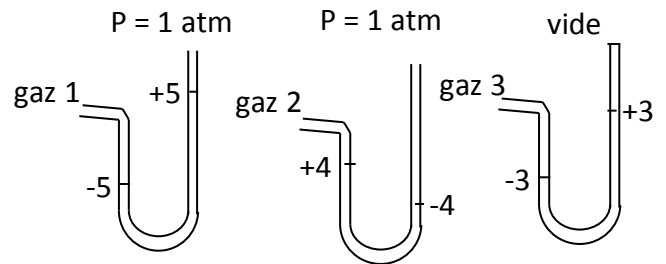


TD n°1 : Statique des fluides

Exercice n°1 : Manomètres

On mesure les différences de pression à l'aide d'un manomètre à liquide (mercure). Les graduations sont en cm et $\mu = 1,36 \cdot 10^4 \text{ kg.m}^{-3}$. Quelles sont les pressions des différents gaz mesurées en Pa et en mm de Hg ? Quelles seraient les nouvelles pressions avec un manomètre à eau ?



$\Rightarrow P_{\text{gaz1}} = 860 \text{ mmHg} = 1,14 \cdot 10^5 \text{ Pa}; P_{\text{gaz2}} = 680 \text{ mmHg} = 0,89 \cdot 10^5 \text{ Pa}; P_{\text{gaz3}} = 60 \text{ mmHg} = 0,08 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Exercice n°2 : Plongeurs sous-marins

1. Avant une remontée rapide vers la surface, les plongeurs vident leurs poumons. Pourquoi ?
2. En supposant que l'air contenu dans les poumons est à la température du corps (37°C) et que son volume est de 3L à 10,0 m de profondeur, calculer son volume à la surface. Donnée : à la surface $P_0 = 1,00 \text{ atm}$, masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

$\Rightarrow V_{\text{surface}} = V_{\text{profondeur}} \frac{P_0 + \rho_{\text{eau}} g h}{P_0} = 2V_{\text{profondeur}} = 6L$

Exercice n°3 : Liquides non miscibles en équilibre

On considère un tube en U rempli d'eau jusqu'à une hauteur $H = 10,0 \text{ cm}$ par rapport au fond. La section du tube est $S = 1,0 \text{ cm}^2$. On ajoute $2,0 \text{ cm}^3$ d'huile dans une des branches du tube. La masse volumique de l'huile est égale à 0,6 fois celle de l'eau. A quelle hauteur se trouve l'interface entre l'eau et l'huile ? A quelles hauteurs se trouvent les surfaces libres de l'eau et l'huile.

Exercice n°4 : Ballon sphérique

Un ballon sphérique de volume $V = 3,00 \text{ L}$ est gonflé à l'hélium ($M_{\text{He}} = 4,00 \text{ g.mol}^{-1}$) à la pression de $P_0 = 1,00 \text{ bar}$ et à la température de 193 K . L'enveloppe du ballon est en aluminium et a une masse de $2,00 \text{ g}$. La pression au niveau du sol vaut $P_0 = 1,00 \text{ bar}$ et la température vaut $T_0 = 293 \text{ K}$. La température varie en fonction de l'altitude selon la loi : $T(z) = T_0 (1 - az)$ avec $a = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ km}^{-1}$. Les gaz sont supposés parfaits.

1. Exprimer la pression de l'atmosphère $P(z)$ à l'altitude z en fonction de P_0 , T_0 , a et $K = M_{\text{air}} g / (RT_0 a)$.
2. On lâche le ballon. Jusqu'à quelle altitude s'élèvera-t-il ? On supposera que la pression et la température restent constantes dans le ballon. On prendra $M_{\text{air}} = 29,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Exercice n°5 : Pression atmosphérique

1. Démontrer la relation de la statique des fluides pour un fluide de masse volumique ρ . L'air atmosphérique est assimilé à un gaz parfait de masse molaire M . On note P_0 et ρ_0 la pression et la masse volumique de l'air au niveau du sol ($z=0$).
2. On suppose que le champ de pesanteur terrestre varie avec l'altitude z selon la relation $g(z) = g_0 \left(\frac{R_T}{R_T + z} \right)^2$, g_0 désignant le champ de pesanteur au sol et R_T le rayon terrestre.

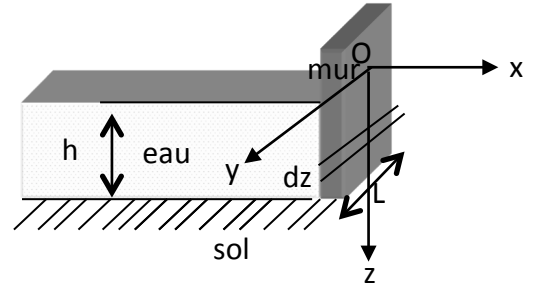
Considérons un modèle d'atmosphère isotherme en équilibre de température T_0 .

Déterminer la pression P à l'altitude z en fonction de P_0, ρ_0, g_0, R_T et z .

- On considère maintenant un modèle d'atmosphère en équilibre dans le champ de pesanteur terrestre g_0 supposé uniforme. En revanche la température varie en fonction de l'altitude selon la relation $\frac{dT}{dz} = -K$. On note T_0 la température de l'air au niveau du sol ($z=0$). Déterminer la pression P à l'altitude z en fonction de P_0, ρ_0, g_0, K, z et T_0 .

Exercice n°6 : Force de pression sur une paroi verticale

On considère un barrage d'eau de longueur $L = 200$ m.



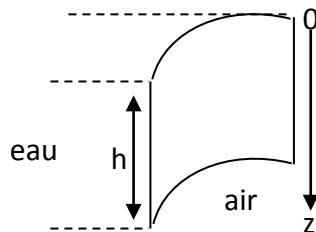
- Énoncer la relation fondamentale de la statique des fluides. En déduire l'expression de la pression P en un point M (de cote z) situé dans l'eau en fonction de P_{air}, μ_e, g et z .

AN : $\mu_e = 1000 \text{ kgm}^{-3}, g = 9.81 \text{ ms}^{-2}, P_{air} = 10^5 \text{ Pa}$

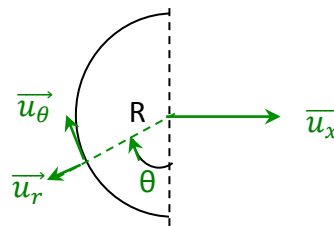
- Une hauteur $h = 7\text{m}$ d'eau appuie sur un mur vertical. Dans le repère $Oxyz$, O est situé à la surface de l'eau au milieu du mur. Exprimer la force $d\vec{F}$ qui s'exerce sur une bande horizontale de hauteur dz .
- Déterminer la résultante \vec{F} des forces de pression exercées sur le mur ?
- Déterminer l'ordonnée z_E du point d'application M_E de la force \vec{E} exercée uniquement par l'eau. On calculera le moment des forces pressantes en O pour la résultante et pour le système de forces.

Exercice n°7 : Force de pression sur un barrage hémicylindrique.

Le barrage hémicylindrique de rayon R est rempli d'eau sur une hauteur h . Déterminer les forces de pression exercées par l'air et l'eau.



Vue de dessus

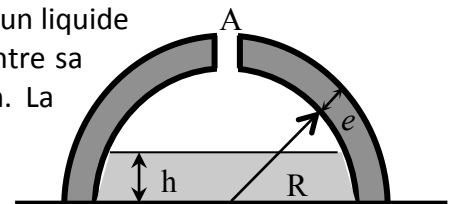


$\Rightarrow \vec{F} = \rho_{eau} g R h^2 \vec{u}_x$

Exercice n°8 : Demie-sphère

On considère une demi sphère creuse, de rayons R et $R + e$ ($e \ll R$ est l'épaisseur de la demi sphère) et de masse volumique μ_1 . Elle repose par sa base sur un plan horizontal contre lequel ses bords s'appliquent exactement, sans être « collée » pour autant.

Par un petit orifice A percé au sommet de la demi sphère, on verse un liquide de masse volumique μ , incompressible, dans le volume compris entre sa base et sa surface interne. La hauteur du liquide introduit est h . La pression atmosphérique P_0 est uniforme.

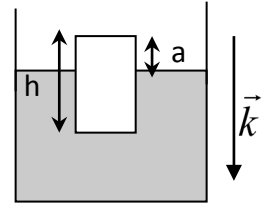


- Calculer la résultante des forces de pression sur la demi-sphère.
- Pour quelle hauteur h_0 de liquide la demi-sphère se soulève-t-elle ?

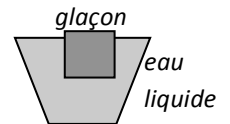
Exercice n°9 : Corps partiellement immergé et poussée d'Archimède

1. Un glaçon de forme cylindrique (hauteur $h = 3 \text{ cm}$, rayon $R = 1 \text{ cm}$, température 0°C) flotte à la surface d'une eau à 0°C .

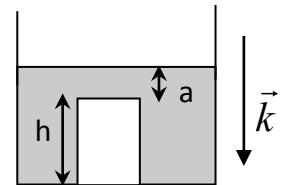
- Quelles sont les forces qui s'appliquent sur le glaçon? Schéma précisant le centre de poussée C et de gravité G.
- On appelle a la hauteur à l'air libre. Connaissant les masses volumiques de l'eau $\mu_l = 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ et de la glace $\mu_s = 0,92 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ à 0°C déterminer le rapport a/h .
- Quelle force doit-on exercer verticalement avec l'extrémité d'une paille pour maintenir ce glaçon à la lisière de la surface de l'eau ? AN : $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$
- A partir de la position d'équilibre, on enfonce légèrement le glaçon et on le lâche. On néglige les frottements. Calculer la période des oscillations.



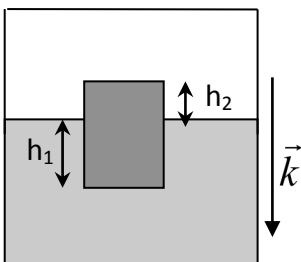
2. Un verre est rempli à ras bord d'eau liquide sur laquelle flotte un glaçon. Que se passe-t-il quand le glaçon fond ?



3. Un solide de masse volumique $\mu_s > \mu_l$ est posé au fond de l'eau. Calculer la résultante des forces de pression qui s'exerce sur le solide de deux façons différentes.



Exercice n°10 : Corps immergé dans un fluide non homogène et poussée d'Archimède



Un solide est totalement immergé dans un fluide non homogène composé de deux liquides non miscibles. La partie supérieure est un liquide de masse volumique μ_2 la partie inférieure est un liquide de masse volumique $\mu_1 > \mu_2$.

Déterminer la relation entre h_1 et h_2 à l'équilibre de deux façons différentes.