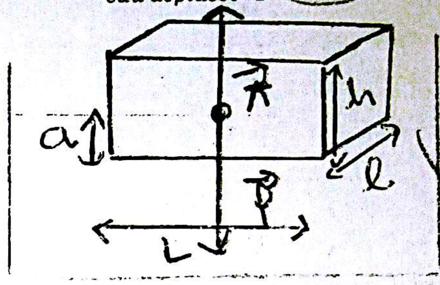
Corrigé de l'Examen de Physique

Exercice 01

1. ***Les forces exercées sur le navire :***
   - Le poids du navire : $P = m_{navire} \cdot g$ 0,5
   - La poussée d'Archimède exercée par l'eau de la mer sur le navire : $\pi = m_{eau\ déplacée} \cdot g$ 0,5
2. ***La hauteur de la coque immergée quand le navire est vide :***



0,5

A l'équilibre, on a : $P = \pi$

Avec :

0,5

$$\left.\begin{array}{c} P = m_{navire} \cdot g \\ \pi = m_{eau\ deplacee} \cdot g \\ m_{eau\ déplacée} = \rho_{eau\ déplacée} \cdot V_{eau\ déplacée} \\ V_{eau} = V_{coque\ immérgée} \\ V_{coque\ immérgée} = L.l.a \end{array}\right\} \Rightarrow P = \pi \Rightarrow m_{navire} \cdot g = \rho_{eau\ déplacée} \cdot (L.l.a).g$$

$$\Rightarrow a = \frac{m_{navire}}{\rho_{eau\ déplacée} \cdot (L.l)}$$ 0,5

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{c} m_{navire} = 2{,}7.10^7 Kg \\ \rho_{eau\ déplacée} = 1025\ Kg.m^{-3} \\ L = 153\ m \\ l = 25\ m \end{array}\right\} \Rightarrow a = \frac{2{,}7.10^7}{1025 * 153 * 25} \Rightarrow a = 6{,}89\ m$$ 0,5

3. ***La hauteur de la coque immergée quand le navire est chargé :***

A l'équilibre, on a : P = π

Avec :

$$\left.\begin{array}{c} P = (m_{navire} + m_{charge}) \cdot g \\ \pi = m_{eau\ déplacée} \cdot g \\ m_{eau\ déplacée} = \rho_{eau\ déplacée} \cdot V_{eau\ déplacée} \\ V_{eau} = V_{coque\ immérgée} \\ V_{coque\ immérgée} = L.l.a' \end{array}\right\} \Rightarrow P = \pi \Rightarrow (m_{navire} + m_{charge}) \cdot g = \rho_{eau\ déplacée} \cdot (L.l.a').g$$

0,5

$$\Rightarrow a' = \frac{(m_{navire} + m_{charge})}{\rho_{eau\ déplacée} \cdot (L.l)}$$ 0,5

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{c} m_{navire} = 2{,}7.10^7 Kg \\ m_{charge} = 1{,}3.10^7 Kg \\ \rho_{eau\ déplacée} = 1025\ Kg.m^{-3} \\ L = 153\ m \\ l = 25\ m \end{array}\right\} \Rightarrow a' = \frac{(2{,}7.10^7 + 1{,}3.10^7)}{1025 * 153 * 25} \Rightarrow a = 10{,}20\ m$$

0,5

4. *La charge maximale*

A l'équilibre, on a : $P = \pi$

Avec :

0,5

$$\left.\begin{array}{r} P = (m_{navire} + m_{charge}).\,g \\ \pi = m_{eau\ déplacée}.\,g \\ m_{eau\ déplacée} = \rho_{eau\ déplacée}.\,V_{eau\ déplacée} \\ V_{eau} = V_{coque\ immergée} \\ V_{coque\ immergée} = L.\,l.\,a'' \end{array}\right\} \Rightarrow P = \pi \Rightarrow (m_{navire} + m_{charge}).\,g = \rho_{eau\ déplacée}.\,(L.\,l.\,a').\,g$$

$$\Rightarrow m_{charge} = \rho_{eau\ déplacée}.\,(L.\,l.\,a') - m_{navire}$$

0,5

Application numérique :

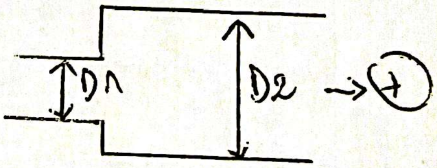
$$\left.\begin{array}{r} \rho_{eau\ déplacée} = 1025\ Kg.\,m^{-3} \\ L = 153\ m \\ l = 25\ m \\ a'' = 13\ m \\ m_{navire} = 2{,}7.\,10^{7} Kg \end{array}\right\} \Rightarrow m_{charge} = 1025 * 153 * 25 * 13 - 2{,}7.\,10^{7} \Rightarrow m_{charge} = 2{,}4.\,10^{7}\ Kg$$

0,5

Puisque $2{,}4.\,10^{7}\ Kg > 1{,}3.\,10^{7}\ Kg$: le navire sortira du port sans qu'il touche les fonds marins.

Exercice 02

1. *La vitesse d'écoulement dans le tronçon 1 :*



D'après l'équation de continuité d'écoulement, on a : $Q_1 = Q_2$

$$\text{Avec : } \left.\begin{array}{r} Q = S.\,v \\ S = \pi.\,R^2 \\ R = \frac{D}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow S_1.\,v_1 = S_2.\,v_2 \Rightarrow \pi.\left(\frac{D_1}{2}\right)^2.\,v_1 = \pi.\left(\frac{D_2}{2}\right)^2.\,v_2 \Rightarrow v_1 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2.\,v_2$$

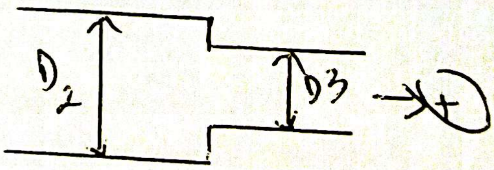
0,5 1

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{r} D_1 = 20\ cm = 20.\,10^{-2} m \\ D_2 = 60\ cm = 60.\,10^{-2} m \\ v_2 = 1\ m.\,s^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow v_1 = \left(\frac{60.\,10^{-2}}{20.\,10^{-2}}\right)^2 * 1 \Rightarrow v_1 = 9\ m.\,s^{-1}$$

0,5

2. *La vitesse d'écoulement dans le tronçon 3 :*



D'après l'équation de continuité d'écoulement, on a : $Q_2 = Q_3$

$$\text{Avec : } \left.\begin{array}{r} Q = S.\,v \\ S = \pi.\,R^2 \\ R = \frac{D}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow S_2.\,v_2 = S_3.\,v_3 \Rightarrow \pi.\left(\frac{D_2}{2}\right)^2.\,v_2 = \pi.\left(\frac{D_3}{2}\right)^2.\,v_3 \Rightarrow v_3 = \left(\frac{D_2}{D_3}\right)^2.\,v_2$$

0,5 1

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{r} D_2 = 60\ cm = 60.\,10^{-2} m \\ D_3 = 40\ cm = 40.\,10^{-2} m \\ v_2 = 1\ m.\,s^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow v_3 = \left(\frac{60.\,10^{-2}}{40.\,10^{-2}}\right)^2 * 1 \Rightarrow v_3 = 2{,}25\ m.\,s^{-1}$$

0,5

Exercice 03

1. ***La vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite :***

Par application du théorème de BERNOULLI entre les points A et B, on a :

Au point A : $E_{m\,A} = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g h_A + P_A$

Au point B : $E_{m\,B} = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g h_B + P_B$

0,5

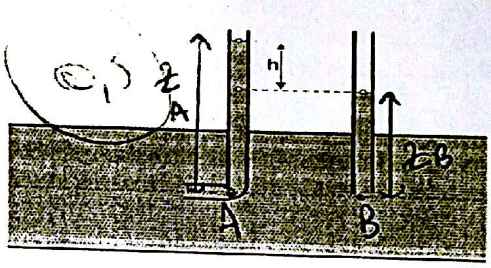
$$E_m = constante \Rightarrow E_{m\,A} = E_{m\,B} \Rightarrow \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g h_A + P_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g h_B + P_B$$

0,5

Avec .

0,5

- $v_A = 0\, m.s^{-1}$: Point mort
- $h_A = h_B = 0\, m$: même niveau que l'origine des hauteurs
- $P_A = P_0 + \rho g z_A$: principe de l'hydrostatique
- $P_B = P_0 + \rho g z_B$: principe de l'hydrostatique
- $z_A - z_B = h$



Finalement :

$$\frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g h_A + P_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g h_B + P_B \Rightarrow P_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + P_B \Rightarrow P_0 + \rho g z_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + P_0 + \rho g z_B$$

0,5

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\rho v_B^2 = \rho g (z_A - z_B) \Rightarrow \frac{1}{2}\rho v_B^2 = \rho g h \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$

1

Application numérique :

$$\left.\begin{matrix} g = 10\, m.s^{-2} \\ h = 3{,}2\, m \end{matrix}\right\} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 * 10 * 3{,}2} \Rightarrow v_B = 8\, m.s^{-1}$$

0,5

2. ***Le débit volumique de l'écoulement :***

Par définition du débit volumique, on a :

$$\left.\begin{matrix} Q = S.v \\ S = \pi.R^2 \\ R = \dfrac{D}{2} \end{matrix}\right\} \Rightarrow Q = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 .v_B$$

0,5

Application numérique :

$$\left.\begin{matrix} D = 40\, mm = 40.10^{-3}\, m \\ v_B = 8\, m.s^{-1} \end{matrix}\right\} \Rightarrow Q = 3{,}14 * \left(\frac{40.10^{-3}}{2}\right)^2 * 8 \Rightarrow Q = 0{,}01\, m^3.s^{-1}$$

0,5

Exercice 04

1. ***L'angle de réfraction β :***

Par application de la loi de Snell-Descartes de la réfraction, on a :

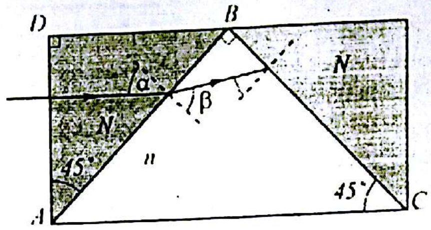
$$N.sin\alpha = n.sin\beta \Rightarrow sin\beta = \left(\frac{N}{n}\right).sin\alpha$$

1

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{c} N = 1{,}5 \\ n = 1 \\ \alpha = 30° \Rightarrow sin\alpha = 0{,}5 \end{array}\right\} \Rightarrow sin\beta = \left(\frac{1{,}5}{1}\right).0{,}5 = 0{,}75 \Rightarrow \beta = arcsin(0{,}75) = 48{,}59°$$

1



2. ***L'angle de réfraction β :***

Par application de la loi de Snell-Descartes de la réfraction, on a :

$$N.sin\alpha = n.sin\beta \Rightarrow sin\beta = \left(\frac{N}{n}\right).sin\alpha$$

Application numérique :

$$\left.\begin{array}{c} N = 1{,}5 \\ n = 1 \\ \alpha = 50° \Rightarrow sin\alpha = 0{,}77 \end{array}\right\} \Rightarrow sin\beta = \left(\frac{1{,}5}{1}\right).0{,}77 = 1{,}15 \Rightarrow \beta = arcsin(1{,}15) = impossible$$

1

Pour $\alpha = 50°$, aucun rayon n'est réfracté et la totalité des rayons incidents sont réfléchis. 1

La réflexion totale est obtenue pour : $sin\alpha = \left(\frac{n}{N}\right).\sin 90° \Rightarrow \alpha = 41{,}81°$ 1

Scanned by CamScanner