

3.4 Machines thermiques-Exercice 6

Une mole de gaz parfait subit les transformations réversibles suivantes :

- état (1) → état (2) : compression adiabatique
- état (2) → état (3) : dilatation à pression constante
- état (3) → état (4) : détente adiabatique
- état (4) → état (1) : refroidissement à volume constant

Chaque état i est défini par la pression P_i , la température T_i et le volume V_i .

a- Représenter le cycle Diesel sur un diagramme de Clapeyron (P,V) et sur un diagramme entropique (T,S).

b- Exprimer le rendement du cycle en fonction :

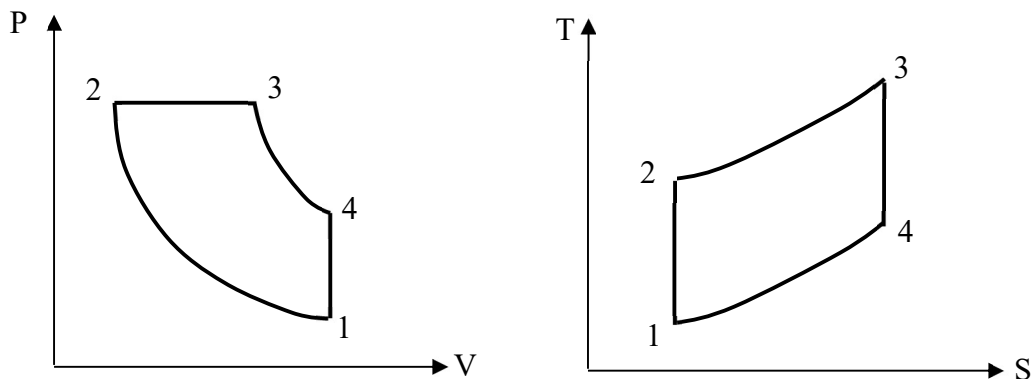
- Des températures T_1, T_2, T_3, T_4 et du rapport γ .
- Du taux de compression $x = V_1/V_2$, du taux de détente $y = V_4/V_3$ et du rapport γ .

c- Une automobile à moteur Diesel possède les caractéristiques suivantes : $x = 21$; $y = 7$. A la vitesse maximale du véhicule $v = 147$ km/h correspondant à $N = 4500$ tours/minutes (un cycle correspond à deux tours), la consommation est $c = 8$ litres de gas-oil aux 100 km. Le gas-oil a une masse volumique $\mu = 0,8$ kg/l et sa combustion dégage $q = 46,8$ kJ/g. Déterminer :

- Le rendement théorique de ce moteur ($\gamma = 1,4$)
 - La masse de carburant injecté à chaque cycle à vitesse maximale
 - La puissance maximale de ce moteur
-

3.4 Machines thermiques-Exercice 6

a-



b-• Rendement $\eta = \frac{-W}{Q_{23}} = \frac{Q_{23} + Q_{41}}{Q_{23}} = 1 + \frac{Q_{41}}{Q_{23}}$

Premier principe pour la transformation isobare 2-3 : $\Delta H_{23} = Q_{23} = C_p(T_3 - T_2)$

Premier principe pour la transformation isochore 4-1 : $\Delta U_{41} = Q_{41} = C_v(T_1 - T_4)$

Donc :
$$\eta = 1 + \frac{C_v(T_1 - T_4)}{C_p(T_3 - T_2)} = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_1 - T_4}{T_3 - T_2}$$

• Loi de Laplace pour la transformation adiabatique 1-2 : $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 x^{\gamma-1}$

Loi des gaz parfait pour la transformation isobare 2-3 : $\frac{T_2}{V_2} = \frac{T_3}{V_3} \Rightarrow T_3 = T_2 \frac{x}{y} = T_1 x^\gamma y^{-1}$

Loi de Laplace pour la transformation adiabatique 3-4 : $T_3 V_3^{\gamma-1} = T_4 V_4^{\gamma-1} \Rightarrow T_4 = T_3 y^{1-\gamma} = T_1 x^\gamma y^{-\gamma}$

Donc : $\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_1 - T_1 x^\gamma y^{-\gamma}}{T_1 x^\gamma y^{-1} - T_1 x^{\gamma-1}} = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{1 - x^\gamma y^{-\gamma}}{x^\gamma y^{-1} - x^{\gamma-1}}$ soit
$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{x^{-\gamma} - y^{-\gamma}}{y^{-1} - x^{-1}}$$

c-• A.N : $\eta = 61,4\%$

- 8 litres consommés pour 100 km \Rightarrow 11,8 litres consommés pour 147 km
 \Rightarrow 11,8 litres consommés pendant une heure
 \Rightarrow 11,8 litres consommés pendant 60.2250 = 135000 cycles
 $\Rightarrow V = \frac{11,8}{135000} = 8,7 \cdot 10^{-5}$ litre consommé par cycle
 $\Rightarrow m = \mu V = 7 \cdot 10^{-5}$ kg de carburant consommé par cycle

- chaleur reçue par cycle : $Q_c = mq = 3,27$ kJ \Rightarrow travail produit par cycle : $W = \eta Q_c = 2$ kJ

Durée d'un cycle : $\tau = \frac{3600}{135000} = 2,7 \cdot 10^{-2}$ s

Puissance : $P = \frac{W}{\tau}$ A.N : $P = 75$ kW