

Exercice 1 :

- 1- Exprimer la variation élémentaire d'entropie d'un gaz parfait, en fonction des variables indépendantes T et V . En déduire la variation d'entropie d'une mole de gaz parfait, lorsqu'on triple simultanément la température initiale et le volume initial du gaz. On indiquera deux méthodes de résolution.

Application numérique :

Rapport des chaleurs massiques : $\gamma = 7/5$; constante des gaz parfaits : $R = 8,32 \text{ SI}$.

Exercice 2

Une pompe à chaleur fonctionne suivant un cycle de Carnot effectué par un fluide qui reçoit effectivement du travail et échange de la chaleur avec deux sources. Ce cycle est constitué par deux transformations adiabatiques et deux transformations isothermes toutes quatre réversibles.

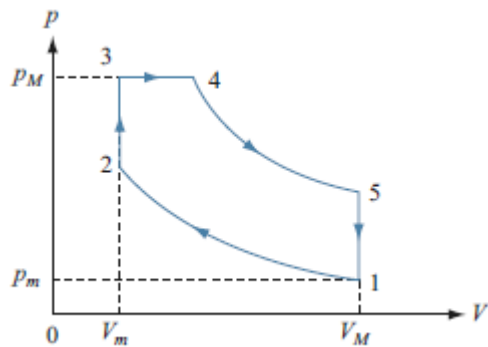
La pompe à chaleur fonctionne avec de l'air et sert à chauffer la carlingue d'un avion volant à haute altitude. La source froide est constituée par l'air extérieur à la pression P_1 et à la température $T_1 = 248 \text{ K}$. La source chaude est l'air de la carlingue à la pression P_2 et à la température $T_2 = 293 \text{ K}$.

L'air est assimilé à un gaz parfait ($r = 287 \text{ J/Kg.K}$ et $\gamma = 1,4$). On désigne par V_A et V_D ($V_A > V_D$) les volumes de l'air aux extrémités A et D de l'isotherme T_1 et par V_B et V_C ($V_B > V_C$) les volumes aux extrémités B et C de l'isotherme T_2 .

- 1- Faire un schéma de l'installation en indiquant le sens d'échange d'énergie.
- 2- Représenter le cycle effectué par le fluide de la pompe dans un diagramme (P, V) puis dans un diagramme entropique (T, S).
- 3- D'après le premier principe et le bilan entropique, déterminer en fonction du travail reçu W_t , de T_1 et de T_2 les chaleurs Q_1 et Q_2 reçues par la pompe de la part des sources aux températures T_1 et T_2 . En déduire leurs signes.
- 4- Exprimer en fonction de V_A, V_B, V_D, T_1 et T_2 , les travaux reçus par 1 kg d'air de la pompe lors des quatre transformations constituant le cycle
- 5- Déterminer en fonction de V_A, V_C, T_1 et T_2 le travail total W_t
- 6- Calculer le travail W_t sachant que $V_A = 2,37 \text{ m}^3$ et $V_C = 0,84 \text{ m}^3$
- 7- Calculer à l'aide des données précédentes, la quantité de chaleur fournie par la source froide et la quantité de chaleur reçue par la carlingue
- 8- Calculer numériquement le COP de cette pompe à chaleur

Exercice 3

Dans les moteurs Diesel à double combustion, le cycle décrit par l'air est celui représenté en coordonnées de Clapeyron (p, V) par le diagramme de la figure ci-dessous. Après la phase d'admission qui amène l'air au point 1 du cycle, celui-ci subit une compression adiabatique réversible jusqu'au point 2. Après injection du carburant en 2, la combustion s'effectue d'abord de façon isochore de 2 à 3 puis se poursuit de façon isobare de 3 à 4. La phase de combustion est suivie d'une détente adiabatique réversible de 4 à 5 puis d'une phase d'échappement isochore de 5 à 1. Au point 1 du cycle, la pression $P_m = 1$ bar et la température $T_m = 293$ K sont minimales. La pression maximale (aux points 3 et 4) est $P_M = 60$ bars et la température maximale (au point 4) est $T_M = 2073$ K.



On suppose que l'air est un gaz parfait diatomique et on notera respectivement c_p et c_v ses capacités thermiques molaires à pression et à volume constants.

On donne :

- le rapport volumétrique de compression : $\varepsilon = V_M/V_m = 17$
 - la masse molaire de l'air : $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$
 - la constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
 - $\gamma = 1,4$.
- 1- Calculer la température T_2 au point 2 du cycle.
 - 2- Calculer la température T_3 au point 3 du cycle.
 - 3- Calculer la température T_5 au point 5 du cycle.
 - 4- Quelle est, en kJ.kg^{-1} , la quantité de chaleur Q_c reçue par un kg d'air au cours de la phase de combustion entre les points 2 et 4 ?
 - 5- Quelle est, en kJ.kg^{-1} , la quantité de chaleur Q_f échangée avec le milieu extérieur par un kg d'air entre les points 5 et 1 ?
 - 6- En déduire, en kJ.kg^{-1} , le travail W échangé avec le milieu extérieur par un kg d'air au cours d'un cycle.
 - 7- Calculer le rendement théorique de ce moteur η_{th} .