

Niveau : L3ENG

Durée : 01H30

Calculatrice autorisée- Pas de documents sauf les tables Thermodynamiques.

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

Résoudre deux exercices parmi les trois exercices suivants :

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 kilojoules ;
3. Déterminez le rendement thermique du cycle.

Exercice 02 :

Soit un cycle de Rankine idéal (Figure 01) qui produit une puissance nette de 45 MW. La vapeur d'eau entre dans la turbine à 7 MPa et à 500°C, et elle est refroidie dans le condenseur à 10 kPa avec l'eau d'une rivière qui circule dans le condenseur avec un débit de 2000 kg/s. Déterminez :

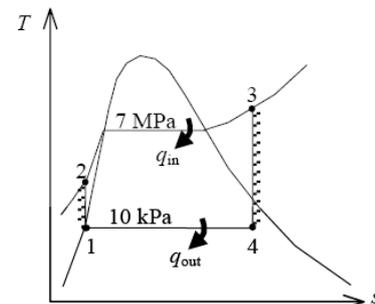


Figure 01. Cycle de Rankine

1. Le rendement thermique du cycle ;

2. Le débit massique de la vapeur d'eau dans le circuit.

Exercice 03 :

De l'octane C_8H_{18} est brûlée avec 250 % d'air théorique qui est admis dans la chambre de combustion à 25°C (Figure 02). La combustion est complète, et la pression totale est de 1 atm. Déterminez :

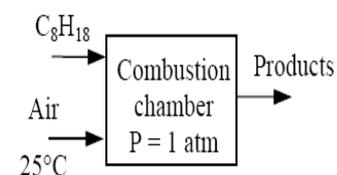


Figure 02. Chambre de combustion

1. Le rapport air-combustible ;

2. Le point de rosée des produits de combustion.

« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Rattrapage de Conversion d'énergie

Exercice 01

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

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

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

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

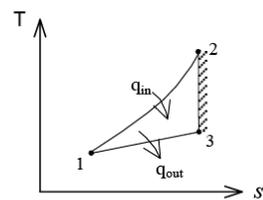
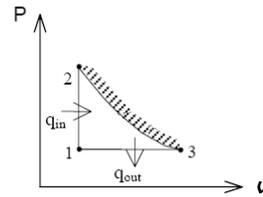
$$P_{r_3} = \frac{P_3}{P_2} P_{r_2} = \frac{95 \text{ kPa}}{380 \text{ kPa}} (207.2) = 51.8 \longrightarrow h_3 = 840.38 \text{ kJ/kg}$$

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

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

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

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



Exercice 02 :

Analysis (a) From the steam tables (Tables A-4, A-5, and A-6),

$$h_1 = h_f @ 10 \text{ kPa} = 191.81 \text{ kJ/kg}$$

$$v_1 = v_f @ 10 \text{ kPa} = 0.00101 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$w_{p,in} = v_1 (P_2 - P_1)$$

$$= (0.00101 \text{ m}^3/\text{kg})(7,000 - 10 \text{ kPa}) \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) = 7.06 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = h_1 + w_{p,in} = 191.81 + 7.06 = 198.87 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{aligned} P_3 &= 7 \text{ MPa} \\ T_3 &= 500^\circ\text{C} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} h_3 &= 3411.4 \text{ kJ/kg} \\ s_3 &= 6.8000 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} P_4 &= 10 \text{ kPa} \\ s_4 &= s_3 \end{aligned} \right\} x_4 = \frac{s_4 - s_f}{s_{fg}} = \frac{6.8000 - 0.6492}{7.4996} = 0.8201$$

$$h_4 = h_f + x_4 h_{fg} = 191.81 + (0.8201)(2392.1) = 2153.6 \text{ kJ/kg}$$

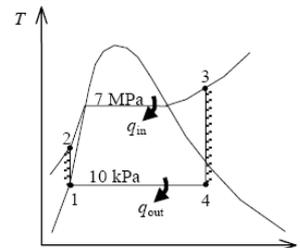
$$\text{Thus, } q_{in} = h_3 - h_2 = 3411.4 - 198.87 = 3212.5 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{out} = h_4 - h_1 = 2153.6 - 191.81 = 1961.8 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{net} = q_{in} - q_{out} = 3212.5 - 1961.8 = 1250.7 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{and } \eta_{th} = \frac{w_{net}}{q_{in}} = \frac{1250.7 \text{ kJ/kg}}{3212.5 \text{ kJ/kg}} = \mathbf{38.9\%}$$

$$(b) \quad \dot{m} = \frac{\dot{W}_{net}}{w_{net}} = \frac{45,000 \text{ kJ/s}}{1250.7 \text{ kJ/kg}} = \mathbf{36.0 \text{ kg/s}}$$



Exercice 03 :

Octane is burned with 250 percent theoretical air during a combustion process. The AF ratio and the dew-point temperature of the products are to be determined.

Assumptions 1 Combustion is complete. 2 The combustion products contain CO₂, H₂O, O₂, and N₂ only. 3 Combustion gases are ideal gases.

Properties The molar masses of C, H₂, and air are 12 kg/kmol, 2 kg/kmol, and 29 kg/kmol, respectively (Table A-1).

Analysis (a) The combustion equation in this case can be written as



where a_{th} is the stoichiometric coefficient for air.

It is determined from

$$O_2 \text{ balance: } 2.5a_{th} = 8 + 4.5 + 1.5a_{th} \longrightarrow a_{th} = 12.5$$

Substituting,



$$\text{Thus, } AF = \frac{m_{air}}{m_{fuel}} = \frac{(31.25 \times 4.76 \text{ kmol})(29 \text{ kg/kmol})}{(8 \text{ kmol})(12 \text{ kg/kmol}) + (9 \text{ kmol})(2 \text{ kg/kmol})} = 37.8 \text{ kg air/kg fuel}$$

(b) The dew-point temperature of a gas-vapor mixture is the saturation temperature of the water vapor in the product gases corresponding to its partial pressure. That is,

$$P_v = \left(\frac{N_v}{N_{prod}} \right) P_{prod} = \left(\frac{9 \text{ kmol}}{153.25 \text{ kmol}} \right) (101.325 \text{ kPa}) = 5.951 \text{ kPa}$$

