C18 exos supplementaires 31p419,35,38 reel

pour tous les exercices:

Données

- On note z l'altitude et $\vec{k}$, le vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut.
- Relation de Bernoulli sur la ligne de courant (EF) :

$$P_E + \frac{\rho v_E^2}{2} + \rho g z_E = P_F + \frac{\rho v_F^2}{2} + \rho g z_F$$

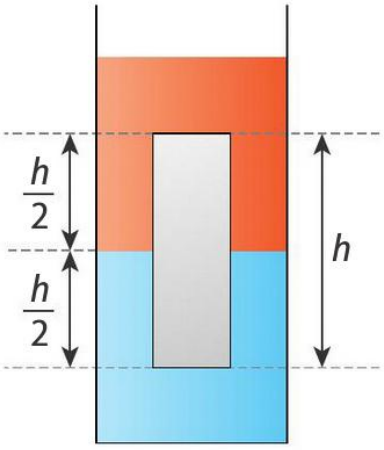
- Norme du champ de pesanteur : $g = 9{,}81\ \text{N·kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau douce : $\rho_e = 1{,}00 \times 10^3\ \text{kg·m}^{-3}$
- Masse volumique de la glace : $\rho_g = 925\ \text{kg·m}^{-3}$
- Masse volumique de l'eau de mer : $\rho_{mer} = 1{,}03 \times 10^3\ \text{kg·m}^{-3}$

31 Flottaison à l'interface

Utiliser un modèle

Dans une grande éprouvette, on introduit deux liquides non miscibles de masses volumiques $\rho_1 = 1\ 200\ \text{kg·m}^{-3}$ et $\rho_2 = 800\ \text{kg·m}^{-3}$, puis un solide cylindrique de hauteur $h = 10$ cm, de section d'aire $S = 10\ \text{cm}^2$ et de masse volumique ρ inconnue.

À l'équilibre, on constate que la moitié du cylindre baigne dans le liquide 1 (en bleu, sur le schéma), l'autre moitié dans le liquide 2 (en rouge).



a. Préciser la direction, le sens et exprimer la norme du poids $\vec{P}$ du cylindre en fonction de ρ, S, h et g.

b. Exprimer la masse m_1 du fluide 1 déplacé en fonction de ρ_1, S, h et g et celle du fluide 2 en fonction de ρ_2, S, h et g.

c. En déduire la poussée d'Archimède $\vec{A}$ exercée sur le cylindre par les fluides dans lesquels il baigne.

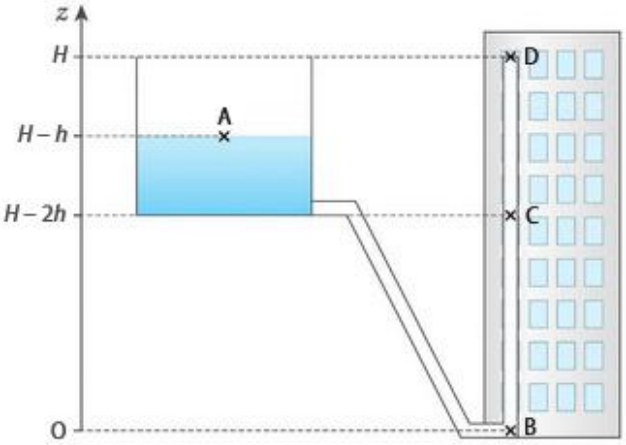
d. En déduire la valeur de ρ.

35 Alimentation en eau d'un gratte-ciel

Exploiter un énoncé

Simulateur
Mécanique des fluides
hatier-clic.fr/pct420

La figure ci-dessous schématise un gratte-ciel de hauteur $H = 150$ m. L'axe (Oz) est vertical, dirigé vers le haut, et le point O est au pied de l'immeuble.



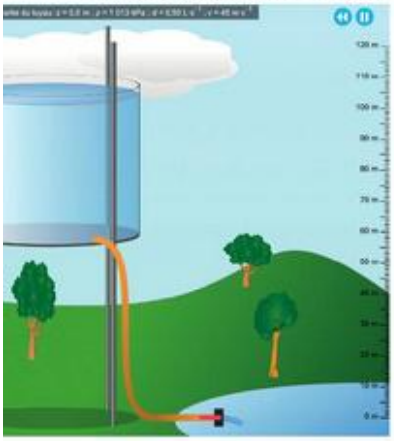
Un réservoir d'eau contient une hauteur d'eau h, A est un point de la surface de l'eau, à l'altitude $H - h$. La hauteur d'eau h restant constante, la vitesse v_A de l'eau en ce point est nulle. B, C et D désignent trois robinets, dont la section de sortie a pour aire $s = 11$ mm^2, aux altitudes respectives $z_B = 0$ m, $z_C = H - 2h$ et $z_D = H$.

L'eau est assimilée à un fluide incompressible et non visqueux. La pression atmosphérique $P_0 = 1{,}0 \times 10^5$ Pa est supposée uniforme dans l'air.

Lors de l'écoulement de l'eau par un robinet, on se place en régime permanent.

1. On ouvre le robinet B. C et D restent fermés.

a. Par application de la relation de Bernoulli entre A et B, exprimer la vitesse de sortie v_B de l'eau par ce robinet en fonction de H, h et g. En déduire le débit $D_{v,B}$ sortant du robinet B en fonction de H, h, g et s.



b. On voudrait remplir un seau de volume $V = 5{,}0$ L en une durée $\Delta t_B = 10$ s. Calculer la valeur de h.

c. Vérifier cette valeur en utilisant le simulateur disponible à l'adresse hatier-clic.fr/pct420.

2. On ouvre le robinet C et on ferme B et D.

a. Grâce au simulateur, déterminer le débit $D_{v,C}$ de l'eau sortant du robinet C.

b. En déduire la durée de remplissage Δt_C du seau de volume $V = 5{,}0$ L.

3. On ouvre le robinet D et on ferme B et C.

On suppose que l'eau s'écoule en D.

a. Par application de la relation de Bernoulli, exprimer v_D^2 en fonction de ρ, h et g.

b. Que peut-on en conclure ?

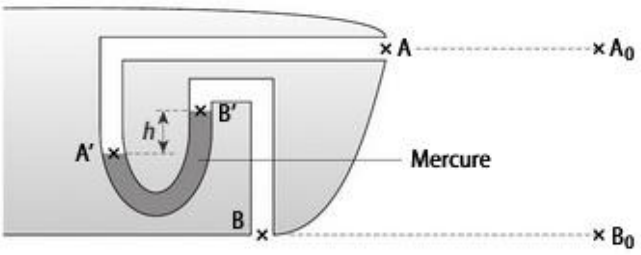
38 Mesure de la vitesse d'un avion par tube de Pitot

Utiliser ses connaissances

Un avion se déplace à la vitesse constante $\vec{v}$ par rapport à l'air qui l'entoure. Dans le référentiel de l'avion, tout se passe comme si l'avion était immobile et l'air se déplaçait à la vitesse $-\vec{v}$ par rapport à l'avion.

Cet avion est muni d'une « sonde à tube de Pitot » : un premier tuyau débouche à l'avant de la sonde et un second sur son flanc.

Le dispositif est décrit dans le schéma ci-dessous.



On travaille dans le référentiel de l'avion.

L'air est assimilé à un fluide incompressible, de masse volumique $\rho_{air} = 1{,}2\ \text{kg·m}^{-3}$, et non visqueux.

Le point A, sur le nez de l'appareil, forme un point d'arrêt car l'air ne peut pas aller plus loin dans le tube : la vitesse de l'air vaut $\vec{v}_A = \vec{0}$.

Au niveau du point B, l'air glisse le long de la carlingue à la vitesse $\vec{v}_B = -\vec{v}$.

a. On considère la ligne de courant horizontale qui joint un point A_0 très loin de l'avion et le point A. La pression en A_0 est égale à la pression atmosphérique P_0.

Par application de la relation de Bernoulli le long de cette ligne, déterminer la pression P_A au point A.

b. On considère la ligne de courant horizontale qui joint un point B_0 très loin de l'avion et le point B. La pression en B_0 est égale à la pression atmosphérique P_0.

Par application de la relation de Bernoulli le long de cette ligne, déterminer la pression P_B au point B.

c. Pour permettre la mesure de la différence de pression entre les points A et B, le dispositif comporte un tube en U relié aux deux tuyaux et dans lequel on place du mercure de masse volumique $\rho_{Hg} = 13{,}5 \times 10^3\ \text{kg·m}^{-3}$.

On admet que les pressions de part et d'autre de la colonne de mercure valent $P_{A'} = P_A$ et $P_{B'} = P_B$.

En plein vol, on observe une différence d'altitude $h = z_{B'} - z_{A'}$ entre les points A′ et B′.

On travaille dans le référentiel de l'avion. Les points A′ et B′ sont immobiles et, dans ce cas, la relation de Bernoulli s'apparente à la loi de la statique des fluides.

En déduire la relation entre $P_{A'}$, $P_{B'}$, ρ_{Hg}, g et h.

d. On mesure une différence d'altitude $h = 7{,}8$ cm.

Calculer la vitesse v de l'avion.

Pour info

Le tube de Pitot n'est pas adapté à la mesure de vitesse des avions supersoniques (dont la vitesse est supérieure ou égale à Mach 1) car l'hypothèse d'incompressibilité de l'air n'est plus valable dans ce cas.