

## INTERROGATION DE THERMODYNAMIQUE

*Durée : 1 heure*

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

*Barème approximatif : 1<sup>er</sup> exercice 3 pts ; 2<sup>ème</sup> exercice 7 pts. Les exercices sont indépendants.*

### 1 Fonte d'un glaçon

On considère un glaçon (volume total  $V$ , masse volumique  $\rho$ ) 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  $V$ ,  $\rho$  et  $\rho_\ell$ . 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  $\text{m}^3$  de pièce (on exprimera le résultat en  $\text{W.h/m}^3$ ).

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  $\text{m}^3$  de pièce (exprimée en  $\text{W.h/m}^3$ ).

(c) L'énergie interne *molaires* 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.