

Ex 1 Fiche technique d'un congélateur

Sur la fiche technique d'un congélateur figurent la consommation et le pouvoir de congélation. Voici les valeurs numériques annoncées par le constructeur pour son modèle :

Consommation pendant 24h	0,67 kWh
Pouvoir de congélation	22 kg/24 h

Estimer l'efficacité frigorifique de ce congélateur.

Données :

- ◇ Température extérieure : $T_e = 20\text{ °C}$.
- ◇ Température intérieure : $T_f = -18\text{ °C}$.
- ◇ Capacité thermique massique des aliments décongelés :
 $c_d = 3,6\text{ kJ/K/kg}$.
- ◇ Capacité thermique massique des aliments congelés :
 $c_c = 1,5\text{ kJ/K/kg}$.
- ◇ Enthalpie massique de fusion des aliments : $\ell_{\text{fus}} = 2,5 \cdot 10^2\text{ kJ/kg}$.

Ex 2 Congeler de l'eau

On considère une machine frigorifique réversible en contact avec 2 thermostats. L'une constituée d'eau liquide à la pression ambiante et à la température $T_1 = 20\text{ °C}$, l'autre constituée d'un mélange eau glace à la pression ambiante et à la température $T_0 = 0\text{ °C}$.

Pour une puissance fournie au réfrigérateur $\mathcal{P} = 1\text{ kW}$, calculer la masse d'eau transformée en glace pendant une heure.

Données :

- ◇ Capacité thermique massique de l'eau liquide :
 $c_e = 4,2\text{ kJ/K/kg}$.
- ◇ Capacité thermique massique de la glace :
 $c_c = 2,1\text{ kJ/K/kg}$.
- ◇ Enthalpie massique de fusion de la glace : $\ell_{\text{fus}} = 334\text{ kJ/kg}$.

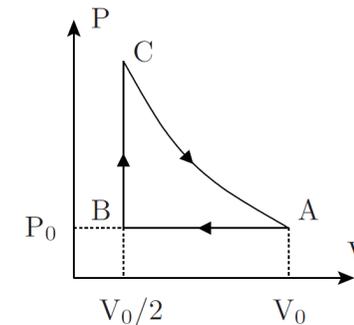
Ex 3 Mise en service d'un réfrigérateur

A l'arrêt un réfrigérateur est en équilibre thermique avec l'atmosphère d'un local à la température $T_1 = 20\text{ °C}$. La capacité thermique du réfrigérateur est $C = 80\text{ kJ/K}$. On met alors le réfrigérateur en service. Celui-ci fonctionne de manière réversible. La température intérieure atteint $T_2 = 5,0\text{ °C}$ en $\Delta t = 40\text{ min}$.

1. Calculer les transferts thermiques reçus par le fluide frigorigène de la part des sources pendant cette durée.
2. Déterminer la puissance mécanique \mathcal{P} reçue par le fluide frigorigène circulant dans le réfrigérateur.

Ex 4 Rendement d'un cycle

Un système constitué par n moles de gaz parfait de coefficient γ suit le cycle défini dans le diagramme de Watt ci-dessous. la phase CA est une détente adiabatique réversible. Dans l'état A , la température est T_0 .



1. Exprimer les températures T_B et T_C en fonction de T_0 .
2. Quelle est la nature de cette machine thermique ? Définir son rendement η en fonction des différents échanges énergétiques ayant lieu au cours du cycle.
3. Exprimer le rendement η en fonction de γ et des températures T_0 , T_B et T_C puis en fonction de γ uniquement. Calculer η .
4. Quelles sont les températures de la source chaude et de la source froide avec lesquelles les échanges thermiques se font en supposant que le cycle est ditherme ? En déduire le rendement maximal que l'on peut espérer atteindre.

Ex 5 Moteur de Stirling

Un moteur fonctionne entre une source chaude de température $T_c = 450$ K et une source froide de température $T_f = 300$ K. L'agent thermique constitué de n moles de gaz parfait de coefficient $\gamma = 1,4$ décrit de manière quasistatique le cycle suivant :

- ◇ AB : Compression à la température T_F de la source froide,
- ◇ CD : Détente à la température T_C de la source chaude,
- ◇ BC et DA : Isochores respectivement à V_1 et V_2 .

On donne $\alpha = V_2/V_1 = 2,0$, taux de compression.

1. Représenter le cycle moteur dans le diagramme de Clapeyron.
2. Identifier les étapes non réversibles.
3. Calculer les différents transferts thermiques reçus par le gaz au cours du cycle.
4. Définir puis exprimer le rendement η du moteur. Le calculer.
5. Afin d'améliorer le rendement du moteur, on utilise un dispositif qui permet d'éviter les échanges thermiques avec l'extérieur en dehors des deux phases isothermes. Calculer le nouveau rendement. Commentaires.

Ex 6 Chauffage d'une serre

On souhaite maintenir la température d'une serre à la valeur constante $T_1 = 293$ K. L'air extérieur est à la température $T_2 = 283$ K. On utilise pour cela une chaudière à la température $T_3 = 600$ K capable de fournir un transfert thermique $Q_3 > 0$.

On décide de ne pas utiliser directement la chaudière pour chauffer la serre mais d'adopter le dispositif suivant : la chaudière fournit le transfert thermique Q_3 à l'agent thermique d'un moteur réversible fonctionnant entre la chaudière à T_3 et l'air extérieur à T_2 . Le travail récupéré est utilisé pour actionner une pompe à chaleur réversible fonctionnant entre l'air extérieur T_2 et l'intérieur de la serre à T_1 . On note Q_1 le transfert thermique de l'intérieur de la serre vers l'agent thermique de la pompe.

1. Reporter sur un schéma de principe les différents échanges énergétiques mis en jeu lors du chauffage.
2. Exprimer le travail reçu par le moteur en fonction de Q_3 , T_2 , et T_3 .
3. Exprimer le transfert thermique Q_1 de l'intérieur de la serre vers l'agent thermique de la pompe en fonction de W , T_1 et T_2 .
4. Définir puis exprimer l'efficacité de l'ensemble du dispositif de chauffage en fonction de T_1 , T_2 et T_3 .