

Second principe, machines et changements d'états

Données

$$\Delta S^{\text{cond}} = mc \ln \frac{T_f}{T_i} \quad \text{et} \quad \Delta S^{\text{G.P.}} = C_V \ln \frac{T_f}{T_i} + nR \ln \frac{V_f}{V_i} = C_P \ln \frac{T_f}{T_i} - nR \ln \frac{P_f}{P_i} = C_V \ln \frac{P_f}{P_i} + C_P \ln \frac{V_f}{V_i}$$

- /7 1 Soit un gaz parfait passant de l'état initial $I (T_i, P_i, V_i = V_0)$ à un état final $f (T_f, P_f, V_f = V_0)$ en le mettant en contact avec un thermostat de température $T_{\text{ext}} = T_f$. **Déterminer ΔS , S_{ech} et S_{cr} en fonction de n , R , γ et $x = \frac{T_i}{T_f}$.** Conclure sur la nature réversible ou non de la transformation par un raisonnement mathématique.

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_f}{T_i} + \underbrace{nR \ln \frac{V_f}{V_i}}_{=0} \Rightarrow \Delta S = -\frac{nR}{\gamma-1} \ln(x)$$

$$\text{Or } S_{\text{ech}} \stackrel{\text{monoT.}}{=} \frac{Q}{T_f} \quad \text{et} \quad \Delta U \stackrel{\text{isoV.}}{=} Q + \mathcal{W}$$

$$\Leftrightarrow \frac{nR}{\gamma-1} (T_f - T_i) = Q \Leftrightarrow S_{\text{ech}} = \frac{nR}{\gamma-1} (1-x)$$

$$\text{Or } \Delta S = S_{\text{ech}} + S_{\text{cr}}$$

$$\Leftrightarrow S_{\text{cr}} = \Delta S - S_{\text{ech}} = C_V (x - 1 - \ln x)$$

Or, $\forall x \in \mathbb{R} \setminus \{1\}, x - 1 > \ln x$ donc $S_{\text{cr}} > 0$ (sauf pour $T_i = T_f$ inutile) : elle est **irréversible**.

- /9 2 Présenter le réfrigérateur : schéma de fonctionnement, signe algébrique des échanges, but, sources, production coût et pertes, et démontrer l'efficacité de CARNOT du frigo.

◇ **But** : Refroidir source froide

◇ **Source chaude** : atmosphère

◇ **Source froide** : aliments

Produit°	Coût	Perte
Q_F	W	Q_C

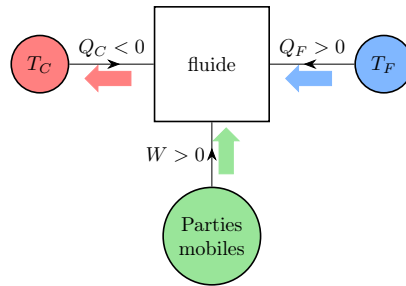


Schéma frigo. +

$$\begin{aligned} e &= \frac{Q_F}{W} = -\frac{Q_F}{Q_C + Q_F} \\ \Leftrightarrow e &= -\frac{1}{1 + \frac{Q_C}{Q_F}} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{Q_C}{T_C} \leq -\frac{Q_F}{T_F} \\ \text{Or, } Q_F > 0 \end{array} \right\} 1 + \frac{Q_C}{Q_F} \leq 1 - \frac{T_C}{T_F} \\ \Leftrightarrow e &\leq -\frac{1}{1 - \frac{T_C}{T_F}} \\ \Leftrightarrow e &\leq \frac{T_F}{T_C - T_F} = e_C \end{aligned}$$

- /4 3 Énoncer et démontrer le théorème des moments, en vous appuyant sur une isotherme d'ANDREWS que vous tracerez.

Soit V_g et V_ℓ les volumes de gaz et de liquide, et $V = V_g + V_\ell$ le volume total.

$$\begin{aligned} v &= \frac{V_g}{m} + \frac{V_\ell}{m} \\ \Leftrightarrow v &= \frac{m_g v_g}{m} + \frac{m_\ell v_\ell}{m} \\ \Leftrightarrow v &= x_g v_g + x_\ell v_\ell \\ \Leftrightarrow v &= (1 - x_\ell) v_g + x_\ell v_\ell \\ \Leftrightarrow x_\ell &= \frac{v_g - v}{v_g - v_\ell} = \frac{MG}{LG} \\ \text{et } x_g &= \frac{v - v_\ell}{v_g - v_\ell} = \frac{LM}{LG} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} v = V/m \\ \Leftrightarrow V = mv \\ x_g = m_g/m \\ x_g = 1 - x_\ell \end{array} \right\}$$

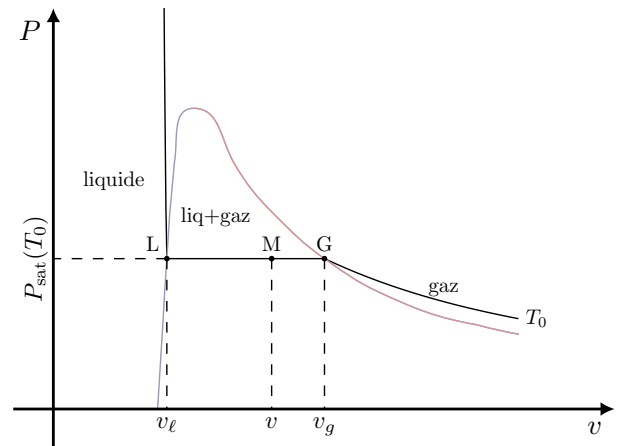


FIGURE 28.1 – Schéma théorème des moments.