

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 : $R = 8.31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

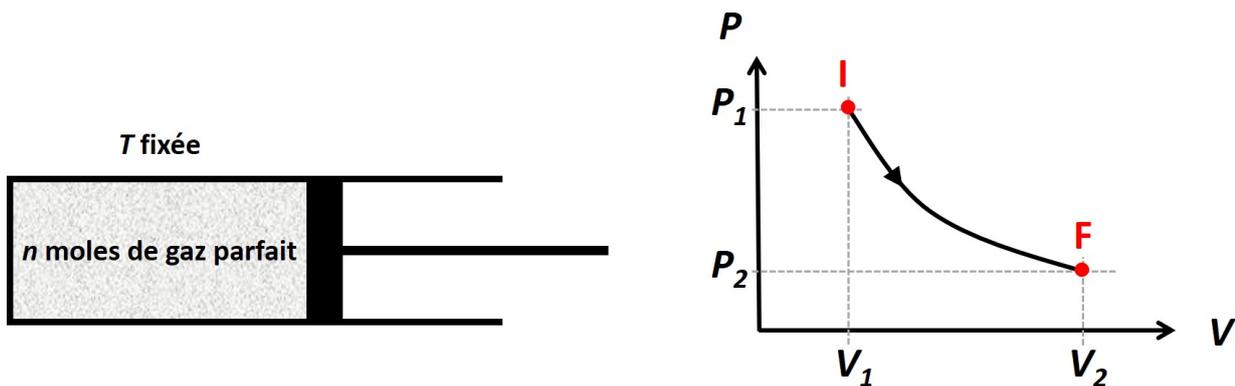


FIGURE 1 – Détente réversible.

- 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 $P_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

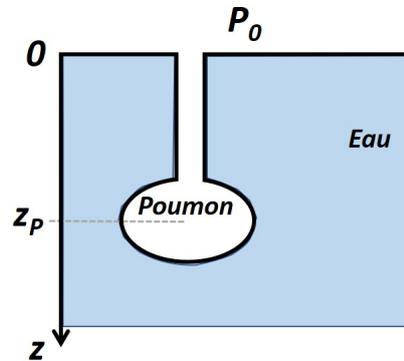


FIGURE 2 – Schématisation du poumon d'un plongeur.

- 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 kg.m^{-3} .
- Masse volumique de l'air : 1.2 kg.m^{-3} .
- Accélération de la pesanteur : 9.8 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°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°C ?
- 2/ Une fois que la casserole est à 100°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 kJ.kg^{-1} .
- Masse volumique de l'eau : 1000 kg.m^{-3} .