

## 1 Approche ondulatoire de la mécanique quantique.

*Les approches documentaires sur la radioactivité alpha et sur le microscope à effet tunnel ne sont pas au programme de cette semaine, de même que l'approche descriptive du double puits symétrique.*

- Quelques éléments historiques.
- Fonction d'onde  $\psi(x, t)$  associée à une particule 1D. Densité linéique de probabilité. Normalisation de la fonction d'onde.
- Principe de superposition. Interférences.
- Équation de Schrödinger (doit être fournie). Évolution déterministe de la fonction d'onde.
- Les états stationnaires : états d'énergie parfaitement déterminée. Équation de Schrödinger pour la partie spatiale  $\varphi(x)$ . Propriétés mathématiques de cette partie spatiale.
- Évolution d'un état non stationnaire obtenue par décomposition sur la base des états stationnaires. Inégalité de Heisenberg temps-fréquence.
- États stationnaires d'une particule libre non confinée : les ondes de de Broglie. Énergie non quantifiée. "Problème" de l'impossibilité de normaliser une onde de de Broglie.
- Particule libre : paquet d'ondes associé. Interprétation en terme de transformée de Fourier. Inégalité de Heisenberg spatiale. Vitesse de phase, vitesse de groupe. On identifie la vitesse de groupe et la vitesse de la particule "classique".
- Courant de probabilité associé à une particule libre (sous la seule forme admise  $\vec{J} = |\psi|^2 \frac{\hbar \vec{k}}{m}$ ).
- Puits de potentiel rectangulaire de profondeur infinie. États stationnaires. Quantification de l'énergie. Analogie avec les modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités. Énergie de confinement quantique.
- Puits de potentiel rectangulaire de profondeur finie. Recherche des états stationnaires liés. Quantification de l'énergie des états liés. Propriétés de ces états grâce à une discussion graphique : existence d'au minimum un état lié ; alternance d'états pairs/impairs ; nombre d'états liés en fonction de la profondeur et de la largeur du puits ; l'état fondamental est pair. Élargissement effectif du puits par les ondes évanescentes. Abaissement des niveaux d'énergie par rapport au puits de profondeur infinie.
- L'effet tunnel. Barrière de potentiel de hauteur  $V_0$ . Recherche des états stationnaires d'énergie  $< V_0$ . Non quantification de l'énergie. Probabilité  $T$  de traverser la barrière de potentiel : dépendance avec  $\frac{E}{V_0}$ , avec la largeur  $a$  de la barrière, avec la masse  $m$  de la particule, avec  $V_0$ . Approximation de barrière "épaisse". Ordres de grandeur.

## 2 Révisions de première année : introduction au monde quantique.

*Voir le programme officiel pour les détails.*

- Dualité onde-particule pour la lumière et la matière.
- Relations de Planck-Einstein et de Louis de Broglie.
- Interprétation probabiliste de la fonction d'onde.
- Inégalité de Heisenberg spatiale.
- Énergie minimale de l'oscillateur harmonique quantique.
- Quantification de l'énergie d'une particule libre confinée 1D.