

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. 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 ;

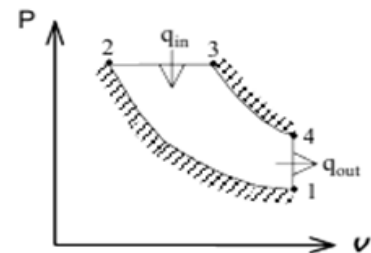
3-1 : une évacuation de chaleur à pression constante jusqu'à l'état initial.

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 cycle Diesel théorique dont le taux de compression est de 20. Au début de la compression, l'air se trouve à 95 kPa et à 20°C. En supposant que la température maximale dans le cycle ne peut dépasser 2200 K. Déterminez :

1. Le rendement thermique du cycle ;
2. La pression moyenne effective.



Admettez les hypothèses d'air standard simplifiées.

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

« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Rattrapage de Conversion d'énergie

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

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

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

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

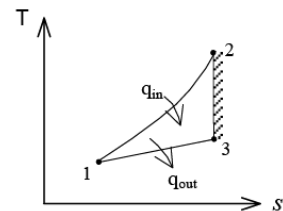
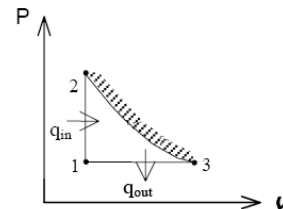
$$P_{r_3} = \frac{P_3}{P_2} P_{r_2} = \frac{95 \text{ kPa}}{380 \text{ kPa}} (207.2) = 51.8 \longrightarrow h_3 = 840.38 \text{ kJ/kg}$$

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

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

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

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



Exercice 02 :

An ideal diesel engine with air as the working fluid has a compression ratio of 20. The thermal efficiency and the mean effective pressure 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 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.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = (293 \text{ K})(20)^{0.4} = 971.1 \text{ K}$$

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

$$\frac{P_3 v_3}{T_3} = \frac{P_2 v_2}{T_2} \longrightarrow \frac{v_3}{v_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{2200 \text{ K}}{971.1 \text{ K}} = 2.265$$

Process 3-4: isentropic expansion.

$$T_4 = T_3 \left(\frac{v_3}{v_4} \right)^{k-1} = T_3 \left(\frac{2.265 v_2}{v_4} \right)^{k-1} = T_3 \left(\frac{2.265}{r} \right)^{k-1} = (2200 \text{ K}) \left(\frac{2.265}{20} \right)^{0.4} = 920.6 \text{ K}$$

$$q_{\text{in}} = h_3 - h_2 = c_p (T_3 - T_2) = (1.005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K})(2200 - 971.1) \text{ K} = 1235 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{out}} = u_4 - u_1 = c_v (T_4 - T_1) = (0.718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K})(920.6 - 293) \text{ K} = 450.6 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{\text{net,out}} = q_{\text{in}} - q_{\text{out}} = 1235 - 450.6 = 784.4 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{\text{th}} = \frac{w_{\text{net,out}}}{q_{\text{in}}} = \frac{784.4 \text{ kJ/kg}}{1235 \text{ kJ/kg}} = 63.5\%$$

$$(b) \quad v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{(0.287 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{K})(293 \text{ K})}{95 \text{ kPa}} = 0.885 \text{ m}^3/\text{kg} = v_{\text{max}}$$

$$v_{\text{min}} = v_2 = \frac{v_{\text{max}}}{r}$$

$$\text{MEP} = \frac{w_{\text{net,out}}}{v_1 - v_2} = \frac{w_{\text{net,out}}}{v_1 (1 - 1/r)} = \frac{784.4 \text{ kJ/kg}}{(0.885 \text{ m}^3/\text{kg})(1 - 1/20)} \left(\frac{\text{kPa}\cdot\text{m}^3}{\text{kJ}} \right) = 933 \text{ kPa}$$

