

TD1 Moteurs à combustions internes**Exercice 1 :**

1/ Cycle de Beau De Rochas

1 => 2 : Compression adiabatique réversible

2 => 3 : Combustion isochore

3 => 4 : Détente adiabatique réversible

4 => 1 : Refroidissement isochore

2/ calcul de la température T_2 :

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

$$\text{Or : } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{29,3}{20,9} \Rightarrow \gamma = 1,4$$

$$\Rightarrow T_2 = 721,9 \text{ } ^\circ\text{K}$$

3/Détermination de la pression maximale du cycle :

$$\text{on a : } V_2 = V_3$$

$$\text{avec : } V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} \quad \text{et} \quad V_3 = \frac{nRT_3}{P_3}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{P_2} = \frac{T_3}{P_3} \Rightarrow P_3 = P_2 \frac{T_3}{T_2}$$

$$P_3 = \frac{2460}{721,9} \times 15 \times 10^5 = 51,1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

4/

Transformation 1 => 2 :

$$Q_{12} = 0$$

$$W_{12} = \Delta U = 8,17 \text{ kJ}$$

Transformation 2 => 3 :

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = nC_v(T_3 - T_2) = 36,32 \text{ kJ}$$

$$W_{23} = 0$$

Transformation 3 => 4 :

$$Q_{34} = 0$$

$$\Delta U_{34} = W_{34} = -27,8 \text{ kJ}$$

Transformation 4 => 1 :

$$W_{41} = 0$$

$$\Delta U_{41} = Q_{41} = -16,7 \text{ kJ}$$

5/ calcul du travail fourni par un cycle :

$$W_{cycle} = W_{12} + W_{34} = -19,63 \text{ kJ}$$

6/ Calcul de rendement thermique d'un cycle :

$$\eta_{th} = \frac{|W_{cycle}|}{Q_{23}} = \frac{19,63}{36,32} = 54 \%$$

Exercice 2 :

1/ $V_2 = ?$

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{m_{air}}{M_{air}} R \frac{T_2}{P_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{1}{29} (8,314) \left(\frac{890}{45 \times 10^5} \right)$$

$$\Rightarrow V_2 = 5,67 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_2 = 5,67 \times 10^{-2} \text{ l}$$

$$Q_{23} = \Delta H_{23} = nC_p(T_3 - T_2)$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{Q_{23}}{nC_p} + T_2$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{3100 \times 2 \times 29}{7 \times 8,314} + 890 = 3979,5 \text{ K}$$

$$P_3 = P_2 = 45 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_3 = \frac{nRT_3}{P_3}$$

$$\Rightarrow V_3 = \frac{1}{29} (8,314) \left(\frac{3979,5}{45 \times 10^5} \right) = 0,253 \text{ l}$$

2/ Détermination du travail W_{23} :

$$W_{23} = -P_3(V_3 - V_2) = nC_v(T_3 - T_2) - Q_{23}$$

$$\Rightarrow W_{23} = -45 \times 10^3 (0,253 - 0,0567) \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow W_{23} = -883,85 \text{ J}$$

3/ Calcul de la variation d'énergie interne :

$$\Delta U_{23} = Q_{23} + W_{23} = 3100 - 883,85 = 2216,15 \text{ J}$$

Calcul de la variation d'enthalpie :

$$\Delta H_{23} = Q_{23} = 3100 \text{ J}$$

4/ Détermination du rendement thermique :

$$\eta_{th} = \frac{|W_{cycle}|}{Q_{23}} = \frac{1590}{3100} = 51,3 \%$$

5/ Détermination de la masse de carburant consommée au cours d'un cycle :

$$Q_{23} = m_c \cdot PCI$$

$$\Rightarrow m_c = \frac{Q_{23}}{PCI} = \frac{3100}{44 \times 10^3} = 0,07 \text{ g}$$

6/ Détermination du temps d'un cycle :

$$N_{RPM} = 3000 \frac{tr}{min}$$

or : 1 cycle \rightarrow 2 tours

$$N_{cycle/min} = \frac{N_{RPM}}{2} = 1500 \text{ cycle/min}$$

$$\text{deonc : } t_{cycle} = \frac{60}{1500} = 0,04 \text{ s}$$

La puissance du moteur :

$$P_{cycle} = \frac{|W_{cycle}|}{t_{cycle}} = \frac{1590}{0,04} = 39750 \text{ W}$$

$$P_{cycle} = \frac{39750}{736} = 54 \text{ CV}$$

7/ Détermination de la distance parcourue pendant un cycle :

$$V = 90 \text{ km/h} ; N_{RPM} = 3000 \text{ tr/min}$$

$$1 \text{ cycle} \rightarrow 40 \text{ ms} \rightarrow 0,04 \text{ s}$$

$$V = \frac{90 \times 10^3}{3600} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{on a : } 25 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ s}$$

$$d_{cycle} = ? \rightarrow 0,04 \text{ s}$$

$$\Rightarrow d_{cycle} = 1 \text{ m}$$

8/

$$\text{on a : } 1 \text{ cycle} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$10^5 \text{ cycle} \rightarrow 10^5 \text{ m}$$

La masse de carburant pour 100 km soit 10^5 m

m'_{carb} pendant 10^5 cycle

$$m'_{carb} = 10^5 \times m_c = 0,07 \times 10^5 = 7 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m'_{carb}}{v} \Rightarrow v = \frac{m'_{carb}}{\rho}$$

$$\Rightarrow v = \frac{7}{0,85} = 8,235 \text{ l}$$