

Ch21 : Dualité onde-particule.

1. Aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière.

<https://www.youtube.com/watch?v=i1wYa4Q3E8g>

jusque 8min 23.

1.1. Evolution des théories :

Aspect corpusculaire	Physicien	1643	Newton	1727		1879	Einstein	1955
	Théorie	Conception particulière : petite particules massiques et rapides				Modèle du photon : particule de masse nulle de vitesse $c=300\ 000$ km/s		
	expérience					Effet compton (1917)		
Aspect ondulatoire	Physicien	1629	Huygens	1695		1831	Maxwell	1879
	Théorie	propagation d'une onde				Ondes électromagnétiques		
	Expérience	Diffraction de la lumière (1665)						

Effet Compton : Un photon incident (énergie $h\nu$) percute un électron au repos. L'électron diffusé acquiert une quantité de mouvement, l'énergie du photon après la collision est moins grande, le photon se comporte comme une particule dont la quantité de mouvement varie lors d'un choc.

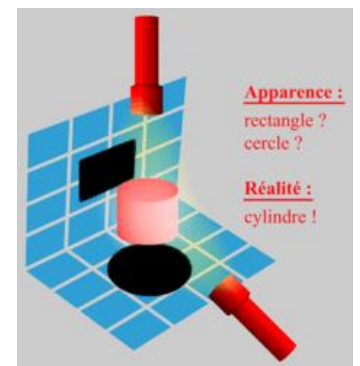
1.2. Dualité onde-particule de la lumière.

<https://www.youtube.com/watch?v=i1wYa4Q3E8g> de 8 :23 jusque 10 :12.

Métaphore du cylindre :

Selon la manière de l'observer un cylindre peut être décrit comme un rectangle ou comme un cercle, il est en réalité un cylindre.

Les concepts d'onde ou de particule sont individuellement insuffisants pour interpréter la nature de la lumière.



Selon les conditions de l'expérience on interprètera le comportement de la lumière à l'aide de la théorie ondulatoire ou de la théorie corpusculaire : c'est la **dualité onde-particule**.

1.3. Le modèle du photon.

Le photon est une particule de masse nulle qui possède :

- Une énergie $E = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}$ avec E en J ; h constante de Planck = $6,63 \times 10^{-34}$ J.s ;
 ν fréquence en Hz ; c en $m \cdot s^{-1}$; λ longueur d'onde en m
- Une quantité de mouvement $p = \frac{h \cdot \nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
 p en $J \cdot s \cdot m^{-1}$ et aussi en $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ (bien que la masse du photon soit nulle).

2. Particules matérielles et ondes de matière.

2.1. Introduction : Dr Quantum.

Lire le fichier : Drquantum.mov

<https://www.youtube.com/watch?v=Q-KRSGQvr6U>

jusque 4min00 (mal traduit pattern → figure pas patron et slit → fente pas rainure)

2.2. Relation de de Broglie- onde de matière.

La dualité onde-particule s'applique aussi aux objets microscopiques.

Déf : A chaque particule en mouvement est associée **une onde de matière** de longueur d'onde λ , liée à la quantité

de mouvement par la **relation de de Broglie** : $\mathbf{p} = \frac{h}{\lambda} = \mathbf{m} \times \mathbf{v}$

p en kg.m.s^{-1} ; h constante de Planck = $6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; λ longueur d'onde en m

Rmq : On peut vérifier la cohérence de ces formules avec $E = \frac{hc}{\lambda} = p \times c$ et $E = 1/2 m v^2$

Rappels :

- $p = mv$
- Les phénomènes de diffraction et d'interférences sont observables si l'ouverture de l'obstacle est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde.

Application : ex 16 p 391

2.3. Aspects probabilistes des phénomènes quantiques.

Dans l'étude des phénomènes quantiques la mécanique classique n'est plus pertinente, en particulier la notion de trajectoire d'une particule.

L'étude d'un phénomène se fait de manière probabiliste sur un grand nombre de particules. Voir doc 5 p 383

Rmq : Il en est de même pour la désintégration radioactive, on sait quel nombre d'atomes va se désintégrer par unité de temps, mais on ne peut pas prédire lequel.

3. Applications :

La physique quantique a de nombreuses applications :

- Les composants électroniques
- Les microscopes : la résolution d'un microscope est de l'ordre de grandeur de la longueur du signal observé (donc 400 nm dans le visible), en observant une onde d'électrons on obtient une résolution de l'ordre de 10^{-10} m soit la taille d'un atome.

Ex : activité 4 p 380-381 + 28 p 395 + pour info 29 p 396 (corrigé) + pour info exercice résolu 4 p 388 (relation entre E_c et λ)