

Mécanique quantique

Révisions

- ◇ Revoir les chapitres S_{MQ8} .
- ◇ Vérifier les connaissances de cours (s'aider des *Tester le cours* en début de TD).
- ◇ Refaire quelques exercices de base.
- ◇ Etre capable de décrire les expériences mettant en évidence les phénomènes quantiques.

Questions de cours

1. Donner l'ordre de grandeur de la constante de Planck.
2. Enoncer les relations de de Broglie.
3. Enoncer l'inégalité de Heisenberg relative à la position et donner son interprétation qualitative pour un système quantique.
4. Donner les conséquences du confinement sur une particule quantique.

Applications directes du cours et exercices

Ex 1 Bras automatisé d'un robot

On considère le bras automatisé d'un robot chargé d'enfoncer une pièce dans une autre.

- ◇ Masse de la pièce : $m = 10 \text{ g}$.
- ◇ Position finale de la pièce : doit être précise à mieux que $\Delta x = 0,1 \text{ mm}$.
- ◇ Vitesse de la pièce au moment où elle est enfoncée : inférieure à $\Delta v = 1 \text{ mm s}^{-1}$.

La précision du robot est-elle limitée par la physique quantique ?

Ex 2 Piégeage d'atomes

Par des techniques de refroidissement laser et de confinement magnétique, on peut piéger un nuage d'atomes de sodium :

- ◇ Masse d'un atome de sodium : $m = 4 \times 10^{-26} \text{ kg}$.
- ◇ En étudiant les positions des atomes du nuage, on mesure une dispersion $\Delta x = 3 \mu\text{m}$.
- ◇ En étudiant les vitesses de ces atomes, on mesure une dispersion $\Delta v \simeq 2 \text{ mm s}^{-1}$.

Peut-on améliorer le piégeage en gardant la même dispersion de vitesse ?

Ex 3 Cellule photoélectrique au potassium

La cathode d'une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par deux radiations lumineuses monochromatiques différentes de longueurs d'ondes respectives $\lambda = 490 \text{ nm}$ et $\lambda = 660 \text{ nm}$. La puissance $P = 9,00 \times 10^{-7} \text{ W}$ de ces deux sources de rayonnement est la même. Le travail d'extraction d'un électron du potassium est $W_0 = 2,25 \text{ eV}$.

1. Les deux radiations permettent-elles l'émission d'électrons ?
2. Déterminer l'expression de la vitesse des électrons émis par la cathode et calculer sa valeur numérique.
3. On observe que l'intensité du courant de saturation est $I_s = 4,00 \times 10^{-8} \text{ A}$. Déterminer le rendement quantique de la cellule, c'est-à-dire le rapport du nombre d'électrons émis au nombre de photons reçus. On supposera que tous les électrons émis participent au courant de saturation.

Ex 4 Puits de potentiel

Un électron de masse m_e est confiné unidimensionnellement dans un puits de potentiel infini de largeur $L = 10 \text{ nm}$. Initialement, il est dans son état fondamental.

1. Donner la longueur d'onde λ associée à l'électron.
2. Existe-t-il une transition électronique émettant (ou absorbant) un rayonnement visible ?