

IE 2^e semestre :

L'énergie à l'échelle microscopique

Question 1 (4 points)

Dans l'étude du phénomène de transport de masse, nous avons vu que quand une goutte d'encre est versée dans un verre d'eau, celle-ci se déplace à une certaine vitesse.

- a) Donner 2 paramètres qui influent sur cette vitesse de propagation.
- b) Dans de l'eau à 300 K, la vitesse moyenne des molécules est de l'ordre de 80 m/s et la vitesse de propagation de l'encre est de l'ordre de quelques mm voire cm par seconde. Comment peut-on expliquer cette différence ?

La viscosité est le résultat du transport de quantité de mouvement.

- c) Dans les fluides usuels, la viscosité diminue quand la température augmente. Pourquoi ?
- d) Dans un gaz parfait, la viscosité augmente quand la température augmente. Pourquoi ?

Question 2 (4 points)

Nous avons étudié un modèle simplifié d'un aimant. Dans ce modèle, la magnétisation était le résultat des moments magnétiques de chaque atome.

- a) Dans ce modèle de l'aimant, les particules n'avaient pas d'agitation thermique, mais nous avons cependant obtenu une température. Quelle est l'origine physique de cette température ?
- b) Dans le cadre de ce modèle, pour quelle température obtenons-nous une démagnétisation complète de l'aimant ?
- c) Que peut-on dire de l'entropie dans la situation de démagnétisation totale ?
- d) Quelle est la valeur de l'entropie quand tous les moments magnétiques sont orientés dans la même direction ?

Question 3 (4 points)

Quand les événements élémentaires discrets sont équiprobables, nous pouvons calculer la probabilité d'un événement E avec la formule suivante :

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

- a) Quelle définition doit-on utiliser quand les événements ne sont plus équiprobables ? Expliquer les différents éléments de cette définition.

- b) D'un jeu de 52 cartes, on tire deux cartes simultanément (sans remise). Quel est le nombre de combinaisons possible ?
- c) Le Professeur Folamour possède 10 livres : 4 de mathématiques, 3 de chimie, 2 d'histoire et 1 de langue. Le professeur souhaite organiser ses livres de façon à les maintenir groupés par sujet. Combien de possibilités a-t-il ?
- d) Décrivez avec vos propres mots le lien entre une expérience de Bernoulli et la loi de probabilité Binomiale.

Question 4 (4 points)

La cinétique des gaz nous permet de comprendre les concepts de température et de pression du point de vue microscopique pour un gaz parfait.

- a) Quel paramètre microscopique intervient dans la pression mais pas dans la température du gaz ?
- b) Expliquer du point de vue microscopique pourquoi la pression augmente quand la température du gaz augmente.
- c) Quel phénomène physique explique le fait que les composantes des vitesses v_x , v_y et v_z d'une molécule dans un gaz, suivent une distribution Gaussienne ?
- d) Comment peut-on expliquer du point de vue microscopique qu'à une certaine pression et température, l'eau peut exister en même temps sous forme liquide et sous forme vapeur ?

Question 5 (4 points)

Nous avons étudié 2 types d'ensembles pour la description des phénomènes à l'échelle microscopique du point de vue statistique : les ensembles micro-canonique et canonique.

- a) Dans l'ensemble canonique, le système à l'étude est placé en contact thermique avec le réservoir thermique. Quel est l'avantage de cette approche ?
- b) Pour déterminer les propriétés macroscopiques du système, on n'utilise plus le nombre de micro-états. Quelle grandeur est utilisée à la place ?
- c) Une réaction de combustion peut être décrite dans le cadre de l'ensemble canonique. Expliquer le processus de combustion à l'aide de la distribution de Boltzmann donnée par

$$p_n = \frac{e^{-\frac{E_n}{k_B T}}}{Z}$$

avec p_n la probabilité de trouver le système dans un micro-état avec une énergie E_n , k_B la constante de Boltzmann et T la température du réservoir.

- d) Comment peut-on comprendre l'augmentation de l'entropie dans un système isolé du point de vue microscopique ?