

Etude d'un moteur thermique

Le moteur d'un scooter peut être représenté simplement par un piston enfermant un gaz constitué d'un mélange d'air et de carburant (« mélange carburé »). Ce gaz reçoit de la chaleur suite à la combustion du mélange carburé, et fournit du travail au piston (le fait bouger), ce qui permet de faire tourner le moteur du scooter.

C'est un moteur « à deux temps », qui *effectue un tour* lorsque le gaz parcourt le cycle (1-2-3-4-1) suivant :

- Premier temps : compression du mélange air-carburant (1-2), puis combustion (2-3)
- Deuxième temps : détente (3-4), échappement des gaz de combustion et admission d'une nouvelle charge de mélange carburé (4-1)

On fait les hypothèses suivantes :

- la combustion (2-3) est instantanée et le piston n'a pas le temps de se déplacer ; $V_2 = V_3$
- la détente (3-4) et la compression (1-2) sont adiabatiques réversibles ;
- lors de l'échappement et de l'admission (4-1) quasi-instantanés, le volume du cylindre est constant, $V_1 = V_4$

On appelle *cylindrée du moteur* la différence $V_1 - V_2$ et *taux de compression* le rapport $a = V_1/V_2$.

On suppose que le mélange air-carburant est un gaz parfait ($\gamma = 1,4$) de masse molaire $M = 29 \text{ g mol}^{-1}$. La constante des gaz parfait est $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Au point 1 : $T_1 = 300 \text{ K}$ et $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$.

La notice technique d'un scooter donne :

o vitesse maximale : 45 km/h

régime du moteur à *cette vitesse* : 6000 tours/min

puissance du moteur à *cette vitesse* (travail fourni par le gaz par unité de temps) : 4,40 kW

cylindrée : 50 cm³

course du piston (distance parcourue par le piston pour aller de sa position la plus haute à sa position la plus basse : 40 mm.

- 1) Tracer l'allure du cycle (1-2-3-4-1) sur un diagramme de Watt (P en ordonnée, V en abscisse).
- 2) Lorsque le scooter roule à son allure maximale, quelle est la durée d'un cycle ?
- 3) La pression en fin de compression est de $6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. En déduire le taux de compression a .
- 4) Exprimer le travail fourni W par le moteur au cours d'un cycle en fonction de γ , R , P_1 , V_1 et des températures T_1 , T_2 , T_3 et T_4 .
- 5) Exprimer la chaleur Q_{23} reçue par le système lors de la combustion, en fonction de γ , R , P_1 , V_1 et des températures T_1 , T_2 , T_3 .
- 6) Exprimer T_1 en fonction de T_2 , a et γ .
- 7) Exprimer T_4 en fonction de T_3 , a et γ .
- 8) Définir le rendement η du moteur.
- 9) Exprimer η en fonction de a et γ .
- 10) En prenant $\eta = 0,4$, calculer la chaleur libérée à chaque cycle par la combustion lorsque le scooter roule à 45 km/h, sa puissance étant $P = 4,4 \text{ kW}$.
- 11) Sachant que le pouvoir calorifique de l'essence, c'est-à-dire la chaleur libérée par la combustion de 1 cm³ d'essence, est $q = 30 \text{ kJ cm}^{-3}$, déterminer la consommation d'essence en L/100 km, à vitesse maximale.