

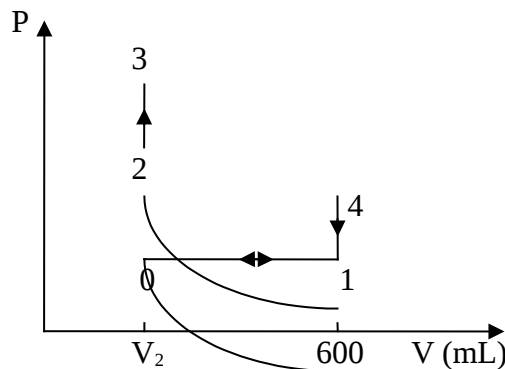
Le 15 Mars 2016

**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 : Détente .....avec production du .....

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

Étape 1 → 0 : Échappement des .....

2. Préciser les quatre temps de ce moteur.

3. Le rendement thermique théorique  $\eta$  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  $\eta$  ne dépend que des coefficients  $\alpha$  et  $\gamma$  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  $\theta_{eq}$  de cet ensemble ?
2. Quelle serait cette température ( $\theta'_{eq}$ ) si à la place de l'aluminium on utilisait une masse  $m_3 = 1$  kg de fonte à la même température  $\theta_1$  ?
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