

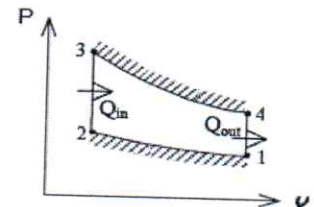
Niveau : L3ENG

Durée : 01H30

Exercice 1 :

Le taux de compression d'un cycle Otto, si on admet les hypothèses d'air standard simplifiées, est de 9,5. Avant d'être comprimé de façon isentropique, l'air se trouve à 100 kPa et à 35°C, et il occupe un volume de 600 cm³. La température à la fin de la détente isentropique est de 800 K. Déterminer:

1. La température et la pression maximales dans le cycle;
2. La quantité de chaleur transmise en kJ ;
3. Le rendement thermique ;
4. La pression moyenne effective.

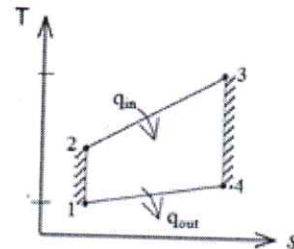


Données : $C_p = 1,005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0,718 \text{ kJ/kg.K}$,
 $R = 0,287 \text{ kJ/kg.K}$ et $k = 1,4$.

Exercice 2 :

Une centrale fonctionnant suivant le cycle de Brayton entre deux pressions 1 et 9 bar, les températures au début de la compression et de la détente isentropiques sont 27 °C et 600 °C respectivement.

- 1- Calculer le rendement de la centrale.
- 2- Calculer la puissance produite par la centrale si la centrale a un débit de 54 kg/s.
On prendre $C_p = 1 \text{ kJ / kg.K}$



« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Solution EXON^u A: Cycle de Brayton.

$$T_1 = 300 \text{ K}, T_3 = 873 \text{ K}$$
$$P_4 = P_1 = 1 \text{ bar}, P_2 = P_3 = 9 \text{ bar}$$
$$\dot{m} = 54 \text{ kg/s}$$

Evolution 3-4:

Detente isentropique:

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Rightarrow T_4 = T_3 \times \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$\text{A.N.} \Rightarrow T_4 = 873 \times \left(\frac{1}{9}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \Rightarrow T_4 = 466 \text{ K} \quad (1,50)$$

Evolution 1-2

Compression isentropique:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left[\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]^{-1} \Rightarrow$$

$$\text{A.N.} : T_2 = 300 \times \left[\left(\frac{1}{9}\right)^{\frac{0,4}{1,4}}\right]^{-1} \Rightarrow T_2 = 562 \text{ K} \quad (1,50)$$

$$q_{in} = C_p \Delta T_{23} = C_p (T_3 - T_2) = 1 \times (873 - 562) = 311 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$q_{out} = C_p \Delta T_{41} = C_p (T_4 - T_1) = 1 \times (466 - 300) = 166 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$\text{le travail net est : } w_{net} = q_{in} - q_{out} = 311 - 166 = 145 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$\text{Donc le rendement est : } \eta_{Th,Br} = \frac{w_{net}}{q_{in}} = \frac{145}{311} = 0,466 \text{ (ou } 46,6\%) \quad (1,00)$$

e/ La puissance produite par la central est:

$$\dot{w}_{net} = \dot{m} w_{net} = 54 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}}\right] \times 145 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right]$$

$$\Rightarrow \dot{w}_{net} = 7830 \text{ kW} \quad (2,00)$$

$$\text{ou } \dot{w}_{net} = 7,83 \text{ MW}$$

Exercise 02 :

(12.10 pts)

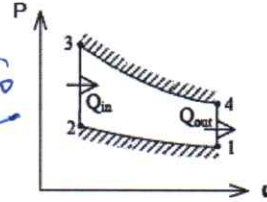
Assumptions 1 The air-standard assumptions are applicable. 2 Kinetic and potential energy changes are negligible. 3 Air is an ideal gas with constant specific heats.

Properties The properties of air at room temperature are $c_p = 1.005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $c_v = 0.718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, and $k = 1.4$ (Table A-2).

Analysis (a) Process 1-2: isentropic compression.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = (308 \text{ K})(9.5)^{0.4} = 757.9 \text{ K}$$

$$\frac{P_2 v_2}{T_2} = \frac{P_1 v_1}{T_1} \rightarrow P_2 = \frac{v_1}{v_2} \frac{T_2}{T_1} P_1 = (9.5) \left(\frac{757.9 \text{ K}}{308 \text{ K}} \right) (100 \text{ kPa}) = 2338 \text{ kPa}$$



Process 3-4: isentropic expansion.

$$T_3 = T_4 \left(\frac{v_4}{v_3} \right)^{k-1} = (800 \text{ K})(9.5)^{0.4} = 1969 \text{ K}$$

Process 2-3: $v = \text{constant}$ heat addition.

$$\frac{P_3 v_3}{T_3} = \frac{P_2 v_2}{T_2} \rightarrow P_3 = \frac{T_3}{T_2} P_2 = \left(\frac{1969 \text{ K}}{757.9 \text{ K}} \right) (2338 \text{ kPa}) = 6072 \text{ kPa}$$

$$(b) \quad m = \frac{P_1 v_1}{R T_1} = \frac{(100 \text{ kPa})(0.0006 \text{ m}^3)}{(0.287 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{K})(308 \text{ K})} = 6.788 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$Q_{in} = m(u_3 - u_2) = m c_v (T_3 - T_2) = (6.788 \times 10^{-4} \text{ kg})(0.718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K})(1969 - 757.9) \text{ K} = 0.590 \text{ kJ}$$

(c) Process 4-1: $v = \text{constant}$ heat rejection.

$$Q_{out} = m(u_4 - u_1) = m c_v (T_4 - T_1) = -(6.788 \times 10^{-4} \text{ kg})(0.718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K})(800 - 308) \text{ K} = -0.240 \text{ kJ}$$

$$W_{net} = Q_{in} - Q_{out} = 0.590 - 0.240 = 0.350 \text{ kJ}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net, out}}{Q_{in}} = \frac{0.350 \text{ kJ}}{0.590 \text{ kJ}} = 59.4\%$$

$$(d) \quad v_{min} = v_2 = \frac{v_{max}}{r}$$

$$MEP = \frac{W_{net, out}}{v_1 - v_2} = \frac{W_{net, out}}{v_1(1 - 1/r)} = \frac{0.350 \text{ kJ}}{(0.0006 \text{ m}^3)(1 - 1/9.5)} \left(\frac{\text{kPa}\cdot\text{m}^3}{\text{kJ}} \right) = 652 \text{ kPa}$$