

Un moteur Diesel fonctionne avec de l'air décrivant le cycle schématisé figure 1 : l'abscisse représente le volume du cylindre et l'ordonnée la pression de l'air qui y est contenu.

1^{er} temps (0-1) : Le déplacement du piston du point mort haut (PMH) au point mort bas (PMB), aspire un volume V_1 d'air frais à la pression constante p_1 et à la température t_1 , la soupape S_1 est ouverte, S_2 est fermée. Puis S_1 et S_2 sont fermées jusqu'au point 4.

2^{ème} temps (1-2) : Le piston se déplace jusqu'au PMH, réalisant la compression adiabatique et réversible de l'air jusqu'au volume V_2 .

3^{ème} temps (2-3) et (3-4) : Le combustible est pulvérisé dans l'air comprimé et s'enflamme spontanément, la pression restant constante, puis les gaz brûlés et l'air en excès se détendent de façon adiabatique et réversible en repoussant le piston jusqu'au PMB.

4^{ème} temps (4-1) et (1-0) : S_2 s'ouvre, la pression tombe à p_1 , instantanément, le volume du cylindre restant constant. Puis le piston refoule les gaz brûlés à l'atmosphère à la pression p_1 constante.

Données $p_1 = 1,00 \text{ bar}$; $t_1 = 50,0^\circ\text{C}$; $V_1 = 2,00 \text{ dm}^3$
 L'air est assimilé à un gaz parfait $\gamma = 1,4$.
 Constante relative à 1 kg de gaz parfait : $r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
 Rapport de compression : $a = V_1 / V_2 = 16$.
 Masse molaire équivalente de l'air : $29.10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$.
 Pouvoir calorifique du combustible : $Q = 440.10^5 \text{ J.kg}^{-1}$.

On négligera l'influence, sur les chaleurs massiques, du combustible et des produits de combustion mélangés à l'air, l'air étant en excès. On donne le rapport

$$= \text{masse d'air} / \text{masse de combustible} = 28$$

Pour la même raison, on admettra que, de 4 à 1, toute la masse d'air subit une détente à volume constant. On supposera toutes les transformations réversibles.

- 1 Calculer : la masse totale d'air M_a contenu dans le cylindre,
la masse M_c de combustible injecté à chaque cylindre,
la quantité de chaleur Q_1 dégagée par sa combustion.
- 2 Calculer les valeurs de p_2 , T_2 , T_3 , V_3 , T_4 et p_4 .
- 3 a) Calculer l'énergie mécanique échangée à chaque cycle avec le milieu extérieur.
b) Le moteur comporte 6 cylindres identiques et tourne à 1000 tours par minute. Quelle est sa puissance ? (un cycle correspond à 2 tours du moteur).
- 4 a) Exprimer les variations d'entropie de l'air au cours des 4 transformations du cycle : 1, 2, 3, 4, 1. Faire les applications numériques.
b) Représenter le cycle dans le diagramme entropique en prenant $S = 0$ pour l'état 1. Que représente l'aire du cycle ? Le justifier.
- 5 Exprimer le rendement thermodynamique du cycle en fonction de T_1 , T_2 , T_3 , T_4 et γ . Faire l'application numérique.

3 - Dans un moteur Diesel «rapide» le cycle décrit par l'air est modifié.

L'injection du combustible est réglée pour que la fraction massique x brûle à volume constant ; la fraction $(1-x)$ brûle à pression constante. Le nouveau cycle est schématisé figure 2.

On donne $x = 0,20$: les autres données sont inchangées.

- 1) Calculer T_3 , T_4 , T_5 .
- 2) Exprimer le rendement thermodynamique du cycle en fonction des 5 températures et de γ . Faire l'application numérique. Comparer avec le rendement du moteur étudié au paragraphe A.

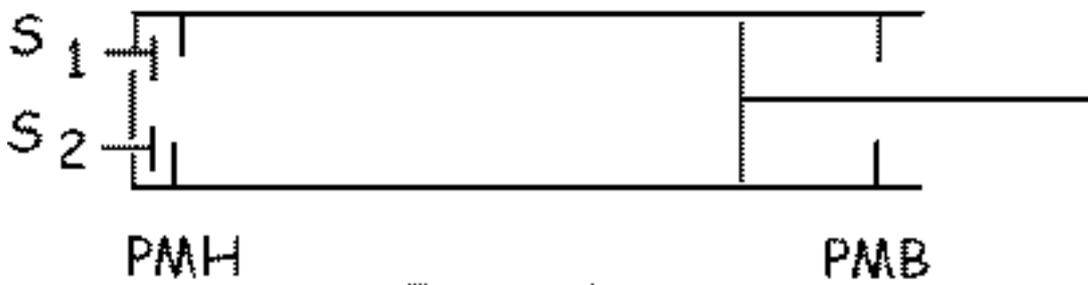
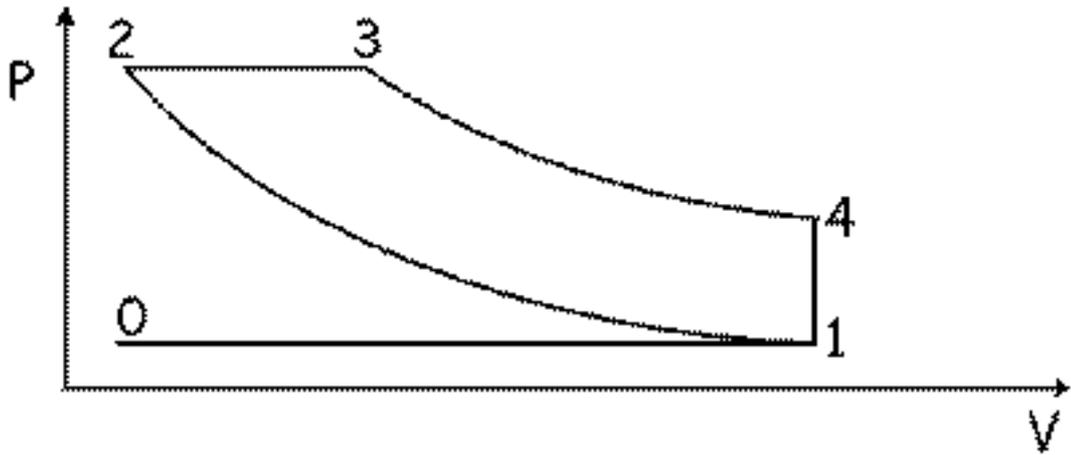


Figure 1

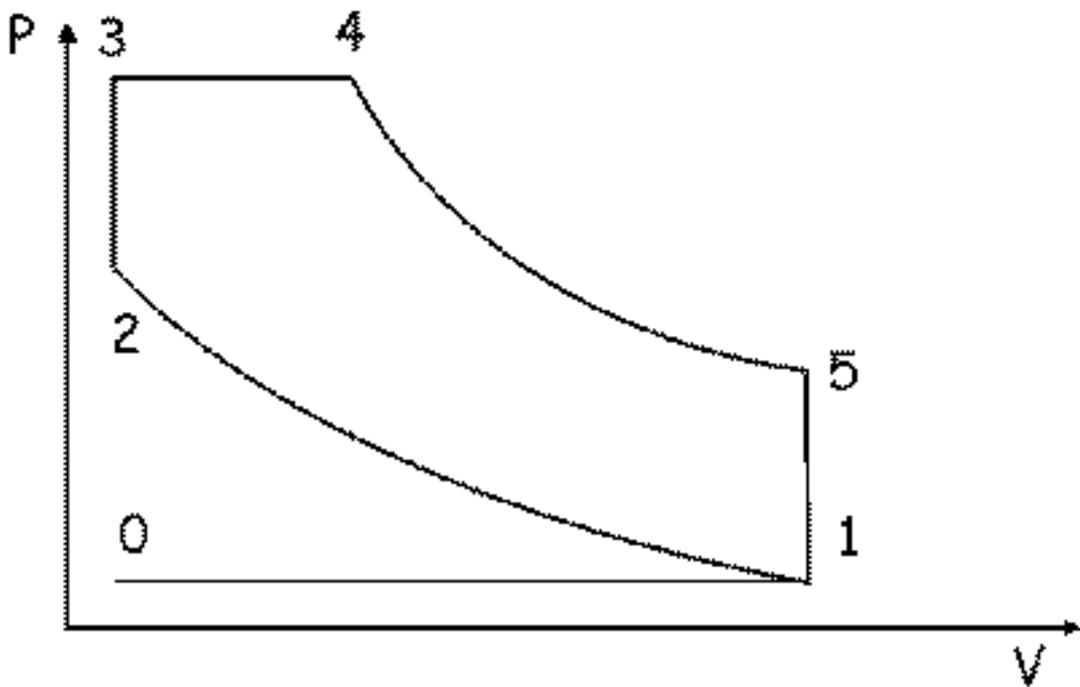


Figure 2