

THERMODYNAMIQUE

MACHINES THERMIQUES

*2e année - Semestre 4/4x
EC 04 02 SB 0104*

EXERCICES partie 1

- Rendement

Vous devez vous munir de votre calculette à chaque cours

RENDEMENT ET CYCLES THERMODYNAMIQUES

Exercice 1 : Cycle réalisable ?

Un inventeur décrit le fonctionnement cyclique d'une machine au cours duquel le fluide reçoit une quantité de chaleur Q_f de la source froide et fournit une quantité de chaleur Q_c à la source chaude ainsi qu'une quantité de travail W au milieu extérieur. Une telle machine peut-elle fonctionner ?

Exercice 2 : Moteur réversible ou irréversible

Au cours d'un cycle, le fluide thermique d'un moteur ditherme reçoit 420 J d'une source chaude à 200 °C. La source froide est à 17 °C. Le travail fourni par le moteur est de 120 J.

- 1) Calculez le rendement de ce moteur thermique.
- 2) Le fonctionnement est-il réversible ?

Réponses : 1) 0,286 ; 2) Fonctionnement irréversible

Exercice 3 : Moteur thermique

Un moteur thermique supposé réversible, reçoit une quantité de chaleur de 1000 J d'un thermostat à 100 °C et cède une quantité de chaleur Q_f à la source froide (thermostat à $\theta_f = 0$ °C).

- 1) Représentez par un schéma, les échanges réalisés entre la machine et les sources de chaleur d'une part et la machine et le milieu extérieur d'autre part.
- 2) Déterminez la quantité de chaleur cédée à la source froide et le travail fourni au milieu extérieur.
- 3) Calculez le rendement de cette machine motrice.

Réponses : 1) - 732 J ; 2) - 268 J ; 3) 0,27

Exercice 4 : Machine frigorifique

Une machine frigorifique fonctionne avec une source froide de température $\theta_f = -30$ °C et une source chaude de température $\theta_c = 25$ °C. La quantité de chaleur échangée par le fluide moteur avec la source chaude est $Q_c = -1000$ J et celle échangée avec la source froide est $Q_f = +700$ J.

- a) Déterminez si ce cycle est réalisé de façon réversible ou irréversible.

b) Représentez par un schéma, les échanges réalisés entre la machine et les sources de chaleur d'une part et la machine et le milieu extérieur d'autre part. Calculez le travail échangé entre le fluide et le milieu extérieur.

c) Calculez le coefficient de performance β de cette machine et le comparer à celui d'un cycle de Carnot fonctionnant entre les mêmes sources.

Exercice 5 : Pompe à chaleur ou chauffage direct

Une pièce est maintenue à 20 °C par chauffage, l'atmosphère extérieure étant à 4 °C. En régime permanent, les pertes thermiques sont de 4 kJ par seconde.

- 1) Quelle serait la puissance nécessaire à un radiateur électrique pour ce chauffage ?
- 2) Quelle serait la puissance, fournie à une pompe à chaleur réversible, qui amènerait au même résultat ?

Exercice 6 : Chauffage et refroidissement d'une maison

Un récepteur thermique est utilisé pour assurer le chauffage (l'hiver) et le refroidissement (l'été) d'une maison. Donc, ce récepteur thermique joue le rôle d'une pompe à chaleur l'hiver et celui d'un climatiseur l'été. Le fluide moteur est du fréon. Il parcourt un circuit dans lequel, étant sous forme de vapeur, il est comprimé par un compresseur C et se condense dans un liquéfacteur L (aussi appelé condenseur). Puis il subit une détente au niveau d'une valve V et finit de se vaporiser dans l'évaporateur E avant de retourner dans le compresseur.

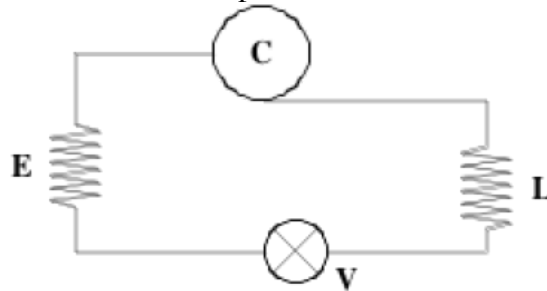


Schéma de principe de l'installation

1) Dans un récepteur thermique, lequel des deux organes L ou E faut-il mettre en contact avec la source chaude et la source froide respectivement ?

2) En hiver la température extérieure moyenne est de 0 °C et la température intérieure est maintenue à 20 °C.

a) Calculez la quantité de chaleur maximale qui peut être fournie à la maison au bout d'une heure si la puissance du compresseur électrique est de 4000 watts.

b) En déduire le coefficient de performance maximal du récepteur thermique.

3) En été, la température extérieure moyenne est de 35 °C et la température intérieure est maintenue à 20 °C.

Quel est le coefficient de performance maximal du récepteur thermique ?

NB : On rappelle qu'un watt est égal à un joule par seconde.

Réponses : 2.a) 210960 kJ ; 2.b) 14,65 ; 3) 19,5

Exercice 7 : Moteur thermique avec une source de température variable

On fait fonctionner un moteur thermique entre l'atmosphère, source froide à la température $T_f = 288 \text{ K}$, et une masse d'eau de capacité thermique $C = 10 \text{ kJ.K}^{-1}$ et de température variable T_c . La température initiale de l'eau est $T_{c,0} = 350 \text{ K}$.

- 1) Calculez le travail maximal que ce moteur est capable de fournir.
- 2) Déterminez le rendement d'un tel moteur.

Exercice 8 : Fonctionnement d'un moteur entre deux masses d'eau

Un moteur thermique réversible fonctionne entre deux masses d'eau (capacité thermique massique, $c = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$) :

- une masse d'eau $m_c = 500 \text{ kg}$, source chaude à la température initiale $T_{c,0} = 360 \text{ K}$;
- une masse d'eau $m_f = 800 \text{ kg}$, source froide à la température initiale $T_{f,0} = 288 \text{ K}$.

- 1) Calculez la température finale, T , atteinte lorsque le moteur cesse de fonctionner.
- 2) Déterminez les énergies échangées pendant la durée du fonctionnement du moteur, c'est-à-dire :
 - a) le transfert thermique Q_c reçu de la part de la source chaude ;
 - b) le transfert thermique Q_f fourni à la source froide ;
 - c) le travail fourni par ce moteur.

Exercice 9 : Pompe à chaleur et source de température variable

Une pompe à chaleur fonctionne de manière réversible entre les deux sources suivantes :

- un réservoir d'eau, source chaude de capacité thermique $C = 20 \text{ kJ.K}^{-1}$; l'eau est initialement à la température $T_{c,0} = 288 \text{ K}$;
- l'atmosphère, source froide à la température $T_{f,0} = 288 \text{ K}$, supposée constante.

- 1) À l'aide de la pompe à chaleur, on porte l'eau à la température $T = 320 \text{ K}$. Exprimez le travail fourni à la pompe à chaleur en fonction de C , T , $T_{c,0}$ et $T_{f,0}$, puis calculez sa valeur.
- 2) Exprimez l'efficacité de cette pompe à chaleur en fonction de T , $T_{c,0}$ et $T_{f,0}$, puis calculez cette efficacité :