

Mécanique quantique (session 2)

- La longueur d'onde seuil pour extraire un électron d'une surface de lanthanum est 376 nm.
 - Calculer, en électronvolt, le travail de sortie du lanthanum.
 - On éclaire ce métal avec un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde $\lambda = 150$ nm. Quelle est l'énergie cinétique des électrons extraits par effet photoélectrique? Quel est le potentiel d'arrêt V_a correspondant?
- Un oscillateur harmonique est constitué d'un petit objet placé à l'extrémité d'une fibre; son diamètre est estimé à $100 \mu\text{m}$ et sa masse à 10^{-15} kg. L'objet vibre avec une fréquence 1 kHz et une amplitude d'oscillation de $10 \mu\text{m}$.
 - Quelle est l'énergie de cet oscillateur dans son état fondamental? Comparer cette énergie à l'énergie thermique $k_B T$ à la température ordinaire.
 - Donner une estimation de l'énergie du petit objet vibrant. En déduire le nombre quantique qui caractérise son état.
 - Quelle devrait être l'amplitude des oscillations si l'oscillateur était dans son état fondamental? Comparer cette amplitude à la longueur d'onde d'un rayonnement visible et à la longueur d'onde d'un électron d'énergie cinétique 5 keV. Commenter.
- On considère une particule qui se déplace en 1D dans le potentiel suivant:

$$V(x) = \begin{cases} V_a, & \text{pour } x \leq -\ell, \\ 0, & \text{pour } -\ell < x < 0, \\ V_b, & \text{pour } x \geq 0, \end{cases}$$

avec $V_b > V_a > 0$. Nous allons travailler dans le système d'unités avec $\frac{\hbar^2}{2m} = 1$.

- Déterminer, à partir du graph du potentiel, les valeurs de l'énergie totale E pour lesquelles le mouvement classique de la particule reste fini? infini? Que peut-on attendre du spectre de l'énergie dans le cas quantique?
- Ecrire l'équation de Schroedinger stationnaire sur chacun des trois intervalles $(-\infty, -\ell)$, $(-\ell, 0)$, $(0, \infty)$. Expliciter les conditions au bord en $x = -\infty, -\ell, 0, \infty$.
- Trouver l'équation qui détermine le spectre de l'énergie dans le cas $E < V_a$. On pourra paramétrer $E = k^2$, $V_a - E = k_a^2$, $V_b - E = k_b^2$. Que devient cette équation lorsque $V_b \rightarrow \infty$? lorsque $V_a, V_b \rightarrow \infty$? Dans le dernier cas, trouver le spectre explicitement.