

1 Dualité onde - Corpuscule

1.1 Un corpuscule associé à l'onde lumineuse

La propagation de la lumière a pu être interprétée comme un phénomène ondulatoire grâce aux phénomènes d'interférences observés par Young. La modélisation a été finalisée par Maxwell. Cependant cette approche purement ondulatoire ne permet pas d'expliquer des phénomènes comme l'effet photoélectrique.

Relation de Planck-Einstein

On associe à une onde électromagnétique de pulsation ω et de vecteur d'onde $\vec{k} = k \cdot \vec{u}$ des photons d'énergie E et de quantité de mouvement (ou impulsion) \vec{p} tels que

$$\heartsuit \quad E = h \cdot \nu \quad \text{et} \quad \vec{p} = \hbar \vec{k}$$

Constante réduite de Planck : $\hbar = \frac{h}{2\pi} \equiv 10^{-34} \text{ J.s}$

Ce phénomène d'interférence a pu également être observé pour des faisceaux d'électron pour lesquels on associe un modèle purement corpusculaire.

■ Pour un quanton non relativiste, $p = m \cdot v$

1.2 Une onde associée à un corpuscule

relation de de Broglie

On associe à un corps matériel d'énergie E et de quantité de mouvement \vec{p} une onde de de Broglie (ou onde de matière) de fréquence ν_{DB} et de longueur d'onde λ_{DB} tels que

$$\heartsuit \quad E = h \cdot \nu_{DB} \quad \text{et} \quad \lambda_{DB} = \frac{h}{p}$$

■ Attention $\nu_{DB} \neq \frac{c}{\lambda_{DB}} \dots$

1.3 Une dualité onde-corpuscule

📖 Fonction d'onde

L'état physique d'une particule quantique (quanton) est parfaitement défini par une fonction d'onde complexe Ψ qui représente **l'amplitude de probabilité** de l'état considéré.

Pour l'approche unidimensionnelle de ce cours, $\Psi(x, t)$

On écrira cette fonction d'onde **complexe** $\Psi(x, t)$ et non $\Psi(x, t)$

2 Interprétation probabiliste

2.1 Analogies

Optique ondulatoire Mécanique quantique

Concept : Fonction d'onde

$\underline{E}(x, t)$

$\Psi(x, t)$

Concrétisation physique

$I(x) = \langle \Pi \rangle = \alpha |\underline{E}|^2$

$\mathcal{P}_L(x)$

2.2 Densité linéique de probabilité de présence d'un quanton

📖 densité linéique de probabilité

$|\Psi(x, t)|^2$ représente la densité linéique de probabilité d'existence de l'état physique du quanton.

$$\heartsuit \quad \mathcal{P}_L(x) = \frac{d\mathcal{P}}{dx} = |\Psi(x, t)|^2$$

3 Inégalité d'Heisenberg spatiale

📖 Indétermination ΔX

A une variable X est associée une indétermination ΔX pour sa mesure telle que

$$\heartsuit \quad \Delta X = \sqrt{\langle X^2 \rangle - \langle X \rangle^2}$$

📖 Principe d'indétermination d'Heisenberg

La mesure à un instant donné de la position x et de l'impulsion p_x d'un quanton présentent des indéterminations Δx et Δp_x vérifiant l'inégalité

$$\heartsuit \quad \Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

groupe delorme.fr - POWER