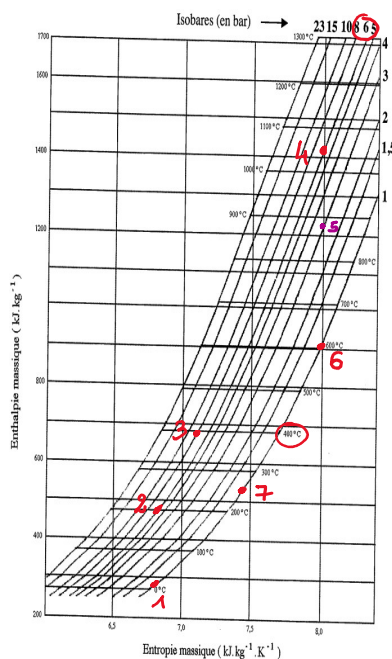


Turbine d'auto car



Point	1	2	3	4	5	6	7
Enthalpie kJ/kg	280	470	680	1420	1230	910	540

1/ On lit $T_2 \simeq 200^\circ\text{C}$

Pour une compression isentropique d'un GP on aurait $PV^\gamma = \text{const}$ et $PV = \text{const} \times T$ d'où $T^\gamma = \text{const} \times P^{\gamma-1}$ et $T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$
 $n = 1$
 $A \cdot N = T_2 = (15 + 273) \text{ K}^{0,4/1,4} = 480 \text{ K} = 207^\circ \text{C} \left(\approx 200^\circ \text{C} \rightarrow \text{OK} \right)$

2^e 1^{er} principe en système ouvert appliqué au compresseur

$$W_p = m(h_2 - h_1) = 1 \times (470 - 280) = 190 \text{ kJ/kg}$$

3 $W_{45} = m(h_5 - h_4) = -W_B$, où W_B est le travail récupéré par la turbine B.

Or ce travail est entièrement transféré au fluide entre 1 et 2 (par l'intermédiaire de A). Donc $w_B = m(h_2 - h_1)$.

Ainsi $h_4 - h_5 = h_2 - h_1$ et $h_5 = h_4 + h_1 - h_2 = 1420 + 280 - 470 = 1230 \text{ kJ.kg}^{-1}$

$$4/ \eta = \frac{-W}{Q_{ch}} = \frac{-(W_A + W_B + W_C)}{Q_D} = \frac{-W_C}{Q_D} = \frac{-W_{56}}{Q_{24}} \quad (R_q: Q_G \text{ ne compte rien})$$

also $W_{56} = m(h_6 - h_5) = 1 \times (910 - 1230) = -320 \text{ kJ}$ and $Q_{34} = m(h_4 - h_3) = 1 \times (1420 - 680) = 740 \text{ kJ}$

$$\rightarrow \eta \simeq 320/740 \simeq 43\%$$

5/ La puissance thermique de la chambre de combustion est $\dot{Q}_{34} = \dot{m}_c (h_4 - h_3)$
 d'où $\dot{m}_c = \frac{\dot{m}_{air} (h_4 - h_3)}{PC} = \frac{1,5 \times (1420 - 680)}{43000} = 2,58 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} = 25,8 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ (par def. de PC)

$$P_{\text{theo}} = \dot{m}_{\text{air}} \times (h_5 - h_6) = 1,5 \times 320 \times 10^3 = 480 \text{ kW}$$

6/ $P_{eff} = 1400 \times \frac{2650 \times 2\pi}{60} = 388 \text{ kW}$ (Soit 20% de moins), cf frottements (transformations réelles non réversibles + combustion incomplète)

reelles, nicht reversibles + Combustion unvollständig

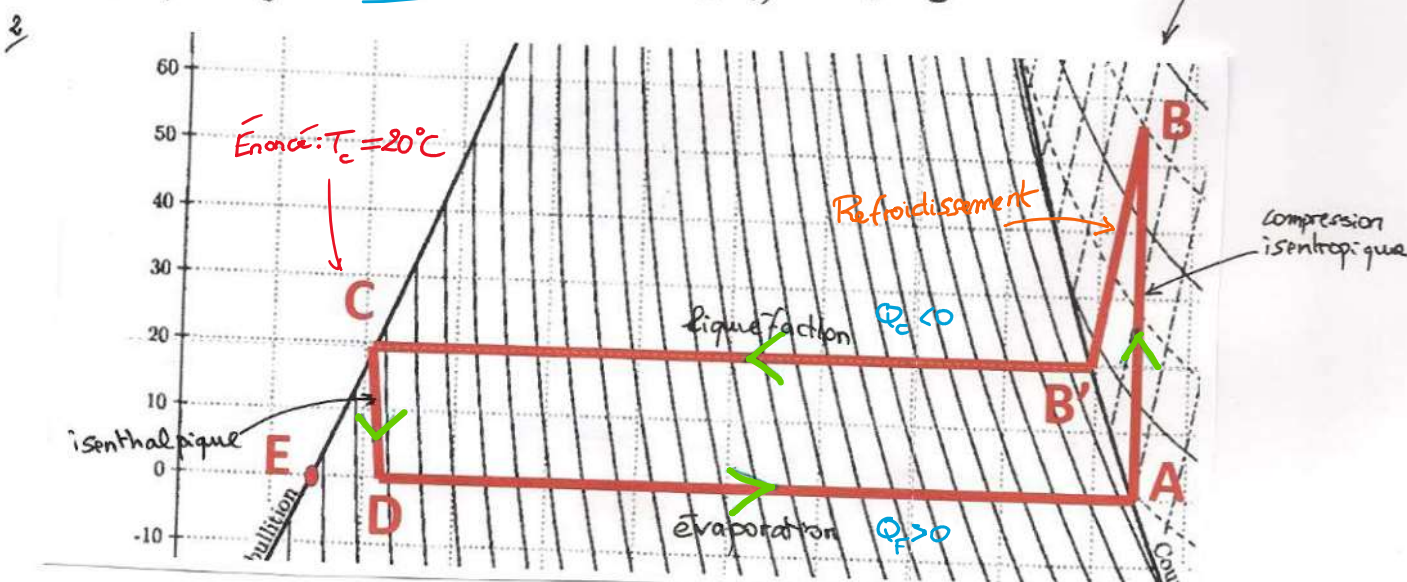
7. GP $\rightarrow ds = \frac{n c_p dT}{T} \rightarrow \Delta S = n c_p \int \frac{dT}{T} = n c_p \ln \frac{T_f}{T_i} \rightarrow T_f = T_i e^{\frac{\Delta S}{n c_p}} \rightarrow$ exponentielle.

Pompe à chaleur

R9

en système fermé, W contiendrait le travail des forces de pression ($\neq 0$). On n'a donc pas: $\Delta U = 0$!

1^{er} principe en système ouvert: $W + Q = 0 = m(h_3 - h_c) \rightarrow h_c = h_3$



3 $x_v = \frac{ED}{EA} \approx \frac{1 \text{ cm}}{12,5 \text{ cm}} \approx 8\%$ de vapeur. On peut aussi écrire

$$x_v = \frac{H_D - H_E}{H_A - H_E} \text{ ou } x_v = \frac{S_D - S_E}{S_A - S_E}$$

4 $W = h(B) - h(A) \approx 1775 - 1670 \approx 105 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$; $Q_c = h(C) - h(B) \approx 530 - 1775 \approx -1245 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
 $Q_f = h(A) - h(D) \approx 1670 - 530 \approx 1140 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;

5 $\eta = \frac{-Q_c}{W} = \frac{1245}{105} \approx 12$; Pour 1J de travail électrique, la pompe apporte 12J dans la pile, donc 12 fois plus qu'un radiateur.

6 Le cycle idéal est entièrement réversible (Carnot inversé): $\Delta S = 0 = \frac{Q_c}{T_c} - \frac{Q_f}{T_f} \rightarrow \frac{Q_f}{Q_c} = -\frac{T_f}{T_c}$

$\rightarrow \eta_{\max} = \frac{-Q_c}{W} = \frac{1}{1 + \frac{Q_f}{Q_c}} = \frac{T_c}{T_c - T_f} = \frac{273+20}{20-0} \approx 14,6$ + généralement: $\Delta S \geq 0 \rightarrow -\frac{Q_c}{T_c} - \frac{Q_f}{T_f} \geq 0 \rightarrow \frac{Q_f}{T_f} \leq -\frac{Q_c}{T_c}$
 $\rightarrow \frac{Q_f}{Q_c} \geq -\frac{T_f}{T_c}$ (attention $Q_c < 0$!) $\rightarrow \eta \leq \frac{1}{1 - T_f/T_c}$

7 Compression adiabatique réversible d'un GP: $(PV)^\gamma = \text{const} \rightarrow P^{\gamma-1} = \text{const} \times T^\gamma$ donc $\frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$
 $(T_B \approx 56^\circ)$

ou $\frac{\gamma-1}{\gamma} \ln \frac{P_A}{P_B} = \ln \frac{T_A}{T_B}$; On isole $\gamma \rightarrow \gamma = \left(1 - \frac{\ln(T_A/T_B)}{\ln(P_A/P_B)}\right)^{-1} \approx 1,40$.

8 Isobare $B \rightarrow B'$: $c_p = \frac{H_B - H_{B'}}{T_B - T_{B'}} \approx \frac{1775 - 1695}{50 - 20} \approx 2,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$