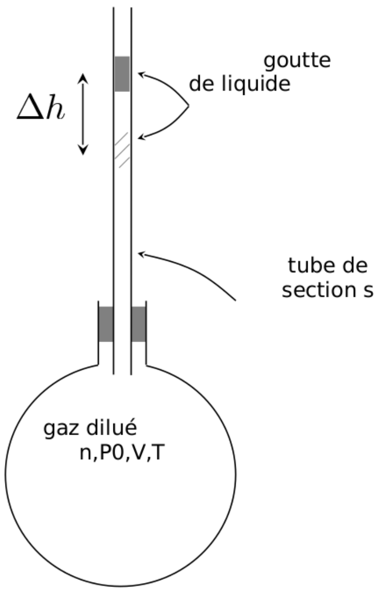
Sujet 1

I Thermometre à gaz ($\star$)



On peut mesurer la température à l'aide d'un gaz sous basse pression P_0 qui se comporte alors comme un gaz parfait. On mesure dans le dispositif ci-contre, appelé thermomètre à gaz, la variation de hauteur Δh d'une goutte de liquide dans le tube de section s lorsque la température varie.

1) Décrire le système thermodynamique étudié à l'équilibre. Préciser en particulier ce que l'on sait de la pression et de la température.

2) Exprimer la variation de volume ΔV en fonction de s et Δh.

3) Exprimer la relation entre ΔT et Δh.

4) À 300K, la goutte est à l'équilibre et la pression dans l'enceinte est 1,00bar. Calculer n sachant que $V = 50{,}0\text{mL}$.

5) Calculer le diamètre du tube pour que la goutte monte de 1m lorsque T augmente de 100K.

Sujet 2

I Recherche d'un état final

Une enceinte indéformable aux parois calorifugées est séparée en deux compartiments par une cloison étanche de surface S, mobile, diathermane et reliée à un ressort de constante de raideur k. Les deux compartiments contiennent chacun un gaz parfait. Dans l'état initial, le gaz du compartiment 1 est dans l'état (T_0, P_0, V_0, n), le gaz du compartiment 2 dans l'état (T_0, $2P_0$, V_0, $2n$), une cale bloque la cloison mobile et le ressort est au repos. On enlève la cale et on laisse le système atteindre un état d'équilibre.

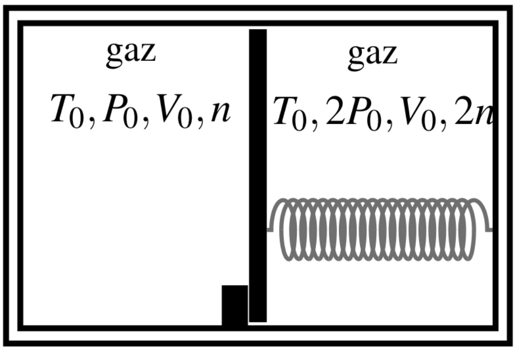


Figure 25.1 – Schéma du système étudié.

I/) 0.1 Remarque. Une paroi séparant deux milieux est dite **diathermane** lorsqu'elle permet un transfert entre ces deux milieux. Tout déséquilibre thermique entre les deux milieux aura tendance à diminuer pour atteindre un nouvel équilibre commun.

1) Décrire l'évolution du système.

2) Écrire cinq relations faisant intervenir certaines des six variables d'état : V_1, V_2 (volumes finaux des deux compartiments), P_1 , P_2 (pressions finales dans les deux compartiments), T_1, T_2 (températures finales dans les deux compartiments).

Sujet 3

I Équation de gaz parfait et interprétation microscopique

Considérons un système de N particules identiques de masse m contenue dans un volume V. Ce gaz théorique suit le modèle du gaz parfait.

1) Rappeler les hypothèses du gaz parfait.

2) Justifier qu'entre deux chocs, on peut considérer les vecteurs vitesses des particules comme constants.

Nous allons démontrer la relation donnée en cours entre la pression au sein du gaz et la vitesse quadratique des particules. Nous ajouterons à notre modèle les hypothèses simplificatrices suivantes :

◇ les particules possèdent toutes la même norme de vitesse u (on parle de distribution homocinétique),

◇ elles ne se déplacent que selon trois directions : $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$ ou $\vec{e}_z$ (cela signifie qu'aucune n'a un vecteur vitesse qui n'est pas colinéaire à un vecteur de la base),

◇ il y a une répartition égale des particules dans chaque direction et sens de l'espace : autant de particules ont un vecteur vitesse dirigé suivant $\pm\vec{e}_x$, $\pm\vec{e}_y$ ou $\pm\vec{e}_z$.

On considère un cylindre d'axe Ox et on cherche la pression provoqué par les chocs des particules sur la paroi avant d'axe Ox. On appelle S la surface de cette paroi.

3) Justifier que le nombre de particules allant dans vers cette paroi à l'instant t est $N/6$.

4) On considère la portion de cylindre de base S de hauteur $u\,\mathrm{d}t$. Pourquoi seules les particules contenues dans ce cylindre à l'instant t frapperont la paroi entre t et $t + \mathrm{d}t$?

5) Soit dN le nombre de particules dans ce petit cylindre. Exprimer dN en fonction de u, N, S, V et $\mathrm{d}t$.

6) Exprimer la variation de la quantité de mouvement d'une particule au cours du choc.

7) Quelle est la force totale exercée par les particules pendant $\mathrm{d}t$ sur la paroi S ?

8) En déduire l'expression de la pression du gaz en fonction de u^2, N, m et V ainsi que la loi des gaz parfaits.