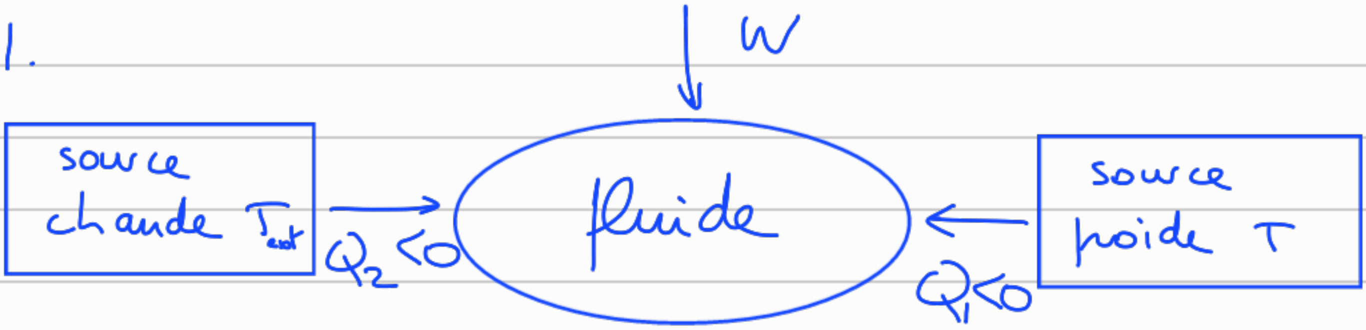
Correction TD TH5

Exercice 4 :

Q1.



Q2. Q_1 est prélevée à l'eau donc $Q_1 = -Q_{eau}$

la transformation étant monobare : $Q_{eau} = \Delta H_{eau}$

$$\Delta H_{eau} = m c_{eau} (\theta_{fus} - \theta_1) + m \Delta h_{sol} + m c_{glace} (\theta_2 - \theta_{fus})$$

$$= m \left(c_{eau} (\theta_{fus} - \theta_1) - \Delta h_{fus} + c_{gl}. (\theta_2 - \theta_{fus}) \right)$$

AN : $\Delta H_{eau} = 4{,}2.10^3.(-20) - 334.10^3 + 2{,}1.10^3(-10)$

$$= -439.10^3 \text{ J}$$

donc $Q_1 = \underline{439.10^3 \text{ J}}$

Q3. le fluide décrit un cycle donc

$$\Delta U = 0 = W + Q_1 + Q_2 .$$

Q4. On considère le système

{fluide + eau + milieu extérieur}.

Il est isolé (c'est "l'univers entier")

Or on suppose que les transformations sont réversibles

$\Rightarrow \Delta S = 0$ pour le système isolé.

Par additivité : $\Delta S_{fluide} + \Delta S_{eau} + \Delta S_{ext} = 0$

Or le fluide effectue des cycles : $\Delta S_{fluide} = 0$

Pour l'eau :

$$\Delta S_{eau} = m c_e \ln \frac{T_{fus}}{T_1} - \frac{m \Delta_{fus} h}{T_{fus}} + m c_g \ln \left(\frac{T_2}{T_{fus}} \right)$$

Pour le milieu extérieur (thermostat) : $\Delta S = -\dfrac{Q_2}{T_{ext}}$

$$\Rightarrow \boxed{Q_2 = T_{ext} \cdot m \left(c_e \ln \frac{T_{fus}}{T_1} - \frac{\Delta_{fus} h}{T_{fus}} + c_g \ln \frac{T_2}{T_{fus}} \right)}$$

AN : $Q_2 = 278 \left(4200 \ln \dfrac{273}{293} - \dfrac{334000}{273} + 2100 \ln \dfrac{263}{273} \right)$

$= \underline{-476 \cdot 10^3 \text{ J}}$

Q5 $W = P.\tau$ avec $W = -Q_1 - Q_2$ d'après le 1er principe appliqué au fluide sur 1 cycle.

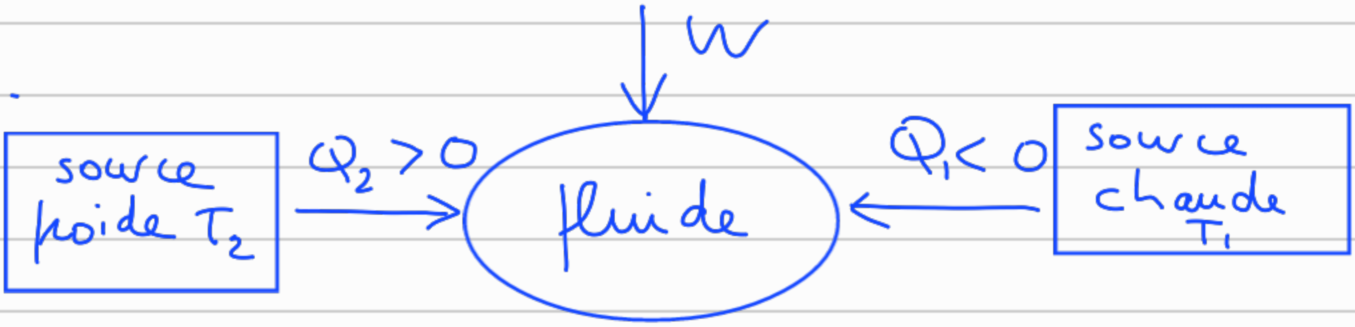
$$\tau = -\frac{Q_1 + Q_2}{P}$$

AN : $\tau = -\frac{439.10^3 - 476.10^3}{50}$

$\tau = 740$ s $\approx$ 12 minutes

Exercice 5 :

Q1.



On applique les 2 principes sur 1 cycle en fonctionnement réversible :

$$\begin{cases} W + Q_1 + Q_2 = 0 \\ \dfrac{Q_1}{T_1} + \dfrac{Q_2}{T_2} = 0 \end{cases}$$

D'après l'énoncé $Q_1 = -32.10^6\ J$ pour 1 h

$Q_2 = -\dfrac{T_2}{T_1} Q_1$ et $W = -Q_1 - Q_2$

$$\Rightarrow W = Q_1 \left(\frac{T}{T} - 1 \right)$$

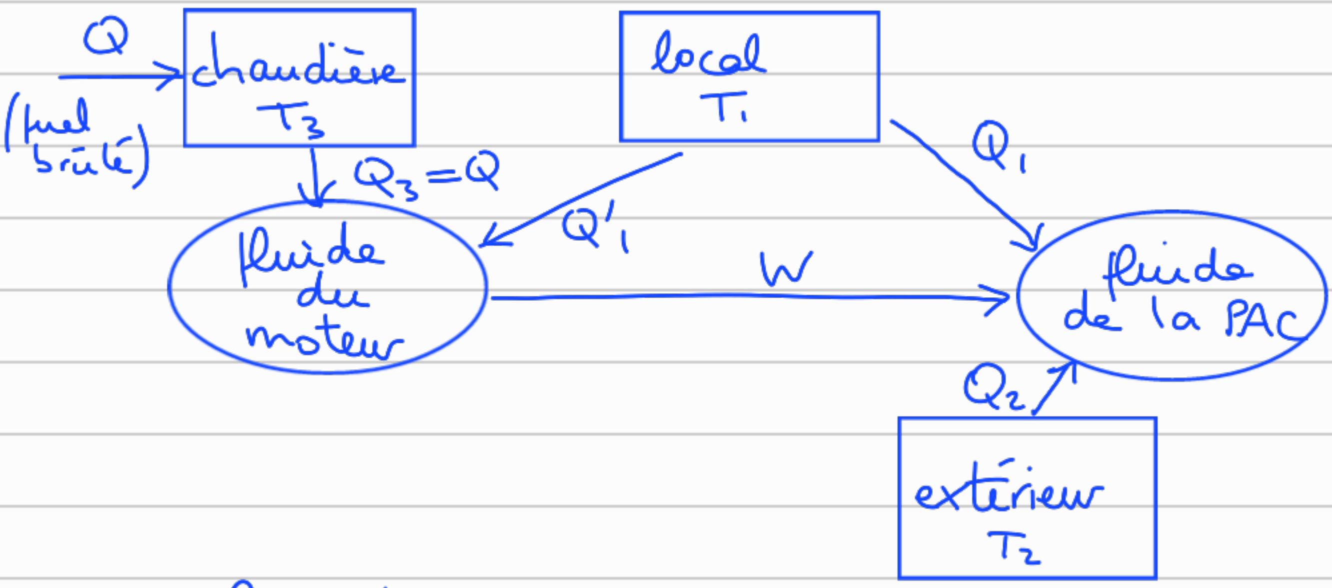
AN : $W = -32.10^6 \left(\dfrac{271}{293} - 1 \right) = 2{,}4.10^6\ J$ pour 1 h

Soit une puissance $\underline{P = 667\ W}$

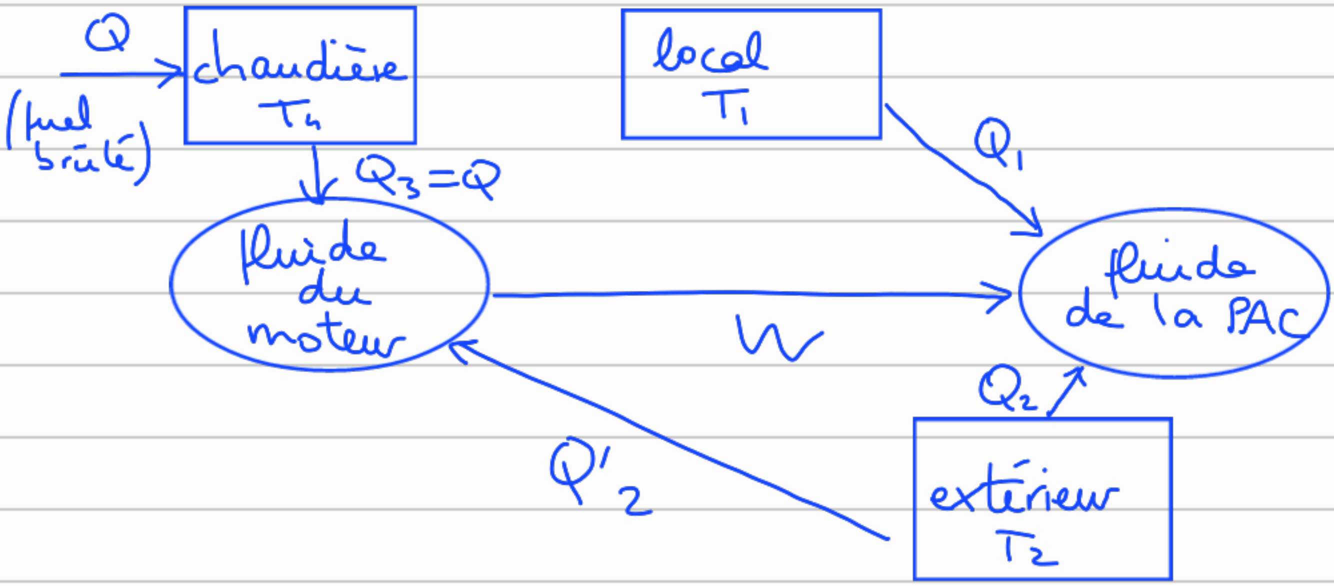
$e = \dfrac{T_1}{T_2 - T_1}$ AN : $e = \dfrac{293}{22} = 13{,}3$.

Q2 a)

Proposition 1 :



Proposition 2 :



b) Proposition 1 :

moteur : $\begin{cases} Q + Q'_1 - W = 0 \\ \dfrac{Q}{T_3} + \dfrac{Q'_1}{T_1} = 0 \\ \qquad\qquad\quad = \end{cases}$

PAC $\begin{cases} Q_1 + Q_2 + W = 0 \\ Q_2/T_2 + Q_1/T_1 = 0 \end{cases}$

Avec cette proposition la salle reçoit $-Q_1 - Q'_1$.
Il faut résoudre le système ci-dessus.

$$Q_2 = \frac{-T_2}{T_1} Q_1 \Rightarrow Q_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) + W = 0$$

$$W = Q_1\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)$$

$$Q + Q'_1 - Q_1\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) = 0$$

et $Q'_1 = -\frac{T_1}{T_3} Q$

$$\left(1 - \frac{T_1}{T_3}\right)Q - Q_1\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) = 0$$

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{1 - T_1/T_3}{T_2/T_1 - 1} Q$$

$$Q_{salle} = \frac{1 - T_1/T_3}{1 - T_2/T_1} Q + \frac{T_1}{T_3} Q$$

$$Q_{salle} = \left(\frac{1 - T_1/T_3}{1 - T_2/T_1} + \frac{T_1}{T_3}\right) Q = \left(\frac{T_3 - T_1}{T_1 - T_2} \cdot \frac{T_1}{T_3} + \frac{T_1}{T_3}\right) Q$$

$$= \frac{T_1}{T_3}\left(1 + \frac{T_3 - T_1}{T_1 - T_2}\right) Q$$

$$\boxed{Q_{salle} = \frac{T_1}{T_3}\left(\frac{T_3 - T_2}{T_1 - T_2}\right) Q}$$

AN : $Q_{salle} = \frac{293}{483}\left(\frac{212}{22}\right) Q$

$$\underline{Q_{salle} = 5{,}8\ Q}.$$

Avec a litres de fuel on peut chauffer le local pendant 5,8 jours.

<u>Proposition 2</u> :

moteur $\begin{cases} Q - W + Q_2'' = 0 \\ \frac{Q}{T_4} + \frac{Q_2''}{T_2} = 0 \end{cases}$

PAC $\begin{cases} Q_1 + Q_2 + W = 0 \\ \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0 \end{cases}$

Avec cette proposition $Q'_{salle} = -Q_1$.

$Q_1 = -W - Q_2$

or $W = Q + Q''_2 = Q - Q\frac{T_2}{T_4}$

et $Q_2 = -\frac{T_2}{T_1} Q_1$

$$Q_1 = Q\left(\frac{T_2}{T_4} - 1\right) + \frac{T_2}{T_1} Q_1$$

$$Q_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = Q\left(\frac{T_2}{T_4} - 1\right)$$

$$-Q_1 = \frac{1 - T_2/T_4}{1 - T_2/T_1} Q$$

$$\boxed{Q'_{salle} = \frac{1 - T_2/T_4}{1 - T_2/T_1} Q}$$

AN : $Q'_{salle} = \dfrac{1 - 271/533}{1 - 271/293} Q$

$$Q'_{salle} = \underline{6,5\ Q}$$

Avec a litres de fuel on peut chauffer le local pendant 6,5 jours.

c) Le 2ème dispositif semble plus intéressant, (cela est dû à l'écart plus important entre les 2 sources du moteur).
Cependant, une température plus élevée pour la chaudière entraîne des fuites thermiques plus importantes, et l'installation est plus coûteuse.

Si on utilise le 2ème dispositif avec la température T_3 (au lieu de T_4) on obtient 5,8 jours, ce qui est égal au 1er dispositif.

Problème :

Hypothèses :

* à l'instant initial les bouteilles de jus de fruit sont à $T_i = 25°C$

* la température intérieure du frigo est $T_f - 5°C$ (température finale des bouteilles de jus de fruit).

On étudie le système {contenu du frigo}.

$$\Delta U = \Delta U_{jus} = m_{jus} c_{eau} (T_2 - T_1)$$

(le jus sera assimilé à de l'eau)

D'après le 1er principe :

$$\Delta U = \underset{=0}{W} + Q = Q_{frigo} + Q_{fuite}.$$

Avec $Q_{fuite} = + P_{fuite} \Delta t$

↳ l'intérieur du frigo reçoit du t.th. à cause des fuites.

$$\Rightarrow Q_{frigo} + P_{fuite} \cdot \Delta t = m c_{eau} (T_f - T_i)$$

$$\Rightarrow Q_{frigo} = m c_{eau} (T_f - T_i) - P_{fuite} \Delta t.$$

AN : $Q_{frigo} = 6 \cdot 4{,}18 \cdot 10^3 (5 - 25) - 10 \cdot 3600$

$$Q_{frigo} = -5{,}4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Efficacité du frigo : $e = \dfrac{Q_{froid}}{W}$

Hypothèse : toute l'énergie électrique prélevée au réseau est convertie en travail pour faire tourner le moteur du frigo : $E_{elec} = W$

$\Rightarrow Q_{froid} = E_{elec} \cdot e$.

or $e_c = \dfrac{T_{frigo}}{T_{ext} - T_{frigo}} = \dfrac{T_f}{T_i - T_f}$

$\Rightarrow e = 0{,}7 \cdot \dfrac{T_f}{T_i - T_f}$

$$Q_{froid} = 0{,}7 \cdot E_{elec} \cdot \frac{T_f}{T_i - T_f} = -Q_{frigo}$$

$$E_{elec} = -\frac{Q_{frigo}}{0{,}7 \cdot T_f} (T_i - T_f).$$

AN : $E_{elec} = \dfrac{5{,}4 \cdot 10^5}{0{,}7 \cdot 278} \cdot 20 = 5{,}5 \cdot 10^4$ J

$1\,kWh = 3600 \cdot 10^3$ J $\Rightarrow E_{elec} = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$ kWh

Coût : $0{,}15 \times E_{elec} = 2{,}3 \cdot 10^{-3}$ €

$= \underline{0{,}23 \text{ centimes}}$