

## 1 Mécanique quantique

Tout exercice peut être donné.

## 2 Physique statistique

Pas de systèmes continus, ni de théorème d'équipartition.

### 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.
  - Système isolé : microétats équiprobables, entropie maximale et macroétat le plus probable, fluctuations.
  - 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, capacité thermique à volume constant, lien entre  $C_v$  et  $\Delta E^2$ .

### 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.
- 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 liberté, 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).