

 <b>ISTIA</b> EI-1	<b>Thermodynamique</b>	<b>CC-2</b> 1h30 Sans document, ni calculatrice
--	------------------------	--

**NB :** Pour la détermination d'une grandeur, vous poserez la formule littérale puis vous indiquerez les valeurs que vous utiliserez pour le calcul, et l'unité qui en découle.

Données : Constante des GP :  $R = 8.314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$   $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

**Cours : Diagramme de Clapeyron d'un fluide réel**

On considère l'eau, fluide réel :

- 1) Représenter l'allure de différentes isothermes sur le diagramme de Clapeyron de l'eau : l'isotherme critique  $T_C$  et les isothermes telles que  $T < T_C$  et telles que  $T > T_C$ .
- 2) Préciser la position du point critique C (pour l'eau pure :  $P_C = 221,2 \text{ bars}$ ,  $V_C = 0,003155 \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$ ,  $T_C = 647,3 \text{ K}$ ).
- 3) Préciser l'allure de l'isotherme critique au niveau du point C. Que valent les dérivées partielles première et seconde de la pression  $P$  par rapport au volume massique  $V$ , en ce point critique C - Justifier ?
- 4) Indiquer sur le diagramme les domaines liquide (l), liquide + vapeur (l + g), vapeur (g) et fluide hypercritique (fh).
- 5) Soit une quantité de vapeur d'eau (masse  $m$ ) sous la pression initiale  $P^\circ = 5 \cdot 10^{-3} \text{ bars}$  et à la température initiale  $T^\circ = 300 \text{ K}$ , que l'on comprime de façon isotherme à cette température. Décrire les phénomènes observés. Justifier la présence d'un palier. Commenter.

**Exercice 1 :**

Un système constitué de 1 mole de gaz parfait (GP) est soumis au cycle réversible à 3 phases suivant :

Etat A ( $P_1, V_1, T_1$ ) – Compression isotherme – Etat B ( $P_2, V_2, T_1$ ) – Chauffage isochore – Etat C ( $P_3, V_2, T_3$ ) – Détente adiabatique le ramenant en A.

- 1) - Exprimer  $P_2$  en fonction de  $P_1$ ,  
- Exprimer  $V_2$  en fonction de  $V_1$   
- Exprimer  $P_3$  en fonction de  $P_1$  et  $\gamma$   
- Exprimer  $T_3$  en fonction de  $T_1$  et  $\gamma$
- 2) Exprimer les travaux et chaleurs échangées pendant les 3 phases (Notations :  $W_{AB}, Q_{AB}, W_{BC}, Q_{BC}, W_{CA}, Q_{CA}$  - En déduire  $Q_T$  et  $W_T$  au cours du cycle)
- 3) Faire le bilan énergétique du cycle : Calculer les variations d'énergie interne au cours des 3 phases – Conclure
- 4) Représenter sommairement le cycle sur un diagramme de Clapeyron – Représenter sur le diagramme les différents travaux – Conclure si le cycle est moteur ou récepteur.

Donnée :  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$

**Exercice 2 :**

- 1) Donner l'expression pour le calcul de la pression  $P$ , de deux moles de gaz ammoniac  $\text{NH}_{3g}$ , selon l'équation de Van Der Waals, lorsque celui-ci est contenu dans une enceinte de volume  $V = 2 \text{ l}$  à  $T = 300 \text{ K}$  (vous indiquerez les unités utilisées et obtenues).
- 2) Est-il raisonnable d'utiliser l'équation de Van Der Waals plutôt que l'équation du GP - Justifier ?

Données : Pour  $\text{NH}_{3g}$   $a = 4.170 \text{ l}^2.\text{atm}.\text{mol}^{-2}$   $b = 0.0371 \text{ l}.\text{mol}^{-1}$

Equation VDW :  $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = nRT$