

## Programme de colle n°19 (17/03 au 21/03)

*Dernière semaine de colle  
Attention, le programme de colle fait deux pages*

### Cours

#### Comment décrire le monde quantique ?

Dualité onde-corpuscule : cas de la lumière (rayonnement du corps noir, effet photoélectrique, diffusion COMPTON) et relations de PLANCK-EINSTEIN. Cas de la matière et relations de DE BROGLIE. Expérience des trous d'YOUNG : aspects ondulatoire et corpusculaire, conclusion. Principe de complémentarité de BOHR.

Fonction d'onde et équation de SCHRÖDINGER : interprétation probabiliste de BORN, probabilité de présence et densité de probabilité, normalisation de la fonction d'onde. Équation de SCHRÖDINGER pour une particule libre : position du problème, relation de dispersion et équation. Paquet d'onde, vitesse de groupe et vitesse de la particule. Vecteur densité de courant de probabilité.

Équation de SCHRÖDINGER dans un potentiel stationnaire : construction de l'équation et états stationnaires.

Inégalité spatiale de HEISENBERG : obtenue à partir du paquet d'onde et de la diffraction par une fente. Interprétation.

Quantique ou classique ? Critère sur la longueur d'onde de DE BROGLIE, critère quantique ( $\hbar$ ) en complément. Principe de correspondance de BOHR.

#### Particule quantique dans un puits de potentiel

Cas du puits infini : modélisation, recherche d'états stationnaires, quantification de l'énergie et forme des solutions trouvées. Lien avec les interprétations qualitatives de PCSI (modes propres d'une corde et énergie minimale par HEISENBERG).

Cas du puits fini : modélisation, recherche d'états stationnaires pairs et impairs par résolution graphique, quantification de l'énergie et forme des solutions trouvées. Profondeur de pénétration des ondes évanescentes et comparaison avec un puits infini.

Barrière de potentiel et effet tunnel : modélisation, recherche des états stationnaires, coefficient de probabilité de transmission à partir du vecteur courant de probabilité de présence, commentaires  $|\psi(x, t)|^2$ , approximation de barrière épaisse  $T \propto e^{-2L/\delta}$  avec  $\delta = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_0 - E)}}$  et OG.

Approche descriptive du double puits de potentiel : modélisation, états stationnaires du double puits infini, puis fini. Couplage par effet tunnel, abaissement et levée de dégénérescence des niveaux d'énergie. Applications à la liaison covalente et aux structures cristallines. Oscillations quantiques et exemple de l'ammoniac.

#### Laser

Absorption, émissions spontanée et stimulée. Inversion de population et pompage.

Obtention d'un oscillateur. Analogie électrique de l'oscillateur à pont de WIEN. Cavité optique et milieu amplificateur pour le laser.

Description du faisceau gaussien d'un laser. Intensité, waist, divergence (auto-diffraction) et longueur de RAYLEIGH. Utilisation de lentilles pour focaliser et collimater le faisceau.

### Ordres de grandeur

- **Mécanique quantique** : Constante de PLANCK  $h \approx 6,6 \cdot 10^{-34}$  J.s, constante de PLANCK réduite  $\hbar = h/2\pi \approx 1,0 \cdot 10^{-34}$  J.s, masse de l'électron  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, unité de masse atomique  $1 \text{ uma} \approx 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, masse d'un nucléon  $\approx 1 \text{ uma}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J, rayon d'un atome  $\approx 10^{-10}$  m, d'un noyau  $\approx 10^{-15}$  m.
- **Laser He-Ne** : Puissance  $\mathcal{P} \approx 1 \text{ mW}$ , longueur d'onde  $\lambda = 632 \text{ nm}$ , waist  $W_0 \approx 1 \text{ mm}$ , divergence  $\theta \approx 10^{-4}$  rad, longueur de RAYLEIGH  $L_R \approx 1 \text{ m}$ .