

19 mars 2025

**Exercice 1: Point triple de l'eau (Niveau 2-3)**

On s'intéresse au point triple de l'eau.

- Représenter schématiquement le diagramme de phase de l'eau sur un diagramme p-T en donnant les différents domaines et les points importants.
- On place une masse  $m_i = 1 \text{ kg}$  d'eau liquide dans un ballon isolé thermiquement (dewar), fermé hermétiquement et relié à une pompe. Initialement, on a pompé l'air et il ne reste plus que de l'eau et de la vapeur d'eau en équilibre à  $20^\circ\text{C}$ . On met la pompe en marche. Décrire qualitativement ce qui se passe.
- Quelle est la masse d'eau  $\Delta m$  évaporée lorsque de la glace commence à se former?

$$\Delta m = \dots$$

Pour les applications numériques, on prendra:

$$\begin{aligned} \text{Capacité calorifique de l'eau} \quad C_p^{eau} &= 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ \text{Chaleur latente de vaporisation} \quad L_{vap} &= 500 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \\ \text{Chaleur latente de fusion} \quad L_{fus} &= 80 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \end{aligned}$$

On donne également :  $e^{-0.04} \simeq 0.96$

- Quelle est la masse supplémentaire d'eau évaporée  $m_v$  jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'eau liquide? On négligera dans un premier temps la sublimation de la glace en vapeur d'eau.

$$m_v = \dots$$

- On prend maintenant en compte la sublimation de la glace en vapeur d'eau. On note  $L_{sub}$  la chaleur latente de sublimation. Montrer que le résultat de la question d) reste inchangé.
- Tracer qualitativement l'évolution de la pression en fonction du temps en notant les étapes importantes. Tracer qualitativement sur la même courbe (couleur différente) l'évolution de la température avec le temps.
- On arrête la pompe alors qu'il reste de la glace. L'isolation thermique du Dewar n'est pas parfaite, le système reçoit lentement de la chaleur. Décrire qualitativement l'évolution du système. Tracer l'évolution de la température et de la pression au cours du temps.