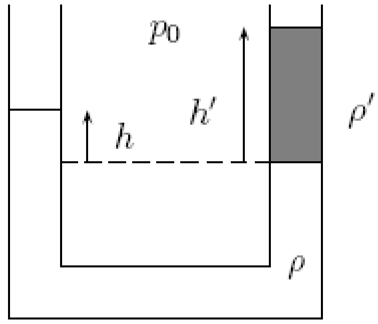
Travaux dirigés de Thermodynamique n°3

Fluides incompressibles

Exercice 1 : Liquides non miscibles dans un tube en U.



On verse de l'eau de masse volumique ρ, dans un tube en U de section 1 cm².
On ajoute ensuite dans la branche de droite, 3mL d'une liquide non miscible de masse volumique $\rho'=600\text{kg.m}^{-3}$.
Déterminer la différence de hauteur entre les deux surfaces libres des deux branches.

Exercice 2 : Récipients de sections différentes

Deux récipients A et B de sections constantes respectives S_A=40cm² et S_B=10cm² communiquent à leur base par un tube fin. Ils contiennent initialement un volume d'eau suffisant pour que, au cours des expériences suivantes, il y ait toujours de l'eau dans chacun des deux récipients.

1. On verse un volume V=0,02L d'huile dans le récipient A. Déterminer la dénivellation entre les 2 surfaces libres.
2. Quelle serait cette dénivellation si on avait versé l'huile dans le récipient B ?

Données : masses volumiques : de l'eau $\rho_e=1\text{g.cm}^{-3}$; de l'huile $\rho_h=0,9\text{g.cm}^{-3}$.

Exercice 3 : Cuve à Mercure

Un tube de verre de section s=3,00cm² est initialement rempli de mercure puis placé à l'envers sur une cuve à mercure. La hauteur du tube au-dessus de la surface libre du mercure est L=1,00m.
La pression atmosphérique est p_0=1,013bar et la masse volumique du mercure est $\rho=13,6.10^3\text{kg.m}^{-3}$.

1. Calculer la hauteur h de mercure à l'intérieur du tube.
2. On injecte dans le tube n' moles de gaz parfait. La hauteur de mercure dans le tube devient h'=0,40m. Déterminer :
   a. La pression p' du gaz enfermé, exprimée en pascals et en millimètres de mercure ;
   b. La quantité de matière gazeuse introduite.

Fluides compressibles

Exercice 4 : Pression atmosphérique en altitude.

On considère l'atmosphère comme un gaz parfait compressible. On fait l'hypothèse que le gaz est en équilibre isotherme, c'est à dire que sa température T est constante.

1. En notant M = 29g.mol-1 la masse molaire de l'air, et ρ sa masse volumique, établir une relation liant P, M et ρ.
2. La pression au niveau du sol est P_0 = 1,013 bar. Donner l'expression de la pression en fonction de l'altitude z.
3. Quelle est la valeur de cette pression pour une hauteur de 1m, 300m et 8850m à 25°C?

Si on considère de grandes dénivellations, on ne peut plus considérer que la température de l'air est indépendante de l'altitude. On considère que cette température décroit linéairement avec l'altitude suivant la loi $T=T_0-A.z$ avec $A=6,45.10^{-3}$K/m et T_0=290K.

4. Etablir la loi de variation de la pression avec l'altitude.
5. Quelle est cette pression au sommet de l'Everest (8850m) si la pression au niveau de la mer est P_0.

Poussée d'Archimède

Exercice 5 : La partie émergée de l'iceberg

Considérons un iceberg de volume total V flottant sur l'eau. Soit v le volume de la partie émergée. Déterminer le rapport v/V.
On donne les masses volumiques respectives de l'eau, de la glace et de l'air :
$\rho_e = 1.10^3$ kg.m^{-3} $\rho_g = 0,9.10^3$ kg.m^{-3} $\rho_a = 1$ kg.m^{-3}

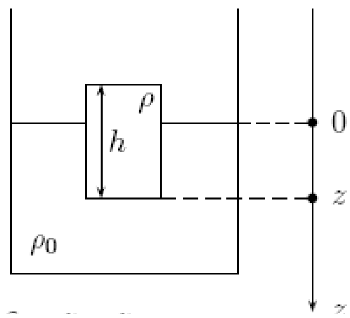
Exercice 6 : Décollage d'une montgolfière

Une montgolfière de volume V=500m3 est remplie d'hélium, à la température T=298K. L'enveloppe du ballon et la nacelle ont une masse totale m et un volume négligeable par rapport à V.
La pression atmosphérique et la pression de l'hélium sont supposées toutes deux égales à p_0=1,013bar.

1. Calculer les masses volumiques respectives de l'air et de l'hélium, supposés gaz parfaits.
2. Déterminer la valeur maximale de m pour que la montgolfière puisse décoller.

Donnée : Masse molaires : de l'hélium M_{He}=4g.mol^{-1} ; de l'air M_{air}=29g.mol^{-1}.

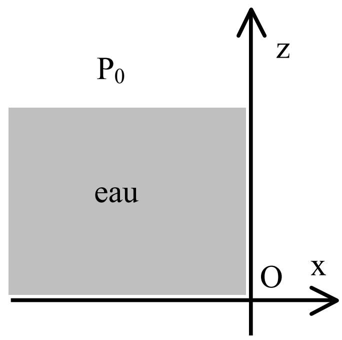
Exercice 7 : Oscillations verticales d'un cylindre dans l'eau.



Un cylindre de section s=1cm², de hauteur h=10cm et de densité 0,6 (masse volumique ρ) est placé dans l'eau (masse volumique ρ_0). Un système annexe maintient son axe de révolution vertical.

1. Déterminer z_0 la hauteur immergée à l'équilibre.
2. Quelle est la force à exercer sur le cylindre pour l'immerger en entier ?
3. A partir de la position d'équilibre déterminée en 1., on enfonce légèrement le cylindre et on le lâche. On néglige les frottements et on pose $\varepsilon = z - z_0$. Montrer que le cylindre effectuera des oscillations dont on déterminera la période.

Exercice 8 : Forces sur un barrage



On s'intéresse à un barrage plan. La hauteur d'eau est h = 5m. La largeur du cours d'eau est l = 4m.

1. Le barrage est un mur droit, quelle est la pression de l'eau à l'altitude z ?
2. Quelle est la force exercée par l'eau sur une surface dS du barrage de largeur l et de hauteur dz ?
3. Exprimer puis calculer la force exercée par l'eau sur le barrage sachant que la pression de l'air est P_0 = 1bar, la masse volumique de l'eau est ρ=10^{3}kg.m^3, et l'accélération de la pesanteur est g = 9,8m.s^{-2}.
4. Déterminer la position du point d'application de cette résultante. (on calculera le moment en O des forces de deux manières différentes).