

Interrogation

Exercice 1 : Cycle de Lenoir

Le cycle de Lenoir (1860) est associé au premier moteur à combustion interne à deux temps. On modélise ce cycle de la façon suivante : de l'air, assimilé à un gaz parfait de coefficient adiabatique $\gamma = 1,4$, subit trois transformations successives au contact de deux thermostats de température $T_f = 300\text{ K}$ (source froide) et $T_c = 600\text{ K}$ (source chaude).

- Étape $A \rightarrow B$: échauffement isochore de T_f à T_c au contact de la source chaude ;
- Étape $B \rightarrow C$: détente isotherme au contact de la source chaude ;
- Étape $C \rightarrow A$: refroidissement isobare au contact de la source froide.

Initialement l'air est dans l'état $P_A = 1,0\text{ bar}$, $T_A = T_f$ et $V_A = 1,0\text{ L}$. On donne $R = 8,31\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Tracer l'allure du cycle sur un diagramme de de Watt (P, V). S'agit-il d'un cycle moteur ou récepteur ? Justifier.
2. Compléter le tableau ci-dessous avec des valeurs numériques (l'énoncé est à rendre avec la copie).

État	Température (K)	Pression (bar)	Volume (L)
<i>A</i>			
<i>B</i>			
<i>C</i>			

3. Déterminer numériquement la quantité de matière n et la capacité thermique à volume constant C_V de l'air étudié.
4. Déterminer littéralement puis numériquement le travail et le transfert thermique reçu au cours de chaque transformation (on les notera W_{AB} , Q_{AB} , W_{BC} , Q_{BC} , W_{CA} , Q_{CA}).
5. Sur un cycle, calculer le transfert thermique Q_c reçu de la source chaude ainsi que le travail W reçu. En déduire le rendement η du cycle.
6. Quel est le rendement maximal que l'on peut obtenir avec deux sources de températures T_f et T_c (une démonstration est attendue) ? Comparer au résultat de la question précédente et conclure.
7. Calculer l'entropie créée sur un cycle.

Exercice 2 : Vaporisation de l'eau

On introduit dans un calorimètre (enceinte isobare et calorifugée) une masse $m_e = 200\text{ g}$ d'eau liquide de température $T_e = 20^\circ\text{C}$ ainsi qu'un morceau de cuivre de masse $m_c = 1,0\text{ kg}$ et de température $T_c = 350^\circ\text{C}$. On néglige la capacité thermique du calorimètre (vase et instruments). La transformation s'effectue à pression atmosphérique $P = 1,013\text{ bar}$ et dans l'état final l'eau se trouve en équilibre diphasé liquide-vapeur. On note respectivement m_ℓ et m_v la masse d'eau liquide et d'eau vapeur dans l'état final.

Données : capacité thermique massique du cuivre : $c_c = 385\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_e = 4,2\text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, température d'ébullition de l'eau à $P = 1,013\text{ bar}$: $T_{\text{eb}} = 100^\circ\text{C}$, enthalpie de vaporisation de l'eau à 100°C : $L_{\text{vap}} = 2,25 \cdot 10^3\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, fonction d'état entropie d'une phase condensée : $S(T) = C \ln T + \text{Cste}$, avec C la capacité thermique.

1. Quelle est la température finale ? Justifier.
2. Exprimer la variation d'enthalpie ΔH_c du cuivre au cours de la transformation.
3. Exprimer la variation d'enthalpie ΔH_e de l'eau au cours de la transformation.

4. À l'aide du premier principe, calculer les valeurs de m_v et m_ℓ .
5. Exprimer la variation d'entropie ΔS_c du cuivre au cours de la transformation.
6. Exprimer la variation d'entropie ΔS_e de l'eau au cours de la transformation.
7. À l'aide du second principe, calculer l'entropie créée au cours de la transformation.
8. Compléter le diagramme de phase (P, T) et le diagramme de Clapeyron (P, v) ci-dessous en indiquant l'état physique de l'eau dans chaque domaine. Rappeler le nom des deux points particuliers indiqués sur le diagramme de phase. Tracer le chemin suivi par l'eau au cours de la transformation étudiée, sur chacun des deux diagrammes.

