

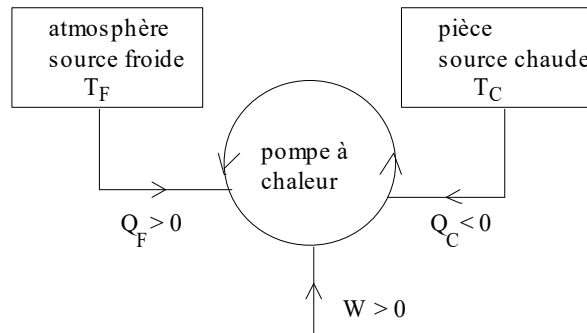
3.4 Machines thermiques-Exercice 10

Une pompe à chaleur, alimentée par une puissance électrique P , fonctionne avec l'atmosphère à la température T_F . Cette pompe maintient à la température $T_C > T_F$ une pièce d'habitation. Cette pièce est mal isolée thermiquement : la puissance thermique des pertes vaut $\alpha(T_C - T_F)$ où α est une constante.

1. Faire un schéma indiquant le principe général d'une machine thermique ditherme du type « pompe à chaleur ». Préciser le signe des échanges énergétiques du fluide circulant dans la pompe à chaleur.
 2. Ecrire le premier principe de la thermodynamique pour le fluide de la pompe à chaleur, lors d'un cycle de durée τ .
 3. Sans faire d'hypothèse sur le fonctionnement réversible ou non de la pompe à chaleur, écrire le second principe de la thermodynamique pour le fluide lors d'un cycle.
 4. Ecrire le premier principe de la thermodynamique pour la pièce.
 5. Calculer la température T_C de la pièce :
 - a) Si la pompe fonctionne réversiblement.
 - b) Si la pompe fonctionne irréversiblement, l'entropie créée par unité de temps étant égale à $\frac{1}{10} \frac{P}{T_F}$.
 6. Calculer numériquement T_C avec : $T_F = 283 \text{ K}$; $\alpha = 10^3 \text{ W.K}^{-1}$; $P = 1 \text{ kW}$
Commenter.
 7. Calculer l'efficacité de la pompe à chaleur dans chacun des deux cas.
-

3.4 Machines thermiques-Exercice 10

1.



2. $W = P\tau$ donc le premier principe donne : $P\tau + Q_C + Q_F = 0$

3. $\Delta S = 0 = S_{\text{échange}} + S_{\text{création}}$ d'où : $\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} + S_{\text{création}} = 0$

4. Pour la pièce en régime stationnaire : $\Delta U = 0 = -Q_C - \alpha(T_C - T_F)\tau$ donc : $Q_C = -\alpha(T_C - T_F)\tau$

5. a) Pour un fonctionnement réversible : $S_{\text{création}} = 0$ d'où : $Q_F = -\frac{T_F}{T_C} Q_C = \alpha \frac{T_F}{T_C} (T_C - T_F)\tau$

$$\text{Puis : } P\tau - \alpha(T_C - T_F)\tau + \alpha \frac{T_F}{T_C} (T_C - T_F)\tau = 0 \quad \text{d'où : } T_C^2 - (2T_F + \frac{P}{\alpha})T_C + T_F^2 = 0$$

La solution est :
$$T_C = \frac{\frac{P}{\alpha} + 2T_F + \sqrt{\frac{P^2}{\alpha^2} + 4 \frac{PT_F}{\alpha}}}{2}$$

b) Pour un cycle : $S_{\text{création}} = \frac{1}{10} \frac{P}{T_F} \tau$ d'où : $Q_F = -\frac{T_F}{T_C} Q_C - T_F S_{\text{création}} = \alpha \frac{T_F}{T_C} (T_C - T_F)\tau - \frac{P}{10} \tau$

$$\text{Puis : } P\tau - \alpha(T_C - T_F)\tau + \alpha \frac{T_F}{T_C} (T_C - T_F)\tau - \frac{P}{10} \tau = 0$$

$$\text{Soit : } 0,9P - \alpha(T_C - T_F) + \alpha \frac{T_F}{T_C} (T_C - T_F) = 0 \quad \text{d'où : } T_C^2 - (2T_F + \frac{0,9P}{\alpha})T_C + T_F^2 = 0$$

La solution est :
$$T_C = \frac{\frac{0,9P}{\alpha} + 2T_F + \sqrt{\frac{(0,9P)^2}{\alpha^2} + 4 \frac{0,9PT_F}{\alpha}}}{2}$$

6. A.N : $T_C = 300,3 \text{ K}$ pour le cas réversible ; $T_C = 299,4 \text{ K}$ pour le cas irréversible. On perd environ un degré.

7. efficacité $e = \frac{-Q_C}{W} = \frac{\alpha(T_C - T_F)}{P}$

A.N : $e = 17,3$ pour le cas réversible ; $e = 16,4$ pour le cas irréversible