

Épreuve de Thermodynamique II*

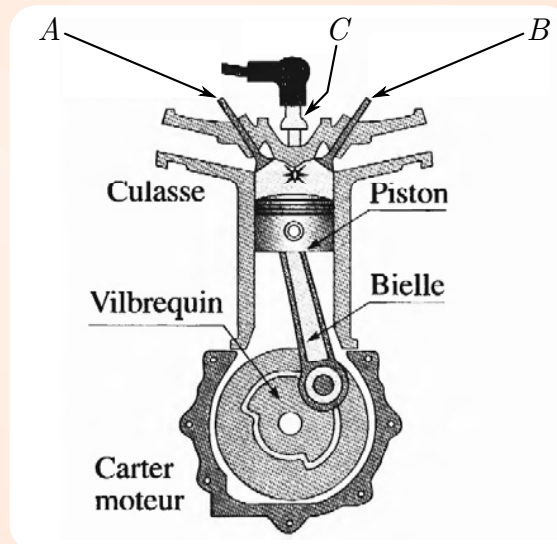
Responsable : H. Chaib

Filière : SMP, Semestre : 3, Année : 2017/2018

Date : 26-12-2017 à 10:15, Durée : 90 min

Questions de Cours

1. En thermodynamique, qu'appelle-t-on variables conjuguées ?
2. Qu'est ce qu'un gaz semi-parfait ?
3. Rappeler l'énoncé du postulat de Kelvin relatif au deuxième principe de la thermodynamique.
4. Quels sont les noms des types de moteurs Stirling qui existent ?
5. La figure ci-dessous montre une schématisation du moteur Otto.
 - (a) Donner les noms des composants *A* et *B*.
 - (b) Rappeler le nom et le rôle du composant *C*.



Problème 1

Un gaz parfait diatomique de masse molaire $M = 32 \text{ g mol}^{-1}$ et de masse $m = 4 \text{ kg}$ se trouve initialement sous une pression initiale $p_1 = 90 \text{ bar}$ et une température $T_1 = 50 \text{ °C}$. Il traverse successivement des systèmes ouverts au cours d'un cycle d'une machine thermique, dans l'ordre suivant :

*La version électronique de l'énoncé et celle de la correction de cette épreuve seront publiées en ligne, juste après la date/heure affichée ci-dessus, sur le site Web : <http://www.fpo.ma/chaib/teaching/>.

- il s'écoule d'abord à travers un échangeur de chaleur qui lui cède une quantité de chaleur $Q_{12} = 75 \text{ kJ}$ à pression constante ;
- ensuite, il se détend dans une turbine avec injection de carburant. Ceci se fait selon une transformation polytrophe d'indice $\eta = 1,25$;
- finalement, il est comprimé dans un compresseur refroidi à température constante jusqu'à son état initial.

Ce processus se déroule de façon réversible.

1. Représenter ce cycle dans un diagramme (p, V) .
2. Calculer les pressions, les volumes et les températures des trois points du cycle.
3. Calculer également pour ces points l'énergie interne U et l'enthalpie H , sachant que $U_1 = 250 \text{ kJ}$.
4. Calculer les travaux techniques W_{12} , W_{23} et W_{31} mis en jeu au cours du cycle ainsi que le travail utile W_u fourni par la machine.
5. Justifier le signe de W_u .

Problème 2

On considère une machine thermique qui fonctionne selon un cycle thermodynamique constitué d'une compression isochore suivie d'une compression isobare puis d'une détente isotherme. Les pressions extrêmes de ce cycle sont 2 bar et 20 bar. En revanche, ses volumes extrêmes sont 1 dm^3 et $9,5 \text{ dm}^3$. Le cycle, qui utilise une quantité de matière n d'un gaz réel, est parcouru depuis l'état le plus comprimé (1) en passant successivement par les états (2) et (3) et en revenant à l'état (1). Le gaz utilisé est caractérisé par les coefficients thermoélastiques $\alpha = \frac{nR}{pV}$ et $\beta = \frac{nR}{p(V-nb)}$ où R est la constante universelle des gaz parfaits et b est une constante positive. L'expression de l'énergie interne de ce gaz est similaire à celle d'un gaz parfait polyatomique, c.-à-d. $U(T) = \frac{6}{2}nRT$.

1. Représenter ce cycle sur le diagramme de Clapeyron.
2. S'agit il d'une machine thermo-dynamique ou bien d'une machine dynamo-thermique? Justifier.
3. Déterminer les pressions et les volumes des différents états.
4. En partant de la différentielle de la variable d'état T , qui est une fonction des variables indépendantes p et V , trouver l'équation d'état de ce gaz.
5. Calculer la valeur de la quantité nb .
6. Calculer les travaux et les quantités de chaleur mis en jeu :
 - (a) au cours de la détente.
 - (b) au cours des deux compressions.
7. Calculer, pour cette machine, l'efficacité thermique :
 - (a) η correspondant à son utilisation comme système de refroidissement.
 - (b) η' correspondant à son utilisation comme système de chauffage.

On donne : la constante universelle des gaz parfaits est $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.