

Année 2017-2018

Département du Premier Cycle : P2I 4

IE 2^e semestre :

Introduction à la physique statistique et aux phénomènes de transport

Question 1 (4 points)

La thermodynamique à l'équilibre est basée sur des principes.

- Donnez les 3 principes que nous avons étudiés et expliquez-les avec vos propres mots.
- Quel principe permet de définir le concept de température ?
- Sous quelles conditions l'entropie peut-elle diminuer ?

L'expérience de Joule a permis de démontrer que la chaleur est une forme d'énergie tout comme le travail mécanique.

- Décrivez cette expérience à l'aide d'un schéma.
- Comment l'expérience illustre-t-elle le deuxième principe ?

Question 2 (4 points)

La probabilité d'un évènement discret E peut être calculée avec la formule suivante :

$$P(E) = \frac{\text{nombre d'éléments dans } E}{\text{nombre d'éléments dans l'univers des possibles}}$$

- Quelle condition doit être satisfaite pour utiliser cette expression ?
- Quel est le nombre de combinaisons possibles pour répartir entre 6 étudiants, 1 pomme, une banane, 1 tablette de chocolat et 1 poire ?
- Que devient ce nombre si on répartit 4 tablettes de chocolat ?

Pour décrire les probabilités d'évènements continus, on introduit la densité de probabilité $f_X(x)$ d'une variable aléatoire X .

- Comment écrit-on sous forme intégrale la probabilité suivante ?

$$P\{a < X \leq b\} =$$

Question 3 (5 points)

Pour décrire des systèmes thermodynamiques à l'équilibre du point de vue microscopique, nous avons introduit le concept d'ensemble.

- Pour quel type de systèmes utilise-t-on l'ensemble micro-canonique et l'ensemble canonique ?

- b) De quelle manière l'ensemble micro-canonique est-il utilisé dans l'analyse de l'ensemble canonique ?
- c) Expliquez le sens physique de la distribution de Boltzmann : $p_n = \frac{e^{-E_n/k_B T}}{Z}$

Dans la figure 1, nous avons représenté un modèle d'une chaîne polymère sous tension. Cette chaîne est constituée de N monomères de longueur a .

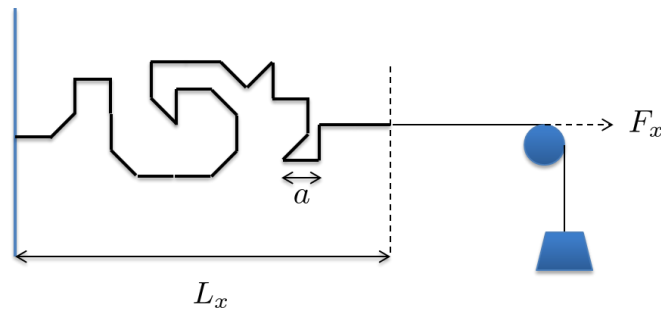


Figure 1. Chaîne polymère sous tension

- d) Combien de micro-états un monomère individuel possède-t-il ?
- e) Représentez schématiquement les micro-états à l'aide de flèches.

Question 4 (3 points)

La pression d'un gaz dans un récipient est le résultat des chocs des particules constituant ce gaz contre les parois du récipient.

- a) Pour un cylindre muni d'un piston pouvant se déplacer, expliquez, du point de vue microscopique, le phénomène selon lequel la température augmente quand le gaz est comprimé. On suppose que le récipient est adiabatique.

Les constituants d'un gaz parfait n'ont pas tous la même vitesse. Celle-ci suit une distribution de Maxwell.

- b) Montrez schématiquement comment la distribution évolue quand la température augmente pour un même gaz.
- c) Comment explique-t-on le phénomène d'évaporation et de condensation à l'aide de cette distribution ?

Question 5 (4 points)

Les phénomènes de transports (masse, chaleur, quantité de mouvement) sont des phénomènes hors équilibre.

- a) Que veut dire hors équilibre ?
- b) Quel type de loi utilise-t-on pour décrire ces phénomènes ?
- c) Expliquez à l'aide d'un argument statistique pourquoi une goutte de lait versée dans un café chaud finira toujours par se répartir de manière homogène dans la tasse.
- d) On dit que la viscosité d'objets solide est infinie. Pourquoi ?