

Examen* de fin de semestre de Thermodynamique

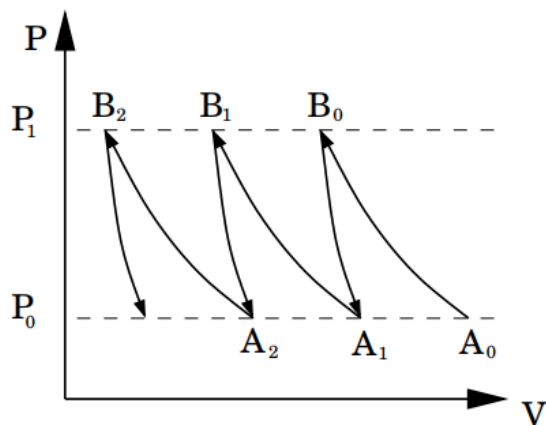
*Formulaire autorisé

Exercice 1 : 8 points

La capacité thermique (ou calorifique) massique de l'eau est $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Sa masse volumique est $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. On désire mesurer la capacité thermique massique du verre par une expérience de calorimétrie à pression constante.

1. Quelle est la fonction d'état à utiliser dans cette situation ?
2. Les fuites thermiques sont négligées. Le calorimètre en équilibre thermique contient une masse d'eau $m_1 = 100 \text{ g}$ à la température $t_1 = 20^\circ\text{C}$. On ajoute une masse d'eau $m_2 = 60 \text{ g}$ à la température $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Quelle serait la température d'équilibre t_F si l'on pouvait négliger la capacité thermique du calorimètre ?
3. La température d'équilibre obtenue expérimentalement est en fait $t_{\text{éq}} = 30^\circ\text{C}$. Calculer la masse équivalente en eau m_0 du calorimètre et sa capacité thermique C_{cal} .
4. On place $n = 40$ petites billes de verre identiques dans un four maintenant une température $t_0 = 80^\circ\text{C}$. Chaque petite bille a un diamètre $D = 1 \text{ cm}$. La densité du verre par rapport à l'eau est $d = 2,5$. Ces petites billes sont plongées dans le calorimètre précédent contenant une masse $m_1 = 100 \text{ g}$ d'eau à la température $t_1 = 20^\circ\text{C}$. La température du mélange à l'équilibre est $t_{\text{éq}} = 25^\circ\text{C}$. En déduire l'expression littérale et la valeur numérique de la capacité massique c_{verre} du verre.

Exercice 2 : 12 points



On considère un gaz parfait caractérisé par un coefficient $\gamma = c_p/c_v$ indépendant de la température. On effectue sur n moles de ce gaz une succession de compressions isothermes réversibles ($A_i \rightarrow B_i$) et de détente adiabatiques réversibles ($B_i \rightarrow A_{i+1}$) entre les pressions P_0 et P_1 . Cette succession de transformations est représentée sur le diagramme de Clapeyron ci-contre. Le système étant originellement dans l'état A_0 , il se trouve en A_i après i itérations de ce processus.

On note V_i le volume du système dans l'état A_i et T_i la température de l'isotherme ($A_i \rightarrow B_i$).

- 1/ Exprimer le volume $V(B_i)$ du système dans l'état B_i en fonction de V_i , P_0 et P_1 .
- 2/ Exprimer V_{i+1} en fonction de V_i , P_0 , P_1 et γ . En déduire T_{i+1} en fonction de T_i , P_0 , P_1 et γ .
- 3) Donner l'expression de la température T_i en fonction de i , T_0 , P_0 , P_1 et γ .
- 4) Soit S_i l'entropie du système dans l'état A_i . Exprimer $S_i - S_0$ en fonction de i , n , R et $\ln(P_1/P_0)$.