

INTERROGATION DE THERMODYNAMIQUE

Durée : 1 heure

Les documents, les téléphones portables et les calculatrices ne sont pas autorisés.

Barème approximatif : 1^{er} exercice 3 pts ; 2^{ème} exercice 7 pts. Les exercices sont indépendants.

1 Fonte d'un glaçon

On considère un glaçon (volume total V , masse volumique ρ) qui flotte sur de l'eau liquide (masse volumique $\rho_\ell > \rho$). On note V_d le volume immergé du glaçon.

1/ Exprimez V_d en fonction de V , ρ et ρ_ℓ . Donnez la valeur numérique de V_d/V en prenant $\rho = 917 \text{ kg.m}^{-3}$.

2/ Expliquez alors pourquoi la hauteur d'eau dans un verre contenant un glaçon n'est rigoureusement pas modifiée après la fonte du glaçon.

2 Chauffage d'une pièce

On veut faire passer la température d'une pièce de $T_1 = 10^\circ\text{C}$ à $T_2 = 20^\circ\text{C}$. La pièce contient initialement n_1 moles d'air à la pression initiale $P_1 = P_{\text{atm}}$. L'air est considéré comme un gaz parfait diatomique.

0/ Question de cours : Rappeler la valeur de la capacité thermique à volume constant C_V et de la capacité thermique à pression constante C_P de n moles d'un gaz parfait diatomique. Donner l'expression de C_P en fonction de P , V et T .

1/ On considère que la pièce est hermétiquement close. Donner, dans ces conditions, l'expression de la quantité de chaleur Q_V nécessaire au processus en fonction de n_1 , T_1 et T_2 . Donner la valeur numérique de Q_V par m^3 de pièce (on exprimera le résultat en W.h/m^3).

2/ On considère dans tout ce qui suit un scénario plus réaliste : la pièce échange toujours un peu d'air avec l'extérieur de sorte que le chauffage s'effectue à pression constante, avec *un nombre de moles d'air qui varie*.

(a) Donner, dans ces conditions, l'expression de la quantité de chaleur Q_P nécessaire au processus en fonction de n_1 , T_1 et T_2 (on pourra utiliser le résultat de la question 0).

(b) Dans la limite où la variation relative de température est faible (hypothèse qu'on vous demande de vérifier), donner une expression approchée de Q_P (on rappelle que $\ln(1+\epsilon) \simeq \epsilon$ pour $|\epsilon| \ll 1$).

Donner, dans le cadre de cette approximation, la valeur numérique de Q_P par m^3 de pièce (exprimée en W.h/m^3).

(c) L'énergie interne *molaire* de l'air est de la forme $\mathcal{U}(T) = \frac{5}{2}RT + \mathcal{U}_0$ où l'on admettra que la constante \mathcal{U}_0 est positive. Donner l'expression de la variation d'énergie interne de la pièce au cours du processus qui fait passer sa température de T_1 à T_2 . Quel est son signe ? Discuter.