

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.**

Exercice 01:

En admettant les hypothèses d'air standard simplifiées, considérez un cycle fermé qui est composé des quatre évolutions suivantes :

1-2 : une compression isentropique de 100 kPa et de 27°C à 1 MPa ;

2-3 : un apport de 2800 kJ/kg de chaleur à pression constante ;

3-4 : une évacuation de chaleur à volume constant à 100 kPa ;

4-1 : 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. Calculez la température maximale du cycle ;
3. Déterminez le rendement thermique du cycle.

Exercice 02 :

Soit un cycle théorique de Ericsson (Figure 01) dont l'air est le fluide moteur. Au début de la compression isotherme, l'air se trouve à 120 kPa et à 27°C. Pendant cette évolution, 150 kJ/kg sont évacués. La chaleur est transmise à l'air à 1200 K. Déterminez :

1. La pression maximale dans le cycle ;
2. Le travail net produit par unité de masse ;
3. Le rendement thermique du cycle.

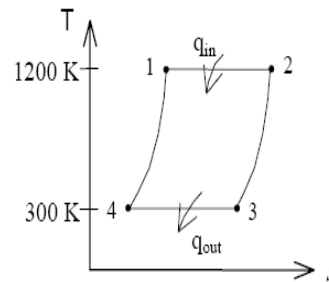


Figure 01 : Cycle de Ericsson

Données : $C_p = 1,005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0,718 \text{ kJ/kg.K}$, $k = 1,4$ et $R = 0,287 \text{ kJ/kg. K}$

« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Rattrapage de Conversion d'énergie

Exercice 01 :

(b) From the ideal gas isentropic relations and energy balance,

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(k-1)/k} = (300 \text{ K}) \left(\frac{1000 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} \right)^{0.4/1.4} = 579.2 \text{ K}$$

$$q_{in} = h_3 - h_2 = c_p (T_3 - T_2)$$

$$2800 \text{ kJ/kg} = (1.005 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K})(T_3 - 579.2) \longrightarrow T_{max} = T_3 = 3360 \text{ K}$$

$$(c) \frac{P_3 v_3}{T_3} = \frac{P_4 v_4}{T_4} \longrightarrow T_4 = \frac{P_4}{P_3} T_3 = \frac{100 \text{ kPa}}{1000 \text{ kPa}} (3360 \text{ K}) = 336 \text{ K}$$

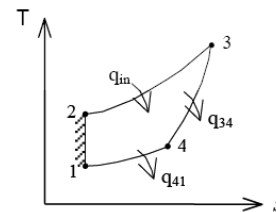
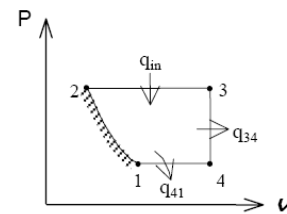
$$q_{out} = q_{34,out} + q_{41,out} = (u_3 - u_4) + (h_4 - h_1)$$

$$= c_v (T_3 - T_4) + c_p (T_4 - T_1)$$

$$= (0.718 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K})(3360 - 336) \text{ K} + (1.005 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K})(336 - 300) \text{ K}$$

$$= 2212 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}} = 1 - \frac{2212 \text{ kJ/kg}}{2800 \text{ kJ/kg}} = 21.0\%$$



Exercice 02 :

(a) The entropy change during process 3-4 is

$$s_4 - s_3 = -\frac{q_{34,out}}{T_0} = -\frac{150 \text{ kJ/kg}}{300 \text{ K}} = -0.5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

and

$$s_4 - s_3 = c_p \ln \frac{T_4}{T_3} - R \ln \frac{P_4}{P_3} \\ = -(0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}) \ln \frac{P_4}{120 \text{ kPa}} = -0.5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

It yields $P_4 = 685.2 \text{ kPa}$

(b) For reversible cycles, $\frac{q_{out}}{q_{in}} = \frac{T_L}{T_H} \longrightarrow q_{in} = \frac{T_H}{T_L} q_{out} = \frac{1200 \text{ K}}{300 \text{ K}} (150 \text{ kJ/kg}) = 600 \text{ kJ/kg}$

Thus, $w_{net,out} = q_{in} - q_{out} = 600 - 150 = 450 \text{ kJ/kg}$

(c) The thermal efficiency of this totally reversible cycle is determined from

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300 \text{ K}}{1200 \text{ K}} = 75.0\%$$

