Exercices

30 Scaphandrier

Exploiter un énoncé

Pour marcher au fond de l'eau, un scaphandrier utilise des semelles de plomb. On assimile une de ces semelles à un parallélépipède rectangle dont la masse volumique est $\rho_{Pb} = 11,3 \times 10^3$ kg·m^{-3}.

■ Pourquoi cette semelle coule-t-elle quand on l'immerge dans l'eau ?

32 The kitesurf spot of Tarifa

À l'oral

Pratiquer l'anglais

Tarifa is the name of a city in Spain where the Strait of Gibraltar is the narrowest.

The winds are fast and many kitesurfers practice their sport in the « spot » (a convenient place for practice) of Tarifa.

■ Quote the name of the phenomenon and explain, thanks to the Bernoulli law, why the Mediterranean winds accelerate in Tarifa. One can consider that the air is incompressible and not viscous.

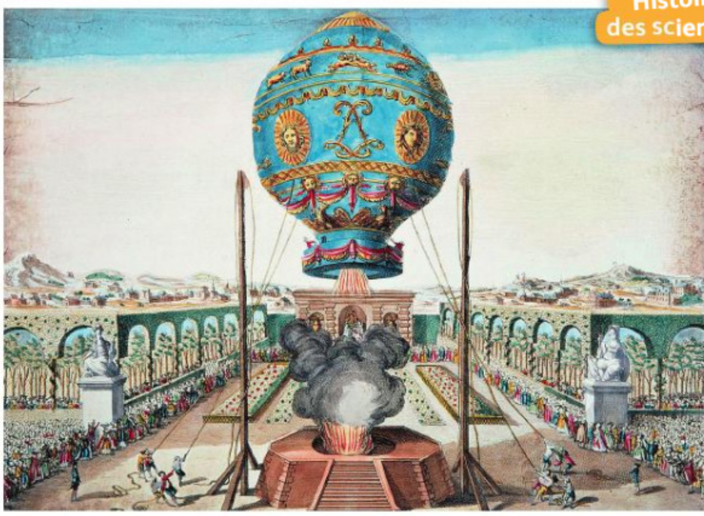
33 Premier vol habité en montgolfière

BAC

Effectuer un calcul

Le 19 octobre 1793, dans le quartier du faubourg Saint-Antoine à Paris, eut lieu le premier vol habité (captif) à bord d'une montgolfière, réalisation des frères Montgolfier, formée d'une enveloppe de toile de coton et de papier, gonflée à l'air chaud.

Histoire des scienc



Le volume de la montgolfière est estimé à $V = 2\,200$ m^3, la masse de l'enveloppe, de la nacelle et de son passager (Jean-François Pilâtre de Rozier), à $m = 500$ kg. On note m_{ac} la masse de l'air chaud qu'elle contient. La montgolfière s'est élevée dans l'air de masse volumique $\rho_a = 1,23$ kg·m^{-3}.

a. Préciser la direction et le sens, et calculer la norme de la poussée d'Archimède $\vec{A}$ exercée sur le système formé de la montgolfière, de l'air chaud qu'il contient et de son passager.

b. En supposant que ce système est resté quelques instants en équilibre mécanique à son altitude maximale de 81 m, exprimer son poids.

En déduire la masse totale du système.

c. Calculer la masse m_{ac} de l'air chaud et en déduire sa masse volumique ρ_{ac}.

d. L'équation d'état du gaz parfait (Chapitre 15) permet de calculer la température de l'air chaud : $T = \dfrac{PM}{\rho_{ac}R}$

Calculer la valeur de la température T avec :

$M = 29$ g·mol^{-1}, $P = 1,0 \times 10^5$ Pa et $R = 8,3$ J·K^{-1}·mol^{-1}.

17 Une conduite dont la section a pour aire $S = 30$ cm^2 apporte l'eau du fond d'un puits jusqu'à une fontaine. A est un point à la surface de l'eau du puits ; C, le point au centre de la conduite au niveau de la sortie de l'eau. Un mouvement du sol provoque un écrasement de la conduite sur quelques centimètres, sa section en K a pour aire $s = 20$ cm^2.

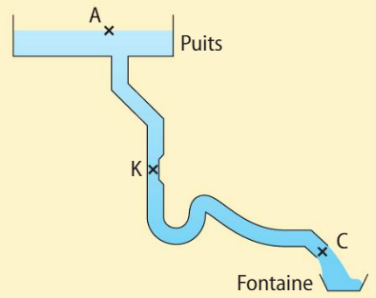
Un ensemble de relevés permet de donner les valeurs de quelques altitudes, pressions et vitesses de l'eau :

Point	A	K	C
Altitude (en m)	15	6	0
Vitesse (en m·s^{-1})	0		
Pression (en Pa)	$P_0 = 1{,}0 \times 10^5$		$P_0 = 1{,}0 \times 10^5$

a Par application de la relation de Bernoulli entre A et C, calculer la vitesse v_C de l'eau sortant en C.

b En déduire le débit volumique de l'eau sortant en C.

c Calculer la vitesse v_K au point K. Pourquoi la pression en K est-elle plus petite que la pression atmosphérique P_0 ?

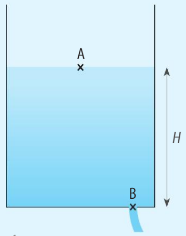


Données

- Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1{,}00 \times 10^3$ kg·m^{-3}
- Norme du champ de pesanteur : $g = 9{,}81$ N·kg^{-1}
- Débit volumique : D_V = vitesse × aire de la section droite
- Relation de Bernoulli sur la ligne de courant (EF) : $P_E + \frac{\rho v_E^2}{2} + \rho g z_E = P_F + \frac{\rho v_F^2}{2} + \rho g z_F$

19 Vidange d'un réservoir par une fuite

Dans un réservoir cylindrique de rayon $R = 5{,}0$ m, la hauteur d'eau initiale vaut $H_{10} = 10$ m. À sa base, une fuite est modélisée par un petit trou en forme de disque de rayon $r = 1{,}0$ cm par lequel l'eau s'échappe. L'ensemble baigne dans l'air à la pression atmosphérique donc $P_A = P_B = P_0$.



a Montrer que $R^2 v_A = r^2 v_B$. En déduire le rapport $\frac{v_A}{v_B}$ et expliquer pourquoi on peut considérer que l'écoulement est permanent.

b Par application de la relation de Bernoulli le long de la ligne de courant qui relie A et B, calculer la vitesse de sortie de l'eau $v_{B,10}$ lorsque la hauteur dans le réservoir vaut $H_{10} = 10$ m.

c En déduire le débit volumique d'eau D_{10} sortant en B quand la hauteur dans le réservoir vaut $H_{10} = 10$ m.

d Le niveau de l'eau dans le réservoir baisse doucement. On suppose que, tant que H reste compris entre 10 m et 9 m, le débit volumique de l'eau sortant en B reste à peu près égal à D_{10}.
En déduire la durée τ_{10} du passage de $H = 10$ m à $H = 9{,}0$ m.

e Calculer de même $V_{B,9}$ quand $H = 9{,}0$ m, le débit D_9 et la durée τ_9 du passage de $H = 9{,}0$ m à $H = 8{,}0$ m, puis τ_8, τ_7, ... et τ_1.

f En déduire une estimation de la durée totale de la vidange du réservoir.

Données

- Relation de Bernoulli sur la ligne de courant (EF) : $P_E + \frac{\rho v_E^2}{2} + \rho g z_E = P_F + \frac{\rho v_F^2}{2} + \rho g z_F$
- Eau : fluide incompressible et non visqueux de masse volumique $\rho_e = 1{,}0 \times 10^3$ kg·m^{-3}
- Aire d'un disque de rayon a : $A = \pi a^2$
- Norme du champ de pesanteur : $g = 9{,}81$ N·kg^{-1}

30 Scaphandrier

Exploiter un énoncé

Pour marcher au fond de l'eau, un scaphandrier utilise des semelles de plomb. On assimile une de ces semelles à un parallélépipède rectangle dont la masse volumique est $\rho_{Pb} = 11{,}3 \times 10^3$ kg·m^{-3}.

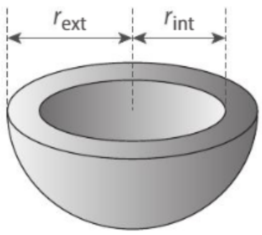
- Pourquoi cette semelle coule-t-elle quand on l'immerge dans l'eau ?

36 Peut-on faire flotter un morceau de plomb ? BAC

Utiliser un modèle

Le plomb est un métal très malléable, de masse volumique $\rho_{Pb} = 11{,}3 \times 10^3$ kg·m^{-3}.

On utilise trois blocs de plomb de même masse $m = 1{,}00$ kg, qu'on modèle en forme de coupelles sphériques de rayon intérieur r_{int} et de rayon extérieur r_{ext}.



Vue en perspective

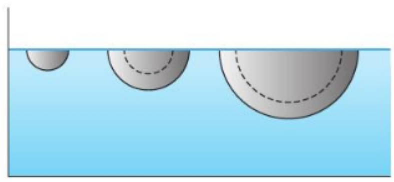
Le volume d'une boule de rayon r est $\frac{4}{3}\pi r^3$.

Voici les dimensions des trois coupelles. (Le rayon intérieur de la première coupelle est nul, c'est une demi-boule.)

	Coupelle 1	Coupelle 2	Coupelle 3
r_{int}	0	4,36 cm	8,30 cm
r_{ext}	3,48 cm	5,00 cm	8,50 cm

a. Vérifier que la masse de chaque coupelle vaut 1,00 kg.

b. On place les trois coupelles dans l'eau douce, comme sur le schéma ci-contre, et on les maintient en évitant soigneusement que l'eau n'entre dans la cavité.



On lâche ensuite les trois coupelles.
Une ou plusieurs coupelles flottent-elles ?