

Devoir surveillé – Modéliser l'écoulement d'un fluide

Poussée d'Archimède, débit volumique, conservation du débit, relation de Bernoulli et applications
(thème Mouvement et interactions)

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie Terminale

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Un ballon-sonde

(4 pts)

- Un ballon-sonde gonflé à l'hélium a, au sol, un volume de $5,2 \text{ m}^3$; son enveloppe et sa charge ont une masse de $3,1 \text{ kg}$ (volume de la charge négligé). Données : $\rho_{\text{air}} = 1,22 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $\rho_{\text{He}} = 0,17 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$. Calculer la norme de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur le ballon.
- Calculer le poids total du ballon (enveloppe, charge et hélium).
- Déterminer la masse maximale de matériel supplémentaire que le ballon peut emporter tout en décollant.
- Un élève calcule la poussée d'Archimède avec la masse volumique de l'hélium. Expliquer son erreur.

Exercice 2 – Réseau d'irrigation

(4 pts)

- Une canalisation d'irrigation de diamètre intérieur 63 mm transporte $4,6 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ d'eau. Calculer la vitesse moyenne de l'eau dans la canalisation.
- Pour limiter l'usure, la vitesse ne doit pas dépasser $0,70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculer le diamètre intérieur minimal permettant de transporter le même débit.
- La canalisation de 63 mm alimente six rampes identiques de diamètre 26 mm . Calculer la vitesse de l'eau dans chaque rampe, en justifiant la relation utilisée.
- Calculer le volume d'eau distribué en $1 \text{ h } 30 \text{ min}$.

Exercice 3 – Effet Venturi

(4 pts)

- De l'eau ($\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) s'écoule dans une conduite horizontale dont le diamètre passe de 50 mm (point A) à 28 mm (point B). En A, la vitesse vaut $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculer la vitesse en B.
- En supposant les hypothèses de la relation de Bernoulli vérifiées, calculer $P_A - P_B$.
- Deux tubes verticaux ouverts, branchés en A et en B, contiennent de l'eau au repos ($g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$). Calculer la dénivellation entre leurs niveaux et préciser quel niveau est le plus haut.
- On double le débit. Par quel facteur la dénivellation est-elle multipliée ? Justifier.

Exercice 4 – Vidange d'un tonneau

(4 pts)

- Un tonneau ouvert, de diamètre intérieur 58 cm , est équipé près du fond d'un robinet de diamètre 13 mm , situé $0,62 \text{ m}$ sous la surface libre ($g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$). Établir l'expression de la vitesse de sortie de l'eau en précisant les hypothèses, puis la calculer.
- Calculer le débit volumique au robinet, en $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$.
- Calculer la vitesse de descente de la surface libre et en déduire la validité de l'une des hypothèses de la question précédente.
- Expliquer pourquoi le débit diminue au cours de la vidange, et pourquoi l'écoulement s'arrête rapidement si le tonneau est fermé hermétiquement sur le dessus.

Exercice 5 – Alimentation d’une douche*(4 pts)*

- a) Dans un immeuble, l’eau arrive au point A (sous-sol, $z_A = 0$) par un tuyau de diamètre 33 mm, à $0,92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, sous une pression de $3,4 \times 10^5 \text{ Pa}$. Elle monte jusqu’au point B d’une douche, à $z_B = 6,8 \text{ m}$, où le tuyau a un diamètre de 17 mm ($\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$). Citer les hypothèses nécessaires à l’application de la relation de Bernoulli entre A et B.
- b) Calculer la vitesse de l’eau en B.
- c) Calculer la pression en B.
- d) Un élève trouve $P_B = 3,34 \times 10^5 \text{ Pa}$. Identifier son erreur et expliquer pourquoi son résultat est physiquement suspect.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).