

1 Mesure d'un volume

Considérons un grand réservoir étanche, muni d'un piston (pour faire varier le volume de ΔV) et d'un manomètre (pour mesurer la variation de pression ΔP associée). Montrez que l'on peut mesurer le volume d'un objet (un squelette de ptérodactyle ?) grâce à ce dispositif. Pour simplifier les choses, on suppose que la variation relative de volume est très petite.

2 Hôtel du Nord

Estimez comment varie la pression de l'atmosphère terrestre avec l'altitude. Vous pourrez faire l'hypothèse que la température ne varie pas avec l'altitude (atmosphère isotherme). Est-ce justifié (estimez après coup l'erreur induite par cette hypothèse) ? Discutez les autres hypothèses que vous avez utilisées, et essayez de quantifier les erreurs associées.

3 Détente adiabatique quasi-statique vs. détente de Joule

1. On considère la détente adiabatique quasi-statique d'un gaz parfait doublant son volume. Au cours de ce processus, comment varie la pression ? la température ?
 2. Même question pour une détente de Joule. Conclusions ?
-

4 Air humide

Expliquez pourquoi l'air humide (contenant de la vapeur d'eau) a une densité plus faible que l'air sec, tout choses égales par ailleurs.

5 Le cycle de Carnot

Ce processus a une importance historique immense. Il représente une idéalisation du fonctionnement d'un moteur. On considère un processus cyclique, quasi-stationnaire, d'un gaz parfait caractérisé initialement par les variables P_1 , V_1 et T_1 , que l'on découpe en 4 portions :

- une détente isotherme jusqu'au volume V_2
- une détente adiabatique jusqu'à la température T_2
- une compression isotherme
- une compression adiabatique

1. Représentez ce processus sur un diagramme $P V$. La température T_2 est-elle plus grande ou plus petite que la température T_1 ?

1. Calculez les valeurs des variables thermodynamiques (P , V et T) à la fin de chacun de ces quatre processus.

2. Calculez la chaleur et le travail lors de chacun de ces processus. Calculez en particulier le rapport des quantités d'énergie échangées sous forme de chaleur.

3. Déterminez le rendement du moteur, défini comme le rapport du travail fourni par le moteur et de la quantité de chaleur obtenue de la source chaude.

6 Vitesse moyenne dans un gaz parfait

Dans le cours, on a utilisé les formules :

$$\begin{aligned}\langle \frac{1}{2} m v_z^2 \rangle &= \frac{1}{2} k_B T \\ \langle \frac{1}{2} m \vec{v}^2 \rangle &= \frac{3}{2} k_B T\end{aligned}$$

Saurez-vous les retrouver ?

On donne les intégrales :

$$\begin{aligned}\int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{ax^2}{2}\right) dx &= \sqrt{\frac{2\pi}{a}} \\ \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \exp\left(-\frac{ax^2}{2}\right) dx &= \sqrt{\frac{2\pi}{a^3}}\end{aligned}$$

7 L'atmosphère isotherme II

Considérons un gaz dans un tube fermé vertical (l'attraction gravitationnelle joue un rôle dans cette histoire). Pour simplifier les calculs, on suppose que les atomes ne se déplacent que le long de l'axe des z . La probabilité pour qu'une particule ait une vitesse comprise entre v et $v + dv$ et sa position comprise entre z et $z + dz$ est donnée par $\mathcal{P}(z, v) dz dv$.

1. Quelle est l'expression de $\mathcal{P}(z, v)$?
2. Quelle est la probabilité pour que la coordonnée de la particule soit comprise entre z et $z + dz$, sans contrainte sur sa vitesse ?
3. Déduisez de ce qui précède une relation entre la densité de particules et l'altitude. Comment varie la pression avec z ? Comparez avec l'exercice de cette feuille.