Module 3 :

1. Exercices sur la force d'Archimède

Exercice 1

1) $V_{Cu} = c^3 = (5 \cdot 10^{-2})^3 = 1{,}25 \cdot 10^{-4}\ m^3$
2) $G_{Cu} = m_{Cu} \cdot g = \rho_{Cu} \cdot V_{Cu} \cdot g = 8900 \cdot 1{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 11{,}125\ N$
3) $F_A = \rho_{eau} \cdot V_{Cu} \cdot g = 10^3 \cdot 1{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 1{,}25\ N$
4) $G' = G - F_A = 11{,}125 - 1{,}25 = 9{,}875\ N$

Exercice 2

1) $m_{Zn} = \frac{G}{g} = \frac{50}{10} = 5\ kg$
2) $V_{Zn} = \frac{m_{Zn}}{\rho_{Zn}} = \frac{5}{7140} = 7 \cdot 10^{-4}\ m^3$
3) $F_A = \rho_{méthanol} \cdot V_{Zn} \cdot g = 791 \cdot 7 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 5{,}537\ N$
4) $G' = G - F_A = 50 - 5{,}537 = 44{,}463\ N$

Exercice 3

1) $V_{im} = \frac{F_A}{\rho_{eau} \cdot g} = \frac{0{,}735}{10^3 \cdot 10} = 0{,}735 \cdot 10^{-4}\ m^3$
2) $F_A = \rho_{eau\ salée} \cdot V_{im} \cdot g = 1030 \cdot 0{,}735 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 0{,}75705\ N$

Exercice 4

Flotte ➔ $F_A = G_{total} = G_{bateau} + G_{charge}$ ➔ $G_{charge} = F_A - G_{bateau}$

1) $G_{bateau} = ?$

   $G_{bateau} = m_{bateau} \cdot g = 2 \cdot 10^6 \cdot 10 = 2 \cdot 10^7\ N$
2) $F_A = ?$

   $F_A = \rho_{eau\ de\ mer} \cdot V_{im\ du\ bateau} \cdot g$

   $F_A = 1026 \cdot 10^4 \cdot 10 = 1{,}026 \cdot 10^8\ N$
3) $G_{charge} = 1{,}026 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^7 = 8{,}26 \cdot 10^7\ N$

Exercice 5

$G' = G_{Fe} - F_A$

1) $G_{Fe} = m_{Fe} \cdot g = 1580 \cdot 10 = 15800\ N$
2) $F_A = \rho_{essence} \cdot V_{im\ Fe} \cdot g$

   $$V_{im\ Fe} = V_{Fe} = \frac{m_{Fe}}{\rho_{Fe}} = \frac{1580}{7900} = 0{,}2\ m^3$$

   $F_A = 700 \cdot 0{,}2 \cdot 10 = 1400\ N$
3) $G' = 15800 - 1400 = 14400\ N$

Exercice 6

Flottaison max ➔ flottaison avec le volume max immergé ➔ $F_{A(\text{bouteille entièrement immergée})} = G_{bouteille} + G_{Hg}$

➔ $G_{Hg} = F_{A(\text{bouteille entièrement immergée})} - G_{bouteille}$

1) $G_{bouteille} = m_{bouteille} \cdot g = 75.10^{-3} \cdot 10 = 75.10^{-2}\ N$
2) $F_{A(\text{bouteille entièrement immergée})} = \rho_{eau} \cdot V_{im} \cdot g$

   $V_{im} = V_{bouteille} = 10^{-3}\ m^3$

   $F_A = 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 10\ N$
3) $G_{Hg} = 10 - 75.10^{-2} = 9{,}25\ N$
4) $$m_{Hg} = \frac{G_{Hg}}{g} = \frac{9{,}25}{10} = 0{,}925\ kg$$
5) $$V_{Hg} = \frac{m_{Hg}}{\rho_{Hg}} = \frac{0{,}925}{13600} = 6{,}8.10^{-5}\ m^3 = 68\ cm^3$$

Exercice 7

Le bloc de hêtre flotte ➔ $G_{Hêtre} = F_A$

a) dans eau :
   1) $F_A = G_{Hêtre} = m_{Hêtre} \cdot g = 540.10^{-3} \cdot 10 = 5{,}4\ N$
   2) $F_A = \rho_{eau} \cdot V_{im} \cdot g$ ➔ $$V_{im} = \frac{F_A}{\rho_{eau} \cdot g} = \frac{5{,}4}{10^3.10} = 5{,}4.10^{-4}\ m^3 = 540\ cm^3$$
b) dans eau de mer :
   1) $F_A = G_{Hêtre} = m_{Hêtre} \cdot g = 540.10^{-3} \cdot 10 = 5{,}4\ N$
   2) $F_A = \rho_{eau\ de\ mer} \cdot V_{im} \cdot g$ ➔ $$V_{im} = \frac{F_A}{\rho_{eau\,de\,mer} \cdot g} = \frac{5{,}4}{1026\ .10} = 5{,}26.10^{-4}\ m^3 = 526\ cm^3$$
c) Le bloc de hêtre s'enfonce plus dans l'eau que dans l'eau de mer.

Exercice 8

Le bloc de bois flotte ➔ $G_{bois} = F_A$

1) $F_A = G_{bois} = m_{bois} \cdot g = 78 \cdot 10 = 780$ N

2) $F_A = \rho_{eau\ de\ mer} \cdot V_{im} \cdot g$ ➔ $V_{im} = \dfrac{F_A}{\rho_{eau de mer} \cdot g} = \dfrac{780}{1026.10} = 76.10^{-3}\ m^3$

3) $V_{total\ du\ bois} = V_{émergé} + V_{immergé} = 76.10^{-3} + 249.10^{-3} = 325.10^{-3}\ m^3$

4) $\rho_{bois} = \dfrac{m_{bois}}{V_{bois}} = \dfrac{78}{325.10^{-3}} = 240\ kg/m^3$ ➔ il s'agit du liège.

Exercice 9

1) $F_A = G - G' = 2220 - 820 = 1400$ N

2) $F_A = \rho_{liquide} \cdot V_{im} \cdot g$ ➔ $\rho_{liquide} = \dfrac{F_A}{V_{im} \cdot g} = \dfrac{1400}{200.10^{-3}.10} = 700\ kg/m^3$ ➔ il s'agit de l'essence

Exercice 10

Flotte ➔ $F_A = G_{porte} + G_{Rose}$ ➔ $G_{Rose} = F_A - G_{porte}$

1) $G_{porte} = ?$

   $G_{porte} = m_{porte} \cdot g = 10 \cdot 10 = 100$ N

2) $F_A = ?$

   $F_A = \rho_{eau\ de\ mer} \cdot V_{im\ de\ la\ porte} \cdot g$

   $V_{im\ de\ la\ porte} = \dfrac{4}{5} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 5.10^{-2} = 8.10^{-2}\ m^3$

   $F_A = 1026 \cdot 8.10^{-2} \cdot 10 = 820{,}8$ N

3) $G_{Rose} = 820{,}8 - 100 = 720{,}8$ N

4) $m_{Rose} = \dfrac{G_{Rose}}{g} = \dfrac{720{,}8}{10} = 72{,}08$ kg

Exercice 11

<u>1er schéma</u> :

$F_{A1} = G_1 - G_1' = 8 - 3 = 5$ N

<u>2e schéma</u> :

$F_{A2} = F_{A1} = 5$ N (puisque même volume immergé et même liquide)

➔ le dynamomètre A indique $G_2' = G_2 - FA_2 = 6 - 5 = 1$ N

<u>3e schéma</u>

$F_{A3} = \dfrac{F_{A1}}{2} = \dfrac{5}{2} = 2{,}5$ N (puisque $V_{im3} = \dfrac{V_{im1}}{2}$ et même liquide)

➔ le dynamomètre B indique $G_3' = G_3 - FA_3 = 8 - 2{,}5 = 5{,}5$ N

Exercice 12

1) Volume de la sphère de cuivre :

   $\rho = m / V \Rightarrow V_{Cu} = m_{Cu} / \rho_{Cu}$

   $V_{Cu} = 2{,}7 / 8\,900 \approx 3.10^{-4}\ m^3$

2) Force d'Archimède : $F_A = \rho_{liq} . V_{im} . g$

   $F_A = 791 . 3.10^{-4} . 10 = 2{,}373\ N$

3) Poids de la sphère de cuivre : $G = m . g$

   $G = 2{,}7 . 10 = 27\ N$

4) Force lue au dynamomètre :

   $F_A = G - G' \rightarrow G' = G - F_A$

   $G' = 27 - 2{,}373 = 24{,}627\ N$

Exercice 13

1) Force d'Archimède lorsque le corps est immergé dans l'eau : $F_A = \rho_{eau} . V_{im} . g$

   $F_A = 10^3 . 150 .10^{-6} . 10 = 1{,}5\ N$

   Force lue au dynamomètre :

   $F_A = G - G' \Rightarrow G' = G - F_A$

   $G' = 13{,}5 - 1{,}5 = 12\ N$

2) Force d'Archimède si le corps était totalement immergé dans le mercure : $F_A = \rho_{Hg} . V_{im} .g$

   $F_A = 13{,}6. 10^3 . 150. 10^{-6} . 10 = 20{,}4\ N$

3) Lorsque le corps est totalement immergé :

   $F_A > G$ car $20{,}4\ N > 13{,}5\ N$

   ➔ le corps subit une force dirigée vers le haut qui va l'amener à la surface du liquide, il flottera, une partie étant immergée.

Exercice 14

1) Force d'Archimède exercée par l'eau sur la sphère :

   $F_{A\ eau} = G - G'$

   $= 3{,}57 - 3{,}07 = 0{,}5\ N$

2) Volume de la sphère

   $F_A = \rho_{Liquide} . V_{im} .g \Rightarrow F_{A\ eau} = \rho_{eau}. V_{sphère} .g \Rightarrow V_{sphère} = F_{A\ eau} / (\rho_{eau} . g)$

   $= 0{,}5 / (10^3 . 10) = 5.10^{-5}\ m^3$

3) Masse volumique de la sphère

   $\rho_{sphère} = m_{sphère} / V_{sphère}$

   $G = m . g \Rightarrow G_{sphère} = m_{spère}.g \Rightarrow m_{sphère} = G_{sphère} / g$

   $= 3{,}57 / 10 = 0{,}357\ kg$

   $\rho = m / V \Rightarrow \rho_{sphère} = m_{sphère} / V_{sphère}$

   $= 0{,}357 / 5. 10^{-5}$

   $= 7{,}14. 10^3\ kg / m^3$ ➔ la sphère est en zinc

4) Force d'Archimède exercée par le liquide x sur la sphère

Corps immergé : $F_{A\ liquide\ x} = G - G'_{liquide\ x}$
$= 3{,}57 - 3{,}175$
$= 0{,}395\ N$

or Force d'Archimède : $F_{A\ liquide\ x} = 0{,}395\ N = \rho_{liquide\ x} \cdot V_{sphère} \cdot g$

5) Masse volumique du liquide x :

$F_{A\ liquide\ x} = \rho_{liquide\ x} \cdot V_{sphère} \cdot g \Rightarrow \rho_{liquide\ x} = F_{A\ liquide\ x} / (V_{sphère} \cdot g)$
$= 0{,}395 / (5.10^{-5} \cdot 10)$
$= 790\ kg/m^3$ ➔ acétone

Exercice 15

1) $F_A = \rho_{Liquide} \cdot V_{im} \cdot g$ dans cette formule on connaît : $\rho_{Liquide}$ et g.
On peut déterminer le volume immergé du corps (schéma) : $V_{im} = 650 - 500 = 150\ mL = 150 \cdot 10^{-6}\ m^3$

2) On peut maintenant calculer la force d'Archimède : $F_A = \rho_{Liquide} \cdot V_{im} \cdot g$
$F_A = 1000 \cdot 150 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 1{,}5\ N$

3) Corps flottants ➔ $G = F_A = 1{,}5\ N$

4) $m = G/g = 1{,}5/10 = 0{,}15\ kg$

Exercice 16

Nature du cube	Volume du cube (cm^3)	Nature du liquide	F_A (N)
Cuivre	8	Eau	0,0800 N
Zinc	8	Eau	0,0800 N
Aluminium	8	Eau	0,0800 N
Cuivre	16	Eau	0,1600 N
Cuivre	16	Huile	0,1408 N
Zinc	4	Huile	0,0352 N
Cuivre	4	Eau	0,0400 N
Zinc	8	Huile	0,0704 N

Sur les trois variables reprises dans le tableau, quelle est celle qui n'influence pas la force d'Archimède ?
La nature du cube.
En fonction des informations fournies dans l'énoncé, peut-on être certain de la rigueur scientifique des résultats ? En cas de réponse négative, rédige un nouvel énoncé.
Non, l'énoncé correct serait : complète le tableau ci-contre (toutes les manipulations sont faites au même endroit et les cubes sont totalement immergés).

2. Exercices sur la pression hydrostatique

Exercice 1

1) Pression subie par le bouchon de la part de l'eau : $p = \rho \cdot g \cdot h$ ➔ $p = 1\,000 \cdot 10 \cdot 45.10^{-2}$
$= 4\,500$ Pa
2) Force exercée sur le bouchon par l'eau (dirigée vers le bas) : $p = F / S$ ➔ $F = p \cdot S$
$F = 4\,500 \cdot 14.10^{-4} = 6{,}3$ N
3) Il faut donc exercer, sur le bouchon, une force verticale dirigée vers le haut :
$F_{verticale} > 6{,}3$ N
Remarque : si $F_{verticale} = 6{,}3$ N, il y a équilibre, mais $F_{verticale} > 6{,}3$ N car le poids du bouchon n'est pas nul.

Exercice 2

■ $F_2 = 2 \cdot F_1$

Pression hydrostatique : $p = \rho \cdot g \cdot h$
Dans ce cas, nous avons un même liquide, un même champ de pesanteur et une même hauteur de liquide donc : $p_1 = p_2$
Nous savons également que : $p = F / S$ ⇒ $F = p \cdot S$ donc : $F_1 = p \cdot S_1$ et $F_2 = p \cdot S_2$
comme $S_2 = 2\, S_1$, on peut écrire : $F_2 = p \cdot 2\, S_1 = 2\, F_1$

Exercice 3

$p = \rho \cdot g \cdot h$ ➔ $h = p / (\rho \cdot g)$

$$h = \frac{1\,200}{789.10} = 0{,}15 \text{ m}$$

Exercice 4

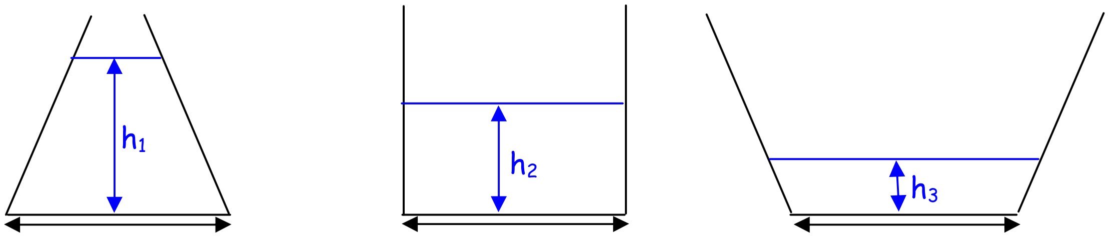
1) Hauteur de liquide dans l'aquarium : $h = 3/4 \cdot h_{aq}$
➔ $h = 3/4 \cdot 0{,}4 = 0{,}3$ m
2) Pression hydrostatique : $p = \rho \cdot g \cdot h$
➔ $p = 1026 \cdot 10 \cdot 0{,}3 = 3\,078$ Pa
3) Aire de la surface du fond de l'aquarium : $S = L \cdot l$
$S = 0{,}6 \cdot 0{,}5 = 0{,}3$ m²
4) Force pressante exercée par l'eau sur le fond de l'aquarium : $p = F/S \Rightarrow F = p \cdot S$
$F = 3\,078 \cdot 0{,}3 = 923{,}4$ N

Exercice 5

$$\left.\begin{array}{l} p_A = \rho_{liquide} \cdot g \cdot 2h \\ p_B = \rho_{liquide} \cdot g \cdot 3h \\ p_C = \rho_{liquide} \cdot g \cdot 2h \\ p_D = \rho_{liquide} \cdot g \cdot 4h \end{array}\right\} \text{Voir schéma}$$

$p_A = 1/2\, p_D$
$p_B = 3/2\, p_C$
$p_B = 3/4\, p_D$
$p_C = p_A$
$p_A = 2/3\, p_B$

Exercice 6



La pression régnant au fond d'un vase est $p = \rho_{liquide} \, . \, g \, . \, h$

or : même liquide

même g

mais $h_1 > h_2 > h_3$ (les hauteurs du liquide dans chacun des récipients)

On peut conclure que $p_1 > p_2 > p_3$

La force pressante exercée par l'eau sur le fond du récipient est $F = p \, . \, S$

or : même surface et $p_1 > p_2 > p_3$

➔ On peut conclure que $F_1 > F_2 > F_3$

Exercice 7

$$\left.\begin{array}{l} h_A = 25 - 7 = 18 \text{ m} \\ h_B = 25 - 4 = 21 \text{ m} \\ h_C = 25 + 1 = 26 \text{ m} \\ h_D = 25 - 15 = 10 \text{ m} \end{array}\right\} \text{Voir schéma}$$

➔ $p_A = \rho_{eau} \, . \, g \, . \, h_A = 10^3.10.\ 18 = 18.10^4 \text{ Pa} = 1800 \text{ hPa}$

$P_B = \rho_{eau} \, . \, g \, . \, h_B = 10^3.10.\ 21 = 21.10^4 \text{ Pa} = 2100 \text{ hPa}$

$P_C = \rho_{eau} \, . \, g \, . \, h_C = 10^3.10.\ 26 = 26.10^4 \text{ Pa} = 2600 \text{ hPa}$

$P_D = \rho_{eau} \, . \, g \, . \, h_D = 10^3.10.\ 10 = 10.10^4 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$

Exercice 8

Il faut que $p_A = p_B$

➔ il faut que $\rho_{eau} \, . \, g \, . \, h_{eau} = \rho_{méthanol} \, . \, g \, . \, h_{méthanol}$

➔ $h_{méthanol} = \dfrac{\rho_{eau} . \cancel{g} . h_{eau}}{\rho_{méthanol} . \cancel{g}} = \dfrac{10^3.10.10^{-2}}{800} = 0{,}125 \text{ m} = 12{,}5 \text{ cm}$

3. Exercices sur la force d'Archimède dans les gaz

Exercice 1

La force d'Archimède tend à faire monter le ballon.

$F_A = \rho . g . V_{im}$

$F_A = \rho_{air} . g . V_{ballon} = 1{,}293 . 10 . 1\,000 = 12\,930$ N

S'opposent à la force d'Archimède, le poids total du ballon (enveloppe vide, nacelle, aéronaute et hélium).

$G_{ballon} = 5\,800$ N

Poids de l'hélium :

$\rho = m / V \Rightarrow m_{He} = V_{He} . \rho_{He}$

$m = 1\,000 . 0{,}1785 = 178{,}5$ kg

$G = m . g \Rightarrow G_{He} = m_{He} . g = 178{,}5 . 10 = 1\,785$ N

Poids total (ballon + hélium)

$G_{total} = G_{ballon} + G_{He} = 5\,800 + 1\,785 = 7\,585$ N

Puisque $F_A > G_{total}$, le ballon monte, la force ascensionnelle serait, sans lest, de :

$F_{ascentionnelle\ sans\ lest} = F_A - G_{total}$

➔ $F_{ascentionnelle\ sans\ lest} = 12\,930 - 7\,585 = 5\,345$ N

Or, on souhaite que la force ascensionnelle soit de 200 N.

Il faut donc réduire la force ascensionnelle de : 5 345 - 200 = 5 145 N

Cette force correspond à un lest de :

$G = m.g$ ➔ $m = G / g$

$G = 5\,145 / 10 = 514{,}5$ kg

Exercice 2

Forces verticales en présence :

- dirigées vers le bas : $G_{total} = G_{ballon} + G_{air\ chaud}$
- dirigée vers le haut : $F_{A\ ballon}$

Poids du ballon : $G_{ballon} = m_{ballon} . g = 0{,}250 . 10 = 2{,}5$ N

Poids de l'air chaud : $\rho = m/V \Rightarrow m = \rho . V$

$m = 0{,}9 . 1 = 0{,}9$ kg

$G_{air\ chaud} = m . g$

$= 0{,}9 . 10 = 9$ N

Poids total :

$G_{total} = G_{ballon} + G_{air\ chaud} = 2{,}5 + 9 = 11{,}5$ N

Force d'Archimède

$F_A = \rho_{air\ 20°C} . g . V_{im}$

$= 1{,}204 . 10 . 1 = 12{,}04$ N

➔ la montgolfière monte puisque $F_A > G$

Exercice 3

1) $V_{ballon} = V(H_2) = \frac{15000}{5} = 3000 \text{ m}^3$

2) $G(H_2) = m(H_2) \cdot g = \rho(H_2) \cdot V(H_2) \cdot g = 0{,}0899 \cdot 3000 \cdot 10 = 2697 \text{ N}$

3) $G_{total} = G_{ballon} + G(H_2) = 35700 + 2697 = 38397 \text{ N}$

4) $F_A = \rho_{air} \cdot V_{ballon} \cdot g = 1{,}293 \cdot 3000 \cdot 10 = 38790 \text{ N}$

5) $F_{ascensionnelle} = FA - G = 38790 - 38397 = 393 \text{ N}$

Exercice 4

1) $V_{ballon} = V(H_2) = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4\pi 4^3}{3} = 268 \text{ m}^3$

2) $G(H_2) = m(H_2) \cdot g = \rho(H_2) \cdot V(H_2) \cdot g = 0{,}09 \cdot 268 \cdot 10 = 241 \text{ N}$

3) $G_{total} = G_{ballon} + G(H_2) = 850 + 241 = 1091 \text{ N}$

4) $F_A = \rho_{air} \cdot V_{ballon} \cdot g = 1{,}3 \cdot 268 \cdot 10 = 3484 \text{ N}$

5) $F_{ascensionnelle\ sans\ lest} = FA - G = 3484 - 1091 = 1393 \text{ N}$

6) $G_{lest} = F_{ascensionnelle\ sans\ lest} - F_{as\ voulue} = 1393 - 6 = 1387 \text{ N}$

7) $m_{lest} = 138{,}7 \text{ kg}$