

## 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  $\alpha m$  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  $T_{\text{fus}}$ . Montrer qu'un tel état final n'est possible que si  $\alpha$  est supérieur à une valeur minimale  $\alpha_{\text{min}}$  à préciser.
3. Déterminer la composition du système dans l'état final lorsque la température finale est égale cette fois à  $T_{\text{eb}}$ . Montrer qu'un tel état final n'est possible que si  $\alpha$  est inférieur à une valeur maximale  $\alpha_{\text{max}}$  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  $\Delta S_1$  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  $\gamma$  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  $\Delta U_N$  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.