Ch. 8 가용에너지

● Contents

8.1 온도가 일정한 열원에서 열공급

8.2 시스템이 대기와 열교환

8.3 개방시스템에서 가용에너지

8.4 밀폐시스템에서 가용에너지

8.1 온도가 일정한 열원에서 열공급

1. 가역일(reversible work)

➢ 열원의 온도 T_H가 일정하고 대기와 열교환을 할 경우

① $$W_{rev} = Q_H(1-\frac{T_{atm}}{T_H})$$

➢ 대기로부터 Q_{atm}의 열을 공급받아 일을 발생할 경우

① $$W_{rev} = Q_{atm}(1-\frac{T_L}{T_{atm}})$$

② $$\frac{Q_{atm}}{T_{atm}} = \frac{Q_L}{T_L}, W_{rev} = Q_L(\frac{T_{atm}}{T_L}-1)$$

시스템이 대기와 열교환

1. 시스템이 Q_{atm} 의 열을 대기로 방출하는 경우

① 내부에너지 U_1이 U_2로 감소

② 온도 T_1이 T_2로 변화

③

$$U_2 - U_1 = (-Q_{atm}) - W_{12}$$

$$S_2 = S_1 + \sum \frac{(-Q_{atm,\,k})}{T_k} + \Theta_i$$

Θ_i는 과정동안 시스템 안에서 발생하는 생성엔트로피이다.

④

$$S_2 = S_1 - \frac{Q_{atm}}{T_{atm}} + \sum Q_{atm,\,k}\left(\frac{1}{T_{atm}} - \frac{1}{T_k}\right) + \Theta_i$$

$$= S_1 - \frac{Q_{atm}}{T_{atm}} + \Theta_{atm} + \Theta_i = S_1 - \frac{Q_{atm}}{T_{atm}} + \Theta$$

➤ Θ_{atm}은 시스템과 대기의 온도차에 의한 열전달로 발생하는 생성

⑤ 위 두 식에서 Q_{atm} 을 소거하면

$$W_{12} = (U_1 - U_2) - T_{atm}(S_1 - S_2) - T_{atm}\Theta$$

$$= (U_1 - T_{atm}S_1) - (U_2 - T_{atm}S_2) - T_{atm}\Theta$$

8.3 개방시스템에서 가용에너지

1. 정상상태의 개방시스템

➢ 개방시스템의 에너지식과 엔트로피식

① $$\dot{m}(h_e - h_i) = (-\dot{Q}_{atm}) - \dot{W}_{ie}$$

$$\dot{m}(s_e - s_i) = -\frac{\dot{Q}_{atm}}{T_{atm}} + \dot{\Theta}$$

② 위 두식에서 $\dot{Q}_{atm}$을 소거하면

$$\dot{W}_{ie} = \dot{m}[(h_i - T_{atm}s_i) - (h_e - T_{atm}s_e)] - T_{atm}\dot{\Theta}$$

③ 이상적인 경우의 가용에너지

$$\dot{W}_{rev\,ie} = \dot{m}[(h_i - T_{atm}s_i) - (h_e - T_{atm}s_e)]$$

8.4 밀폐시스템에서 가용에너지

1. 시스템의 에너지식과 엔트로피식

$$U_2 - U_1 = (-Q_{atm}) - W_{12}$$

$$S_2 - S_1 = -\frac{Q_{atm}}{T_{atm}} + \Theta$$

2. 밀폐시스템의 일과 가역일

- $W_{12} = (U_1 - T_{atm} S_1) - (U_2 - T_{atm} S_2) - T_{atm} \Theta$
- $W_{rev\,12} = (U_1 - T_{atm} S_1) - (U_2 - T_{atm} S_2)$

3. 밀폐시스템의 가역 유용일과 실제유용일

- $$W_{rev\,use\,12} = W_{rev\,12} - P_{atm}(V_2 - V_1)$$
  $$= (U_1 + P_{atm} V_1 - T_{atm} S_1) - (U_2 + P_{atm} V_2 - T_{atm} S_2)$$
- $$W_{use\,12} = W_{12} - P_{atm}(V_2 - V_1)$$
  $$= (U_1 + P_{atm} V_1 - T_{atm} S_1) - (U_2 + P_{atm} V_2 - T_{atm} S_2) - T_{atm} \Theta$$