

Niveau : M1PA

Durée : 01H30

Calculatrice autorisée- Pas de documents sauf les tables.

Mise en garde : **Attention !** Aucune communication entre les candidats **ne sera tolérée.**

Exercice 01 :

En admettant les hypothèses d'air standard, considérez un cycle fermé. Les chaleurs massiques varient en fonction de la température. Le système contient 0,003 kg d'air. Les trois évolutions du cycle sont :

1-2 : un apport de chaleur à volume constant de 95 kPa et de 17°C à 380 kPa ;

2-3 : une détente isentropique à 95 kPa ;

3-1 : une évacuation de chaleur à pression constante jusqu'à l'état initial.

1. Montrez le cycle dans un diagramme P-v et T-s ;
2. Déterminez le travail net produit en kJ ;
3. Déterminez le rendement thermique du cycle.

Exercice 02 :

Soit un réfrigérateur qui utilise le réfrigérant R134a comme un fluide frigorigène. Le réfrigérant pénètre dans le compresseur sous forme de vapeur surchauffée à 0,14 MPa et à -10°C avec un débit massique de 0,12 kg/s. Il sort du compresseur à 0,7 MPa et à 50°C. Le réfrigérant est refroidi dans le condenseur à 0,65 MPa et à 24°C, puis il est détendu dans le détendeur à 0,15 MPa. Déterminez :

1. La puissance thermique extraite du milieu réfrigéré ;
2. La puissance consommée par le compresseur ;
3. Le rendement isentropique du compresseur ;
4. Le COP du réfrigérateur.

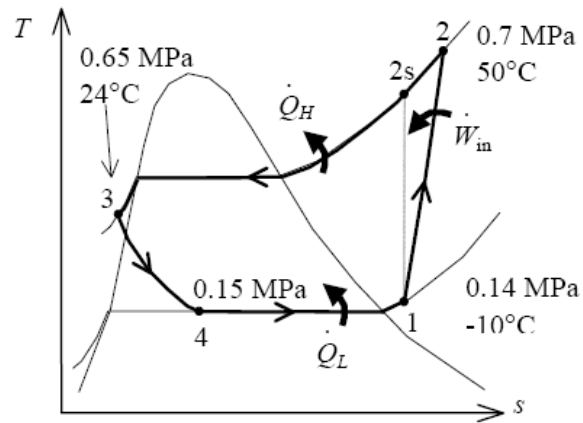


Figure 02 : Cycle de réfrigération.

« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Rattrapage de Thermodynamique

Exercice 01 :

The three processes of an air-standard cycle are described. The cycle is to be shown on $P-v$ and $T-s$ diagrams, and the net work per cycle and the thermal efficiency are to be determined.

Assumptions 1 The air-standard assumptions are applicable. **2** Kinetic and potential energy changes are negligible. **3** Air is an ideal gas with variable specific heats.

Properties The properties of air are given in Table A-17.

Analysis (b) The properties of air at various states are

$$T_1 = 290 \text{ K} \longrightarrow \begin{aligned} u_1 &= 206.91 \text{ kJ/kg} \\ h_1 &= 290.16 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\frac{P_2 v_2}{T_2} = \frac{P_1 v_1}{T_1} \longrightarrow T_2 = \frac{P_2}{P_1} T_1 = \frac{380 \text{ kPa}}{95 \text{ kPa}} (290 \text{ K}) = 1160 \text{ K}$$

$$\longrightarrow u_2 = 897.91 \text{ kJ/kg}, P_{r_2} = 207.2$$

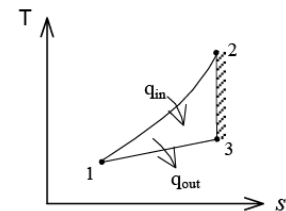
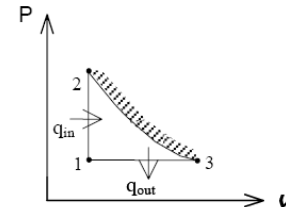
$$P_{r_3} = \frac{P_3}{P_2} P_{r_2} = \frac{95 \text{ kPa}}{380 \text{ kPa}} (207.2) = 51.8 \longrightarrow h_3 = 840.38 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{in} = m(u_2 - u_1) = (0.003 \text{ kg})(897.91 - 206.91) \text{ kJ/kg} = 2.073 \text{ kJ}$$

$$Q_{out} = m(h_3 - h_1) = (0.003 \text{ kg})(840.38 - 290.16) \text{ kJ/kg} = 1.651 \text{ kJ}$$

$$W_{net,out} = Q_{in} - Q_{out} = 2.073 - 1.651 = \mathbf{0.422 \text{ kJ}}$$

$$(c) \quad \eta_{th} = \frac{W_{net,out}}{Q_{in}} = \frac{0.422 \text{ kJ}}{2.073 \text{ kJ}} = \mathbf{20.4\%}$$



Exercice 02 :

(a) From the refrigerant tables (Tables A-12 and A-13),

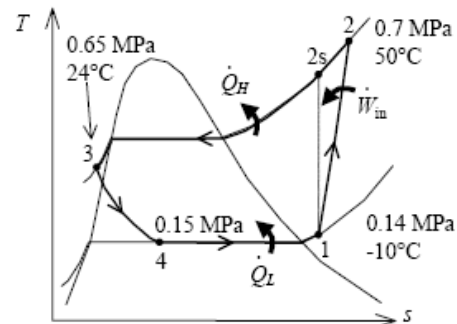
$$\left. \begin{aligned} P_1 &= 0.14 \text{ MPa} \\ T_1 &= -10^\circ\text{C} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} h_1 &= 246.36 \text{ kJ/kg} \\ s_1 &= 0.97236 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} P_2 &= 0.7 \text{ MPa} \\ T_2 &= 50^\circ\text{C} \end{aligned} \right\} h_2 = 288.53 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{aligned} P_{2s} &= 0.7 \text{ MPa} \\ s_{2s} &= s_1 \end{aligned} \right\} h_{2s} = 281.16 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{aligned} P_3 &= 0.65 \text{ MPa} \\ T_3 &= 24^\circ\text{C} \end{aligned} \right\} h_3 = h_f @ 24^\circ\text{C} = 84.98 \text{ kJ/kg}$$

$$h_4 \cong h_3 = 84.98 \text{ kJ/kg (throttling)}$$



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

$$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4) = (0.12 \text{ kg/s})(246.36 - 84.98) \text{ kJ/kg} = \mathbf{19.4 \text{ kW}}$$

and

$$\dot{W}_{in} = \dot{m}(h_2 - h_1) = (0.12 \text{ kg/s})(288.53 - 246.36) \text{ kJ/kg} = \mathbf{5.06 \text{ kW}}$$

(b) The adiabatic efficiency of the compressor is determined from

$$\eta_C = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} = \frac{281.16 - 246.36}{288.53 - 246.36} = \mathbf{82.5\%}$$

(c) The COP of the refrigerator is determined from its definition,

$$\text{COP}_R = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}} = \frac{19.4 \text{ kW}}{5.06 \text{ kW}} = \mathbf{3.83}$$