

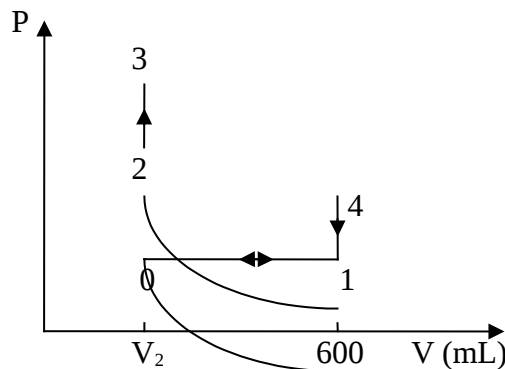
Le 15 Mars 2016

Devoir Surveillé de Chimie 2 (durée : 1h30mn)

Les moteurs à combustion interne connaissent d'importantes innovations afin d'améliorer, d'une part, leurs performances et, d'autre part, de réduire considérablement leurs émissions polluantes. Actuellement, ces moteurs sont utilisés par toutes les marques automobiles.

Partie A : Cycle thermodynamique de Beau de Rochas (10 points)

À titre d'exemple, le moteur à allumage commandé (AC) à quatre cylindres fonctionne selon le cycle thermodynamique théorique de Beau de Rochas qui comporte plusieurs transformations réversibles, dont deux d'entre elles ont pour équation $PV^\gamma = \text{constante}$ (voir diagramme ci-dessous):



- Le mélange air + essence est injecté au point 0. Ce mélange ainsi que les gaz de combustion sont considérés comme gaz parfait de coefficient $\gamma = 1,4$.
- La combustion du mélange correspond à la transformation $2 \rightarrow 3$.
- Le taux de compression volumétrique : $\alpha = V_1/V_2 = 6$.

1. Compléter ce qui suit :

Étape 0 → 1 : Admission du mélange air + essence à

Étape 1 → 2 : Compression.....

Étape 2 → 3 : Combustion du mélange à

Étape 3 → 4 : Détenteavec production du

Étape 4 → 1 : Baisse de pression àsuite à l'ouverture de la soupape.....

Étape 1 → 0 : Échappement des

2. Préciser les quatre temps de ce moteur.

3. Le rendement thermique théorique η de ce cycle a pour expression :

$$\eta = |W_{\text{cycle}}| / Q_{\text{combustion}} = Q_{\text{cycle}} / Q_{\text{combustion}}$$

Montrer que :

- a. Ce rendement s'écrit sous la forme : $\eta = 1 - [T_1(1-(T_4/T_1)) / T_2(1-(T_3/T_2))]$.
- b. Le rapport des températures : $T_4/T_1 = T_3/T_2$.
- c. Le rendement η ne dépend que des coefficients α et γ et vaut 0,51 (51%).

Partie B : Caractéristiques du moteur (4 points)

1. En réalité, le rendement de ce moteur est de 35%. Si sa consommation moyenne est estimée à 4 litres d'essence par heure et que la combustion d'un litre de ce carburant dégage une quantité de chaleur de $35,5 \times 10^3$ kJ :
 - a. Déterminer alors le travail qu'il fournit en une heure de fonctionnement.
 - b. En déduire sa puissance mécanique P_m .
2. Un véhicule doté de ce type de moteur se déplace à une vitesse de 120 km/h. Son indicateur tours /minute affiche 3000.
 - a. Indiquer le nombre de cycles correspondant.
 - b. Quelle est la durée d'un cycle ?
 - c. Déterminer la distance parcourue pendant le cycle.
3. À l'arrière du véhicule est inscrit un chiffre représentant sa cylindrée (en litres). Choisir ce chiffre parmi les propositions suivantes : 1.4 ; 1.6 ; 1.8 ; 2.0

Relations utiles :

Puissance mécanique : $P_m = \frac{\text{Travail}}{\text{Temps}}$

Cylindrée = $(V_1 - V_2) N_C$; N_C : Nombre de cylindres

Partie C : Matériaux utilisés (6 points)

Le bloc moteur qui est la pièce maîtresse du moteur AC est soit en aluminium, soit en fonte spéciale. Dans les deux cas, ce bloc a besoin d'être refroidi à l'aide d'un liquide de refroidissement.

1. On considère un morceau d'aluminium de masse $m_1 = 1$ kg à une température $\theta_1 = 400$ °C. Il est plongé dans une enceinte calorifugée, de capacité thermique négligeable, contenant une masse $m_2 = 1$ kg d'eau à une température $\theta_2 = 20$ °C. Quelle est la température d'équilibre θ_{eq} de cet ensemble ?
2. Quelle serait cette température (θ'_{eq}) si à la place de l'aluminium on utilisait une masse $m_3 = 1$ kg de fonte à la même température θ_1 ?
3. D'un point de vue purement thermodynamique, lequel de ces deux matériaux (aluminium ou fonte) est le plus indiqué pour la fabrication de ce bloc moteur ? Justifier.

Données :

Capacités thermiques massiques c ($J.kg^{-1}.K^{-1}$):

aluminium : 897 ; fonte : 544 ; eau : 4185