

2 Exercice résolu

La trompe à eau

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

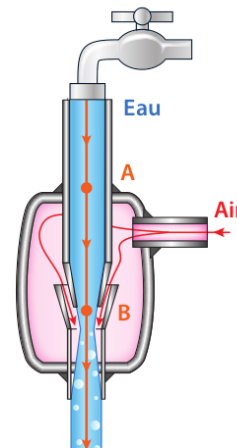
Une trompe à eau est un dispositif qui permet d'obtenir une dépression par effet Venturi. Elle est souvent utilisée en chimie afin de réaliser des filtrations ou des distillations sous pression réduite. La trompe se branche sur un robinet afin de faire circuler de l'eau dans une canalisation dont le diamètre diminue (voir schéma ci-contre, qui n'est pas à l'échelle).

Extrait de la notice d'une trompe à eau en laiton chromé

Consommation d'eau : 330 L/h.

Rayons intérieurs en A et B : $r_A = 1,0 \text{ cm}$; $r_B = 1,5 \text{ mm}$.

Distance entre A et B : 10 cm.



1. Montrer qu'en régime permanent indépendant du temps, le débit volumique D_v de la trompe à eau est $9,17 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Calculer la valeur v_A de la vitesse d'écoulement de l'eau en A.
3. Calculer la valeur v_B de la vitesse d'écoulement de l'eau en B.
4. Calculer la différence de pression $\Delta P = P_B - P_A$ entre A et B.
5. Justifier le sens de circulation de l'air dans la trompe à eau.

Données

- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- On considère que la relation de Bernoulli, $\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$, peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps.

17 Connaître les critères de réussite

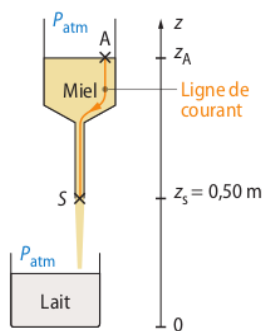
Du yaourt au miel

| Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Dans une laiterie, afin d'aromatiser des yaourts, du miel s'écoule d'un réservoir dans une cuve contenant du lait à travers un tuyau de diamètre $d = 12,5 \text{ mm}$, suivant le schéma ci-contre.

Le miel est considéré comme un liquide incompressible dont on néglige la viscosité.

Le réservoir est parallélépipédique et de grandes dimensions par rapport à celles de la cuve.



1. La durée de remplissage de la cuve d'un volume $V = 41 \text{ L}$ de miel est $\Delta t = 2,0 \text{ min}$. Calculer le débit volumique D_v d'écoulement du miel dans la cuve en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Calculer la valeur v_s de la vitesse d'écoulement du miel dans le tuyau.
3. La valeur de la vitesse du miel en A est considérée comme négligeable devant la valeur de la vitesse du miel dans le tuyau. Exprimer puis calculer la coordonnée verticale z_A de la position A.

Données

- Masse volumique du miel : $\rho_{\text{miel}} = 1\,042 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

24 Résolution de problème

→ Fiche 1 p. 452

Jet d'eau

| Construire les étapes d'une résolution de problème.

- La hauteur théorique prévue pour le jet d'eau du roi Fahd est-elle celle observée ?

A Un jet d'eau impressionnant



Le jet d'eau du roi Fahd est l'emblème de la ville de Djeddah en Arabie Saoudite. L'eau est éjectée avec une vitesse de valeur $375 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; la hauteur du jet peut atteindre 312 m. L'eau liquide est supposée incompressible.

Données

- La pression atmosphérique est liée à l'altitude z par :

$$P_{\text{atm}} = P_0 \times e^{-k \times z}$$
avec $P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ et $k = 1,14 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$.
- On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible comme l'eau en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

25 Quand le vent souffle

Exploiter des informations ; effectuer des calculs ; mobiliser et organiser ses connaissances.

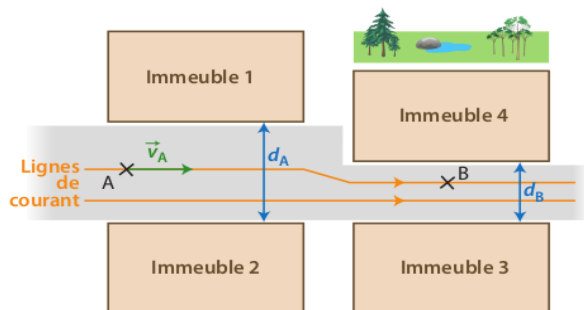


Quatre immeubles de hauteur H sont implantés au bord d'une place comprenant un rétrécissement ; la distance entre les immeubles 1 et 2 est $d_A = 80,0$ m, puis est réduite à $d_B = 60,0$ m entre les immeubles 3 et 4.

La situation est schématisée en vue aérienne ci-après. La pression à l'intérieur de tous les immeubles est égale à la pression P_A de l'air entre les immeubles 1 et 2. Une vitre peut casser si elle est soumise à des forces pressantes de valeurs très différentes de part et d'autre du vitrage.

Un jour de tempête, la valeur v_B de la vitesse du vent est supérieure à la valeur $v_A = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

On peut considérer que dans ces conditions, l'air se comporte comme un fluide incompressible qui s'écoule en régime permanent indépendant du temps.



1. a. Indiquer l'évolution du débit volumique de l'air entre les positions A et B.

b. Exprimer la valeur v_B de la vitesse entre les bâtiments 3 et 4 en fonction de v_A , d_A et d_B . La calculer.

2. a. Calculer la différence de pression de l'air $P_A - P_B$ de part et d'autre des vitres des immeubles 3 et 4 donnant sur la place.

b. Schématiser, sans souci d'échelle mais de façon cohérente, les forces pressantes qui s'exercent sur une vitre de l'immeuble 4 donnant sur la place.

c. Calculer la différence entre les valeurs des forces pressantes qui s'exercent de part et d'autre d'une vitre de surface $S = 6,0 \text{ m}^2$ de l'immeuble 4 donnant sur la place.

d. Déterminer la masse d'un objet dont le poids aurait la même valeur que celle de cette somme de forces pressantes. Conclure.

Données

• On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

• Masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

22 À chacun son rythme

Tuyau d'arrosage

Faire un schéma adapté ; effectuer des calculs ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

Un particulier a placé, sur son installation d'arrosage, un réducteur de pression.

Il permet de maintenir constante la pression de l'eau, au niveau de l'entrée d'un tuyau d'arrosage raccordé au réducteur, à une valeur maximale de 3,0 bar ($1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$).

Un tuyau cylindrique de diamètre d'entrée $d_E = 15 \text{ mm}$ est fixé à la sortie du réducteur de pression. L'autre extrémité est munie d'un embout, ou lance d'arrosage, de diamètre de sortie $d_S = 10 \text{ mm}$.

L'eau est considérée comme incompressible avec $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. En écoulement permanent indépendant du temps, la vitesse de l'eau à l'entrée du tuyau a pour valeur $v_E = 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La lance d'arrosage et le raccord du tuyau au réducteur sont supposés être à la même altitude. La pression atmosphérique est $P_{\text{atm}} = 1,01 \text{ bar}$.



Énoncé compact

Montrer qu'en cycle d'arrosage, la pression à l'entrée du tuyau est compatible avec celle que le réducteur de pression peut maintenir.

Énoncé détaillé

- Schématiser la situation en plaçant les positions E et S.
- Quelle est la pression P_S de l'eau à la sortie du tuyau ?
- Exprimer le débit volumique de l'eau en E, puis en S, en fonction des diamètres du tuyau et des valeurs de vitesse.
- Calculer la valeur v_S de la vitesse de l'eau à la sortie de la lance d'arrosage.
- À l'aide de la relation de Bernoulli, calculer la pression P_E d'entrée de l'eau dans le tuyau.
- Montrer qu'en cycle d'arrosage, la pression à l'entrée du tuyau est compatible avec celle que le réducteur de pression peut maintenir.

Données

• On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

• Intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.