

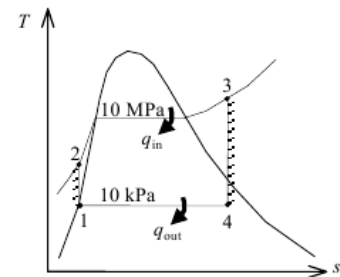
Niveau : M1 Génie Chimique

Durée : 01H30

**Exercice 01 :**

Considérons une centrale électrique à vapeur de 210 MW qui fonctionne selon un cycle de Rankine idéal simple. La vapeur entre dans la turbine à 10 MPa et 500°C et est refroidie dans le condenseur à une pression de 10 kPa. Déterminez :

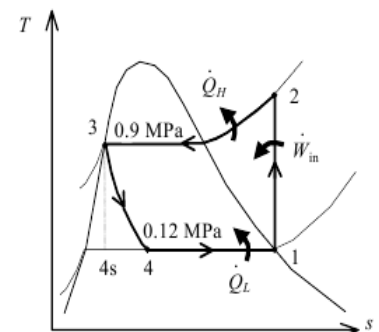
- 1- La qualité de la vapeur à la sortie de la turbine,
- 2- L'efficacité thermique du cycle,
- 3- Le débit massique de la vapeur.



**Exercice 02 :**

Soit un réfrigérateur fonctionne selon le cycle à compression de vapeur idéal. Les pressions minimale et maximale du cycle sont respectivement de 0,12 MPa et de 0,9 MPa. Le débit massique du réfrigérant R134a est de 0,05 kg/s. Déterminez :

- 1- La puissance thermique extraite du milieu réfrigéré,
- 2- La puissance consommée par le compresseur,
- 3- La puissance thermique évacuée dans le milieu extérieur,
- 4- Le coefficient de performance.



« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

### Corrigé type

#### Exercice 01 (10,00 pts):

$$1- h_1 = h_{f@10 \text{ kPa}} = 191.81 \text{ kJ/kg} \quad (0,75)$$

$$v_1 = v_{f@10 \text{ kPa}} = 0.00101 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (0,75)$$

$$w_{p,in} = v_1(P_2 - P_1) \quad (0,75)$$

$$= (0.00101 \text{ m}^3/\text{kg})(10,000 - 10 \text{ kPa}) \left( \frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right)$$

$$= 10.09 \text{ kJ/kg} \quad (0,75)$$

$$h_2 = h_1 + w_{p,in} = 191.81 + 10.09 = 201.90 \text{ kJ/kg} \quad (0,75)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 10 \text{ MPa} \\ T_3 = 500 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_3 = 3375.1 \text{ kJ/kg} \quad (0,50) \\ s_3 = 6.5995 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \quad (0,50) \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_4 = 10 \text{ kPa} \\ s_4 = s_3 \end{array} \right\} x_4 = \frac{s_4 - s_f}{s_{fg}} = \frac{6.5995 - 0.6492}{7.4996} = \mathbf{0.7934} \quad (1,00)$$

$$h_4 = h_f + x_4 h_{fg} = 191.81 + (0.7934)(2392.1) = 2089.7 \text{ kJ/kg} \quad (0,50)$$

$$q_{in} = h_3 - h_2 = 3375.1 - 201.90 = 3173.2 \text{ kJ/kg} \quad (0,50)$$

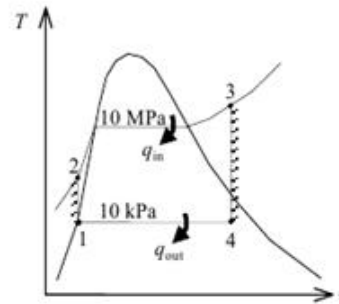
$$q_{out} = h_4 - h_1 = 2089.7 - 191.81 = 1897.9 \text{ kJ/kg} \quad (0,50)$$

$$w_{net} = q_{in} - q_{out} = 3173.2 - 1897.9 = 1275.4 \text{ kJ/kg} \quad (0,75)$$

and

$$2- \eta_{th} = \frac{w_{net}}{q_{in}} = \frac{1275.4 \text{ kJ/kg}}{3173.2 \text{ kJ/kg}} = \mathbf{40.2\%} \quad (1,00)$$

$$3- \dot{m} = \frac{\dot{W}_{net}}{w_{net}} = \frac{210,000 \text{ kJ/s}}{1275.4 \text{ kJ/kg}} = \mathbf{164.7 \text{ kg/s}} \quad (1,00)$$



**Exercice 02 (10,00 pts) :**

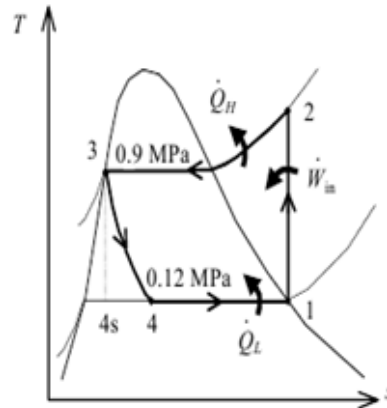
1- In an ideal vapor-compression refrigeration cycle, the compression process is isentropic, the refrigerant enters the compressor as a saturated vapor at the evaporator pressure, and leaves the condenser as saturated liquid at the condenser pressure.

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 120 \text{ kPa} \\ \text{sat. vapor} \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_1 = h_g @ 120 \text{ kPa} = 236.97 \text{ kJ/kg} \quad (1,00) \\ s_1 = s_g @ 120 \text{ kPa} = 0.94779 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \quad (1,00) \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 0.9 \text{ MPa} \\ s_2 = s_1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_2 = 278.93 \text{ kJ/kg} \quad (T_2 = 44.45^\circ\text{C}) \quad (1,00) \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 0.9 \text{ MPa} \\ \text{sat. liquid} \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_3 = h_f @ 0.9 \text{ MPa} = 101.61 \text{ kJ/kg} \quad (1,00) \end{array}$$

$$h_4 \cong h_3 = 101.61 \text{ kJ/kg} \quad (\text{throttling}) \quad (1,00)$$



Then the rate of heat removal from the refrigerated space and the power input to the compressor are determined from

$$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4) = (0.05 \text{ kg/s})(236.97 - 101.61) \text{ kJ/kg} = 6.77 \text{ kW} \quad (1,25)$$

and

$$\dot{W}_{in} = \dot{m}(h_2 - h_1) = (0.05 \text{ kg/s})(278.93 - 236.97) \text{ kJ/kg} = 2.10 \text{ kW} \quad (1,25)$$

2- The rate of heat rejection to the environment is determined from

$$\dot{Q}_H = \dot{Q}_L + \dot{W}_{in} = 6.77 + 2.10 = 8.87 \text{ kW} \quad (1,25)$$

3- The COP of the refrigerator is determined from its definition,

$$\text{COP}_R = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}} = \frac{6.77 \text{ kW}}{2.10 \text{ kW}} = 3.23 \quad (1,25)$$