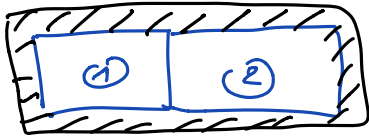


Exercice 1

1)



On considère le système { bloc 1 + bloc 2 } et on lui applique le premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = W + Q$$

avec $W = 0$ car les blocs sont des phases condensées idéales \rightarrow transf. isochore
 $Q = 0$ car le système est dans une enceinte adiabatique.

Donc $\Delta U = 0$ or, $\Delta U = \Delta U_{\text{bloc 1}} + \Delta U_{\text{bloc 2}}$ par additivité de l'énergie interne.

Les blocs étant des phases condensées idéales, on a :

$$0 = C_1(T_f - T_{i1}) + C_2(T_f - T_{i2})$$

$$\text{Ici, } C_1 = mc = C_2$$

$$\text{Donc, } mc(T_f - T_{i1} + T_f - T_{i2}) = 0 \Rightarrow T_f = \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2}$$

2) On applique le 2^e principe de la thermodynamique au système :

$$\Delta S = S_{\text{éch}} + S_{\text{créé}}$$

Or, les blocs étant des phases condensées idéales :

$$\Delta S_1 = C_1 \ln\left(\frac{T_f}{T_{i1}}\right) \quad \text{et} \quad \Delta S_2 = C_2 \ln\left(\frac{T_f}{T_{i2}}\right)$$

variation d'entropie du bloc 1 variation d'entropie du bloc 2.

Par additivité de l'entropie:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = mc \ln \frac{T_f}{T_{i1}} + mc \ln \frac{T_f}{T_{i2}} = mc \ln \frac{T_f^2}{T_{i1} T_{i2}}$$

Donc,

$$\Delta S = mc \ln \frac{(T_{i1} + T_{i2})^2}{4 T_{i1} T_{i2}}$$

Or, la transformation est adiabatique donc:

$$S_{\text{éch}} = 0$$

Ainsi, $S_{\text{crée}} = \Delta S = mc \ln \frac{(T_{i1} + T_{i2})^2}{4 T_{i1} T_{i2}}$

> 1
 > 0

$$(T_{i1} + T_{i2})^2 - 4 T_{i1} T_{i2} = T_{i1}^2 + T_{i2}^2 - 2 T_{i1} T_{i2} = (T_{i1} - T_{i2})^2 \geq 0.$$

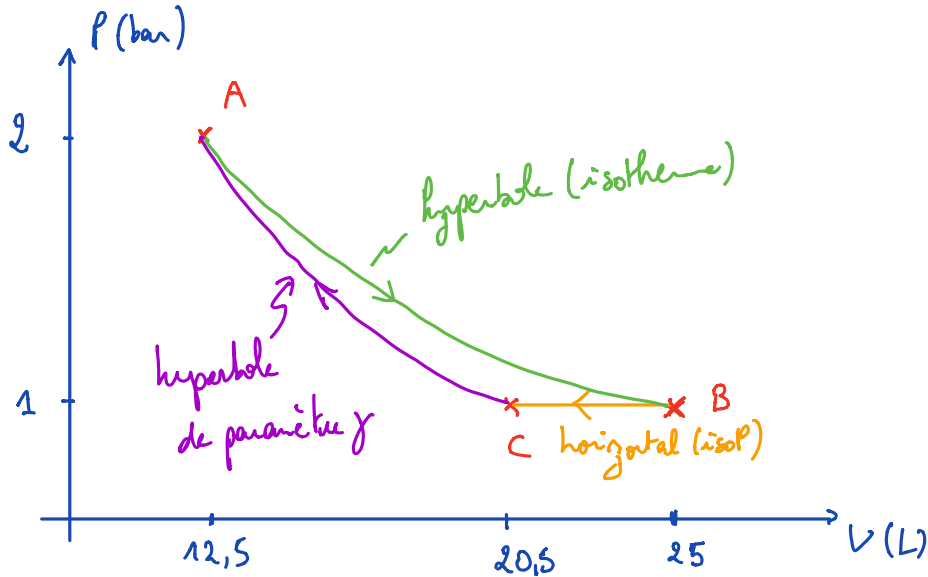
Transfo réversible si $T_{i1} = T_{i2}$ sinon elle est irréversible.

3) $S_{\text{crée}} (a) = 385 \times 0,2 \ln \frac{(273,15 + 20 + 273,15 + 50)^2}{4(273,15 + 20)(273,15 + 50)} = 1,8 \times 10^{-1} \text{ J.K}^{-1}$

$S_{\text{crée}} (b) = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ J.K}^{-1}$

Exercice 2

1)



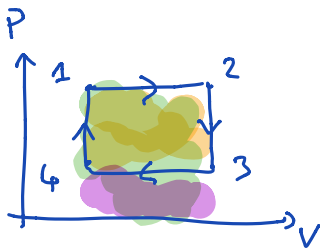
$$V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 12,5 \text{ L}$$

$$A \rightarrow B: \text{ isotherme: } P = \frac{\text{cste}}{V} \quad \text{cste}$$

$$V_B = \frac{nRT_B}{P_B} = \frac{nRT_A}{P_B} = 2 \times V_A = 25 \text{ L}$$

$$C \rightarrow A: \text{ ad rev: } P = \frac{\text{cste}}{V^\gamma}$$

2)



- m : aire positive
- m : aire négative
- m : différence d'aires

Le travail reçu est l'opposé de l'aire du cycle.

- Sens horaire ($\Delta T > 0$) ⇒ $W < 0$ } Notem.
 - ↳ cède
- Sens trigo ⇒ $W > 0$ } Receptem.
 - ↳ reçoit

Ici, le cycle est parcouru dans le sens horaire, le travail est donc négatif, c'est un cycle moteur.

3)

On applique le 2^e principe au système entre A et B:

$$\Delta_{ABS} = S_{\text{échAB}} + S_{\text{crée AB}}$$

or, le système est un gaz parfait et la transfo est isotherme:

$$\Delta_{AB} S = -nR \ln\left(\frac{P_B}{P_A}\right) \quad \text{or } P_B = \frac{P_A}{2}$$

$$\text{Donc, } \Delta_{AB} S = -nR \ln\left(\frac{1}{2}\right) = nR \ln 2$$

et $S_{\text{éch}_{AB}} = \frac{Q_{AB}}{T_0}$ \approx transfert thermique entre A et B.

Appliquons le 1^{er} principe au système entre A et B:

$$\Delta_{AB} U = Q_{AB} + W_{AB}.$$

Le système est un gaz parfait: $\Delta_{AB} U = C_V \Delta T = 0$ car l'évolution est isotherme.
Supposons que la transformation est quasi-statique:

$$W_{AB} = - \int_{V_A}^{V_B} P_{\text{ext}} dV = - \int_{V_A}^{V_B} P dV \stackrel{\text{qf}}{=} - \int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT_0}{V} dV \stackrel{\text{isot}}{=} - nRT_0 \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = nRT_0 \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$\text{Donc, } Q_{AB} = nRT_0 \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$\text{Ainsi, } S_{\text{éch}_{AB}} = nR \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

Donc, d'après le deuxième principe: $S_{\text{créée}} = nR \ln 2 - nR \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$

$$\text{or, } V_B = 2 \times V_A \quad \text{donc } \boxed{S_{\text{créée}} = 0}.$$

L'étape $A \rightarrow B$ est donc réversible.

4) D'après la loi des gaz parfaits:

$$T_c = \frac{P_B V_c}{mR} \Rightarrow T_c = 247K$$

$$W_{BC} = - \int_{V_A}^{V_B} P_{ext} dV = - \int_{V_A}^{V_B} P_B dV = - P_B \Delta V = - P_B (V_c - V_B)$$

D'après le 1^{er} principe: $Q_{BC} = \Delta_{BC} U - W_{BC}$

Or, le système étant un gaz parfait:

$$Q_{BC} = C_V (T_c - T_B) + P_B (V_c - V_B)$$

$$\text{Or, } C_V = \frac{mR}{\gamma - 1} = \frac{mR}{\frac{7}{5} - 1} = \frac{5}{2} mR$$

Et, $P_c = P_B$ car la transfo est isobare;

$$Q_{BC} = \frac{5}{2} mR (T_c - T_B) + P_c V_c - P_B V_B = \frac{5}{2} mR (T_c - T_B) + mR (T_c - T_B) = \frac{7}{2} mR (T_c - T_B)$$

L'entropie échangée s'en déduit:

$$S_{ech_{BC}} = \frac{Q_{BC}}{T_0} = \frac{7 mR (T_c - T_B)}{2 T_0}$$

Calculons $\Delta_{BC} S = c_p \ln \left(\frac{T_c}{T_B} \right)$ car la transformation est isobare

Donc, en appliquant le 2^e principe:

$$S_{créée} = c_p \ln \left(\frac{T_c}{T_0} \right) - \frac{7 mR (T_c - T_0)}{2 T_0}$$

$$O_r, C_p = \frac{\gamma m R}{\gamma - 1} = \frac{7}{2} m R$$

$$\text{Donc, } \boxed{S_{crée}} = \frac{7}{2} m R \ln\left(\frac{T_c}{T_0}\right) - \frac{7}{2} m R \frac{T_c - T_0}{T_0}$$
$$= \frac{7}{2} m R \left(\ln\left(\frac{T_c}{T_0}\right) + 1 - \frac{T_c}{T_0} \right)$$

AN: $W_{BC} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ J}$

$$Q_{BC} = -1,6 \text{ kJ}$$

$$S_{éch BC} = -5,2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

~~$S_{crée} = -0,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} < 0$~~
Impossible.

Cycle est irréalisable.

$A \rightarrow C : \text{rév.}$
$C \rightarrow B : \text{OK arc.}$
$B \rightarrow A : \text{rév.}$

→ Cycle inverse permis par le deuxième principe.

Exercice 3 :

1) Système : { eau + réservoir + résistance }
 $T_{\text{ext}} = 20^\circ\text{C}$ $p_{\text{ext}} = 1\text{bar}$.

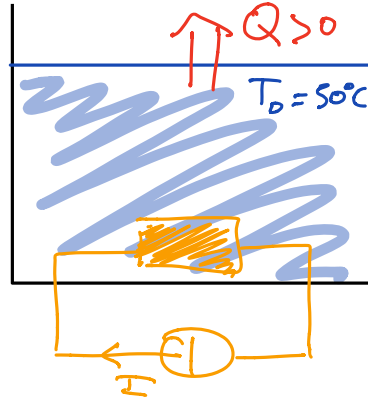
Le système est une phase condensée.

$$\text{Donc, } \Delta H = C \Delta T$$

$$\Delta S = C \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right)$$

Or $T_0 = \text{cste}$ (évolution isotherme).

$$\text{Donc } \Delta H = \Delta S = 0.$$



Le système cède
du q_r thermique
au milieu extérieur

$$T_0 > T_{\text{ext}}$$

$$S_{\text{éch}} = \frac{Q}{T_{\text{ext}}}$$

$$\text{or } \Delta H = Q + W_u = Q + W_{\text{élec}}$$

avec $W_{\text{élec}}$ travail fourni par le générateur :

$$W_{\text{élec}} = U_e I \Delta t = R I^2 \Delta t$$

$$\text{Donc, } Q = -W_{\text{élec}} = -R I^2 \Delta t < 0$$

$$\text{Ainsi } S_{\text{éch}} = \frac{-R I^2 \Delta t}{T_{\text{ext}}}$$

$$\text{D'après le 2^e ppe : } S_{\text{crée}} = -S_{\text{éch}} = \frac{R I^2 \Delta t}{T_{\text{ext}}}$$

2) Il y a deux causes :

→ Inhomogénéité de température entre l'eau et le milieu extérieur

$$T_0 \neq T_{\text{ext}}$$

→ Effet Joule.

3) Text $Sci\grave{e}re = \underbrace{RI^2t}_{W_{elec}}$ → C'est bien le travail électrique dégradé.