TD Gaz parfait – Gaz réel et phase condensée

Exercice 1 : Comparaison gaz réel et gaz parfait

L'argon peut être modélisé aux faibles pressions par l'équation d'état : $P(V_m - b) = RT$ où b est une constante positive.

1) Écrire cette équation d'état pour une quantité de matière *n* quelconque. Quelle est l'hypothèse du gaz parfait qui reste valable pour ce gaz, et quelle est celle qui ne l'est plus ?

2) Calculer les coefficients thermoélastiques α et χ_T de l'argon. Comparer χ_T à celui d'un gaz parfait et interpréter au niveau microscopique.

Exercice 2 : Compressibilité isotherme d'un liquide et d'un gaz

1) L'eau liquide à 25°C, sous P_0=1 bar, a un coefficient de compressibilité isotherme de $4{,}4\times10^{-10}\,Pa^{-1}$. **Comparer cette valeur à celle du coefficient de compressibilité isotherme de l'air, assimilé à un gaz parfait, dans les mêmes conditions.**

2) Calculer la variation de pression ΔP nécessaire pour créer dans chaque cas, à température constante, une variation relative de volume $\dfrac{\Delta V}{V}$ de 1% ? Conclure.

Exercice 3 : Fuite d'air dans une cabine spatiale

Une cabine spatiale de volume V (50 m^3) contient de l'air (80% de diazote N_2 et 20% de dioxygène O_2) . En régime normal, la cabine est maintenue à une température T_0 (295K) et une pression P_0 (1bar). La masse molaire de N_2 est $M_1 = 28 g.mol^{-1}$ et celle de O_2 est $M_2 = 32 g.mol^{-1}$.
A la suite d'un accident, un trou de surface S met la cabine en contact avec le vide extérieur. La cabine reste thermalisée à T_0 mais la pression diminue lentement.

- On adoptera pour simplifier les hypothèses suivantes :

1. la fuite étant très lente, l'ensemble du gaz dans la station peut être considéré comme restant au repos, homogène et isotrope, à la température T_0 ;
2. la vitesse d'une molécule ne peut prendre que l'une des six valeurs $\pm u\vec{e_x}$, $\pm u\vec{e_y}$ et $\pm u\vec{e_z}$ (où *u* est la vitesse quadratique moyenne), la paroi trouée étant dans le plan (*Oyz*).

1) Déterminer le nombre N_i^S de molécules sortant par le trou entre *t* et *t* + d*t*, en fonction de *S*, d*t*, u_i et n_i^* (densité moléculaire). On notera avec l'indice i=1, les grandeurs se rapportant à N_2 et avec i=2 celles se rapportant à O_2.

2) Justifier que l'on traite N_2 et O_2 comme des gaz parfaits. Donner alors n_i^* en fonction de P_i (pression partielle), T_0 , R et N_A .

3) D'après les deux questions précédentes, lier la diminution du nombre de particules dN_i avec celle de la pression dP_i et déterminer l'équation différentielle vérifiée par P_i ($Réponse$: $\frac{dP_i}{dt} + \frac{u_i S}{6V} P_i = 0$)

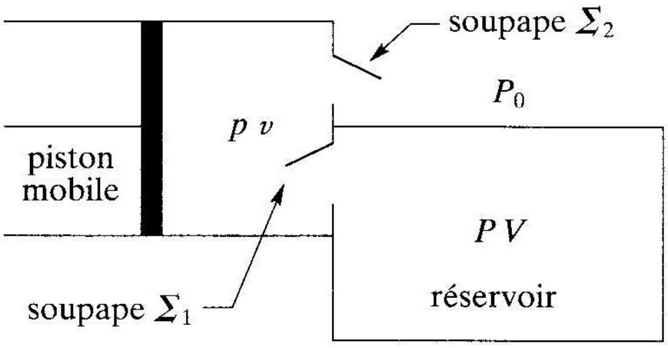
4) Résoudre cette équation et donner P_i en fonction de P_0 , S, u_i ,V et t ; puis en fonction de P_0 , S, M_i ,V, R, T_0 et t.

5) Après une heure et pour S=1 cm^2 , donner un ordre de grandeur de la pression et du rapport des quantités de N_2 et O_2 dans la cabine. On donne $R = 8{,}3\ \mathrm{J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}}$.

Exercice 4 : Pompe isotherme

On souhaite vider un réservoir de volume V, initialement rempli d'air au moyen d'une pompe. La soupape Σ_1 est fermée si $p \geq P$ ou si son volume v diminue. La soupape Σ_2 est fermée si $p \leq P_0$.

Le volume de la pompe est compris entre v_1 et v_2. On suppose que la température de l'air (considéré comme un gaz parfait) reste constante et égale à T. La valeur initiale de P est égale à P_0.



1) Au cours du coup de pompe n, le volume v passe de v_1 à v_2. La pression P dans le réservoir passe de P_n à P_{n+1}.

a) Faire les schémas du système lorsque $v = v_1$ et $v = v_2$.

b) Déterminer la relation entre P_n et P_{n+1} en fonction de V, v_1, v_2, et P_0.

2) Déterminer $P_{\lim}$, valeur de P quand $P_n = P_{n+1}$, en fonction de v_1, v_2, et P_0.

3) Déterminer la suite (P_n - $P_{\lim}$) en fonction de (P_{n-1} - $P_{\lim}$), V et v_2.

4) En déduire la valeur de P_n en fonction de $P_{\lim}$, P_0, V, v_2 et n.