Plan du cours

Capacités exigibles

1. Fonction d'onde, amplitude de probabilité :
   (a) Normaliser une fonction d'onde.
   (b) Faire le lien qualitatif avec la notion d'orbitale en chimie.
   (c) Relier la superposition de fonctions d'ondes à la description d'une expérience d'interférences entre particules.
2. Équation de Schrödinger pour une particule libre
   (a) Utiliser l'équation de Schrödinger fournie.
   (b) Identifier les états stationnaires aux états d'énergie fixée.
   (c) Établir et utiliser la relation : $\psi(x,t) = \phi(x)\exp(-iEt/\hbar)$ et l'associer à la relation de Planck-Einstein.
   (d) Distinguer l'onde associée à un état stationnaire en mécanique quantique d'une onde stationnaire au sens usuel de la physique des ondes.
   (e) Utiliser l'équation de Schrödinger indépendante du temps pour la partie spatiale $\phi(x)$.
   (f) En exploitant l'expression classique de l'énergie de la particule libre, associer la relation de dispersion obtenue et la relation de de Broglie.
   (g) Identifier vitesse de groupe et vitesse de la particule.
   (h) Faire le lien avec l'inégalité de Heisenberg spatiale.
   (i) Utiliser l'expression admise $\overrightarrow{J} = |\psi|^2 \frac{\hbar \overrightarrow{k}}{m}$ et l'interpréter comme produit densité × vitesse.
3. Équation de Schrödinger dans un potentiel $V(x)$ uniforme par morceaux
   (a) Puits infini :

  - Établir les expressions des énergies des états stationnaires.
  - Faire l'analogie avec la recherche des pulsations propres d'une corde vibrante fixée en ses deux extrémités.
  - Retrouver qualitativement l'énergie minimale à partir de l'inégalité de Heisenberg spatiale.
  - Associer le confinement d'une particule quantique à une augmentation de l'énergie cinétique.

(b) Puits fini :
  - Mettre en place les éléments du modèle : forme des fonctions d'onde dans les différents domaines.
  - Utiliser les conditions aux limites admises : continuité de ϕ et $\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}x}$.
  - Associer la quantification de l'énergie au caractère lié de la particule.
  - Mener une discussion graphique.
  - Interpréter qualitativement, à partir de l'inégalité de Heisenberg spatiale, l'abaissement des niveaux d'énergie par rapport au puits de profondeur infinie.

4. Effet tunnel

(a) Associer l'existence d'une probabilité de traverser une barrière de potentiel et l'existence de deux ondes évanescentes dans la zone classiquement interdite.

(b) Exprimer le coefficient de transmission comme un rapport de courants de probabilités.

(c) Approche documentaire de la radioactivité alpha :
  - utiliser une expression fournie du coefficient de transmission pour analyser des documents scientifiques ;
  - expliquer le rôle de l'effet tunnel dans la radioactivité alpha.

(d) Approche documentaire de la microscopie à effet tunnel :
  - utiliser une expression fournie du coefficient de transmission pour analyser des documents scientifiques ;
  - expliquer la sensibilité à la distance de cette méthode d'observation des surfaces.