

CORRECTION des EXERCICES du CHAPITRE 4

EXERCICE 1 : Conversions sur les débits

Convertir les débits suivants en m^3/s et en L/h :

- 1- $27 \text{ m}^3/\text{s}$
- 2- $3,5 \text{ L/s}$
- 3- 3500 L/min

$$27 \text{ m}^3/\text{s} = 27 \times 10^3 \text{ L/s} = 9,72 \times 10^7 \text{ L/h}$$

$$3,5 \text{ L/s} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,26 \times 10^4 \text{ L/h}$$

$$3500 \text{ L/min} = 58,33 \text{ L/s} = 58,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$3500 \text{ L/min} = 2,1 \times 10^5 \text{ L/h}$$

EXERCICE 2 : Fuite d'eau

Le système défectueux d'une chasse d'eau laisse s'échapper l'équivalent d'un verre d'eau, soit 12 cL par minute.

- 1- Calculer le débit volumique correspondant à cette fuite en L/min puis en L/h .
- 2- Quel serait le volume d'eau gaspillé en une année à cause de cette fuite ?
- 3- En déduire le coût annuel du gaspillage lorsque le mètre-cube d'eau revient à 2,50 euros.

$$1- 12 \text{ cL/min} = 0,12 \text{ L/min} = 0,12 \times 60 = 7,2 \text{ L/h}$$

$$2- \text{Volume} = Q_v \times \text{temps} = 7,2 \times (365 \times 24) = 63\,072 \text{ L} = 63,072 \text{ m}^3$$

$$3- \text{Prix} = 63,072 \times 2,50 = 157,68 \text{ euros}$$

EXERCICE 3 : Lave-linge

Le débit volumique indiqué sur la plaque signalétique d'une pompe de lave-linge est de 10 L/min .

Le rinçage nécessite 18 L d'eau.

Quelle est la durée d'évacuation de l'eau ?

$$\text{temps} = \frac{\text{volume}}{Q_v}$$

$$\text{temps} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ min soit } 108 \text{ secondes}$$

EXERCICE 4 : Débit cardiaque

Dans les conditions de repos, le débit cardiaque à la sortie de l'aorte est environ égal à 6 L/min chez un adulte.

On considère l'aorte de section $S = 3 \text{ cm}^2$.

Le sang s'écoule dans cette artère à une vitesse moyenne v_{moy} .

La masse volumique du sang est $\rho_{\text{sang}} = 1060 \text{ kg/m}^3$.

- 1- Calculer le débit volumique du sang en m^3/s .
- 2- Calculer le débit massique du sang.
- 3- Calculer la vitesse moyenne v_{moy} d'écoulement du sang dans l'artère.

$$1- Q_v = 6 \text{ L/min} = (6 \times 0,001) \text{ m}^3/\text{min} = (0,006 : 60) \text{ m}^3/\text{s} = 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2- Q_m = Q_v \times \rho_{\text{sang}} = 10^{-4} \times 1060 = 0,106 \text{ kg/s}$$

$$3- v_{\text{moy}} = \frac{Q_v}{S} = \frac{10^{-4}}{3 \times 10^{-4}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$$

EXERCICE 5 : Relation de continuité

- 1- De l'eau s'écoule dans une conduite de $30,0 \text{ cm}$ de diamètre à la vitesse de $0,50 \text{ m.s}^{-1}$.

Calculer le débit volumique en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ et en L.min^{-1} .

- 2- Dans une conduite de $30,0 \text{ cm}$ de diamètre, l'eau s'écoule avec un débit volumique de 1800 L.min^{-1} .

a- Calculer la vitesse moyenne d'écoulement.

b- Le diamètre devient égal à $15,0 \text{ cm}$. Calculer la nouvelle valeur de la vitesse moyenne d'écoulement de l'eau.

$$1) Q_v = S \times V_{\text{moy}} = \pi \times D^2 / 4 \times V_{\text{moy}} = \pi \times (30 \times 10^{-2})^2 / 4 \times 0,50 = 0,035 \text{ m}^3/\text{s} = 2100 \text{ L/min}$$

$$2) a) V_{\text{moy}}' = Q_v / S = 0,035 / (\pi \times (30 \times 10^{-2})^2 / 4) = 0,42 \text{ m/s}$$

$$b) V_{\text{moy}}' = Q_v / S = 0,035 / (\pi \times (15 \times 10^{-2})^2 / 4) = 1,7 \text{ m/s}$$

On remarque une vitesse 4 x plus grande avec une canalisation 2 fois plus petite

EXERCICE 6 : Conduite d'aspiration d'air

On s'intéresse à une conduite d'aspiration de l'air extérieur supposée horizontale.

L'air sec est considéré comme un fluide incompressible de masse volumique $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ constante dans les conditions de fonctionnement de l'installation.

Le débit d'air est $Q = 0,85 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le diamètre de la canalisation est $D = 12 \text{ cm}$.

- 1- Calculer la vitesse de l'air dans la canalisation.
- 2- Calculer le débit massique.
- 3- Calculer la vitesse de l'air si le diamètre de la canalisation devient $D = 6 \text{ cm}$?

$$1- v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S}$$

Il faut calculer la section de canalisation avec la formule $S = \pi \times R^2 = \pi \times (d^2/4)$

$$\text{Soit } v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S} = \frac{0,85}{\pi \times 0,12^2 / 4} = 75 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2- Qm = Qv \times \rho = 0,85 \times 1,2 = 1,02 \text{ kg/s}$$

$$3- \text{ Si le diamètre de canalisation devient } 6 \text{ cm au lieu de } 12 \text{ cm : } v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S} = \frac{0,85}{\pi \times 0,06^2 / 4} = 300 \text{ m.s}^{-1}$$

EXERCICE 7 : Lance à incendie

En France, les pompiers disposent de lances de grande puissance, de 1000 L/min, avec un diamètre d'entrée de 100 mm et un diamètre de sortie de 25 mm.

- 1- Calculer la vitesse de l'eau dans le tuyau.
- 2- Calculer la vitesse de l'eau en sortie de lance.
- 3- Calculer le volume d'eau projetée en 25 minutes.

$$1- v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S} = \frac{1000 \times 10^{-3} : 60}{\pi \times (\frac{0,100^2}{4})} = 2,1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2- v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S} = \frac{1000 \times 10^{-3} : 60}{\pi \times (\frac{0,0250^2}{4})} = 33,9 \text{ m.s}^{-1}$$

$$3- \text{ Volume} = Qv \times \text{temps} = (1000 \times 10^{-3} : 60) \times 25 \times 60 = 25 \text{ m}^3$$

EXERCICE 8 : Oléoduc

Calculer le diamètre d'une canalisation transportant 2,0 t/h de pétrole, sachant que sa densité est $d = 0,82$ et sa vitesse moyenne d'écoulement est $v_{\text{moy}} = 50 \text{ cm/s}$.

$$\text{Il faut déjà calculer le débit volumique à partir du débit massique : } Qv = \frac{Qm}{\rho} = \frac{2,0 \times 10^3}{820} = 2,44 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 6,78 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\rightarrow d = 0,82 \text{ donc } \rho = d \times \rho_{\text{eau}} = 0,82 \times 1000 = 820 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow \text{on divise par } 3600 \text{ pour passer des m}^3/\text{h en m}^3/\text{s}.$$

$$\text{Puis d'après la formule } Qv = S \times v_{\text{moy}} : S = \frac{Qv}{v_{\text{moy}}} = \frac{6,78 \times 10^{-4}}{0,50} = 1,36 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Or } S = \pi \times R^2 \text{ donc } R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{1,36 \times 10^{-3}}{\pi}} = 0,021 \text{ m}$$

$$\text{D'où un diamètre } D = 2 R = 0,042 \text{ m} = 4,2 \text{ cm}$$

EXERCICE 9 : Coulée d'une pièce en alliage

On désire couler par gravité une pièce en alliage d'aluminium dans une coquille.

On donne :

- Masse de la pièce : $M = 0,162 \text{ kg}$
- Masse volumique de l'alliage : $\rho = 2,7 \text{ kg.dm}^{-3}$
- Section du trou d'attaque de remplissage : $S = 80 \text{ mm}^2$

Chaque pièce est coulée en un temps Δt de 2 secondes.

- 1- Calculer le débit massique Qm de l'alliage au niveau du point d'attaque de la coulée (point A).
- 2- Calculer la vitesse du fluide au point A pendant la coulée, cette vitesse étant considérée comme constante pendant toute l'opération.

$$Qm = \frac{\text{masse}}{\text{temps}} = \frac{0,162}{2} = 0,081 \text{ kg.s}^{-1}$$

$$\text{On commence par calculer } Qv : Qv = \frac{Qm}{\rho} = \frac{0,081}{2,7 \times 10^3} = 3 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Puis } v_{\text{moy}} = \frac{Qv}{S} = \frac{3 \times 10^{-5}}{80 \times 10^{-6}} = 0,375 \text{ m.s}^{-1}$$

