

Sujet 1**I Compression isotherme d'une vapeur d'eau**

Un récipient de volume initial $V_i = 3,0 \text{ L}$ contient seulement $m = 1,0 \text{ g}$ d'eau à la température $t_0 = 100^\circ\text{C}$. On donne la pression de vapeur saturante à t_0 , $P_v = 1,0 \text{ atm}$, l'enthalpie massique de vaporisation $\Delta h_{\text{vap}} = 2,26 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ à la température t_0 . On considère la vapeur d'eau sèche comme un gaz parfait.

Par déplacement réversible d'un piston, on réalise sur ce système une compression isotherme réversible jusqu'au volume final $V_f = 1,0 \text{ L}$.

On donne

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ; \quad M_{\text{eau}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1. Préciser la composition du système dans les états initial et final.
2. Calculer le travail W et le transfert thermique Q reçus par le système.

Sujet 2

I Un glaçon et de la vapeur d'eau

On considère une enceinte calorifugée et maintenue à pression constante $P_0 = 1,0$ bar. Initialement l'enceinte contient une masse $(1 - \alpha)m$ de vapeur d'eau à la température d'ébullition de l'eau sous la pression P_0 , soit $T_{\text{eb}} = 373$ K. On introduit dans l'enceinte un glaçon de masse αm dont la température initiale est la température de fusion de l'eau solide sous la pression P_0 , soit $T_{\text{fus}} = 273$ K. La masse totale d'eau dans l'enceinte est donc égale à m .

1. Expliquer qualitativement ce qui va se passer dans l'enceinte. On pourra s'aider d'un schéma.
2. Déterminer la composition du système dans l'état final lorsque la température finale est égale à T_{fus} . Montrer qu'un tel état final n'est possible que si α est supérieur à une valeur minimale α_{min} à préciser.
3. Déterminer la composition du système dans l'état final lorsque la température finale est égale cette fois à T_{eb} . Montrer qu'un tel état final n'est possible que si α est inférieur à une valeur maximale α_{max} à préciser.
4. Déterminer la température finale T du système dans l'état final lorsque $\alpha_{\text{min}} < \alpha < \alpha_{\text{max}}$.
5. La valeur numérique pour $\alpha = 0,8$ de la température finale est 339,89 K. Que pouvez-vous en conclure ?

Données.

- * enthalpie de vaporisation $l_{\text{vap}} = 2,3 \times 10^6$ J/kg,
- * enthalpie de fusion $l_{\text{fus}} = 330$ kJ/kg,
- * capacité thermique de l'eau liquide $c = 4,18$ kJ \cdot kg $^{-1}$ \cdot K $^{-1}$.

Sujet 3

I Variation d'entropie pour N transformations

Soit n moles de gaz ($n = 1$) parfait à la pression $p = 1$ bar et à température la $T_0 = 450$ K (état 0). On comprime ce gaz de la pression p à $p' = 10$ bar de façon réversible et isotherme, puis, on détend le gaz de façon réversible et adiabatique de p' à p (état 1).

1. Représentez la suite des transformations dans un diagramme de Watt (p, V).
2. Calculez la température finale T_1 du gaz ainsi que la variation d'entropie ΔS_1 en fonction de n , p et p' et R la constante des gaz parfaits (On pourra utiliser l'expression de C_p en fonction de γ pour simplifier le résultat). Faire l'application numérique.
3. On recommence la même opération depuis l'état 1 (p, T_1) \rightarrow état 2 (p, T_2) $\rightarrow \dots \rightarrow$ état N (p, T_N). Complétez le diagramme de Watt et déterminez la variation d'entropie du gaz après les N opérations ainsi que la température finale T_N et enfin la variation d'énergie interne ΔU_N en supposant le gaz parfait monoatomique.
Faites ensuite les applications numériques pour $N = 5$.
4. Voyez-vous une application ? Discuter l'hypothèse du gaz parfait si N grand

Rappel pour un GP :

$$S_m(T_f, p_f) - S_m(T_i, p_i) = C_{p,m} \ln \frac{T_f}{T_i} - R \ln \frac{p_f}{p_i}$$

Sujet 4

I Chauffage isobare d'un gaz parfait

On considère une enceinte calorifugée, fermée par un piston libre de coulisser sans frottements, contenant un gaz parfait. La pression extérieure est notée p_0 . Initialement, le volume de l'enceinte est $V = V_0$, la température et la pression du gaz T_0 et p_0 .

Il y a dans l'enceinte un résistor de capacité thermique négligeable, alimenté par un générateur de courant idéal délivrant l'intensité I supposée faible.

On considère dans un premier temps que la résistance du résistor est constante : R_0

1. Réaliser un schéma de l'expérience.
2. Justifier que la transformation subie par le gaz parfait présent dans l'enceinte est quasi-statique et isobare.
3. Déterminer l'évolution de la température du gaz au cours à l'instant t . On pourra pour cela appliquer le premier principe de la thermodynamique à un système judicieusement choisi entre l'instant initial $t_0 = 0$ et l'instant t .
4. En déduire l'expression de l'évolution du volume V au cours du temps.

On considère maintenant que la résistance varie avec la température selon la loi $R(T) = R_0 \frac{T}{T_0}$.

5. Reprendre alors les questions 3 et 4.