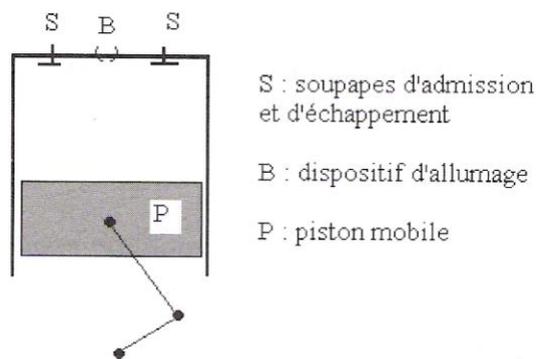


Problème 2 Moteur à explosion

Afin de simplifier le problème, on suppose que le moteur est constitué d'un seul cylindre dont le schéma en coupe est représenté ci-contre.

Dans tout le problème les gaz, quels qu'ils soient, sont assimilés à des gaz parfaits diatomiques ($\gamma = 1,4$).
Donnée : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Les résultats numériques seront donnés avec deux chiffres significatifs.



Le fonctionnement est le suivant (chaque lettre désigne un certain état du système) :

- $O \rightarrow A$: phase d'admission (le piston passe de la position haute à la position basse).

Le mélange air-essence est essentiellement constitué de n moles d'air. Il est admis de façon isobare à la pression P_A dans le cylindre. Le mélange air-carburant se trouve alors dans les conditions : $V_A = 1\text{L}$, $P_A = 1 \text{ bar}$, $T_A = 293\text{K}$

Le gaz subit ensuite la suite de transformations suivante :

- $A \rightarrow B$: compression adiabatique réversible telle que $V_B = V_A / 8$ (le piston passe de la position basse à la position haute)
- $B \rightarrow C$: une étincelle provoque la combustion isochore, instantanée, de toute l'essence.
- $C \rightarrow D$: détente adiabatique réversible telle que $V_D = V_A$ (le piston passe de la position haute à la position basse)
- $D \rightarrow A$: refroidissement isochore. (la pression chute à cause de l'ouverture du cylindre vers l'extérieur)

Les gaz d'échappement (air + produits de la combustion) sont ensuite refoulés :

- $A \rightarrow O$: phase d'échappement = refoulement isobare des gaz vers l'extérieur à la pression P_A (le piston passe de la position basse à la position haute).

1. Représenter qualitativement l'ensemble des transformations sur un diagramme (P, V). Indiquer le sens de parcours. Commenter.
2. On parle de moteur à 4 temps. Préciser à quelles évolutions correspondent les 4 temps.
3. Le cylindre possède deux soupapes, d'admission et d'échappement. Préciser l'état des soupapes (ouvertes ou fermées) lors de chaque évolution.

Les étapes d'admission et de refoulement se compensent d'un point de vue énergétique, on raisonnera donc sur le cycle ABCD, en considérant que l'on a affaire à un système fermé au cours de ce cycle. C'est à dire que l'on néglige la quantité de gaz qui s'échappe entre D et A. On néglige également la variation de quantité de matière lors de l'explosion, en considérant que son seul effet est un dégagement de chaleur . Ainsi, pour effectuer les divers calculs, on raisonne comme si le système était seulement constitué de n moles d'air, négligeant carburants et produits de la combustion.

4. Calculer $n = n_A$, nombre de moles de gaz initialement admis dans le cylindre.
5. Calculer la pression et la température dans l'état B.
6. Le mélange air-essence s'enflamme spontanément à 430°C , ce que l'on souhaite éviter. Calculer le taux de compression $\tau = V_A / V_B$ maximal permettant d'éviter cet auto-allumage entre A et B.
7. Le mélange air-essence contient $n' = 2 \cdot 10^{-4}$ moles d'essence. Sachant que la combustion de 1 mole d'essence libère une énergie de 5800 kJ, calculer l'énergie libérée lors de la combustion $B \rightarrow C$. On raisonne comme si cette énergie était transférée au système sous forme de chaleur. Calculer la température T_C . En déduire la pression P_C . (valeurs un peu supérieures à 2000 K et 50 bar !).
8. Calculer la pression et la température en D.
9. Calculer le travail et la chaleur reçus par le système au cours de chaque étape du cycle ABCD.
10. Identifier les quantités de chaleur Q_1 et Q_2 (respectivement échangées avec les sources chaude et froide). Préciser ce qui joue le rôle de la source chaude et de la source froide.
11. Calculer le travail total reçu par le système au cours d'un cycle. Calculer le rendement de ce moteur.
12. Le moteur tourne à 5000 tours par minute. Calculer la puissance mécanique fournie.