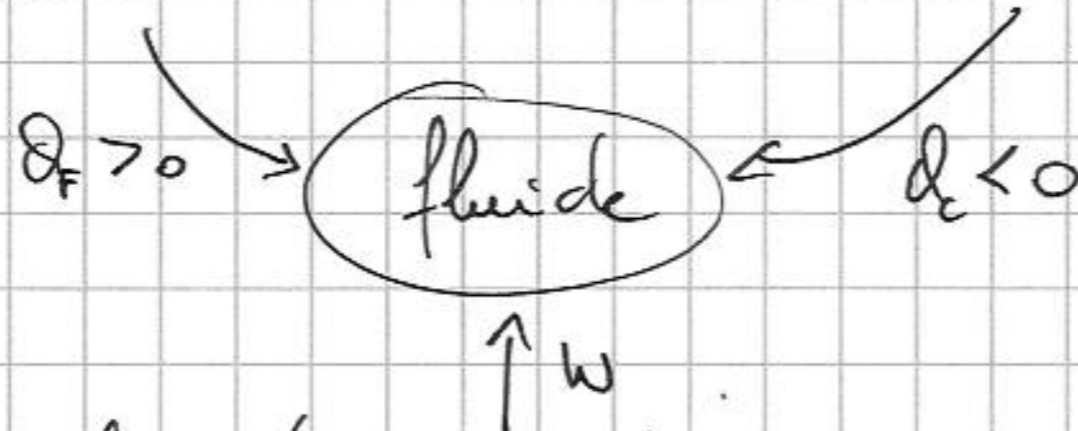
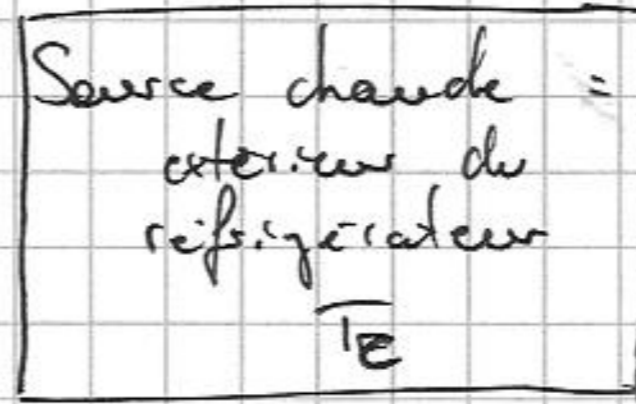
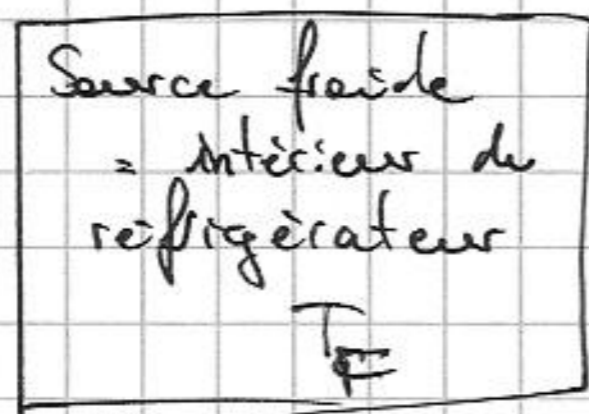


27)



28) Le but d'un réfrigérateur est de compenser l'apport d'énergie par transfert thermique à travers les parois (d fuite). On veut donc avoir  $d_F > 0$ .

Or  $d_F > 0 \Rightarrow d_C < 0$  d'après le 2<sup>nd</sup> principe ( $\frac{d_F}{T_F} + \frac{d_C}{T_C} = \Delta S = 0$ ).

De plus  $\Delta U = 0 = d_F + d_C + W$  (1<sup>er</sup> principe)

$$\Rightarrow W = -d_F - d_C = -d_F + \frac{T_C}{T_F} d_F = d_F \left( \frac{T_C}{T_F} - 1 \right) > 0$$

29)  $\Delta U = d_F + d_C + W$

Or  $U$  est une fonction d'état donc sur un cycle  $\Delta U = 0$

d'où  $d_F + d_C + W = 0$

30)  $\eta = \frac{d_F}{W}$  Or  $W = -d_F - d_C$  donc  $\eta = \frac{-d_F}{d_F + d_C}$

31) 2<sup>nd</sup> principe :  $\Delta S = S_c + S_e$

avec  $S_c = 0$  car le cycle est réversible

$$S_e = \frac{d_F}{T_F} + \frac{d_C}{T_C}$$

$\Delta S = 0$  sur un cycle car  $S$  est une fon<sup>ct</sup> d'état

d'où  $\frac{d_F}{T_F} + \frac{d_C}{T_C} = 0$

32) D'après le 2<sup>nd</sup> principe,  $d_C = -\frac{T_C}{T_F} d_F$

d'où  $\eta = \frac{-d_F}{d_F - \frac{T_C}{T_F} d_F} = \frac{1}{\frac{T_C}{T_F} - 1} = \frac{T_F}{T_C - T_F}$

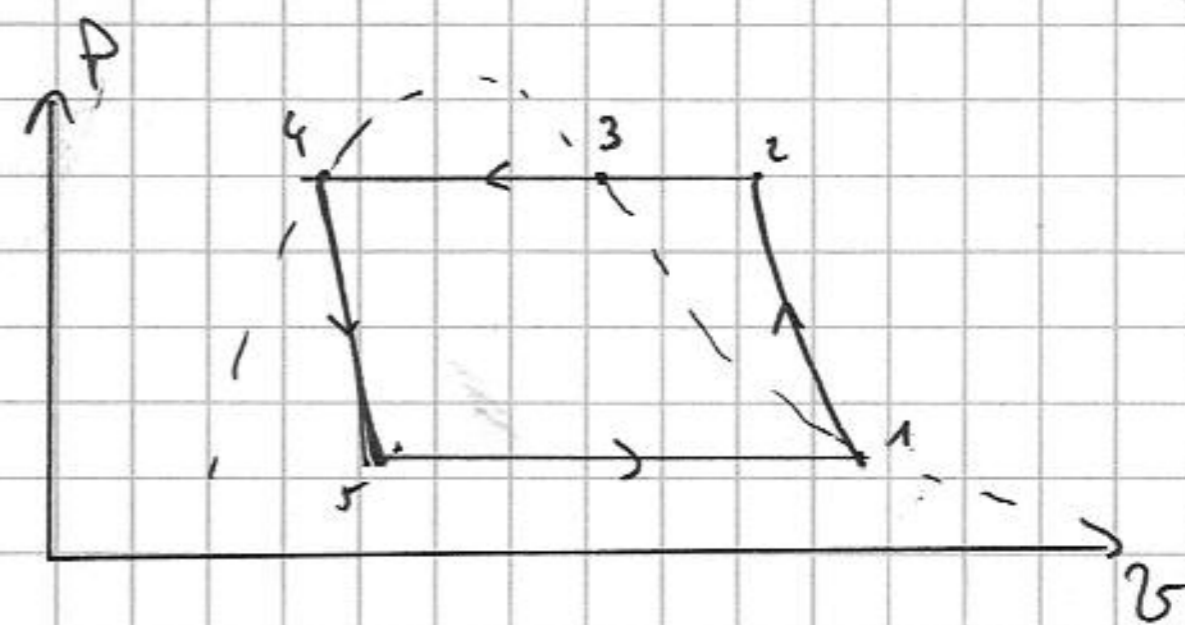
A.N.:  $\eta = 14$

33) 1 → 2 : compression adiabatique réversible

2 → 3 → 4 : isobare

4 → 5 : isenthalpe

5 → 1 : isobare



34) état 1 : vapeur seule  $x_1 = 1$

état 3 : vapeur seule  $x_3 = 1$

état 4 : liquide seul  $x_4 = 0$

35) transfo 1 → 2 : 2<sup>nd</sup> principe  $\Delta S = S_e + S_c$

avec  $S_e = \frac{q}{T} = 0$  car adiabatique

et  $S_c = 0$  car réversible

donc  $\Delta S = 0$  : transfo isentropique

36) transfo isentropique d'air GP → loi de Laplace  $T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{cte}$

$$\Rightarrow T_1^\gamma P_1^{1-\gamma} = T_2^\gamma P_2^{1-\gamma}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_2 = T_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$$

37)  $T_2 = 347 \text{ K}$

38)  $\gamma = C_p / C_v$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_p - C_v = \frac{R}{M} \\ \gamma = \frac{C_p}{C_v} \end{array} \right. \Rightarrow C_p - \frac{C_p}{\gamma} = \frac{R}{M} \Rightarrow \boxed{C_p = \frac{\gamma R}{(\gamma-1)M}}$$

Rotations de l'énergie :  $C_p$  et  $C_v$  en majuscules mais grandeurs massiques

39) 2 → 3 : transfo isobare d'air GP

$$\text{donc } \Delta h_{2 \rightarrow 3} = C_p \Delta T \Rightarrow \boxed{\Delta h_{2 \rightarrow 3} = \frac{\gamma R}{(\gamma-1)M} (T_3 - T_2)}$$

40)  $\Delta h_{2 \rightarrow 3} = h_3 - h_2 = -130 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$T_3 = T_2 + \Delta h_{2 \rightarrow 3} \cdot \frac{(\gamma-1)M}{\gamma R} \Rightarrow \boxed{T_3 = 286 \text{ K}}$$

41) L'enthalpie de vaporisation d'une masse  $m_l$  de liquide est  $\Delta H = m_l \Delta_{\text{vap}} h$

et  $m_l = (1-x) m_{\text{tot}}$  donc  $\Delta H = (1-x) m_{\text{tot}} \Delta_{\text{vap}} h$

On a donc bien  $\Delta h_{5 \rightarrow 1} = (1-x_5) \Delta_{\text{vap}} h(T_1)$

$$42) \quad x_s = 1 - \frac{\Delta h_{s \rightarrow 1}}{\Delta_{\text{vap}} h(T_1)} = 1 - \frac{h_1 - h_s}{\Delta_{\text{vap}} h(T_1)}$$

A.N.:  $x_s = 0,22$

43) C'est l'évaporation du fluide ( $s \rightarrow 1$ ) qui permet de prendre de l'énergie à la source froide grâce au transfert  $q_F > 0$ .

44) La transfo  $s \rightarrow 1$  est isobare donc  $\Delta h_{s \rightarrow 1} = q_{s \rightarrow 1} = q_F$

D'où  $q_F = m q_F = \underline{m(h_1 - h_s)}$

$$45) \quad \Delta u = 0 = w + q_F + q_C$$

Or  $q_F = h_1 - h_s$  et  $q_C = h_4 - h_2$  (condensation)

donc  $w = h_s - h_1 + h_2 - h_4$

$= h_2 - h_1$  (car  $h_s - h_4 = 0$ )

Soit  $\underline{W = m(h_2 - h_1)}$

$$46) \quad \eta_r = \frac{q_F}{W} = \frac{h_1 - h_s}{h_2 - h_1} \quad \text{A.N.: } \eta_r = 6,6$$

47)  $\eta_r < \eta$  car le cycle n'est pas réversible.

$$48) \quad E = P \Delta t$$

A.N.:  $E = 120 \cdot 10^6 \times 270 \times 24 \times 3600 = 2,8 \cdot 10^{11} \text{ J}$

$$49) \quad E_{\text{fusion}} = N_A E_A = 2,11 \cdot 10^{27} \text{ eV} = 337 \text{ MJ}$$

50) On parle d'énergie cinétique

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} = 32 \text{ m/s} = 114 \text{ km/h}$$

51) L'ordre de grandeur donné est valable. Il faut toutefois se rapporter à la masse du système. Pour le train, un choc casse le train (brise les liaisons chimiques entre atomes/molécules) alors que dans le LHC un choc entre protons cause des liaisons ~~intra-moléculaires~~ fortes entre particules élémentaires.

$$52) \quad c = 400 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \quad \Delta_{\text{fus}} h = 200 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\Delta = \Delta H = \underbrace{m c \Delta T}_{\text{chauffage de } 20^\circ\text{C à } 108^\circ\text{C}} + \underbrace{m \Delta_{\text{fus}} h}_{\text{fusion}} = 300 \text{ MJ}$$

Donc les 340 MJ suffisent.