Contrôle de connaissances 28

Second principe, machines et changements d'états

Données

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

/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.

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

Or $S_{\text{ech}} \overset{\text{monoT.}}{\underset{(1)}{=}} \dfrac{Q}{T_f}$ et $\Delta U \overset{\text{isoV.}}{=} Q + \cancel{W}$

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

Or $\Delta S \overset{(1)}{=} S_{\text{ech}} + S_{\text{cr}}$

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

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

/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.

(1) ◇ **But : Refroidir source froide**

(1) ◇ **Source chaude** : atmosphère

◇ **Source froide** : aliments

(1)

Produc°	**Coût**	**Perte**
Q_F	W	Q_C

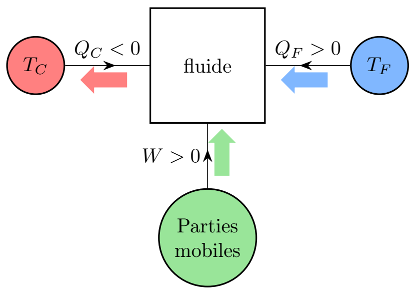

Schéma frigo. (1) + (1)

$$e \overset{(1)}{=} \frac{Q_F}{W} \overset{(1)}{=} -\frac{Q_F}{Q_C + Q_F}$$

$$\Leftrightarrow e = -\frac{1}{1 + \frac{Q_C}{Q_F}}$$

$\frac{Q_C}{T_C} \overset{(1)}{\leq} -\frac{Q_F}{T_F}$; Or, $Q_F > 0$; $1 + \frac{Q_C}{Q_F} \leq 1 - \frac{T_C}{T_F}$

$$\Leftrightarrow e \leq -\frac{1}{1 - \frac{T_C}{T_F}}$$

$$\Leftrightarrow e \leq \boxed{\frac{T_F}{T_C - T_F} \overset{(1)}{=} e_C}$$

/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.

$$v = \frac{V_g}{m} + \frac{V_\ell}{m}$$

$v = V/m \Leftrightarrow V = mv$

$$\Leftrightarrow v \overset{(1)}{=} \frac{m_g v_g}{m} + \frac{m_\ell v_\ell}{m}$$

$x_g = m_g/m$

$$\Leftrightarrow v = x_g v_g + x_\ell v_\ell$$

$x_g = 1 - x_\ell$

$$\Leftrightarrow v \overset{(1)}{=} (1 - x_\ell)v_g + x_\ell v_\ell$$

$$\Leftrightarrow x_\ell = \frac{v_g - v}{v_g - v_\ell} = \frac{MG}{LG}$$

(1) et $$x_g = \frac{v - v_\ell}{v_g - v_\ell} = \frac{LM}{LG}$$ ■

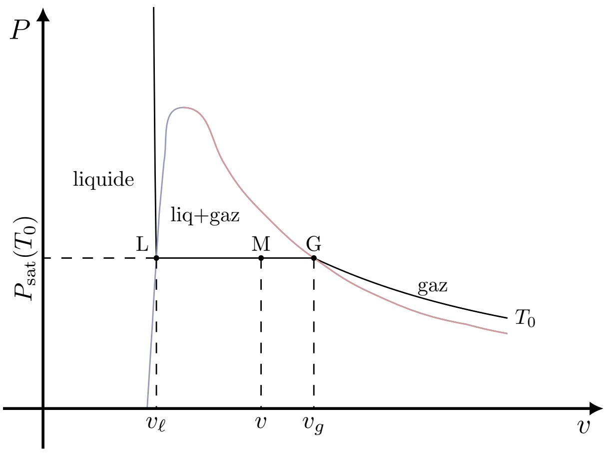

Figure 28.1 – Schéma théorème des moments. (1)