

20 février 2025

Série 1 : Introduction à la thermodynamique

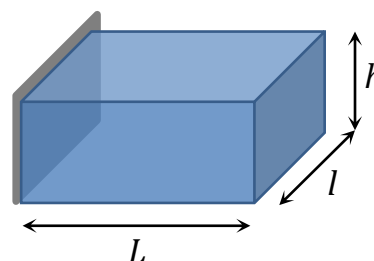
Exercice 1: Variables intensives/extensives

- (a) Dire si les variables suivantes sont intensives ou extensives: la masse, le volume, la pression, la densité, la masse molaire, le nombre de moles, la température, la concentration (d'une substance dans une solution par exemple).
- (b) Le rapport de deux grandeurs extensives est-il extensif ou intensif? Trouvez des exemples pour illustrer votre réponse.

Exercice 2: Le barrage

On considère un lac de barrage. On assimilera la retenue d'eau à un volume parallélépipédique de profondeur $h = 50$ m, largeur $l = 100$ m et longueur $L = 200$ m (voir figure).

- (a) Calculer la masse d'eau retenue par le barrage.
- (b) Déterminer la force exercée par l'eau sur le barrage.
- (c) Quelle est la valeur de cette force si la retenue d'eau a une longueur de 400 m au lieu de 200 m?



Exercice 3: Tu Quoque Fili Mi

En expirant, Jules César a prononcé ses dernières paroles historiques et un litre d'air est sorti de ses poumons. Depuis cette époque, ces molécules se sont dispersées et uniformément réparties dans l'atmosphère terrestre.

En admettant qu'en inspirant profondément aujourd'hui vous inhalez 3 litres d'air, estimer le nombre de molécules déjà présentes dans le dernier souffle de Jules César.

On estime que l'air est réparti uniformément sur Terre jusqu'à une altitude de 12 km. Ceci est aussi vrai pour les molécules du dernier souffle de notre illustre personnage. On suppose une température de l'air $T = 22^\circ\text{C}$. Considérez l'air comme un gaz parfait.

Indication: $1\text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Rayon de la Terre: $R_T = 6400\text{ km}$; $\mathcal{N}_A = 6.022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$.

Exercice 4: Les hémisphères de Magdebourg

Les hémisphères de Magdebourg montrent comment une pression de une atmosphère (1 bar) peut générer une force impressionnante.

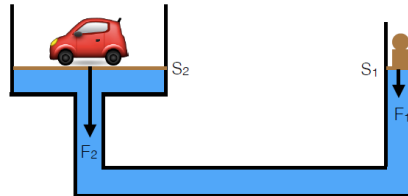
L'expérience consiste en deux hémisphères accolées dans lesquelles le vide a été fait. Le but est de calculer la force à exercer sur chacun des hémisphères afin de les séparer.

- (a) Dans un premier temps, on simplifie le problème en donnant à l'ensemble la géométrie d'un cube. On suppose aussi que le vide réalisé est suffisant pour que la pression résiduelle à l'intérieur soit négligeable. Calculer \vec{F} .
- (b) Refaire le même calcul dans le cas de 2 hémisphères de 10 cm de diamètre.
- (c) Refaire le même calcul pour deux hémisphères de forme quelconque fermés par une surface d'aire S .

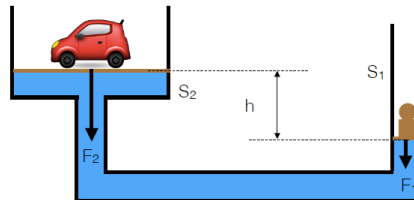
Exercice 5: Un vérin hydraulique

Un vérin hydraulique est constitué par un tube en U dont les deux branches verticales sont des cylindres de sections circulaires S_1 et S_2 . L'ensemble est rempli d'un liquide incompressible de densité ρ (généralement de l'huile) et deux pistons surmontés de deux poids peuvent glisser librement dans les deux cylindres tout en assurant l'étanchéité du système.

- (a) On suppose le système à l'équilibre, les deux pistons étant à la même hauteur. En appliquant les lois de l'hydrostatique, exprimer F_2 , la force appliquée sur le piston 2 en fonction de F_1 , la force appliquée sur le piston 1, S_1 et S_2 .



- (b) Il y a maintenant une différence de hauteur h entre les pistons 1 et 2. Exprimer F_2 en fonction de F_1 , S_1 , S_2 , ρ , g et h . On néglige la différence de pression atmosphérique avec la hauteur h .



- (c) Retrouver les mêmes résultats en appliquant la conservation de l'énergie mécanique.
- (d) Dans la pratique, un vérin hydraulique fonctionne avec un second réservoir qui permet d'injecter du fluide sous pression dans le système à chaque mouvement. Pourquoi ?