

1 Physique quantique

Tout exercice peut être donné

2 Physique statistique

2.1 PS1 Description thermodynamique d'un système statistique

Compétences

- établir la variation de la pression avec l'altitude dans l'hypothèse d'une atmosphère isotherme ;
- interpréter la loi du nivellement barométrique avec le poids de Boltzmann ;
- reconnaître un facteur de Boltzmann ;
- comparer $k_B T$ à des écarts d'énergie et estimer les conséquences d'une variation de température.
- exprimer la probabilité d'occupation d'un état d'énergie en utilisant la condition de normalisation ;
- exploiter un rapport de probabilités entre deux états ;
- exprimer sous forme d'une somme sur ses états l'énergie moyenne et l'écart-quadratique énergétique d'un système ;
- 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.
- Echelles d'étude : microscopique, macroscopique, mésoscopique. Microétats et macroétats.
- Atmosphère isotherme : relation fondamentale de la statique des fluides, champ de pression et de densité, interprétation statistique, lien avec l'expérience de Jean Perrin.
- Système en contact avec un thermostat : facteur de Boltzmann, fonction de partition, énergie moyenne, écart quadratique, énergie libre, capacité thermique à volume constant, lien entre C_v et ΔE^2 .

2.2 PS2 Systèmes statistiques

Compétences

Pour le système à deux niveaux non dégénérés,

- citer des exemples de systèmes modélisables par un système à deux niveaux.
- déterminer l'énergie moyenne et la capacité thermique d'un système à deux niveaux.
- interpréter l'évolution de l'énergie moyenne avec la température, notamment les limites basse et haute température.
- relier les fluctuations d'énergies à la capacité thermique.

Pour les systèmes continus,

- déterminer l'énergie moyenne d'un ensemble de particules dans un puits de potentiel infini 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

Pour les capacités thermiques,

- exploiter la contribution $k_B T/2$ par degré quadratique à l'énergie moyenne ;
 - dénombrer de degrés de libertés énergétiques quadratiques indépendants et en déduire la capacité thermique molaire d'un système.
-
- Systèmes à deux niveaux dégénérés : exemples, fonction de partition, énergie moyenne, entropie, capacité thermique, fluctuations.
 - Approximation continue : énergie d'une particule confinée dans une boîte, ordre de grandeur à température ambiante, espace des phases.
 - Exemple du gaz parfait monoatomique : fonction de partition, énergie interne, capacité thermique, entropie.
 - Théorème d'équipartition de l'énergie en physique statistique classique : énoncé, démonstration.
 - Capacité thermique des gaz parfaits diatomiques : degrés de libertés, expression théorique, allure de la courbe expérimentale, interprétation : retour sur les écarts entre les niveaux d'énergie en quantique.
 - Capacité thermique des solides : loi de Dulong et Petit, courbe expérimentale, interprétation (modèle d'Einstein).