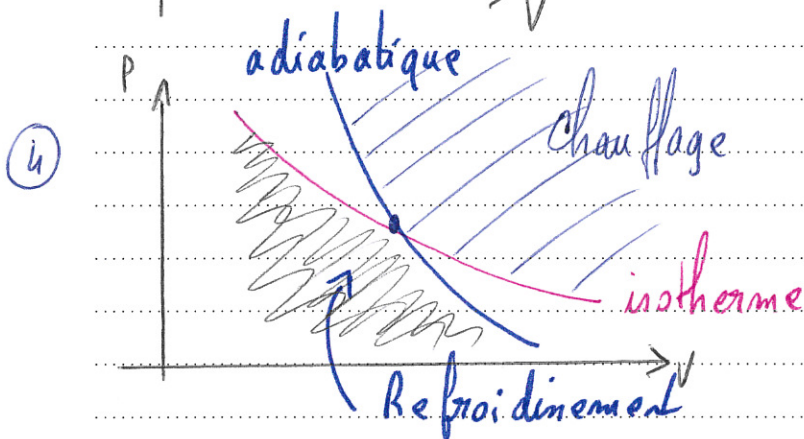
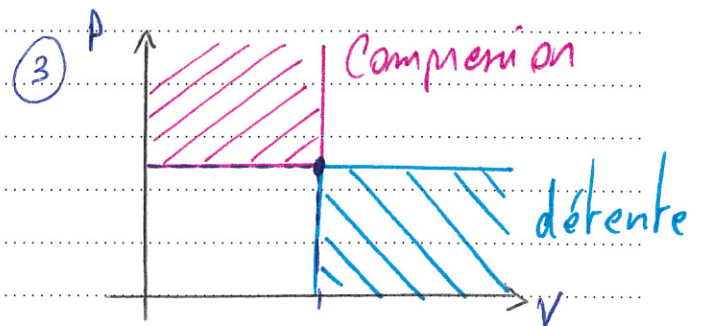
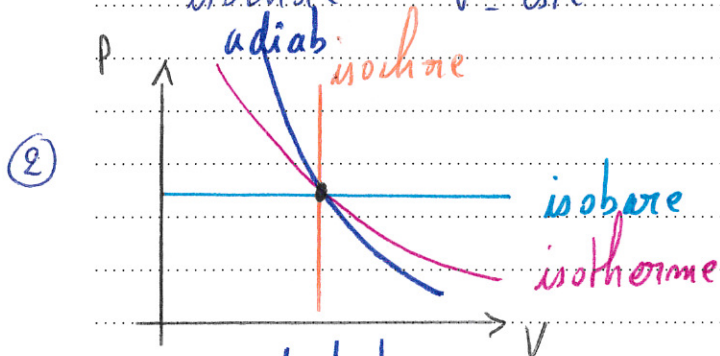


Transformation polytropique $PV^k = \text{cte}$

- ① isobare = $P = \text{cte}$ $k = 0$
 isotherme = $PV = nRT = \text{cte}$ $k = 1$
 adiabatique réversible GP = $PV^\gamma = \text{cte}$ $k = \gamma$
 isochore $V = \text{cte}$ $k \rightarrow \infty$



Le système reçoit de la chaleur au-dessus de l'adiab. réversible il y a augmentation de température si on est au-dessus de l'isotherme.

Refroidissement = en-dessous de l'adiab. et de l'isotherme.

⑤ Travail reçu au cours d'une transformation polytropique

$$SW = -P_{\text{ext}} \cdot dV \stackrel{\text{rev}}{=} -P dV \quad \text{de plus : } PV^k = P_F V_F^k$$

$$SW = -P_F V_F^k \frac{dV}{V^k}$$

$$W = \int_{V_F}^{V_I} -P_F V_F^k \frac{dV}{V^k}$$

On fait 2 cas = $k = 1$ et $k \neq 1$

$$k = 1 = \text{isotherme réversible : } W = -P_F V_F \ln \left(\frac{V_F}{V_I} \right)$$

$$k \neq 1 : W = -P_F V_F^k \cdot \left[\frac{1}{-k+1} \cdot \frac{1}{V^{k-1}} \right]_{V_I}^{V_F} = \frac{1}{k-1} \left[\frac{P_F V_F^k}{V_F^{k-1}} - \frac{P_I V_I^k}{V_I^{k-1}} \right]$$

$= P_F V_F^k$

$$W = \frac{1}{k-1} [P_F V_F - P_I V_I] = -\frac{nR(T_F - T_I)}{k-1}$$

Calcul du transfert thermique

On applique le 1^{er} principe de la thermo aux n moles de GP :

$$\Delta U = W + Q \quad \text{1^{ère} loi de Joule} = \left. \begin{aligned} \Delta U &= n C_{vm} (T_F - T_I) \\ \Delta U &= n \frac{R}{\gamma - 1} (T_F - T_I) \end{aligned} \right\}$$

d'où $Q = \Delta U - W$

$$\begin{aligned} k = 1 & \quad Q = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_F - T_I) + nRT_I \ln \left(\frac{V_F}{V_I} \right) \\ k \neq 1 & \quad Q = nR (T_F - T_I) \left(\frac{1}{\gamma - 1} - \frac{1}{k - 1} \right) \end{aligned}$$

- ⑥ $Q = C_k (T_F - T_I)$: C_k correspond à la capacité thermique de la transformation.
↳ le transfert thermique est proportionnel à la variation de température.

Quand $k \neq 1$: $C_k = \frac{nR}{\gamma - 1} - \frac{nR}{k - 1} = C_v - \frac{nR}{k - 1}$

- ⑦ * Transformation isotherme $k = 1$: C_k ne serait pas définie.
 $C_k \rightarrow \infty$: le système peut échanger n'importe quel transfert thermique sans variation de température.

- * Transformation adiabatique : $k = \gamma$ $C_\gamma = 0$
⇒ pas d'échange thermique.

- * Transformation isobare $k = 0$ $C_0 = \frac{nR}{\gamma - 1} - nR = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$
 $C_0 = C_p$

- * Transformation isochore $k \rightarrow +\infty$ $C_\infty = \frac{nR}{\gamma - 1} = C_v$

⑧ On distingue le cas $k=1$ et $k \neq 1$.

$k=1$ 1^{er} ppe + 1^{er} LJ Transf isotherme $\Delta U = W + Q = 0$
 $Q = -W$

$k \neq 1$ $Q = C_k (T_F - T_I)$ et $W = \frac{nR}{k-1} (T_F - T_I)$

d'où $Q = C_k \times \frac{k-1}{nR} W$ avec $C_k = \frac{nR}{\gamma-1} = \frac{nR}{k-1}$

$$Q = \left(\frac{k-1}{\gamma-1} - 1 \right) W$$

$$Q = \left(\frac{k-\gamma}{\gamma-1} \right) W$$

$$\alpha = \frac{k-\gamma}{\gamma-1}$$

$k \neq 1$

⑨ 1. Transformation adiabatique rév. GP

Loi de Laplace (variables TP) : $T_F^\gamma P_F^{1-\gamma} = T_I^\gamma P_I^{1-\gamma}$

$$T_F = T_I \left(\frac{P_I}{P_F} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

AN : $T_F = 285 \times \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{-0,5}{1,5}} 1,25$

$$T_F = 355 K$$

9.2. Transformation isotherme

question ⑤ $\Rightarrow Q = -W = + P_I V_I \ln \left(\frac{V_F}{V_I} \right)$

$Q = nRT_I \ln \left(\frac{P_I}{P_F} \right)$ AN : $Q = -8,3 \times 285 \times \ln 2$

$$Q = -1600 J$$

9.3. Evolution polytropique $P_I V_I^k = P_F V_F^k$ $P_I^{1-k} T_I^k = P_F^{1-k} T_F^k$

$$\left(\frac{P_I}{P_F} \right)^{1-k} = \left(\frac{T_I}{T_F} \right)^k \quad (1-k) \ln \left(\frac{P_I}{P_F} \right) = k \ln \left(\frac{T_I}{T_F} \right)$$

$$k = \frac{\ln (P_I / P_F)}{\ln (P_I / P_F) + \ln (T_I / T_F)}$$

$$k = \frac{-\ln (Q)}{-\ln 2 + \ln (1,25)}$$

$$k = 1,4$$

On en déduit (question 5)

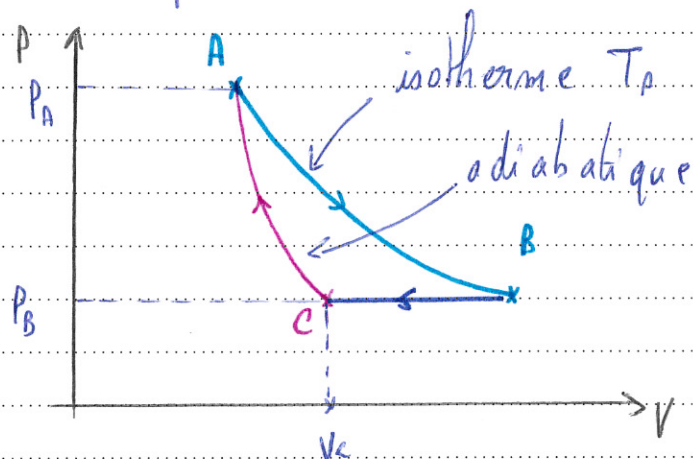
$$Q = nR(T_F - T_I) \left(\frac{1}{\gamma - 1} - \frac{1}{k - 1} \right)$$

$$Q = 8,3 \times 57 \times \left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,4} \right) = -8,3 \times 57 \times \frac{10}{20}$$

$$\underline{Q = -230 \text{ J}}$$

Cycle Monotherme

① Cycle₁ = on suppose toutes les transformations qu'on fait
 ⇒ les paramètres d'état sont définis à tout instant.



Sens horaire = cycle moteur

lors de la détente AB on fournit plus de travail que ce que l'on reçoit lors de la compression B → C → A.

② Variation d'entropie ΔS_{AB}

Gas parfait ΔS_{AB} en variable (P, T)

$$T_A = T_B$$

on connaît P_A et P_B

$$\Delta S_{AB} = \frac{mR}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{P_B^{1-\gamma} T_B}{P_A^{1-\gamma} T_A} \right)$$

$$\Delta S_{AB} = mR \ln \left(\frac{P_A}{P_B} \right)$$

Rq. $\Delta S_{AB} > 0$ = on défend le gaz à $T = \text{cte}$ = augmentation du désordre.

③ Entropie échangée S_{eAB}

On applique le 2nd principe de la thermo aux n moles de GP. (Σ)

$$S_{eAB} = \frac{SQ_{AB}}{T_S} \stackrel{\text{isoth.}}{=} \frac{SQ_{AB}}{T_A} \quad \text{d'où} \quad S_{eAB} = \frac{Q_{AB}}{T_A}$$

contact thermique à T_A

$$\left. \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ principe à } (\Sigma) : \Delta U = W_{AB} + Q_{AB} \\ 1^{\text{er}} \text{ Loi de Joule } \Delta U = 0 \text{ car } T_A = \text{cte} \end{array} \right\} W_{AB} = -Q_{AB}$$

$$SW_{AB} = -P_{\text{ext}} dV \stackrel{\text{QTR}}{=} -P dV = -mRT_A \frac{dV}{V} \quad W_{AB} = -mRT_A \ln \frac{V_B}{V_A}$$

$$\text{d'où} \quad Q_{AB} = mRT_A \ln \frac{P_A}{P_B}$$

$$\Delta S_{AB} = mR \ln \left(\frac{P_A}{P_B} \right)$$

④ Calcul de S_{CAB}

On applique le 2nd principe de la thermo à (Z) : $\Delta S_{AB} = S_{AB} + S_{CAB}$

$$S_{CAB} = \Delta S_{AB} - S_{AB}$$

$$S_{CAB} = 0$$

Entropie créée nulle $\Rightarrow$ transformation réversible.

$\hookrightarrow$ prévisible : transformation dans laquelle
l'éq. therm. et l'éq. méca. sont
maintenus à chaque instant.

⑤ Température T_c = en C on connaît P_B et V_c et n -

$$GP = P_B V_c = n R T_c$$

$$T_c = \frac{P_B V_c}{n R}$$

$$T_c = \frac{10^5 \cdot 20,5 \cdot 10^{-3}}{8,3}$$

$$T_c \approx 250 K \quad (T_c = 247 K)$$

⑥ Travail et transfert thermique

$B \rightarrow C$ = Transformation isobare = $\delta W_{Be} = - P_{ext} \cdot dV \stackrel{OTR}{=} - P dV = - P_B dV$

$$W_{Be} = - P_B (V_c - V_B)$$

$W_{Be} > 0$ (compression).

1^{er} principe au GP (npt. fermé) : La transformation est isobare
donc monobare avec Equilibre mécanique à l'ET et à l'EF.

$$\Delta H = Q_{Be} \text{ de plus 2^e LJ : } \Delta H = \frac{n R \gamma}{\gamma - 1} (T_c - T_B)$$

$$Q_{Be} = \frac{n R \gamma}{\gamma - 1} (T_c - T_A)$$

⑦ Variation d'entropie ΔS_{BC}

Gaz Parfait transformation isobare $\Rightarrow$ variables (T, P) .

$$\Delta S_{BC} = \frac{mR}{\gamma-1} \ln \left(\frac{P_C^{1/\gamma} T_C^\gamma}{P_B^{1/\gamma} T_B^\gamma} \right) = \frac{mR\gamma}{\gamma-1} \ln \left(\frac{T_C}{T_B} \right)$$

$$\Delta S_{BC} = \frac{mR\gamma}{\gamma-1} \ln \left(\frac{T_C}{T_B} \right)$$

⑧ Entropie échangée on applique le 2nd ppe de la thermo à (Σ)

$$\Delta S_{BC} = S_{eBC} + S_{cBC}$$

$$S_{cBC} = \frac{S Q_{BC}}{(T_T) \text{ température du thermostat}}$$

$$S_{eBC} = \frac{Q_{BC}}{T_T}$$

$$S_{eBC} = \frac{mR\gamma}{\gamma-1} \times \frac{T_C - T_A}{T_T}$$

$$\textcircled{9} * S_{cBC} = \Delta S_{BC} - S_{eBC}$$

$$S_{cBC} = \frac{mR\gamma}{\gamma-1} \left(\ln \left(\frac{T_C}{T_B} \right) - \frac{T_C - T_A}{T_T} \right)$$

$$S_{cBC} = \frac{8,3 \times 1,4}{0,4} \times \left(\ln \left(\frac{250}{300} \right) - \frac{50}{300} \right) = 28 \times (-\ln(1,2) + 0,17)$$

$$S_{cBC} = 28 (-0,2 + 0,17) \Rightarrow S_{cBC} \approx -0,8 \text{ J/K} < 0$$



$S_{cBC} < 0$

La transformation n'est pas réalisable $\Rightarrow$ désaccord avec le 2nd ppe

⑩ Le cycle proposé n'est pas réalisable, en effet un moteur monotherme ne peut exister. (un seul thermostat)

$\Rightarrow$ cycle dans le sens trigo $\Rightarrow$ récepteur.