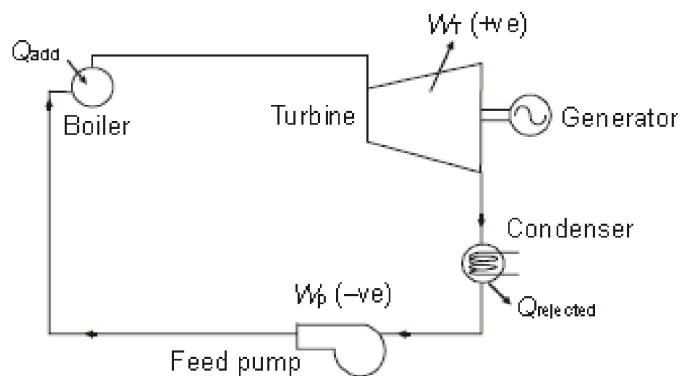


Questions et discussions

- i. Un gaz parfait reçoit de la chaleur durant une évolution isotherme réversible. Expliquez comment varient les grandeurs (u, h, s, v, p) .
- ii. Une machine thermique réversible est mise en contact avec deux corps aux températures initiales T_1 et T_2 . La machine s'arrête quand les deux corps atteignent la température d'équilibre T_f . Démontrez que la température d'équilibre est une moyenne géométrique des températures initiales.
- iii. Expliquez l'évolution l'entropie en termes de probabilité statistique.

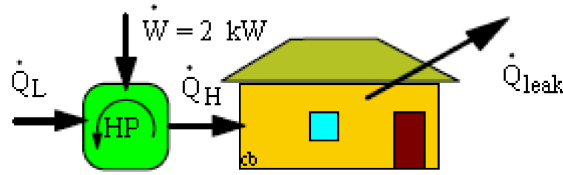
Exercice 1

Dans une centrale à vapeur, on fournit à la chaudière une puissance calorifique de 5 kW. La turbine produit 25 % de la chaleur ajoutée tandis que 75 % de cette chaleur est rejetée par le condenseur. La pompe d'alimentation à eau consomme 0.2 % de la chaleur ajoutée pour pomper les condensats vers la chaudière. Déterminez la puissance nette produite.



Exercice 2

Un agriculteur exploite une pompe à chaleur avec un moteur de 2 kW. Il désire garder une éclosérie de poulet à 30 °C, qui perd une puissance calorifique de 10 kW à une atmosphère ambiante plus froide. Quel est le coefficient de performance qui sera acceptable pour la pompe à chaleur ?



Exercice 3

Un gaz subit une expansion dans un système piston-Cylindre de $p_1 = 8 \text{ bar}$, $V_1 = 0,02 \text{ m}^3$ à la pression $p_2 = 2 \text{ bar}$ dans un processus durant lequel $pV^{1,2} = \text{Cte}$. La masse du gaz est de $0,25 \text{ kg}$. Si l'énergie interne massique diminue de 55 kJ/kg durant l'évolution, déterminez la quantité de chaleur échangée.

Exercice 4

A travers une petite turbine avec transfert de chaleur, un débit de $0,05 \text{ kg/s}$ d'hélium entre à 550 K et sort à 300 K . La puissance de l'arbre est de 55 kW . Trouvez la puissance calorifique perdue. On néglige les variations des énergies cinétique et potentielle.

On donne :

$$c_p = 5,193 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg.K}}$$

Questions et discussions

i)

Ideal gas: $u(T)$, $h(T)$ so they are both constant

Eq. 8.11 gives: $ds = dq/T + ds_{\text{gen}} = dq/T + 0 > 0$ so s goes up by q/T

Eq. 8.21 gives: $ds = (R/v) dv$ so v increases

Eq. 8.23 gives: $ds = -(R/P) dP$ so P decreases

ii)

Pour que le travail développé soit maximal, il faut que le cycle soit réversible

$$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$$

Lorsque les deux corps atteignent la température d'équilibre T_f , le moteur s'arrête

$$\int_{T_1}^{T_f} \frac{mc_p dT}{T} + \int_{T_2}^{T_f} \frac{mc_p dT}{T} = 0$$

$$mc_p \left(\ln \frac{T_f}{T_1} + \ln \frac{T_f}{T_2} \right) = 0$$

$$mc_p \left(\ln \frac{T_f}{T_1 T_2} \right) = 0$$

$$\ln \frac{T_f}{T_1 T_2} = 0$$

$$T_f = \sqrt{T_1 T_2}$$

iii)

L'entropie d'un gaz peut être écrite comme :

$$S = k \ln \Omega$$

Ω est la probabilité statistique : nombre d'état microscopiques dans un état macroscopique donné. Quand le désordre augmente, ce nombre augmente. Ceci se manifeste par une augmentation de l'entropie.

Correction de l'exercice 1

$$Q_{\text{add}} = 5000 \text{ J/s}$$

$$W_T = 0.25 \times 5000 = 1250 \text{ J/s}$$

$$Q_{\text{rejected}} = 0.75 \times 5000 = 3750 \text{ J/s}$$

$$W_P = (-) 0.002 \times 5000 = 10 \text{ J/s}$$

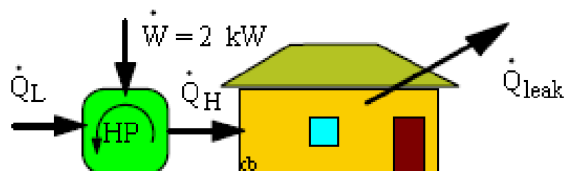
$$\begin{aligned} \text{Capacity of generator} &= W_T - W_P \\ &= 1250 - 10 \\ &= 1240 \text{ J/s or } 1240 \text{ W} \\ &= \mathbf{1.24 \text{ kW Ans.}} \end{aligned}$$

Correction de l'exercice 2

$$\text{Power input: } \dot{W} = 2 \text{ kW}$$

$$\text{Energy Eq. for hatchery: } \dot{Q}_H = \dot{Q}_{\text{Loss}} = 10 \text{ kW}$$

$$\text{Definition of COP: } \beta = \text{COP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}} = \frac{10}{2} = \mathbf{5}$$



Correction de l'exercice 3

Correction de l'exercice 4

C.V. Expander. Steady operation

Cont. $\dot{m}_i = \dot{m}_e = \dot{m}$

Energy $\dot{m}h_i + \dot{Q} = \dot{m}h_e + \dot{W}$

$$\dot{Q} = \dot{m} (h_e - h_i) + \dot{W}$$

Use heat capacity from tbl A.5: $C_{p, He} = 5.193 \text{ kJ/kg K}$

$$\begin{aligned}\dot{Q} &= \dot{m} C_p (T_e - T_i) + \dot{W} \\ &= 0.05 \times 5.193 (300 - 550) + 55 \\ &= -64.91 + 55 = \mathbf{-9.9 \text{ kW}}\end{aligned}$$

