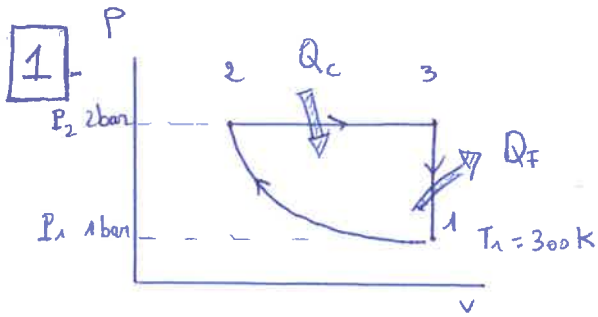


Exercice 1 - Cycle de gaz parfait



2

$$\underline{T_2} = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \underline{365 \text{ K}}$$

$$\underline{P_3} = \underline{P_2} = 2 \text{ bar}$$

$$\underline{T_3} = T_1 \frac{P_3}{P_1} = \underline{600 \text{ K}}$$

3 moteur car décrit dans le sens horaire.

4 $T_{\text{gm}} = 300 \text{ K}$ $T_{\text{cm}} = 600 \text{ K}$

5 $Q_c > 0$ $Q_f < 0$

6 $Q_c = \Delta H_{23} = m C_p (T_3 - T_2) = \frac{m \gamma R}{\gamma - 1} (T_3 - T_2) = +684 \text{ J}$

$Q_f = \Delta H_{13} = m C_v (T_1 - T_3) = \frac{m R}{\gamma - 1} (T_1 - T_3) = -349 \text{ J}$ 7 moins valeur

7 $\Delta S_{\text{univers}} = \Delta S_{\text{gaz}} + \Delta S_{\text{sources}} = \Delta S_{\text{sources}} = \frac{-Q_c}{T_c} - \frac{Q_f}{T_f} = 23 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} > 0$

8 Les transferts thermiques entre le gaz et les sources sont irréversibles.

Exercice 2. Vapourisation de l'eau

9. $\Delta m_v = 80 \text{ g}$: variation de la masse de vapeur.

$$\underline{Q = \Delta m_v \cdot L_v = 180 \text{ kJ}}$$

10. $\underline{\Delta V_{\text{vapeur}} = \Delta m_v \cdot v_v = 80 \times 1,673 = 133 \text{ L}}$

$$\underline{\Delta V_{\text{liq}} = 80 \times 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ L}}$$

donc $\Delta V_{\text{liq}} \ll \Delta V_{\text{gaz}}$.

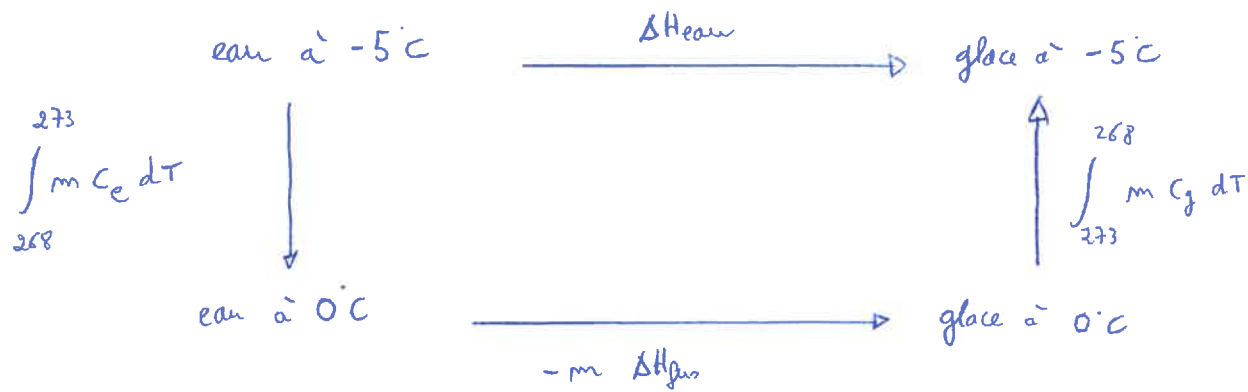
11. On néglige la variation de volume du liquide.

$$\underline{W = -P \cdot \Delta V_{\text{vapeur}} = -1,013 \cdot 10^5 \times 133 \cdot 10^{-3} = -13,5 \text{ kJ}}$$

Exercice 3- Surfusion de l'eau

La surfusion cesse à -5°C et la solidification résulte des échanges thermiques entre l'eau et l'atmosphère.

L'enthalpie de l'eau s'obtient en envisageant deux trajets amenant au même état final.



⚠ l'enthalpie de fusion n'est définie à la température de fusion !

$$\underline{\Delta H_{\text{eau}}} = 10 \times 4,18 \times (273 - 268) - 10 \times 333 + 10 \times 2,10 \times (268 - 273) = \underline{-3226 \text{ J}}$$

La variation d'entropie de l'eau se calcule sur le trajet réversible envisagé.

$$\Delta S_{\text{eau}} = \int_{268}^{273} m c_e \frac{dT}{T} - \frac{m \Delta H_{\text{fus}}}{T_{\text{fus}}} + \int_{273}^{268} m c_g \frac{dT}{T}$$

12

$$= m \left[c_e \ln\left(\frac{273}{268}\right) - \frac{\Delta H_{\text{fus}}}{T_{\text{fus}}} + c_g \ln\left(\frac{268}{273}\right) \right]$$

$$= 10 \left[4,18 \ln\left(\frac{273}{268}\right) - \frac{333}{273} + 2,1 \ln\left(\frac{268}{273}\right) \right]$$

$$\boxed{\Delta S_{\text{eau}} = -11,8 \text{ J.K}^{-1}}$$

Exercice 4.

13 $\frac{\delta Q_c}{T_c} + \frac{\delta Q_F}{T_F} = 0$ machine cyclique dittherme reversible.

$$\delta Q_c = -dH_c = -m_c c_{eau} dT_c$$

$$\delta Q_F = -dH_F = -m_F c_{eau} dT_F$$

$$d'au \quad \boxed{m_c \frac{dT_c}{T_c} + m_F \frac{dT_F}{T_F} = 0}$$

14 $\frac{dT_c}{T_c} = -\frac{m_F}{m_c} \frac{dT_F}{T_F} \longrightarrow \ln \frac{T_{cf}}{T_0} = -\frac{m_F}{m_c} \ln \frac{T_{Ff}}{T_0} \rightarrow \ln \frac{T_{cf}}{T_0} = -\frac{20}{50} \ln \frac{273}{293}$
 $= 28.3 \cdot 10^{-3}$

d'au $\underline{T_{cf}} = 293 \exp(28.3 \cdot 10^{-3}) = \underline{301,4 \text{ K}}$
 $= \underline{28,3 \text{ } ^\circ\text{C}}$

15 $\underline{Q_F} = -m_f c_{eau} (T_{Ff} - T_0) = \underline{1,67 \text{ MJ}}$

$$\underline{Q_c} = -m_c c_{eau} (T_{cf} - T_0) = \underline{-1,73 \text{ MJ}}$$

16 $\underline{W} = -(Q_c + Q_F) = \underline{60 \text{ kJ}}$

17 $\underline{\delta} = \frac{W}{P_m} = \underline{600 \text{ seconds.}} = \underline{10 \text{ minutes}}$

Exercise 5

18

$$\text{COP} = \left| \frac{Q_c}{W_{\text{elec}}} \right| = \frac{\phi_c}{\phi_c - \phi_f}$$

$$R_c = R_f = 0 \Rightarrow \text{COP}_{\text{carnot}} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

19

$$P_f = \frac{1}{2} R_{dc} I^2 - \alpha I T_A$$

$$P_c = \frac{1}{2} R_{dc} I^2 + \alpha I T_B$$

20

$$W_c = R_{dc} I^2 + \alpha I (T_B - T_A)$$

21

$$\phi_o = \phi_f + P_f$$

$$\phi_c = \phi_f + \alpha I (T_A - T_B) + R I^2$$

22

$$\text{COP} = \frac{\phi_c}{\phi_c - \phi_f} = \frac{\phi_c}{\alpha I (T_B - T_A) + R I^2}$$