

FILIERE : AGROBIOLOGIQUE

MODULE : Physique Industrielle et Appliquée et statistiques.

ELEMENT : Physique Industrielle et Appliquée.

Série 3

Exercice 1

On considère une machine (moteur) à vapeur qui fonctionne entre $\theta_1 = 550^\circ\text{C}$ et $\theta_2 = 250^\circ\text{C}$. L'expression de l'efficacité maximale de cette machine est de la forme :

$$\eta = - \frac{W_{\text{cycle}}}{Q_1}$$

1. Donner la relation entre W_{cycle} , Q_1 et Q_2 dans un cycle thermodynamique.
2. Exprimer η en fonction des quantités de chaleur Q_1 et Q_2 échangées par le gaz avec les sources chaudes et froides aux températures θ_1 et θ_2 respectivement.
3. Déterminer l'expression du rapport $\frac{Q_2}{Q_1}$ en fonction des températures du problème T_1 et T_2 dans le cas d'un cycle dithermes réversible (Par exploitation du 2^{ème} principe de la thermodynamique dans un cycle).
4. Donner l'expression de cette efficacité dans le cas d'un cycle dithermes réversible en fonction des températures T_1 et T_2 du problème. Calculer la valeur de l'efficacité η .
5. En pratique, un tel moteur aura une efficacité réelle valant $P=70\%$ de cette efficacité maximale. Combien vaut-elle numériquement ($\eta_{\text{réelle}}$)?

Exercice 2

On étudie une machine diatherme fonctionnant suivant le cycle de Stirling représenté sur la figure 1. On distingue dans ce cycle :

- Deux transformations réversibles isochores
- Deux transformations réversibles isothermes aux températures T_1 et T_2 ($T_2 < T_1$)

Le fluide décrivant ce cycle dans le sens ABCDA est assimilé à un gaz parfait. On rappelle que pour une évolution élémentaire d'une mole de gaz parfait, la variation d'énergie interne dU est liée à la variation de température par la relation $dU = n \cdot C_v \cdot dT$.

On donne :

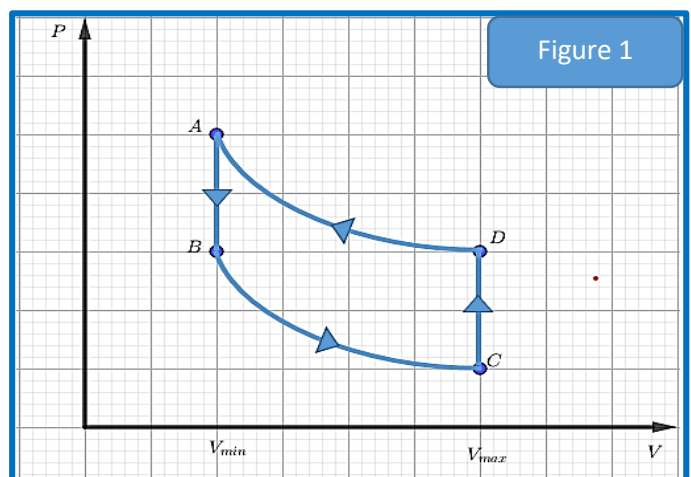
Température de la source chaude $T_1 = 293\text{K}$

Température de la source froide $T_2 = 276\text{K}$

Rapport volumétrique $\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} = 3$, $C_v = 21$

$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1. Montre que $T_A = T_1$ et $T_B = T_2$
2. Quelle est la nature de chacune des transformations du cycle.
3. Pour une mole ($n = 1\text{mol}$) du fluide :



3.1 Exprimer pour chacune des transformations le travail et la quantité de chaleur échangés par le fluide avec le milieu extérieur.

3.2 Calculer les valeurs numériques des grandeurs Q et W exprimées ci-dessus pour les transformations A-B et B-C.

3.3 Exprimer le travail total W_{cycle} échangé par cycle entre le fluide et le milieu extérieur. Le fonctionnement du cycle est-il moteur ou récepteur ? Justifier la réponse.

4. On appelle Q_F la quantité de chaleur prise à la source froide par une mole de fluide au cours d'un cycle. En utilisant les résultats de la question 3, donner la valeur numérique de Q_F .

Exercice 3

Dans une machine frigorifique, le système que l'on assimilera à un gaz parfait dont le rapport est constant, décrit un cycle de Carnot.

AB : compression adiabatique ramenant le système de T_1 à T_2 .
BC: compression isotherme ($T = T_2$), le système reçoit la quantité de chaleur de la source chaude Q_2 .

CD : détente adiabatique (isentropique) ramenant le système de T_2 à T_1
DA : détente isotherme ($T = T_1$), le système reçoit la quantité de chaleur de la source froide Q_1 .

Au cours d'un cycle le gaz échange une quantité de chaleur Q_1 avec la source chaude à la température $T_1=298\text{K}$, une quantité de chaleur Q_2 avec la source froide à la température $T_2=273\text{K}$ et un travail W avec le milieu extérieur.

1. Repérer sur le diagramme (P,V) (figure 2) les points B, C, et D du cycle.
2. A l'aide du premier et le deuxième principe de la thermodynamique, exprimer en fonction de T_1 , T_2 et de Q_2 le travail théorique W reçu par le gaz au cours d'un cycle réversible.

3. Calculer la valeur du coefficient d'efficacité théorique de la machine au Cours d'un cycle réversible. Sachant

$$\text{que } \beta_{\text{rév}} = \frac{Q_2}{W}$$

4. Du fait de l'irréversibilité de la machine, le rapport $\frac{Q_2}{Q_1} = -\lambda \frac{T_2}{T_1}$.

4-a- Exprimer W' , travail reçu, en fonction de T_1 , T_2 , λ et de Q_2 .

4-b. Calculer le coefficient d'efficacité de la machine β_{irr}' dans les cas de la transformation irréversible sachant que $\lambda = 0,8$. Conclusion ?

