

# Contrôle A

## Fluide au repos

Pression et force pressante, bouteille dans l'avion, pression dans un liquide, ventouse

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

Nom : ..... Prénom : ..... Classe : ..... Note : ..... / 20

### ★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée, sauf dans l'exercice 1. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité.

### Exercice 1 Questions à choix multiples

5 pts ●○○

Pour chaque question, une seule réponse est exacte. Recopier sur la copie le numéro de la question et la lettre de la réponse choisie. Aucune justification n'est demandée.

■ DONNÉES 1 bar =  $10^5$  Pa •  $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$

- 1.1 Une pression de 2,5 bar est égale à :  
a)  $2,5 \times 10^3$  Pa      b)  $2,5 \times 10^5$  Pa      c) 250 hPa      d)  $2,5 \times 10^{-5}$  Pa
- 1.2 À l'échelle microscopique, la pression d'un gaz sur une paroi est due :  
a) au poids des molécules du gaz      b) aux chocs des molécules sur la paroi  
c) à l'attraction entre les molécules      d) à la dilatation de la paroi
- 1.3 La force pressante exercée par un fluide au repos sur une paroi plane est :  
a) toujours verticale      b) parallèle à la paroi  
c) perpendiculaire à la paroi      d) dirigée de la paroi vers le fluide
- 1.4 À température constante, on divise par 3 le volume d'une quantité donnée de gaz. Sa pression est :  
a) divisée par 3      b) inchangée      c) multipliée par 3      d) multipliée par 9
- 1.5 La température 300 K correspond environ à :  
a)  $27^{\circ}C$       b)  $573^{\circ}C$       c)  $-27^{\circ}C$       d)  $300^{\circ}C$

### Exercice 2 La bouteille d'eau dans l'avion

5 pts ●●○

Au cours d'un vol, l'air de la cabine d'un avion de ligne est maintenu à la pression  $P_1 = 800$  hPa et à la température de  $22^{\circ}C$ . Un passager vide sa bouteille d'eau en plastique, de volume  $V_1 = 0,500$  L, puis la referme hermétiquement : elle ne contient plus que de l'air. À l'atterrissage, la pression dans la cabine vaut  $P_2 = 1\,010$  hPa ; la température n'a pas changé.

- 2.1 On suppose qu'à l'atterrissage la bouteille ne s'est pas encore déformée. Comparer, à l'échelle microscopique, les chocs des molécules d'air sur les faces intérieure et extérieure de la paroi, et en déduire pourquoi la bouteille s'écrase.
- 2.2 Le bouchon est un disque de diamètre 3,0 cm. À cet instant, calculer les valeurs des forces pressantes exercées sur le bouchon par l'air intérieur et par l'air extérieur. Représenter ces deux forces sur un schéma du bouchon vu en coupe, avec l'échelle  $1\text{ cm} \leftrightarrow 20\text{ N}$ , puis déterminer la force pressante totale.

- 2.3** La bouteille se déforme jusqu'à ce que la pression de l'air qu'elle contient devienne égale à  $P_2$ . Calculer le volume final de cet air.
- 2.4** Inversement, un sachet de chips fermé au sol, sous 1 013 hPa, gonfle pendant le vol. Par quel facteur le volume de l'air qu'il contient serait-il multiplié s'il pouvait se dilater librement, à température constante ?

### Exercice 3 Eau douce ou eau de mer ?

7 pts ●●○

Pour savoir si un grand bac d'aquarium contient de l'eau douce ou de l'eau de mer reconstituée, on y plonge verticalement la sonde d'un capteur de pression, à différentes profondeurs  $p$  sous la surface libre. Les mesures sont représentées sur la figure 1.

■ **DONNÉES**  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  • masses volumiques : eau douce  $1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , eau de mer  $1,03 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  •  $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$  ( $z$  vers le haut)

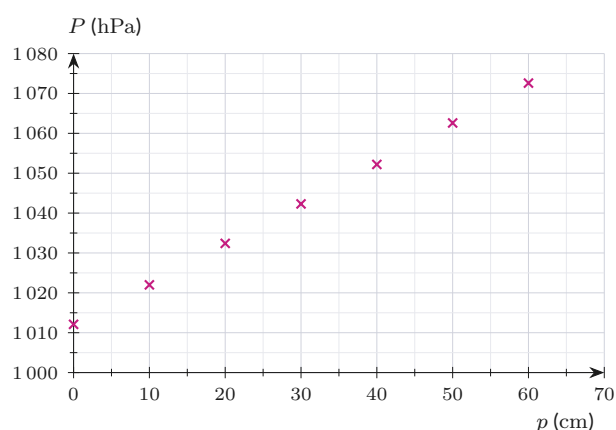


Figure 1 — Pression en fonction de la profondeur

- 3.1** Que représente la valeur mesurée à la surface ( $p = 0$ ) ?
- 3.2** On note A un point de la surface libre et B un point situé à la profondeur  $p$ . À l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides, montrer que  $P_B = P_A + \rho g p$ . Cette relation est-elle compatible avec l'allure des mesures ?
- 3.3** Déterminer graphiquement le coefficient directeur  $a$  de la droite modélisant les mesures, en  $\text{hPa} \cdot \text{cm}^{-1}$ , puis en  $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$ .

- 3.4** Un logiciel de modélisation donne  $a = 1,009 \text{ hPa} \cdot \text{cm}^{-1}$  avec une incertitude-type  $u(a) = 0,003 \text{ hPa} \cdot \text{cm}^{-1}$ . En déduire la masse volumique  $\rho$  du liquide, puis son incertitude-type  $u(\rho) = u(a)/g$ , où  $u(a)$  est exprimée en  $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$ .
- 3.5** Une mesure est jugée compatible avec une valeur de référence  $\rho_{\text{réf}}$  si  $|\rho - \rho_{\text{réf}}| \leq 2 u(\rho)$ . Le bac contient-il de l'eau douce ou de l'eau de mer ?
- 3.6** On remplace le capteur par un manomètre différentiel, qui mesure directement  $\Delta P = P - P_{\text{atm}}$ . Donner l'allure de la courbe représentant  $\Delta P$  en fonction de  $p$ , et la valeur de  $\Delta P$  au fond du bac, à 80 cm de profondeur.

### Exercice 4 La ventouse

3 pts ●●○

On plaque une ventouse circulaire, de rayon  $r = 3,0 \text{ cm}$ , sous une plaque de verre horizontale. En l'écrasant, on chasse une partie de l'air qu'elle contient : la pression de l'air restant sous la ventouse vaut alors  $P_{\text{int}} = 0,30 \text{ bar}$ . La pression atmosphérique vaut  $P_{\text{atm}} = 1,01 \text{ bar}$ . On néglige la masse de la ventouse.

■ **DONNÉES**  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  •  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

- 4.1** Représenter, sans souci d'échelle, sur un schéma de la ventouse en coupe, les forces pressantes exercées sur sa face supérieure par l'air emprisonné et sur sa face inférieure par l'air extérieur. Expliquer pourquoi la ventouse reste plaquée contre la plaque.
- 4.2** Calculer la valeur de la force pressante totale qui plaque la ventouse contre la plaque (on admet qu'elle s'exerce sur un disque de rayon  $r$ ).
- 4.3** En déduire la masse maximale d'un objet qu'on pourrait suspendre à la ventouse. Le fabricant annonce une charge maximale de 5 kg : proposer une raison à cet écart.