

Programme n°22

Physique quantique : Fonction d'onde et équation de Schrödinger

Connaissances

Fonction d'onde ψ d'une particule sans spin et densité de probabilité de présence.

Équation de Schrödinger à une dimension dans un potentiel $V(x)$.

États stationnaires de l'équation de Schrödinger.

États stationnaires d'une particule dans un puits de potentiel infini

Combinaison linéaire d'états stationnaires

Capacités exigibles

Interpréter en termes de probabilité l'amplitude d'une onde associée à une particule.

Utiliser le caractère linéaire de l'équation (principe de superposition).

Procéder à la séparation des variables temps et espace.

Distinguer l'onde associée à un état stationnaire en mécanique quantique d'une onde stationnaire au sens usuel de la physique des ondes.

Relier l'énergie de la particule à l'évolution temporelle de sa fonction d'onde et faire le lien avec la relation de Planck-Einstein.

Identifier le terme associé à l'énergie cinétique.

Établir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée

Identifier des analogies avec d'autres domaines de la physique.

Expliquer qu'une superposition de deux états stationnaires engendre une évolution au cours du temps de l'état de la particule.

Établir l'expression de la densité de probabilité de présence de la particule dans le cas d'une superposition de deux états stationnaires ; interpréter le résultat.

Physique : Facteur de Boltzmann

Modèle de l'atmosphère isotherme : Établir la variation de la pression avec l'altitude dans l'hypothèse d'une atmosphère isotherme.

Poids de Boltzmann d'une particule indépendante à l'équilibre avec un thermostat. Identifier un facteur de Boltzmann.

Système à spectre discret d'énergies :

- Probabilité d'occupation d'un état d'énergie non dégénéré par une particule indépendante :
 - Exprimer la probabilité d'occupation d'un état d'énergie en utilisant la condition de normalisation.
 - Exploiter un rapport de probabilités entre deux états.

- Énergie moyenne et écart quadratique moyen :
 - exprimer sous forme d'une somme sur ses états l'énergie moyenne et l'écart-quadratique énergétique d'un système.
- Cas d'un système à N particules indépendantes :
 - Expliquer pourquoi les fluctuations relatives d'énergie régressent quand la taille du système augmente et associer cette régression au caractère quasi-certain des grandeurs thermodynamiques.
- Système à deux niveaux non dégénérés d'énergie $\pm \varepsilon$:
 - Citer des exemples de systèmes modélisables par un système à 2 niveaux.
 - Déterminer l'énergie moyenne et la capacité thermique d'un système à 2 niveaux
 - Interpréter l'évolution de l'énergie moyenne avec la température, notamment les limites basse et haute température.
 - Relier les fluctuations d'énergie et la capacité thermique.
- Énergie moyenne d'équilibre à la température T d'un ensemble de N particules dans un puits de potentiel fini
 - Déterminer l'énergie moyenne d'un ensemble de particules à une température donnée, dans la limite où l'énergie de confinement est faible devant l'énergie d'agitation thermique.
 - Relier l'expression de l'énergie moyenne en fonction de la température au théorème de l'équipartition de l'énergie.

Chimie

- Toute la chimie de MPSI/MP