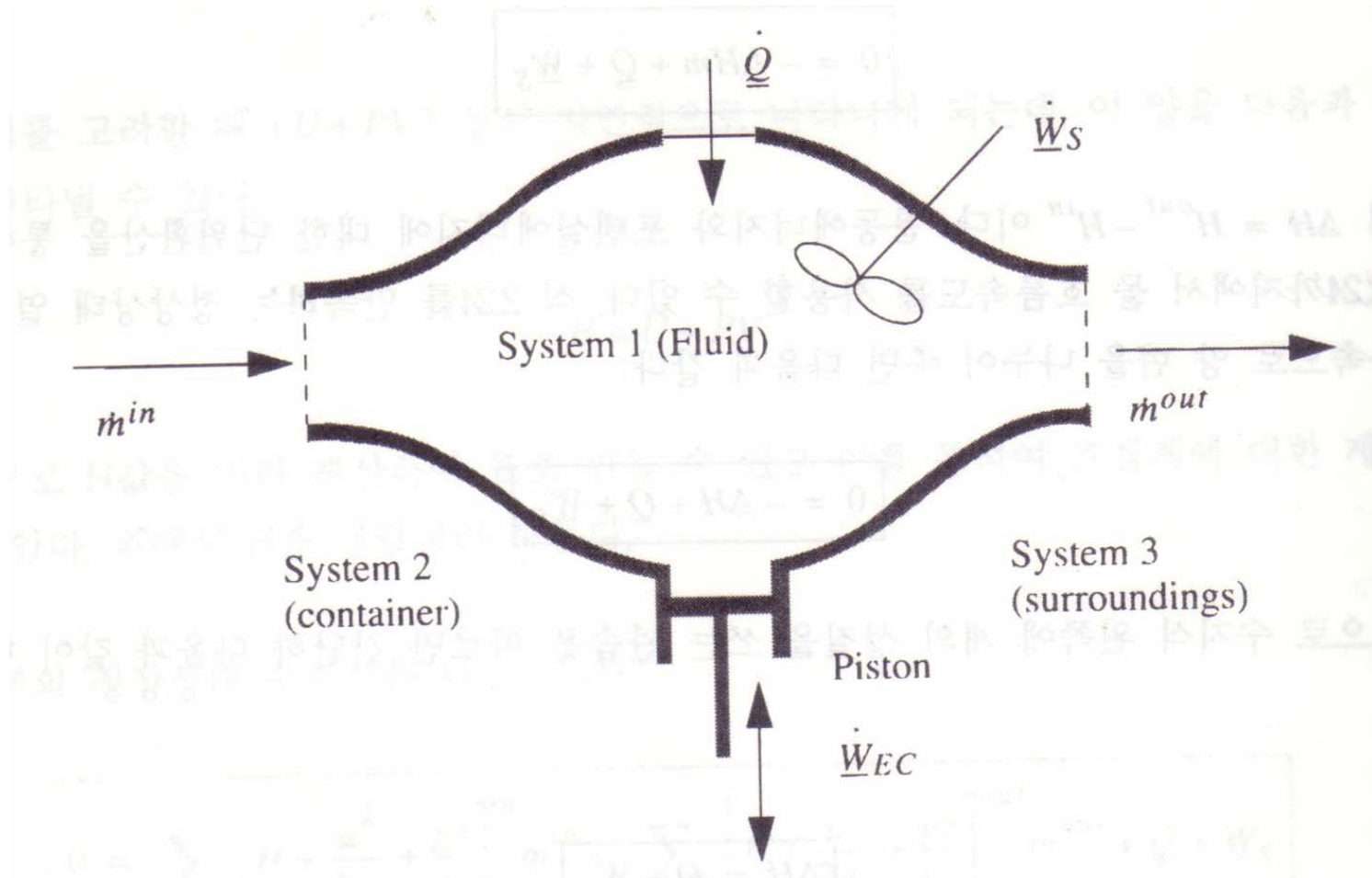


2장

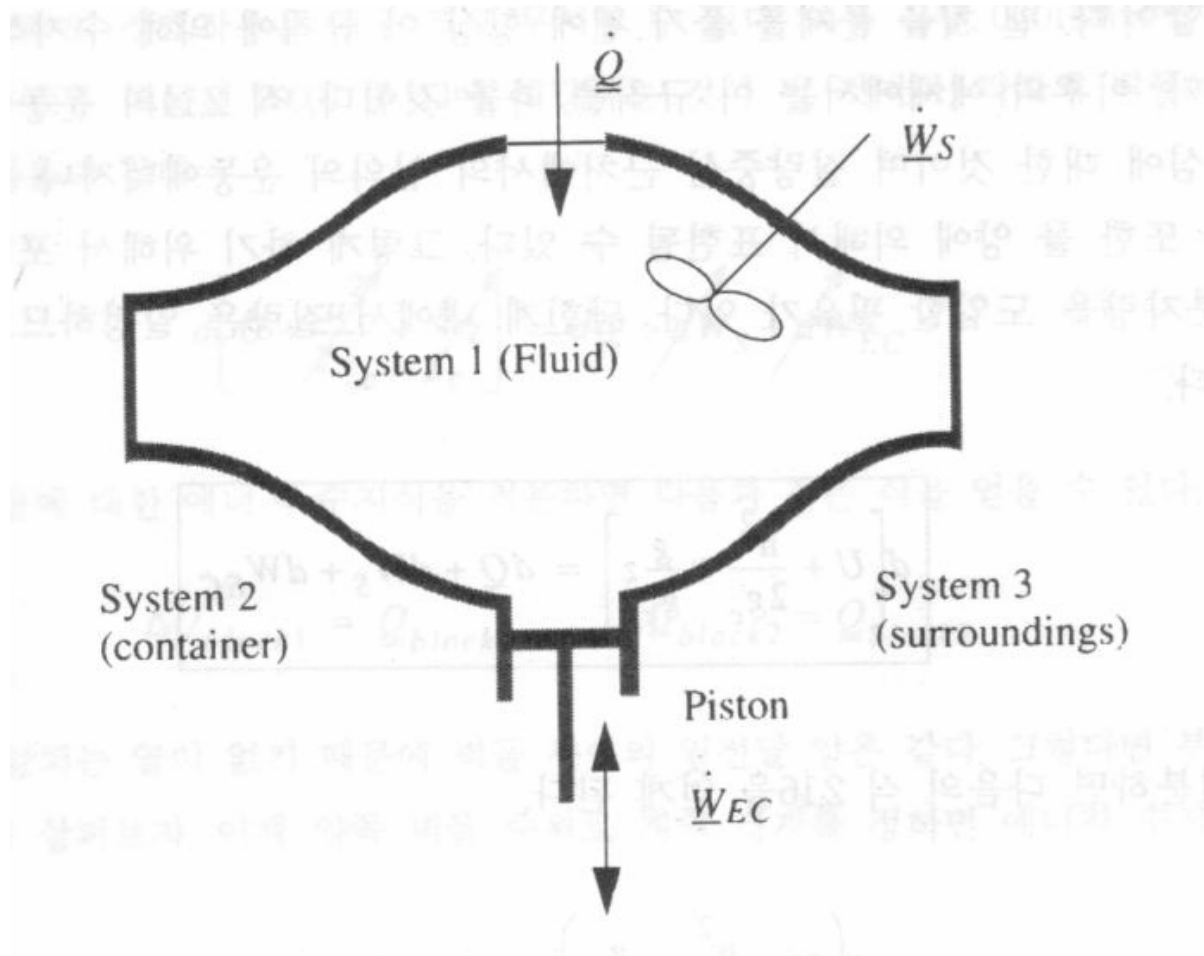
에너지 수지 2

$$U + mgh + \frac{1}{2}mv^2 = Q - W$$

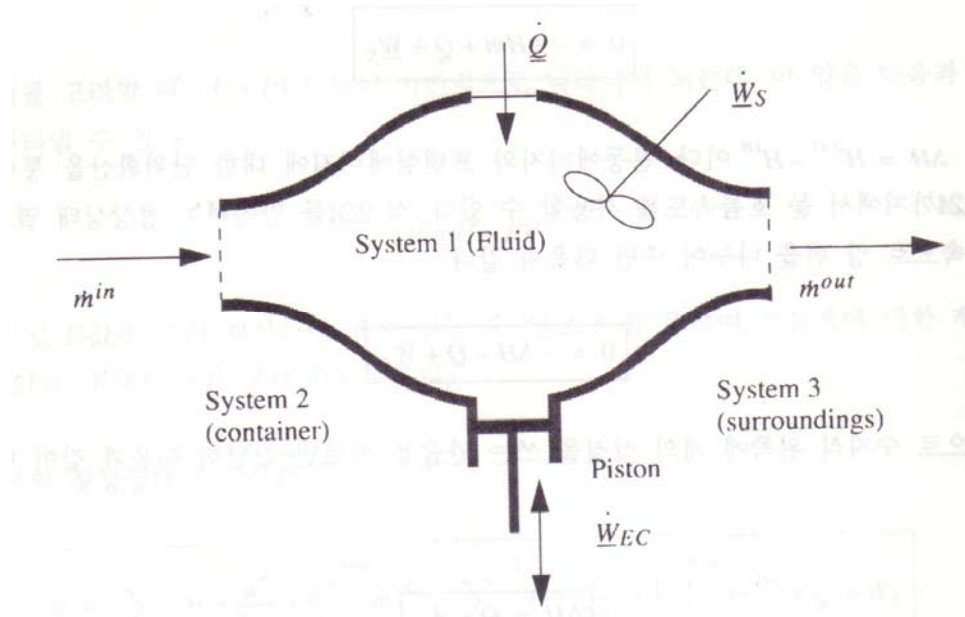
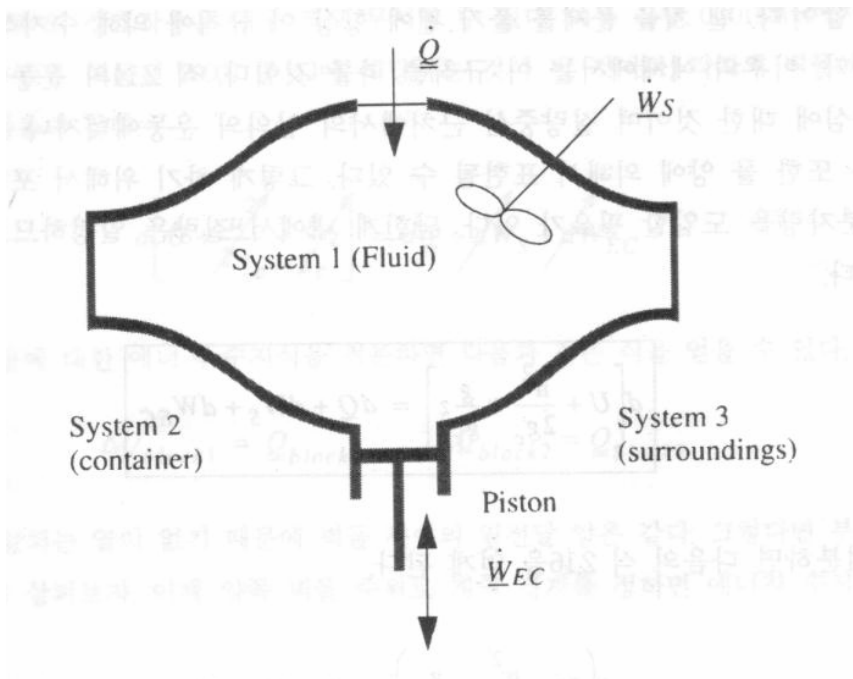
열린계 에너지 수지, 54p



닫힌계의 에너지 수지



열린계/닫힌계의 에너지 수지



열린계 에너지 수지, 51p

$$\begin{aligned}
 [\text{계내의 에너지 축적속도}] &= [\text{유체의 질량당 에너지}] \times [\text{유입 질량유속}] - \\
 &\quad [\text{유체의 질량당 에너지}] \times [\text{유출 질량유속}] + \\
 &\quad [\text{계내로 전달되는 열흐름속도}] - \\
 &\quad [\text{계외부로 계가 행한 일속도}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \left[\frac{dm(H + gh + v^2 / 2)}{dt} \right] &= [U + gh + v^2 / 2]_{in} \times [\dot{m}]_{in} - \\
 &\quad [U + gh + v^2 / 2]_{out} \times [\dot{m}]_{out} + \\
 &\quad \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC} + \dot{W}_{flow}]
 \end{aligned}$$

열린계 에너지 수지, 54p

$$\left[\frac{dm(H + gh + v^2 / 2)}{dt} \right] = [U + gh + v^2 / 2]_{in} \times \dot{m}_{in} - [U + gh + v^2 / 2]_{out} \times \dot{m}_{out} + \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC} + \dot{W}_{flow}]$$

여기에서, $\dot{W}_{flow} = (PV)_{out} \dot{m}_{out} - (PV)_{in} \dot{m}_{in}$

$$\left[\frac{dm(H + gh + v^2 / 2)}{dt} \right] = [U + PV + gh + v^2 / 2]_{in} \times \dot{m}_{in} - [U + PV + gh + v^2 / 2]_{out} \times \dot{m}_{out} + \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC}]$$

엔탈피

$$H = U + PV$$

$$\left[\frac{dm(H + gh + v^2 / 2)}{dt} \right] = [H + gh + v^2 / 2]_{in} \times \dot{m}_{in} - [H + gh + v^2 / 2]_{out} \times \dot{m}_{out} + \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC}]$$

만일 운동에너지와 위치에너지의 변화가 없다면,

$$\left[\frac{d(mH)}{dt} \right] = H_{in} \cdot \dot{m}_{in} - H_{out} \cdot \dot{m}_{out} + \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC}]$$

시간에 따른 에너지변화가 없는 정상상태에서, 유입량과 유출량이 동일다면,

$$\left[\frac{d(mH)}{dt} \right] \equiv 0 = -\Delta H \cdot \dot{m} + \dot{Q} - [\dot{W}_S + \dot{W}_{EC}]$$

내부에너지와 엔탈피

정적 열용량: $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$

$$dU = C_V dT$$

$$\int_{U_1}^{U_2} dU = \int_{T_1}^{T_2} C_V dT$$

$$U_2 - U_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_V dT$$

$$\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} C_V dT$$

정압 열용량: $C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$

$$dH = C_P dT$$

$$\int_{H_1}^{H_2} dH = \int_{T_1}^{T_2} C_P dT$$

$$H_2 - H_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_P dT$$

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} C_P dT$$

이상기체에서의 엔탈피

정압 열용량: $C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$

$$H = U + PV$$

$$PV = RT$$

$$C_P = \left(\frac{\partial(U + PV)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial(U + RT)}{\partial T} \right)_P$$

$$= \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P + R \left(\frac{\partial T}{\partial T} \right)_P$$

$$\approx C_V + R$$

과제 3

- 2. 13
- 2. 14

- 참고사항:

2.13: 열효율=(전체일)/(외부에서 내부로 공급한 열)

2.14: 열용량의 단위: $C_p = 7R/2 = 29.1\text{J/mol}\cdot\text{K}$, $(M_w)_{\text{air}}=28.8\text{g/mol}$

$$\begin{aligned}(C_p)_{\text{air}} &= 29.1 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot \frac{1}{28.8} \frac{\text{mol}}{\text{g}} = 1.0104 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \\ &= 1010.4 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} = 1010.4 \frac{1}{\text{kgK}} \cdot \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} = 1010.4 \frac{\text{m}^2}{\text{Ks}^2}\end{aligned}$$