

INTERROGATION - PHYSIQUE

Lundi 23 Mars 2026

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

Exercice 1 : Vrai ou Faux (~ 3 points)

Dire si les énoncés suivants sont vrais ou faux. Justifier brièvement les réponses (surtout si vous pensez qu'ils sont faux).

- 1/ La loi des gaz parfaits s'écrit $PV = \frac{m}{M}RT$, où P est la pression, V le volume, m la masse de gaz, M sa masse molaire, R la constante des gaz parfaits et T la température. **Vrai.**
- 2/ L'énergie interne d'un gaz parfait dépend de son volume. **Faux. Elle ne dépend que de la température.**
- 3/ Dans un fluide au repos, la pression est la même en tout point. **Faux. La pression dépend de la profondeur : $P(z) = P_0 - \rho gz$.**
- 4/ L'évaporation d'un liquide refroidit ce liquide. **Vrai. L'évaporation consomme de l'énergie (chaleur latente), ce qui refroidit le système.**
- 5/ Calculer le rotationnel d'un vecteur a un sens. **Vrai.**
- 6/ Calculer la divergence d'un vecteur a un sens. **Vrai.**

Exercice 2 : Questions de cours (~ 3 points)

- 1/ Énoncer le premier principe de la thermodynamique. Expliciter chaque terme de l'équation. **$\Delta U = W + Q$.**
- 2/ Énoncer le deuxième principe de la thermodynamique. Expliciter chaque terme de l'équation. **$\delta S = \frac{\delta Q}{T} + \delta S_c$.**
- 3/ Énoncer la loi de l'hydrostatique pour un fluide incompressible. **$P(z) = P_0 - \rho gz$.**
- 4/ Définir une transformation adiabatique. **Transformation sans échange de chaleur : $Q = 0$.**
- 5/ Dans quel cas le travail des forces de pression est-il positif? **Lors d'une compression ($dV < 0$).**
- 6/ Pourquoi la pression atmosphérique diminue-t-elle avec l'altitude? **Parce que la masse de fluide au-dessus diminue, donc le poids exercé sur les couches inférieures diminue.**

Exercice 3 : 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 $f(x, y, z) = 3e^{2x} - 4x + yz^2$. Calculer $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$ et $\frac{\partial f}{\partial z}$. **$\frac{\partial f}{\partial x} = 6e^{2x} - 4$; $\frac{\partial f}{\partial y} = z^2$; $\frac{\partial f}{\partial z} = 2yz$.**
- 2/ Donner la différentielle totale de f . **$df = (6e^{2x} - 4)dx + z^2dy + 2yzdz$.**
- 3/ Calculer le gradient de f . **$\vec{\text{grad}} f = (6e^{2x} - 4)\vec{u}_x + z^2\vec{u}_y + 2yz\vec{u}_z$.**
- 4/ Calculer le laplacien de f . **$\Delta f = 12e^{2x} + 2y$.**
- 5/ Soit $\vec{A} = \cos(xy)\vec{u}_x + 4z^2\vec{u}_y + x^2z\vec{u}_z$. Calculer la divergence de \vec{A} . **$\text{div } \vec{A} = -y \sin(xy) + x^2$.**

Exercice 4 : Plongée sous-marine (~ 5 points)

Un plongeur descend à une profondeur $z = 20$ m dans l'eau ($\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$).

- 1/ Établir l'expression de la pression en fonction de la profondeur. $P(z) = P_0 + \rho gz$.
- 2/ Calculer la pression à 20 m. $P(20) = 10^5 + 1000 \times 9,81 \times 20 \approx 2,96 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- 3/ Calculer la pression à 40 m et comparer avec celle à 20 m. $P(40) \approx 4,92 \times 10^5 \text{ Pa}$: la pression double environ.
- 4/ On considère une bulle d'air de volume $V_1 = 1 \text{ cm}^3$ à 20 m. En supposant une transformation isotherme, déterminer son volume V_2 à la surface. $P_1 V_1 = P_0 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_0} V_1 \approx 3 \text{ cm}^3$.
- 5/ Pourquoi les oreilles du plongeur sont-elles sensibles à la pression ? Différence de pression entre intérieur et extérieur.
- 6/ Expliquer le danger d'une remontée trop rapide (lien avec les gaz dissous dans les poumons). Les gaz se dilatent en remontant \Rightarrow risque d'accident de décompression.

Exercice 5 : Refroidissement d'un café (~ 5 points)

On considère une tasse de café de masse $m = 200$ g et de capacité thermique massique $c = 4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

- 1/ Calculer la chaleur perdue lorsque le café refroidit de 90°C à 60°C . $Q = mc\Delta T = 200 \times 4,18 \times 30 \approx 25,1 \text{ kJ}$.
- 2/ Calculer la chaleur perdue entre 60°C et 30°C . $Q = mc\Delta T \approx 25,1 \text{ kJ}$.
- 3/ Comparer les deux résultats. Les deux résultats sont identiques car même ΔT .
- 4/ On suppose que 5 g d'eau s'évaporent. La chaleur latente vaut $L = 2265 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$. Calculer l'énergie perdue par évaporation. $Q = 5 \times 2265 \approx 11,3 \text{ kJ}$.
- 5/ Comparer cette énergie avec celle du refroidissement précédent. L'évaporation représente une grande part de perte d'énergie.
- 6/ Pourquoi souffler sur le café accélère-t-il le refroidissement ? Souffler augmente l'évaporation (et la convection).
- 7/ Pourquoi une tasse large refroidit-elle plus vite qu'un mug étroit ? Surface d'échange plus grande \Rightarrow refroidissement plus rapide.

Exercice 6 : Transformation isotherme réversible (~ 5 points)

On considère une transformation isotherme réversible d'un gaz parfait.

- 1/ Exprimer le travail des forces de pression. $W = \int -P dV$.
- 2/ Calculer le travail effectué entre un état initial de volume V_i et un état final de volume V_f . $W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$.
- 3/ Calculer la variation d'énergie interne ΔU . La température est constante. $\Delta U = 0$.
- 4/ En déduire la chaleur échangée Q . Le premier principe s'écrit $\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - W$. Ainsi, $Q = -W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$.
- 5/ Calculer l'entropie échangée ΔS_c pendant la transformation. $\Delta S_c = \frac{Q}{T} = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$.