

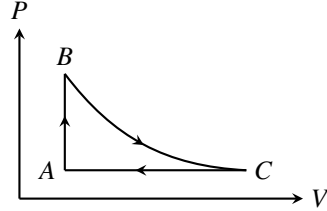
Exercice : Cycle de Lenoir

1.  $A \rightarrow B$  est isochore donc  $V_B = 1,8\text{L}$  et  $\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \iff T_B = \frac{P_B}{P_A} T_A = 750\text{K}$ .

$B \rightarrow C$  est isotherme donc  $T_C = 750\text{K}$  et  $P_C V_C = P_B V_B \iff V_C = \frac{P_B}{P_C} V_B$ .

$C \rightarrow A$  est isobare donc  $P_C = P_A = 1,0\text{bar}$  (on trouve alors  $V_C = 4,5\text{L}$ ).

	P(bar)	V(L)	T(K)
A	1,0	1,8	300
B	2,5	1,8	750
C	1,0	4,5	750



2. Voir ci-dessus à droite.

3. D'après l'énoncé, on a  $Q_1 = Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow C}$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $A \rightarrow B$  isochore :  $W_{A \rightarrow B} = 0$  donc  $Q_{A \rightarrow B} = \Delta_{A \rightarrow B} U = \frac{nR}{\gamma-1} (T_B - T_A)$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $B \rightarrow C$  isotherme :  $\Delta_{B \rightarrow C} U = 0 = W_{B \rightarrow C} + Q_{B \rightarrow C} \iff Q_{B \rightarrow C} = -W_{B \rightarrow C} = nRT_1 \ln \frac{V_C}{V_B}$ .

Loi des GP dans l'état A :  $nR = \frac{P_A V_A}{T_A}$ .

On conclut que  $Q_1 = \frac{P_A V_A}{T_A} \left( \frac{T_B - T_A}{\gamma - 1} + T_1 \ln \frac{V_C}{V_B} \right) = 1087\text{J}$ .

D'après l'énoncé, on a également  $Q_2 = Q_{C \rightarrow A}$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $C \rightarrow A$  isobare :  $Q_{C \rightarrow A} = \Delta_{C \rightarrow A} H = \frac{\gamma nR}{\gamma - 1} (T_A - T_C)$ .

On en déduit que  $Q_2 = \frac{\gamma P_A V_A}{\gamma - 1} \left( 1 - \frac{T_C}{T_A} \right) = -945\text{J}$ .

4. 1<sup>er</sup> principe pour un cycle :  $\Delta_{\text{cycle}} U = 0 = W_{\text{cycle}} + Q_1 + Q_2 \iff W_{\text{cycle}} = -Q_1 - Q_2 = -142\text{J}$ .

Le travail reçu est positif donc le cycle est **moteur**. C'est cohérent avec l'allure du diagramme (P, V) (cycle parcouru dans le sens **horaire**).

5. Dans ce cycle le thermostat  $T_1$  fait office de source chaude et le thermostat  $T_2$  de source froide.

L'efficacité d'un moteur thermique est défini par :  $\eta = \frac{-W_{\text{cycle}}}{Q_1} = 0,13$ .

Le rendement de Carnot vaut  $e_{\text{max,rev}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,6$ .

Le rendement effectif est sensiblement inférieur au rendement maximal car il y a **des sources d'irréversibilité** (contact thermique entre le gaz et les thermostats, à des températures différentes).

6. 2<sup>nd</sup> principe pour un cycle :  $\Delta_{\text{cycle}} S = 0 = \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + S_c \iff S_c = -\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 1,7\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ .

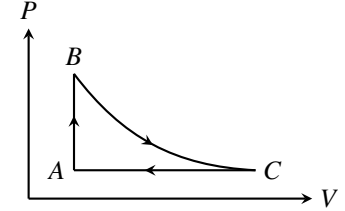
Exercice : Cycle de Lenoir

1.  $A \rightarrow B$  est isochore donc  $V_B = 1,8\text{L}$  et  $\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \iff T_B = \frac{P_B}{P_A} T_A = 750\text{K}$ .

$B \rightarrow C$  est isotherme donc  $T_C = 750\text{K}$  et  $P_C V_C = P_B V_B \iff V_C = \frac{P_B}{P_C} V_B$ .

$C \rightarrow A$  est isobare donc  $P_C = P_A = 1,0\text{bar}$  (on trouve alors  $V_C = 4,5\text{L}$ ).

	P(bar)	V(L)	T(K)
A	1,0	1,8	300
B	2,5	1,8	750
C	1,0	4,5	750



2. Voir ci-dessus à droite.

3. D'après l'énoncé, on a  $Q_1 = Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow C}$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $A \rightarrow B$  isochore :  $W_{A \rightarrow B} = 0$  donc  $Q_{A \rightarrow B} = \Delta_{A \rightarrow B} U = \frac{nR}{\gamma-1} (T_B - T_A)$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $B \rightarrow C$  isotherme :  $\Delta_{B \rightarrow C} U = 0 = W_{B \rightarrow C} + Q_{B \rightarrow C} \iff Q_{B \rightarrow C} = -W_{B \rightarrow C} = nRT_1 \ln \frac{V_C}{V_B}$ .

Loi des GP dans l'état A :  $nR = \frac{P_A V_A}{T_A}$ .

On conclut que  $Q_1 = \frac{P_A V_A}{T_A} \left( \frac{T_B - T_A}{\gamma - 1} + T_1 \ln \frac{V_C}{V_B} \right) = 1087\text{J}$ .

D'après l'énoncé, on a également  $Q_2 = Q_{C \rightarrow A}$ .

1<sup>er</sup> principe pour  $C \rightarrow A$  isobare :  $Q_{C \rightarrow A} = \Delta_{C \rightarrow A} H = \frac{\gamma nR}{\gamma - 1} (T_A - T_C)$ .

On en déduit que  $Q_2 = \frac{\gamma P_A V_A}{\gamma - 1} \left( 1 - \frac{T_C}{T_A} \right) = -945\text{J}$ .

4. 1<sup>er</sup> principe pour un cycle :  $\Delta_{\text{cycle}} U = 0 = W_{\text{cycle}} + Q_1 + Q_2 \iff W_{\text{cycle}} = -Q_1 - Q_2 = -142\text{J}$ .

Le travail reçu est positif donc le cycle est **moteur**. C'est cohérent avec l'allure du diagramme (P, V) (cycle parcouru dans le sens **horaire**).

5. Dans ce cycle le thermostat  $T_1$  fait office de source chaude et le thermostat  $T_2$  de source froide.

L'efficacité d'un moteur thermique est défini par :  $\eta = \frac{-W_{\text{cycle}}}{Q_1} = 0,13$ .

Le rendement de Carnot vaut  $e_{\text{max,rev}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,6$ .

Le rendement effectif est sensiblement inférieur au rendement maximal car il y a **des sources d'irréversibilité** (contact thermique entre le gaz et les thermostats, à des températures différentes).

6. 2<sup>nd</sup> principe pour un cycle :  $\Delta_{\text{cycle}} S = 0 = \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + S_c \iff S_c = -\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 1,7\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ .