

EXERCICES FLUIDES AU REPOS

Analyser une expérience

Une seringue contient un volume d'air V . On bouche la seringue et on tire sur le piston. On suppose que la température de l'air à l'intérieur de la seringue ne varie pas.

- Comment varient les grandeurs macroscopiques ρ , P et T caractérisant l'air au cours de cette expérience ?
- À l'échelle microscopique, comment évolue le nombre de chocs avec les parois subis par une molécule en une seconde lors de cette expérience ?

Déterminer la hauteur d'un château d'eau

En utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides, exprimer et calculer la hauteur z_1 d'un château d'eau (présenté p. 232) pour obtenir une surpression de l'eau $|P_2 - P_1| = 3,0 \times 10^5$ bar en sortie de robinet, à $z_2 = 0$.

Force pressante sur le fond d'une bouteille d'huile

La hauteur d'huile dans une bouteille ouverte est $h = 20$ cm. L'aire de la surface inférieure de la bouteille vaut $S = 50$ cm².

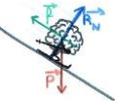
Donnée : masse volumique de l'huile : $\rho_h = 980$ kg · m⁻³.

- Que vaut la pression P au fond de la bouteille d'huile ouverte ?
- Calculer la norme de la force pressante exercée par l'huile sur la face inférieure de la bouteille.

Surpression pulmonaire

Un plongeur remonte de 2,5 m de profondeur à la surface alors que ses poumons contiennent un volume $V = 4,0$ L d'air, pour une contenance maximale $V_{\max} = 5,0$ L. La pression atmosphérique vaut $P_0 = 1,0$ bar .

- Exprimer puis calculer la pression P à la profondeur $h = 2,5$ m.
- Estimer les risques encourus par le plongeur s'il remonte sans expirer.



Mesure de pression et incertitudes liées au capteur

On teste la validité de la loi fondamentale de la statique des fluides dans l'eau.

La mesure de la pression à une profondeur d'eau $h = 10$ cm donne le résultat $P = 1\,021$ hPa, alors que la pression à la surface est la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1\,013$ hPa.

La notice du capteur de pression indique que le capteur peut mesurer des pressions allant de 20 hPa à 2 500 hPa : l'étendue des mesures (*full scale span* en anglais) vaut donc $FSS = 2\,500 - 20 = 2\,480$ hPa.

La précision, ou la tolérance, du capteur est donnée par la formule $\delta = 1,5\% \times FSS$.

Si l'on suppose une distribution uniforme des mesurages autour de la valeur mesurée, l'incertitude-type vaut : $u(P) = \frac{\delta}{\sqrt{3}}$.

- Calculer la précision, ou la tolérance, δ de la mesure.
- Donner le résultat de la mesure de la pression à une profondeur d'eau $h = 10$ cm sous la forme : P avec une incertitude-type $u(P)$
- Ce résultat est-il compatible avec la loi fondamentale de la statique des fluides ?
- Comment pourrait-on améliorer cette expérience ?

Pressurisation des avions

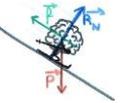
La pression atmosphérique diminue avec l'altitude. Les règlements aéronautiques imposent que tout avion de transport public volant à plus de 6 000 m d'altitude soit pressurisé et qu'il y règne une pression équivalente à la pression atmosphérique à l'altitude de 2 438 mètres.

Données :

Pressions atmosphériques :

- à la surface de la Terre : $P_0 = 1\,013$ hPa ;
- à 2 438 m d'altitude : $P_{2\,438} = 753$ hPa ;
- à 10 000 m d'altitude : $P_{10\,000} = 265$ hPa.

- Indiquer la valeur de la pression P_{int} à l'intérieur de l'habitacle d'un avion volant à une altitude de 10 000 m.
- On considère une surface plane Σ d'aire $S = 1,00$ m² de la coque de l'avion volant à une altitude de 10 000 m. Calculer la norme F_{int} de la force pressante exercée par l'air intérieur sur la surface Σ , puis la norme F_{ext} de la force pressante exercée par l'air extérieur sur Σ .
- Représenter ces forces sur un schéma.
- Que pourrait-il se passer en cas de déchirure de la coque de l'avion ?



Cloche de plongée

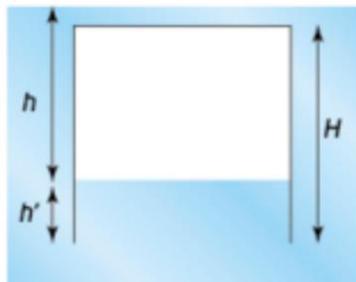
La cloche de plongée est un dispositif permettant de réaliser des activités subaquatiques. La première aurait été utilisée durant l'Antiquité, par Alexandre le Grand. Cet ancêtre de la cloche de plongée, baptisé Colympha, était formé d'un grand tonneau de verre ouvert sur le bas (ci-contre, peinture du XVI^e siècle) dans lequel il aurait exploré les fonds méditerranéens à environ 10 mètres de la surface.



Une cloche de plongée est modélisée par un cylindre, sans plancher, de surface d'aire $S = 1,0 \text{ m}^2$ et de hauteur $H = 2,4 \text{ m}$. Avant d'être descendue dans l'eau, la cloche est entièrement remplie d'air à la pression atmosphérique P_{atm} .

a. Avant de plonger, calculer le volume d'air V_0 emprisonné dans la cloche.

b. La cloche est entièrement immergée et l'eau monte à l'intérieur. La hauteur entre la surface de la mer et la surface d'eau dans la cloche est $h = 6,1 \text{ m}$. La pression de l'air dans la cloche est identique à la pression de l'eau à la profondeur h . Déterminer la valeur de la pression P_1 de l'air contenu dans la cloche.



c. En utilisant la loi de Mariotte, en déduire le volume d'air emprisonné dans la cloche dans ce cas de figure.

d. De quelle hauteur h' est montée l'eau dans la cloche ?

e. Un plongeur prend place dans la cloche. Par mesure de sécurité, la hauteur d'air dans la cloche ne doit pas être inférieure à $d_{\text{lim}} = 60 \text{ cm}$. Quelle profondeur maximale h_{max} peut atteindre la base de la cloche ?