitudes de mesure

Indétermination de la quantité de mouvement de la particule sur l'axe  $x$