

TD 4 : Second principe de la thermodynamique - - cycles moteurs

Exercice 1 : Cycle de Carnot (rappels)

On se propose d'étudier un cycle relatif à 1 kg d'air en évolution réversible entre une source chaude à la température $T_C = 823\text{ K}$ et une source froide à la température $T_F = 288\text{ K}$. L'état initial confondu avec l'état final a comme caractéristiques $P_1 = 10^5\text{ Pa}$ et $T_1 = T_F$.

L'air est assimilé à un gaz parfait de caractéristiques : $r = 287\text{ J/(kg K)}$ et $C_V = 713\text{ J/(kg K)}$.

Le cycle de Carnot est composé des évolutions suivantes :

- isotherme à la température T_F de l'état 1 à l'état 2,
- isentropique de l'état 2 à l'état 3 défini par $P_3 = 6 \cdot 10^6\text{ Pa}$ et $T_3 = T_C$,
- isotherme à la température T_C de l'état 3 à l'état 4,
- isentropique de l'état 4 à l'état 1.

(a) Calculer les pressions et volumes massiques en chaque point du cycle.

(b) Calculer les divers travaux et quantités de chaleur échangés avec l'extérieur. En déduire le rendement thermodynamique.

Exercice 2 : Cycle de Sabathe

On néglige tous les phénomènes de combustion et on admet un cylindre théorique contenant 1 kg d'air, assimilé à un gaz parfait ; ici on prendra $r = 287\text{ J/(kg K)}$, $C_V = 713\text{ J/(kg K)}$. Le cycle est défini comme suit :

- de 1 à 2 compression adiabatique,
- échauffement isochore de 2 à 3,
- échauffement isobare de 3 à 4,
- de 4 à 5 détente adiabatique jusqu'à $V_5 = V_1$,
- retour à l'état initial.

Les pressions, températures et volumes sont donnés dans le tableau suivant, à compléter.

| | Pression (Pa) | Température (K) | Volume (m^3) |
|--------|---------------|-----------------|------------------|
| Etat 1 | 10^5 | | 0,927 |
| Etat 2 | | 787 | |
| Etat 3 | | 1603 | |
| Etat 4 | | 2473 | |
| Etat 5 | | 1208 | 0,927 |

Calculer les divers travaux et quantités de chaleur échangés avec l'extérieur. En déduire le rendement thermodynamique. Comparer ce dernier au rendement du moteur de Carnot.