

# TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

## Fiche Optique et Structure de la Matière

Préparée par l'ATM<sup>2</sup>

### I-Ondes :

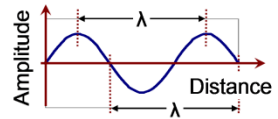
- Onde Progressive (OP):

=propagation dans un milieu infini d'une perturbation d'une ou plusieurs des caractéristiques physiques du milieu.

- P sinusoïdale = OP dont la source génère une perturbation dont l'intensité varie sinusoïdalement. (A= amplitude ;  $\omega$ = pulsation propre en  $\text{rad.s}^{-1}$  ;  $f = \omega / 2\pi$  = fréquence en Hz ;  $T = 1 / f$  = période en s).
- Toute onde périodique non pure est une somme d'ondes périodiques sinusoïdales.

- Modélisation :

- Perturbation de la grandeur physique =  $E(x_i, t) = A \cdot \sin(\omega \cdot (t - x_i/c)) = A \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x_i)$
- Phase =  $\varphi = (\omega \cdot x_i)/c = (2\pi \cdot x_i)/\lambda$
- Longueur d'onde =  $\lambda = cT = c/f = (2\pi \cdot c)/\omega$ .
- Puissance surfacique =  $I = P/(4\pi \cdot r^2)$  = puissance / surface d'onde (puissance propre à la source  $\neq$  puissance surfacique qui  $\searrow$  lorsqu'on s'éloigne de la source)  $\rightarrow$  l'intensité d'une irradiation est inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare la source d'un sujet irradié.

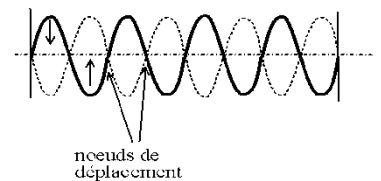


- Onde stationnaire

- Le milieu est limité et l'onde est confinée dans un espace de dimension D multiple de  $\lambda / 2 \rightarrow D$  est quantifiée.
- La perturbation, qui est la somme de la perturbation induite et la perturbation réfléchiée, est nulle à tout instant.

**NB :** Dans le cas de l'onde d'un électron sur son orbitale, le milieu est de dimension D multiple de  $\lambda$  (et non  $\lambda / 2$ ).

- $E(x, t) = -2 \cdot A \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\omega \cdot t) = -2 \cdot A \cdot \sin((2\pi \cdot x)/\lambda) \cdot \cos(\omega \cdot t)$



- Diffraction et interférences :

- Lorsque une onde plane progressive traverse un orifice dont les dimensions sont de l'ordre de sa  $\lambda$ , il se forme des ondes sphériques!  $\rightarrow$  c'est le phénomène de diffraction.
- 2OPS de même  $\lambda$  sont cohérentes si leur différence de phase reste constante en tout point.
- On observe lorsqu'on diffracte une onde par une fente de largeur b qu'il se forme sur un écran à distance de la fente une série de bandes éclairées, parallèle à la fente et de largeur  $2\lambda/b \rightarrow$  phénomène d'interférences.

### II-Physique quantique :

- Hypothèses et conséquences :

- Hypothèse de base :

Le comportement de toute grandeur physique peut être modélisé de deux façons complémentaires : une modélisation ondulatoire (k) et une modélisation corpusculaire (p).

**Relation de Broglie :**  $\lambda = h/p$

(ex de l'électron :  $p = mv = \sqrt{2 \cdot e \cdot m \cdot U}$ )

➤ 3 conséquences

- Les variations d'une grandeur physique (l'énergie par exemple) ne se font que par des multiples entiers d'une grandeur donnée : toute grandeur physique est quantifiée.
- Energie d'un photon : relation du quantum :  $E = (h.c)/\lambda = h.f = (h.\omega)/2\pi$   
cela montre que lors d'une interaction de type électromagnétique, l'énergie ne pourra être échangée que par paquets, multiples du quantum élémentaire.
- Relation d'incertitude d'Heisenberg (≠ empirique) : seule la probabilité a un sens. Ainsi, si on a une grande précision sur la position d'une particule, on aura une moins grande précision sur sa vitesse.

• Quantification des niveaux électroniques de l'atome :

- atome hydrogénéoïde :  $E_n(\text{eV}) = (-b.Z^2)/n^2$
- atome a plus de 1 électron :  $E_n(\text{eV}) = (-13,6 .(z-\sigma)^2)/n^2$

Les énergies sont d'autant plus négatives que l'électron est fortement lié au noyau.

L'énergie d'ionisation  $E_i$  est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un électron atomique pour l'attacher d'une couche donnée n et l'amener à l'infini. Elle est donc positive et égale à  $- E_n$ .

• Equation de Schrödinger :

- nombre quantique principal n (>0) → énergie de l'électron → couches (K pour n=1 ; L pour n =2...).
- nombre quantique secondaire l (0<l<n-1) → moment cinétique orbital de l'e<sup>-</sup> sur 1 couche n → sous couches (s(l=0)).
- nombre quantique magnétique m (l<m<-l) → moment cinétique orbital dans la direction du champ magnétique externe éventuel. (pour une couche n donnée, m peut prendre 2l+1 valeurs)
- nombre quantique de spin m<sub>s</sub> (pour l'e<sup>-</sup>, m<sub>s</sub>=1/2 ou m<sub>s</sub>=-1/2).
- principe d'exclusion : 2 e<sup>-</sup> d'un même atome doit avoir au moins 1 nombre quantique ≠.

• Quantification des niveaux d'énergie des nucléons → un nucléon peut rejoindre une couche plus stable en émettant des quanta d'énergie (émission de rayons γ) → +++ pour comprendre la radioactivité

### III-Structure de la matière:

- La matière est constituée de 12 particules élémentaires ( 6 quark et 6 leptons).
- Elles sont soumises à 3 interactions fondamentales :  
Forte (hadrons) > électromagnétique faible (toutes particule chargée) >>> gravitation (massives)
- Unité de masse en microphysique=unité de m atomique =  
 $u = 1/12 .m (^{12}\text{C}) = 1/6,22.10^{23} \text{ g} = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$
- Unité d'énergie en microphysique = l'électronvolt =  $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$ .
- Isotopes (noyau de même Z) ≠ IsobAres (même A) ≠ IsotoNes (même N).
- Défaut de masse =  $\Delta M = \Delta E/c^2 = Z.m_p + N.m_n - M (X) > 0$ .

- $\Delta M/A$  = énergie de liaison par nucléons d'un noyau (max pour A≈60).  
→ un système nucléaire évolue vers une augmentation de  $\Delta M/A$  (et une diminution de sa masse).  
Cette production d'énergie est possible lors de la fusion de noyaux légers et de la fission de noyaux lourds.

