

Thermodynamique

On souhaite réaliser la climatisation d'un local afin de maintenir sa température à la valeur $T_1 = 300 \text{ K}$ alors que la température extérieure est $T_2 = 315 \text{ K}$. On utilise une machine thermique, fonctionnant avec n mol d'un fluide assimilable à un gaz parfait, de capacité thermique molaire à pression constante $C_{pm} = 30 \text{ J. K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. Au cours d'un cycle, le fluide reçoit les transferts thermiques $Q_1 > 0$ de la source froide (local) et $Q_2 < 0$ de la source chaude (extérieur), ainsi que le travail $W > 0$.

1. Dans un premier temps, on considère que le cycle est un cycle de Carnot défini comme suit. Le fluide passe par les états d'équilibre A, B, C, D par une succession de transformations :

A-B : compression adiabatique réversible de la température T_1 à la température T_2 .

B-C : compression isotherme réversible à la température T_2 .

C-D : détente adiabatique réversible de la température T_2 à la température T_1 .

D-A : détente isotherme réversible à la température T_1 .

- Faire le schéma synoptique d'un cycle de cette machine : préciser le sens des échanges énergétiques – travail, transferts thermiques en considérant le fluide comme système thermodynamique étudié.
- Représenter l'allure du cycle dans le diagramme de Watt (P en fonction de V).
- Définir, puis établir l'expression de l'efficacité thermodynamique e_c de la machine en fonction de T_1 et T_2 .

2. En réalité, le fluide ne décrit pas le cycle de Carnot défini au 1. mais le cycle suivant :

A-B : compression adiabatique réversible de la température T_1 à la température T_1' .

B-C : refroidissement isobare de la température T_1' à la température T_2 .

C-D : détente adiabatique réversible de la température T_2 à la température T_2' .

D-A : échauffement isobare de la température T_2' à la température T_1 .

On donne $T_1' = 350 \text{ K}$.

- Représenter l'allure du cycle dans le diagramme de Watt (P en fonction de V).
- Exprimer les variations d'entropie du fluide (n mol) au cours de chacune des transformations qu'il subit en fonction de n , C_{pm} , T_1 , T_2 , T_1' et T_2' .
- En déduire l'expression de la variation d'entropie du fluide au cours du cycle en fonction de n , C_{pm} , T_1 , T_2 , T_1' et T_2' . En déduire la relation entre T_1 , T_2 , T_1' et T_2' et déterminer T_2' .
- Etablir l'expression du transfert thermique :
 - Q_2' reçu par le fluide au cours de la transformation de B à C en fonction de n , C_{pm} et de certaines températures
 - Q_1' reçu par le fluide au cours de la transformation de D à A en fonction de n , C_{pm} et de certaines températures
 En déduire l'expression du travail W' reçu par le fluide au cours de ce cycle.
- Exprimer puis calculer la nouvelle efficacité thermodynamique e' de la machine. Comparer à e_c .

Barème :

1. a) 2 pts ; b) 2 pts ; c) 2 pts

2. a) 2 pts; b) 2 pts; c) 2 pts + 2 pts; d) 2 pts + 2 pts; e) 2 pts.