

Exercice 1 :

- 1.
2. $W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$, or $W_{BC} = \Delta U_{BC} = C_V(T_2 - T_1)$, $W_{DA} = \Delta U_{DA} = C_V(T_1 - T_2)$, $W_{AB} = -nRT_1 \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$ et $W_{CD} = -nRT_2 \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right)$.
 $Q_c = Q_{CD} = -W_{CD}$
 $r = \frac{-W_{AB} - W_{CD}}{-W_{CD}}$; pour relier V et T on utilise : $T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$ et $T_D V_D^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$ ou encore $T_1 V_B^{\gamma-1} = T_2 V_C^{\gamma-1}$ et $T_2 V_D^{\gamma-1} = T_1 V_A^{\gamma-1}$, ce qui conduit à
 $r = 1 - \frac{T_1}{T_2}$.
3. La nature du gaz n'a aucune influence sur le résultat.

Exercice 2 :

1. Cycle parcouru dans le sens horaire : moteur
2. AB : $W_{AB} = -P_{min}(V_B - V_A) = nR(T_C - T_F)$
BC : $W_{BC} = -nRT_F \ln\left(\frac{P_{max}}{P_{min}}\right)$
CD : $W_{CD} = nR(T_F - T_C)$
DA : $W_{DA} = -nRT_C \ln\left(\frac{P_{min}}{P_{max}}\right)$
3. AB : $Q_{AB} = \Delta U_{AB} - W_{AB} = \frac{nC_{pm}}{\gamma}(T_C - T_F) - nR(T_C - T_F)$
BC : $Q_{BC} = -W_{BC} = nRT_F \ln\left(\frac{P_{max}}{P_{min}}\right)$
CD : $Q_{CD} = \Delta U_{CD} - W_{CD} = \frac{nC_{pm}}{\gamma}(T_C - T_F) + nR(T_C - T_F)$
DA : $Q_{DA} = -W_{DA} = nRT_C \ln\left(\frac{P_{min}}{P_{max}}\right)$
4. Voir question précédente pour W et Q ;
AB : $\Delta U_{AB} = nC_{vm}(T_C - T_F)$; $\Delta H_{AB} = nC_{pm}(T_C - T_F)$
BC : $\Delta U_{BC} = 0 = \Delta H_{BC}$
CD : $\Delta U_{CD} = nC_{vm}(T_F - T_C)$; $\Delta H_{CD} = nC_{pm}(T_F - T_C)$
DA : $\Delta U_{DA} = 0 = \Delta H_{DA}$

Exercice 3 :

Il faut imaginer une transformation qui réchauffe l'eau liquide vers 273 K, puis le changement d'état, puis un refroidissement de la glace pour le calcul de ΔS (fonction d'état).

$$\Delta S = m_e c_e \ln\left(\frac{273}{268}\right) - m_e \frac{\Delta_{fus} H}{273} + m_e c_g \ln\left(\frac{268}{273}\right) = S_e + S_c$$

avec $S_e = \frac{Q}{268}$ (transformation direct de surfusion : attention S_e N'EST PAS une fonction d'état) et $Q = \Delta H$; le calcul de ΔH se fait de la même façon que ΔS :

$$\Delta H = m_e c_e (273 - 268) - m_e \Delta_{fus} H + m_e c_g (268 - 273)$$

Exercice 4 :

1. $P_2 = P_1 a^\gamma$; $V_2 = \frac{V_1}{a}$; $T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = T_1 a^{\gamma-1}$
 $P_3 = P_2 = P_1 a^\gamma$; $V_3 = \frac{V_1}{b}$; $T_3 = \frac{P_3 V_3}{nR} = T_1 \frac{a^\gamma}{b}$
 $P_4 V_1^\gamma = P_3 V_3^\gamma$ soit $P_4 = P_1 \left(\frac{a}{b}\right)^\gamma$; $V_4 = V_1$; $T_4 = \frac{P_4 V_4}{nR} = T_1 \left(\frac{a}{b}\right)^\gamma$

2. $W_{12} = \Delta U_{12} = \frac{nR}{\gamma-1}(T_2 - T_1) = P_1 V_1 \frac{a^{\gamma-1}-1}{\gamma-1} > 0; Q_{12} = 0$
 $W_{23} = -P_1 a^\gamma (V_3 - V_2) = -P_1 V_1 a^\gamma \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right) < 0; Q_{23} = \Delta U_{23} - W_{23} > 0$
 $W_{34} = \Delta U_{34} = \frac{nR}{\gamma-1}(T_4 - T_3) = P_1 V_1 \left(\left(\frac{a}{b}\right)^\gamma - \frac{a^\gamma}{b}\right) < 0; Q_{34} = 0$
 $W_{41} = 0; Q_{41} = \Delta U_{41} = P_1 V_1 \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^\gamma - 1}{\gamma-1} < 0$
3. Moteur $r = -\frac{W}{Q_{23}}$

Exercice 5 :

1. $\Delta h = w + q$
2. Compression isentropique : $P^{1-\gamma} T^\gamma = cste$, soit $T_1 = T_0 \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{(1-\gamma)/\gamma}$.
 PP : $\Delta H = C_p \Delta T = W'_1$, soit $\Delta h = c_p \Delta T = w'_1 = \frac{\gamma R}{M(\gamma-1)}(T_1 - T_0)$.
3. Transformation isobare : $\Delta h = \frac{\gamma R}{M(\gamma-1)}(T_2 - T_1) = q_2$.
4. Voir 2. : $T_3 = T_2 \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{(1-\gamma)/\gamma}$. $w'_3 = \frac{\gamma R}{M(\gamma-1)}(T_3 - T_2)$.
5. On a un moteur : $\eta = \frac{-(w'_1 + w'_3)}{q_2}$