

Second Principe

C1

contact thermique 1) on travaille à $P = \text{cte} \Rightarrow$ on utilise ΔH

$$\Delta H = Q_{P=\text{cte}} \text{ (pour le système } \{S_1 + S_2\})$$

$$\Leftrightarrow C_1(T_f - T_1) + C_2(T_f - T_2) = 0 \Rightarrow T_f = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2}$$

2) $C_2 = C_1 = C \Rightarrow T_f = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$$\Delta S_1 = C \ln\left(\frac{T_f}{T_1}\right) \quad \Delta S_2 = C \ln\left(\frac{T_f}{T_2}\right), \quad \Delta S = C \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right) = C \ln\left(\frac{(T_1 + T_2)^2}{4 T_1 T_2}\right)$$

3) Avec $T_2 = T_1(1 + \varepsilon)$, $\Delta S = C \ln\left[\frac{T_1^2(2 + \varepsilon)^2}{4 T_1^2(1 + \varepsilon)}\right] = C \ln\left[\frac{(1 + \varepsilon/2)^2}{(1 + \varepsilon)}\right]$

$$\Delta S = C \ln\left(\frac{1 + \varepsilon + \varepsilon^2/4}{1 + \varepsilon}\right) = C \ln\left(1 + \frac{\varepsilon^2}{4(1 + \varepsilon)}\right) \underset{\varepsilon \rightarrow 0}{\sim} \frac{C \varepsilon^2}{4}$$

$\Rightarrow$ Si l'écart relatif de température est petit du 1^{er} ordre, l'écart en entropie est du 2^e ordre $\Rightarrow$ $\text{est plus petit} \dots$
Le contact thermique est réversible.

C2 1) 1^{er} P appliqué à {gaz + enceinte} : $\Delta U = W + Q$

2) $U_{GP} \stackrel{\text{1^{er} ordre}}{=} f(T) \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta T = 0$

3) On détermine d'abord l'état final :

$$\left\{ \begin{array}{l} V_f = 2V_0 \\ T_f = T_0 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{1^{er} ordre}} nRT = \text{cte} = P_0 V_0 = P_f V_f \Rightarrow P_f = \frac{P_0}{2}$$

• Donc $\Delta S \stackrel{\text{GP}}{=} n_0 C_v \ln\left(\frac{T_f}{T_0}\right) + n_0 R \ln\left(\frac{V_f}{V_0}\right) = nR \ln 2$

• L'entropie d'échange vaut $S_e = \frac{Q}{T_{\text{ext}}} \stackrel{\text{1^{er} ordre}}{=} 0$

$$\Rightarrow S^c = \Delta S - S^e = nR \ln 2 > 0, \text{ détente irréversible.}$$

(Si le gaz occupe $2V_0$, spontanément il ne se regroupera pas dans V_0 !)

C3

1) Etat final : $\left\{ \begin{array}{l} T_f \stackrel{\text{1^{er} ordre}}{=} T_0 \\ V_f = \frac{V_0}{\alpha} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{1^{er} ordre}} P_f = \alpha P_0$

• Donc $\Delta S \stackrel{\text{GP}}{=} nR \ln\left(\frac{V_f}{V_0}\right) = nR \ln\left(\frac{1}{\alpha}\right) = -nR \ln(\alpha)$

• Pour calculer $S_e = \frac{Q}{T_0}$, il faut établir Q (1^{er} P) :
température $\leftarrow T_0$
réversible

$\Rightarrow$ 1^{er} P pour le gaz : $\Delta U \stackrel{\text{1^{er} ordre}}{=} 0 = W + Q$

Donc $Q = -W = + \int P_{\text{ext}} dV \stackrel{\text{réversible}}{=} \int P dV = \int nRT_0 \frac{dV}{V} = nRT_0 \ln\left(\frac{V_f}{V_0}\right)$

$$\Rightarrow Q = nRT_0 \ln \frac{1}{\alpha} \Rightarrow S^e = \frac{Q}{T_0} = -nR \ln \alpha$$

Donc $S^c = \Delta S - S^e = 0$ (oui, transformation bien réversible)

2) Etat final : inchangé $(T_0, \frac{V_0}{\alpha}, \alpha P_0)$

• ΔS inchangé $= -nR \ln \alpha$

• 1^{er} P pour le gaz $\Delta U = 0 = W + Q$

$$\Rightarrow Q = -W = + \int P_{\text{ext}} dV \stackrel{\text{monocore}}{=} P_{\text{ext}} \int dV = \alpha P_0 (V_f - V_0) = \alpha P_0 \left(\frac{V_0}{\alpha} - V_0\right) = P_0 V_0 (1 - \alpha)$$

Donc $S^e = \frac{Q}{T_0} = \frac{P_0 V_0 (1 - \alpha)}{T_0} = nR(1 - \alpha)$

D'où $S^c = \Delta S - S^e = nR((\alpha - 1) - \ln \alpha) \geq 0$ ($= 0$ pour $\alpha = 1$)

