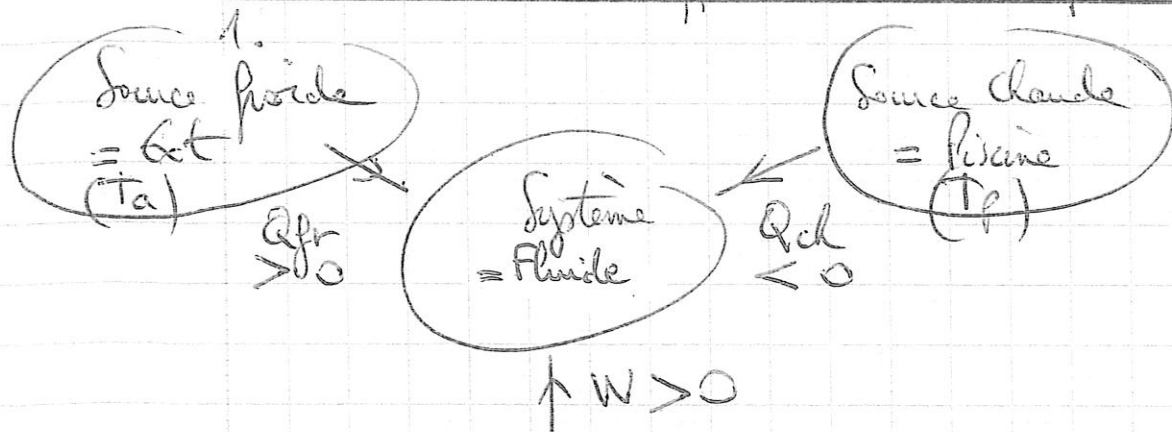


Exercice 8 : Pour chauffer l'eau d'une piscine



2. Premier Principe sur un cycle :

$$\Delta U_{\text{cycle}} = W + Q_{\text{ch}} + Q_{\text{fr}} = 0 \quad (1)$$

Deuxième Principe sur un cycle :

$$\Delta S_{\text{cycle}} = \cancel{S_{\text{ext}}} + \frac{Q_{\text{ch}}}{T_{\text{ch}}} + \frac{Q_{\text{fr}}}{T_{\text{fr}}} = 0 \quad (2)$$

(reversible)

Hypothèses :
Cycle de Carnot

$$\text{COP} = - \frac{Q_{\text{ch}}}{W} = \frac{Q_{\text{ch}}}{Q_{\text{ch}} + Q_{\text{fr}}} \quad \text{d'après (1)}$$

D'après (2) :

$$Q_{\text{fr}} = - Q_{\text{ch}} \frac{T_{\text{fr}}}{T_{\text{ch}}}$$

On obtient :

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{ch}}}{Q_{\text{ch}} - Q_{\text{ch}} \frac{T_{\text{fr}}}{T_{\text{ch}}}} = \frac{1}{1 - \frac{T_{\text{fr}}}{T_{\text{ch}}}}$$

$$\text{COP} = \frac{T_{\text{ch}}}{T_{\text{ch}} - T_{\text{fr}}}$$

Donc :

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{T_p}{T_p - T_a} = \frac{20 + 273}{(20 + 273) - (7 + 273)} \\ &= \frac{293}{13} \approx \underline{\underline{23}} \end{aligned}$$

Très idéal !

3- On détermine $|Q_{ch}|$ nécessaire pour chauffer la piscine :

$$\begin{aligned}|Q_{ch}| &= \Delta H_p = C_p \cdot \Delta T \\ &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T\end{aligned}$$

On détermine W :

$$W = \frac{|Q_{ch}|}{COP} = \frac{\rho V c \cdot \Delta T}{COP}$$

D'où la puissance

mécanique / électrique de l'installation :

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\rho V c \cdot \Delta T}{COP \cdot \Delta t}$$

Ans :

$$\begin{aligned}P &= \frac{1000 \times 30 \times 4,2 \cdot 10^3}{23} \times \frac{1}{1000} \\ &= \underline{\underline{5,5 \text{ kW}}}\end{aligned}$$

Exercice 10 : Climatiseur - d'une voiture

1. Pbs de pollution (distribution couche d'ozone)

2. Diagramme.

3. Loin de la courbe de saturation.

4. $D_m (h_s - h_e) = P_i + P_{th}$

D_m = débit massique ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)

h_s = enthalpie massique en sortie ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)

h_e = " " en entrée

P_i = puissance mécanique indiquée

P_{th} = puissance thermique reçue

Remarque : On néglige les variations d'énergie cinétique (termes $\frac{1}{2}c^2$ ou $\frac{1}{2}v^2$)

ainsi que les variations d'énergie potentielle (termes gz) -

5. On relève : $h_1 = 405 \text{ kJ/kg}$
 $s_1 = 1,72 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

6. $r = \frac{P_2}{P_1} = 6$ d'où : $P_2 = 6 \cdot P_1 = \underline{18 \text{ bars}}$

On relève : $T_2 = 67^\circ \text{C}$
 $h_2 = 435 \text{ kJ/kg}$

7. $D_m (h_s - h_e) = P_i + \cancel{P_{th}}$
(adiabatique).

d'où :

$$P_i = \dot{m} (h_s - h_e) \quad (\text{ou}) \quad P_{\text{comp}} = \dot{m} (h_2 - h_1)$$
$$P_{\text{comp}} = 0,1 \times (435 - 405)$$
$$= 0,1 \times 30 = \underline{3 \text{ kW}} > 0$$

$P_{\text{comp}} > 0$:

le compresseur fournit un travail au fluide (compression).

8. On lit : $h_3 = 290 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

9. Dans le détendeur :

$$P_i = 0 \quad (\text{pas de pièce mécanique mobile}),$$
$$P_{\text{th}} = 0 \quad (\text{adiabatique}).$$

D'où : $\Delta h = 0$ - Isenthalpique.

10. $h_4 = h_3 = 290 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ $P_4 = \underline{3,0 \text{ bar}}$

On lit :

$$T_4 \approx 0^\circ \text{C}$$
$$x_4 \approx \underline{0,45}$$

11. $\dot{m} (h_1 - h_4) = P_{\text{ierap}} + P_{\text{therap}}$
pour l'évaporateur.

D'où :

$$P_{\text{ierap}} = 0 \quad (\text{pas de pièce mécanique mobile})$$

$$P_{\text{therap}} = P_e$$

On obtient :

$$P_e = \dot{m} (h_1 - h_4)$$
$$= 0,1 \times (405 - 290)$$
$$= \underline{11,5 \text{ kW}}$$

$P_e > 0$: le fluide reçoit de l'énergie
 $\Rightarrow$ l'air intérieur de la maison est refroidi.

$$12. \quad e = \text{COP} = \frac{Q_{fr}}{W} = \frac{P_e}{P_{comp}}$$

$$\approx \frac{11,5}{3} \approx \underline{\underline{3,8}}$$

13. Carnot

$$T_f = 60^\circ\text{C} \text{ à } 18 \text{ bars} \quad T_c \leftarrow T_{ch} - T_{fr} \rightarrow T_e$$

$$T_e = 0^\circ\text{C} \text{ à } 3 \text{ bars} \quad e_{\text{Carnot}} = \frac{T_{fr}}{273}$$

à retenir.

$$e_{\text{Carnot}} = \frac{(60 + 273) - (0 + 273)}{(60 + 273) - (0 + 273)}$$

$$= \underline{\underline{4,5}}$$

$e < e_{\text{Carnot}}$ car transformations irréversibles dans la réalité.

The diagram is a Temperature-Entropy (T-s) plot for water. The vertical axis represents Temperature (T) in degrees Celsius, with major grid lines every 100 units from 0 to 500. The horizontal axis represents Entropy (s) in kJ/kg·K, with major grid lines every 2 units from 0 to 10. The plot includes the saturation dome, with the critical point at approximately 374°C and 218 kPa. Key isotherms (constant temperature lines) are labeled: 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 300, 400, and 500. Key isobars (constant pressure lines) are labeled: 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 300, 400, and 500. The cycle is defined by four states: State 1 is saturated vapor at 18 bar (approx. 180°C, s ≈ 6.5 kJ/kg·K). State 2 is superheated vapor at 18 bar and 500°C (s ≈ 7.5 kJ/kg·K). State 3 is saturated liquid at 18 bar (approx. 180°C, s ≈ 1.8 kJ/kg·K). State 4 is subcooled liquid at 18 bar and 100°C (s ≈ 1.8 kJ/kg·K). The process 1-2 is isentropic expansion (vertical line). The process 2-3 is isobaric condensation (horizontal line). The process 3-4 is isobaric heating (horizontal line). The process 4-1 is isentropic compression (vertical line). The area under the cycle is shaded, representing the net work output. The maximum temperature is 500°C, and the maximum pressure is 18 bar.

$$\frac{p_2}{p_1} = 6$$

