

Contrôle B

Fluide au repos

Vrai ou faux, élévateur hydraulique, le volume caché du tuyau, ballon dans un lac de montagne

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Dans l'exercice 4, toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Vrai ou faux ?

4 pts ●●○○

Pour chaque affirmation, indiquer si elle est vraie ou fausse, et justifier la réponse par un argument ou un calcul.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ • eau douce : $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ • $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$ (z vers le haut)

- 1.1 Lorsque la température de l'air enfermé dans un récipient rigide augmente, sa pression augmente.
- 1.2 Dans une piscine, la pression de l'eau à 2,0 m de profondeur est le double de la pression à 1,0 m de profondeur (pression atmosphérique : $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$).
- 1.3 Une force pressante de 50 N répartie uniformément sur une surface de $2,0 \text{ cm}^2$ correspond à une pression de 2,5 bar.
- 1.4 La loi de Mariotte permet de prévoir l'évolution de la pression de l'air d'un ballon qui se dégonfle lentement par une petite fuite.

Exercice 2 L'élévateur hydraulique du garage

6 pts ●●○○

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • huile hydraulique : $\rho = 870 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ • $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$ (z vers le haut)

Un élévateur hydraulique comporte deux cylindres verticaux reliés par un conduit, remplis d'huile et fermés par des pistons mobiles de masses négligeables (figure 1) : un petit piston d'aire $S_1 = 2,0 \text{ cm}^2$, sur lequel on exerce une force $\vec{F}_1$, et un grand piston d'aire $S_2 = 300 \text{ cm}^2$, qui supporte une charge de masse $M = 1,5 \text{ t}$. On raisonne sur la surpression $\Delta P = P - P_{\text{atm}}$ de l'huile : l'air exerce la même pression P_{atm} sur les deux pistons. Le système est au repos.

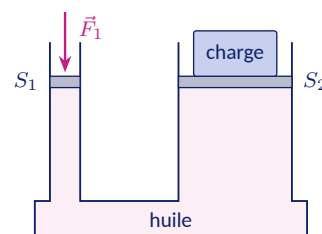


Figure 1 — Principe de l'élévateur (schéma)

- 2.1 Les deux pistons étant au même niveau, justifier que la surpression ΔP de l'huile est la même sous les deux pistons. Calculer sa valeur.
- 2.2 En déduire la valeur F_1 de la force à exercer sur le petit piston pour maintenir la charge. Montrer que $F_2/F_1 = S_2/S_1$, où F_2 est le poids de la charge. Quel est l'intérêt de ce dispositif ?
- 2.3 En réalité, le petit piston se trouve 40 cm plus haut que le grand. Calculer la différence de pression entre les niveaux des deux pistons. Est-il légitime de l'avoir négligée ?
- 2.4 Pour soulever la charge de 12 cm, quel volume d'huile doit passer dans le grand cylindre ? De quelle longueur totale faudrait-il enfoncer le petit piston ? Comment peut-on s'y prendre en pratique ? Commenter : « ce que l'on gagne en force, on le perd en déplacement ».

Exercice 3 Le volume caché du tuyau

5 pts ●●●

Pour tester la loi de Mariotte, on relie une seringue contenant de l'air à un capteur de pression par un fin tuyau (figure 2), à température constante. On relève la pression P pour différents volumes V lus sur la graduation de la seringue.

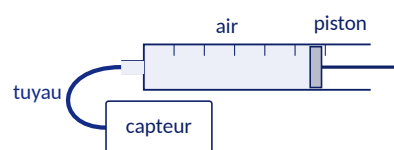
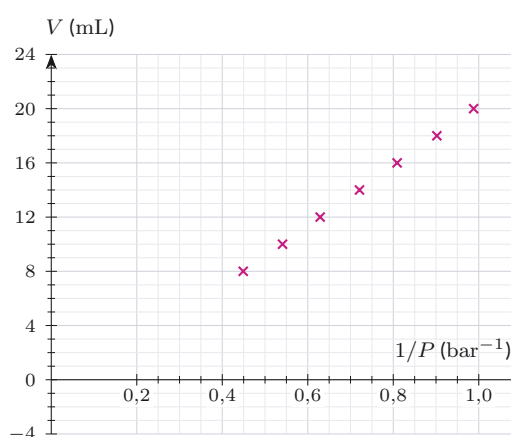


Figure 2 — Seringue reliée au capteur

V (mL)	8	10	12	14	16	18	20
P (bar)	2,225	1,849	1,590	1,387	1,236	1,109	1,012

- 3.1 Calculer le produit $P \times V$ pour $V = 8$ mL et pour $V = 20$ mL. La loi de Mariotte semble-t-elle vérifiée ?
- 3.2 Un élève fait remarquer que l'air du tuyau, de volume V_t , fait partie du gaz étudié. Écrire la loi de Mariotte pour l'air enfermé, puis montrer que $V = k/P - V_t$, où k est une constante.
- 3.3 La figure 3 représente V en fonction de $1/P$. En déduire graphiquement V_t et k .
- 3.4 Vérifier que $P(V + V_t)$ est bien constant pour les deux mesures de la question 1.
- 3.5 Le tuyau a un diamètre intérieur de 2,0 mm. Estimer sa longueur.

Figure 3 — Volume lu en fonction de $1/P$

Exercice 4 Un ballon dans un lac de montagne

5 pts ●●●

Au cours d'une plongée dans un lac de montagne, où la pression atmosphérique vaut 900 hPa, un plongeur gonfle un ballon de baudruche, à 25 m de profondeur, avec 4,0 L d'air de sa bouteille, puis le lâche. Le ballon remonte ; la température de l'eau est supposée uniforme et on admet que la pression de l'air du ballon est égale à celle de l'eau qui l'entoure. Le fabricant indique que le ballon éclate si son volume dépasse 12 L.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • eau douce : $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ • $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$ (z vers le haut)

- 4.1 Le ballon atteindra-t-il la surface sans éclater ? Si non, à quelle profondeur éclatera-t-il ?
- 4.2 Reprendre l'étude pour le même ballon gonflé de la même façon à 25 m de profondeur en mer, où la pression atmosphérique vaut 1 013 hPa et la masse volumique de l'eau $1,03 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- 4.3 Dans le lac, calculer le volume du ballon à 15 m et à 5 m de profondeur, puis tracer l'allure de la courbe donnant son volume en fonction de la profondeur, de 25 m jusqu'à l'éclatement.