

TD Chapitre 15

Descriptions microscopique et macroscopique de la matière

Exercice 1 Vrai ou Faux Description thermodynamique

1. Un système fermé n'échange pas d'énergie avec l'extérieur.
2. Un système fermé n'échange pas de matière avec l'extérieur.
3. On peut définir une grandeur extensive avec le rapport de deux grandeurs intensives.
4. La masse volumique est une grandeur intensive.
5. La température est une grandeur extensive.
6. Dès que la température est non nulle, il y a de l'agitation thermique.
7. Les gaz réels suivent le modèle du gaz parfait aux très faibles pressions.
8. Pour une quantité de gaz parfait donnée, le produit PV est proportionnel à la température d'gaz.
9. L'énergie interne d'un gaz parfait dépend de la pression et de la température.
10. En réalité, la capacité thermique ne dépend pas de la température.

Exercice 2 Gaz parfait monoatomique

Un dixième de mole d'hélium à 300 K est contenu dans un récipient de 1 L. Calculer (dans cet ordre ou pas !) l'énergie cinétique moyenne des atomes, leur vitesse quadratique moyenne, l'énergie interne totale du gaz, la pression cinétique dans le récipient et la densité particulaire.

On suppose le gaz parfait et on donne la masse molaire de l'hélium $M = 4 \text{ g/mol}$. On rappelle que $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ et $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Exercice 3 Équilibre d'un piston

Un cylindre droit vertical, de longueur $l = 2 \text{ m}$, est séparé en deux compartiments A (en bas) et B par un piston d'épaisseur négligeable et de masse m , de section $S = 0,5 \text{ m}^2$. Le vide est fait dans les deux compartiments et on introduit 18 g de vapeur d'eau dans A et 54 g de vapeur d'eau dans B. On désigne par z la position du piston (et donc la longueur du compartiment A). On note p_A la pression dans le compartiment A et p_B la pression dans le compartiment B. L'ensemble est porté à la température $T = 300 \text{ K}$.

1. Faire un schéma.
2. Quelles sont, pour $z = 1 \text{ m}$, les pressions p_A et p_B , sachant que la vapeur d'eau est assimilée à un gaz parfait ? On donne la masse molaire de l'eau : $M = 18 \text{ g/mol}$.

3. En déduire la résultante des forces $\vec{F}$ appliquées au piston. On commencera par faire un bilan rigoureux des forces s'appliquant sur le piston.
4. Calculer la position d'équilibre du piston. On considérera pour cette question et la suivante que la masse du piston est négligeable.
5. A quelle température faudrait-il amener le compartiment A (en gardant B à 300 K) pour que la position $z = 1$ m (donc $V_A = V_B$) soit la position d'équilibre ?

Exercice 4 Gonflage d'un ballon de football

Caractéristiques d'un ballon de football.

Ses caractéristiques sont définies par la Loi 2 du football de l'International Football Association Board. Elles ont été arrêtées en 1837. Le ballon doit être sphérique, en cuir ou dans une autre matière adéquate, avoir une circonférence de 70cm au plus et de 68cm au moins (soit un diamètre de 22 cm), une masse de 650 g au plus et de 600 g au moins au début du match et une surpression se situant entre 0,6 (pour les ballons de futsal) et 1,1 atmosphère (600 - 1100 g/cm²). D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Ballon_de_football

Caractéristiques techniques d'une pompe à vélo

Longueur : 180 mm - Diamètre : 34 mm

Estimer le nombre de coups de pompe à vélo nécessaire pour gonfler un ballon de football.

Exercice 5 Libre parcours moyen

Les molécules constituant l'air sont modélisées par des sphères dures de diamètre d réparties avec une densité particulaire n^* . On s'intéresse à une molécule donnée, toutes les autres étant supposées immobiles. On suppose que chaque molécule possède une vitesse de norme constante égale à la vitesse quadratique moyenne v^* . Elle se déplace suivant une ligne brisée suite à ses collisions avec les autres molécules.

1. Quelle distance entre le centre de la molécule et le centre d'une autre doit être atteinte pour qu'il y ait collision ?
2. On définit le volume utile V_u balayé par la molécule étudiée de la manière suivante : si une autre molécule à son centre situé dans ce volume utile, alors elle sera percutée par la molécule étudiée au cours de son mouvement. Exprimer le volume utile balayé par la molécule sur une durée Δt .
3. En déduire le nombre moyen de collisions subies par la molécule pendant une durée Δt .
4. Exprimer alors le libre parcours moyen l de la molécule. Vérifier l'homogénéité.
5. Retrouver l'ordre de grandeur de l pour de l'air à pression et température usuelles.

Données : $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

Etats de la matière

Exercice 6 Vrai ou Faux Etats de la matière

1. Le diagramme (P, T) de l'eau (et du bismuth) diffère de ceux des autres corps purs car la courbe de fusion a une pente positive dans ce diagramme.

2. Lors de l'équilibre d'un corps pur diphasé pour une température donnée, la pression peut valoir n'importe quelle valeur.
3. Lorsque l'on veut stocker un fluide, il faut le faire en choisissant la masse du corps pur telle que le volume massique du corps pur soit inférieur au volume massique critique.

Exercice 7 *Évaporation d'un verre d'eau*

Le degré hygrométrique H d'une atmosphère est défini comme le rapport de la pression partielle en vapeur d'eau $P_{\text{H}_2\text{O}}$ sur la pression de vapeur saturante P_{sat} à une température donnée : $H = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{sat}}}$. On le donne généralement sous la forme d'un pourcentage.

On considère une pièce hermétiquement fermée, de volume $V = 40 \text{ m}^3$, dans laquelle on place un récipient contenant 200 mL d'eau liquide. L'air de la pièce est à la pression $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ et à la température $T_0 = 293 \text{ K}$. Son degré d'hygrométrie est $H_0 = 60\%$. On donne $P_{\text{sat}}(293 \text{ K}) = 2,3 \text{ kPa}$. On assimile l'eau à un gaz parfait de masse molaire $M = 18 \text{ g/mol}$.

1. Calculez la quantité d'eau initialement présente dans l'air de la pièce.
2. Montrez que toute l'eau contenu dans le récipient va s'évaporer.
3. Quel volume d'eau liquide faut-il évaporer pour saturer la pièce en eau (degré hygrométrique de 100%) ? Que se passe-t-il si le récipient contient un volume d'eau supérieur à cette valeur ?