

Une feuille de résumé de cours, à rendre avec la copie, est autorisée.
La rédaction et la justification des réponses seront prises en compte dans la notation.

I- Changements de phases de l'eau

Un cylindre muni d'un piston contient **une mole** d'eau $M = 18 \text{ g/mol}$ à l'état de vapeur.

Les parois du cylindre sont supposées perméables à la chaleur et placées dans un bain dont on peut régler et contrôler la température T .

On considérera la vapeur, même à l'état de vapeur saturante, comme un gaz parfait.

$$R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}.$$

I. La température étant maintenue à $T_0 = 100^\circ\text{C}$, on comprime la vapeur de manière réversible du volume $V_1 = 40 \text{ l}$ au volume V_2 tel que la pression correspondante P_2 soit la pression de vapeur saturante, $P_2 = P_{\text{sat}} = 1 \text{ bar}$.

1)

- Calculer la pression initiale P_1 .
- Calculer le volume V_g où apparaît la première goutte de liquide au cours de la compression. On notera I, l'état correspondant au volume V_g .
- Que vaut le volume V_l du système à l'état de liquide saturant pur (toujours à T_0), sachant que le volume massique de l'eau liquide est de $10^{-3} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$.

2) Le volume de l'état final (état 2) est $V_2 = 20 \text{ l}$.

Représenter la transformation (l'allure) état1 \rightarrow état 2 sur un diagramme $P(V)$; indiquer aussi l'état I.

- Justifier le fait que l'état 2 soit constitué d'un mélange de 2 phases.
- Calculer la fraction molaire de vapeur d'eau et celle d'eau liquide dans l'état 2. En déduire les volumes occupés par la vapeur d'eau et par l'eau liquide dans cet état final (état 2).

- c) Déterminer et calculer la variation d'enthalpie ΔH pour la transformation état1 \rightarrow état 2; interpréter le signe du résultat. On donne : $L_{vap} = 2250 \text{ kJ.kg}^{-1}$.
- d) Déterminer et calculer la variation d'énergie interne ΔU pour cette transformation état1 \rightarrow état 2.
- e) Déterminer et calculer la variation d'entropie ΔS pour cette transformation état1 \rightarrow état 2.

II. La pression étant maintenue à $P_2 = 1 \text{ bar}$, on refroidit le système diphasé de manière réversible de $T_0 = 100^\circ\text{C}$ à $T_s = -10^\circ\text{C}$; On supposera qu'il n'existe pas de retard aux changements de phase.

- 1) Représenter cette transformation (l'allure) sur un diagramme $P(T)$; indiquer les courbes de changement d'état et les domaines monophasés. On rappelle les coordonnées du point triple T (611 Pa, 273,15 K).
- 2) Quel volume de glace a-t-on à l'équilibre final sachant que le volume massique de la glace est $v_s = 1,11 \text{ litre.kg}^{-1}$.