

INTERROGATION - PHYSIQUE

Lundi 26 Février 2024

Durée : 30 minutes (40 minutes pour les tiers-temps).

**Exercice 1 : Questions de cours (~ 5 points)**

- 1/ Énoncer le premier principe de la thermodynamique.
- 2/ Énoncer le deuxième principe de la thermodynamique.
- 3/ Donner l'identité thermodynamique pour l'énergie interne ( $dU$  en fonction des variables d'états et de leur différentielles).
- 4/ Exprimer  $P$  comme une dérivée partielle de  $U$ .
- 5/ Donner l'expression de l'enthalpie libre  $H$  en fonction de  $U$  et des variables d'état d'un système.

**Exercice 2 : Dérivées partielles, gradient, divergence (~ 4 points)**

Dans tout l'exercice, on considérera le repère orthonormé cartésien  $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ .

- 1/ Soit  $f(x, y, z) = 5xy^3 + y + 2z^3$ . Calculer  $\frac{\partial f}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial f}{\partial y}$  et  $\frac{\partial f}{\partial z}$ .
- 2/ Donner la différentielle totale de  $f$ .
- 3/ Calculer le gradient de  $f$ .
- 4/ Soit  $\vec{A} = 25x\vec{u}_x - 3\vec{u}_y + x^2z\vec{u}_z$ . Calculer la divergence de  $\vec{A}$ .
- 5/ Cela a-t-il un sens de calculer le gradient de  $\vec{A}$ ? Justifier brièvement.

**Exercice 3 : Détente réversible d'un gaz parfait (~ 5 points)**

On considère  $n$  moles de gaz parfait monoatomique. On donne la constante des gaz parfait :  $R = 8.31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .

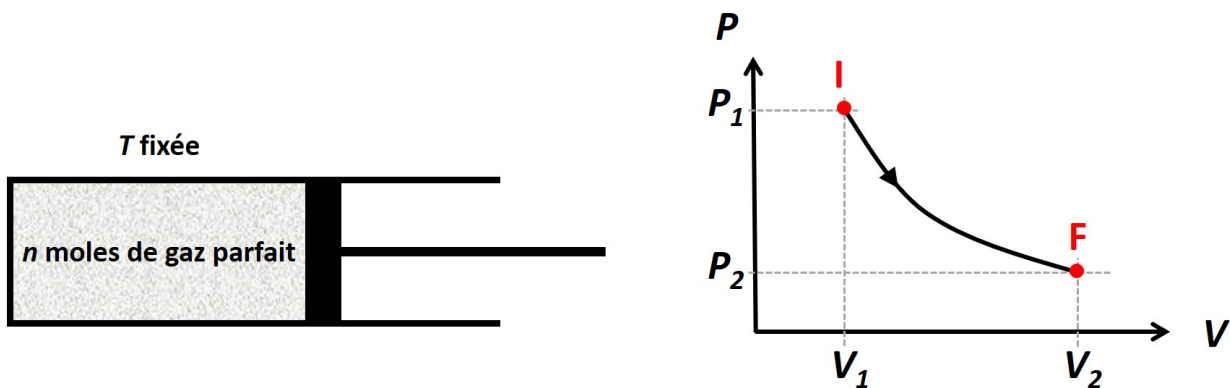


FIGURE 1 – Détente réversible.

- 1/ Énoncer la loi des gaz parfait.
- 2/ Déterminer le travail des forces de pression. Est-il positif ou négatif? Est-ce logique?
- 3/ Que représente le travail des forces de pression, géométriquement, sur le diagramme  $P(V)$  ci-dessus?
- 4/ Que vaut la variation d'énergie interne du gaz parfait?
- 5/ En déduire la chaleur échangée avec le milieu extérieur par le système en fonction de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $V_1$  et  $V_2$ .

## Exercice 4 : Tuba et plongée (~ 4 points)

Pour nager à la surface de l'eau, les nageurs utilisent parfois des masques et des tubas. On va essayer de comprendre pourquoi ce n'est pas possible lorsque l'on plonge au-delà d'une certaine profondeur. Le plongeur est à une profondeur  $z_P$ . Ses poumons sont en contact avec l'air de la surface via un tuba comme schématisé figure 2. On suppose que la pression à la surface de l'eau est  $P_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

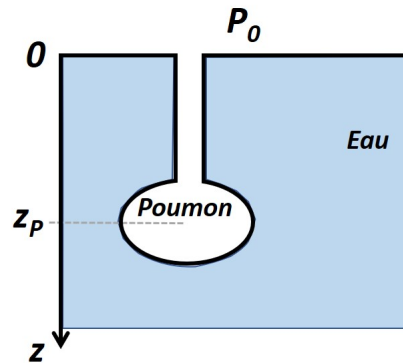


FIGURE 2 – Schématisation du poumon d'un plongeur.

- 1/ Donner la loi fondamentale de l'hydrostatique dans le cas général.
- 2/ Donner la loi fondamentale de l'hydrostatique pour un fluide incompressible.
- 3/ Quelle est la pression à l'intérieur du poumon, supposé rempli d'air, à une profondeur  $z_P = 2 \text{ m}$  ?
- 4/ Quelle est la pression à l'extérieur du corps du plongeur à la même profondeur ?
- 5/ Quelle est la force exercée par l'eau sur le poumon, en supposant que le poumon a une surface  $S = 0.5 \text{ m}^2$  ? Ca vous paraît faible ou important ?

*Données :*

- Masse volumique de l'eau :  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- Masse volumique de l'air :  $1.2 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- Accélération de la pesanteur :  $9.8 \text{ m.s}^{-2}$ .

## Exercice 5 : Évaporation d'une casserole d'eau (~ 4 points)

On considère une casserole contenant 1 L d'eau, initialement à  $20^\circ\text{C}$ . La casserole est en inox et a une masse de 2 kg.

- 1/ Quelle énergie faut-il apporter à la casserole pour l'amener à  $100^\circ\text{C}$  ?
- 2/ Une fois que la casserole est à  $100^\circ\text{C}$ , quelle énergie faut-il lui apporter pour évaporer toute l'eau ?
- 3/ La plaque de cuisson a une puissance chauffante de 1kW. Quel est la durée qui s'écoule entre le moment où on lance le chauffage de la casserole et le moment où toute l'eau s'est évaporée ?

*Données :*

- Capacité thermique massique de l'eau :  $4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Capacité thermique massique de l'inox :  $502 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- Chaleur latente de vaporisation de l'eau :  $2454 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .
- Masse volumique de l'eau :  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .