

Énoncé

Exercice 1

On considère une canalisation cylindrique AB où s'écoule de l'eau, considérée comme un fluide parfait. Les diamètres des canalisations en A et en B sont respectivement :

$$D_A = 11,0 \text{ cm et } D_B = 9,0 \text{ cm.}$$

Le point B se trouve placé 10 m plus haut que le point A par rapport au niveau du sol. La pression en A est $P_A = 5,0 \text{ bar} = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$.

1. La vitesse moyenne de l'eau en A est $v_A = 4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. En utilisant la conservation du débit volumique, déterminer la vitesse v_B du fluide en B.

2. Sachant que la vitesse en A est inchangée et en admettant que la vitesse en B est $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, évaluer la pression P_B en B.

Données de l'énoncé :

$$g \approx 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} ; \mu_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Relation de Bernoulli entre deux points A et B :

$$g \times (z_A - z_B) + \frac{v_A^2 - v_B^2}{2} + \frac{P_A - P_B}{\rho} = 0.$$

La bonne méthode

1. Le débit volumique Q_v est le même en A et en B. On peut donc, en appliquant aux points A et B la relation reliant Q_v à la vitesse des écoulements du fluide du cours, déduire v_B . La canalisation étant cylindrique, les sections de passage du fluide en A et en B s'écrivent :

$$S_A = \frac{\pi D_A^2}{4} \text{ et } S_B = \frac{\pi D_B^2}{4}.$$

2. Appliquer la relation de Bernoulli entre le point A et le point B, en notant que $z_A - z_B = -10 \text{ m}$, d'après l'énoncé.

Exercice 2

En vol stabilisé à haute altitude, la cabine d'un avion A380 est pressurisée. La pression à l'intérieur est alors supérieure à la pression à l'extérieur. Afin de simuler les conditions réelles de différence de pression ΔP entre l'intérieur et l'extérieur de l'avion, on réalise, en laboratoire d'essais, une mise en pression de la cabine. Les conditions du test sont les suivantes :

- pression atmosphérique extérieure : $P_{\text{ext}} = 1013 \text{ hPa}$;
- différence de pression $\Delta P = 700 \text{ hPa}$.

Les risques physiologiques dus à l'augmentation de pression de la personne qui resterait dans la cabine sont-ils importants ? Justifier la réponse.

1. Déterminer la pression P_{int} à l'intérieur de l'avion.

2. La porte de l'avion est assimilée à un rectangle de 126 cm de largeur et de 210 cm de hauteur. Calculer, en tenant compte des conditions de simulation, la valeur de la résultante des forces pressantes $\vec{F} = \vec{F}_{\text{int}} - \vec{F}_{\text{ext}}$ qui s'exercent sur la porte. Cette force est-elle exercée vers l'intérieur de la cabine ou vers l'extérieur ?

3. On veut évaluer les risques physiologiques encourus par une personne qui resterait dans la cabine pendant le test. Pour cela, on compare la différence de pression ΔP subie par cette personne à celle subie par un plongeur en mer se trouvant à 10 m de profondeur.

L'augmentation de pression subie par un plongeur en mer se trouvant à une hauteur h sous la surface est donnée par l'équation fondamentale de l'hydrostatique : $\Delta P = \rho g h$ dans un fluide incompressible immobile, avec $\rho = 1035 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Les risques physiologiques dus à l'augmentation de pression de la personne qui resterait dans la cabine sont-ils importants ? Justifier la réponse.