Meeting_015

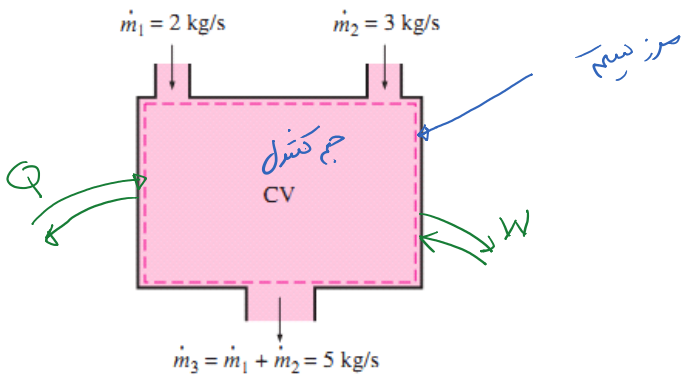
Monday, May 10, 2021 8:02 AM

Chapter 5

MASS AND ENERGY ANALYSIS OF CONTROL VOLUMES

فصل ۵

موازنه جرم و انرژی برای سیستم های باز (با حجم کنترل)



۱ـ موازنه جرم

۲ـ موازنه دبی

موازنه جرم

دبی حجمی $Q = \frac{\forall}{\Delta t} = A \cdot V \quad (m^3/s)$

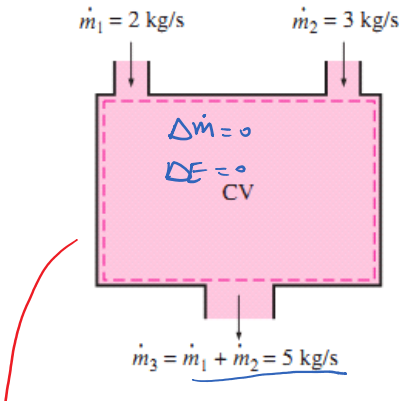
دبی جرمی $\dot{m} = \frac{m}{\Delta t} = \frac{\rho \forall}{\Delta t} = \rho \cdot Q \quad (kg/s)$

$= \rho A \cdot V$

$\rho = \frac{m}{\forall} \rightarrow m = \rho \forall$

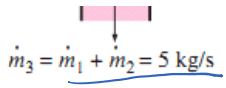
$\rightarrow \boxed{\dot{m} = \rho \cdot Q}$

سیستم پایا: سیستمی است که در داخل آن هیچ گونه جرم یا انرژی ذخیره نمی شود.



$\Delta \dot{m} = \dot{m}_{out} - \dot{m}_{in} = 0 \longrightarrow \dot{m}_{in} = \dot{m}_{out}$

$\Delta E = E_{out} - E_{in} = 0 \longrightarrow E_{out} = E_{in}$



$$\Delta E = E_{out} - E_{in} = 0 \longrightarrow E_{out} = E_{in}$$

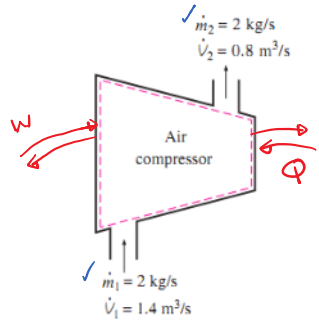
موازنه جرمی :

سیستم باز $\longrightarrow \dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} \longrightarrow \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$$2 + 3 = 5 = \dot{m}_3$$

$\dot{m}$ دبی جرمی $\longrightarrow \dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} \longrightarrow \rho_{in} Q_{in} = \rho_{out} \cdot Q_{out}$

Q حجمی $\longrightarrow \cancel{Q_{in} = Q_{out}}$

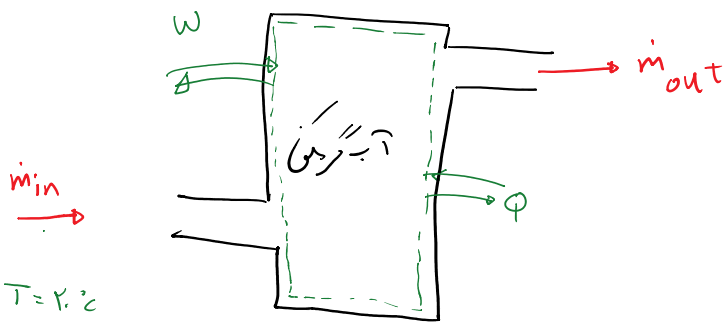


زمانی فقط می‌توان از موازنه دبی در ورودی و خروجی سیستم‌های باز استفاده کرد که سیال مایع باشد (مایع یک سیال تراکم ناپذیر است)

5-2 • FLOW WORK AND THE ENERGY OF A FLOWING FLUID

جریان سیال و انرژی های همراه آن

ترم های انرژی جرم ورودی یا خروجی از سیستم



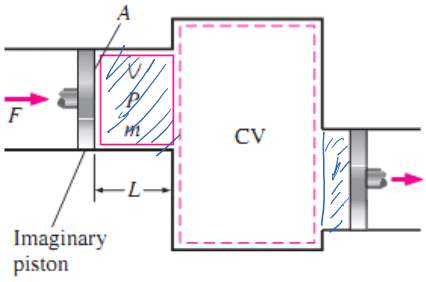
$$\begin{cases} u & kJ/kg \\ \frac{1}{2000} V^2 & kJ/kg \\ \frac{gz}{1000} & kJ/kg \\ pv & (kJ/kg) \end{cases}$$

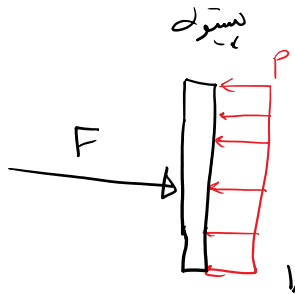
$$e_{in} = u + \frac{1}{2000} V^2 + \frac{gz}{1000} + pv = \underbrace{u_{in} + p_{in} v_{in}} + \frac{g z_{in}}{1000} + \frac{1}{2000} V_{in}^2 \quad (kJ/kg)$$

$$e_{out} = \underbrace{u_{out} + p_{out} v_{out}} + \frac{g z_{out}}{1000} + \frac{1}{2000} V_{out}^2$$

$$h = u + pv$$

$$\rightarrow \begin{cases} e_{out} = h_{out} + \dfrac{g z_{out}}{1000} + \dfrac{1}{2000} V_{out}^2 \\ e_{in} = h_{in} + \dfrac{g z_{in}}{1000} + \dfrac{1}{2000} V_{in}^2 \end{cases}$$





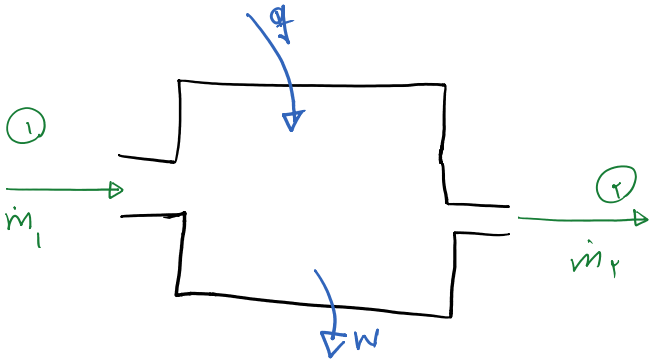
$$F = P \cdot A_p$$

$$W = F \cdot L = P \cdot A_p \cdot L \quad kJ$$

$$W = P \cdot A_p \cdot L = P \cdot \forall \quad (kJ)$$

$$w = \frac{P \cdot \forall}{m} = P v \quad (kJ/kg)$$ کار انرژی حرکتی سیال

موازنه انرژی برای سیستم‌های باز



موازنه جرم : $\dot{m}_1 = \dot{m}_2$

موازنه انرژی : $\Delta E = 0 \rightarrow E_{in} = E_{out} \Rightarrow$

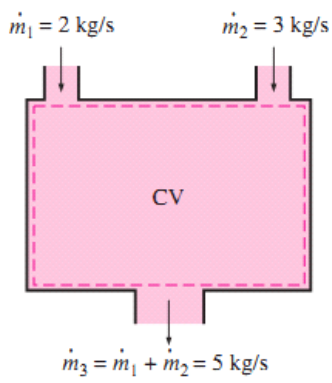
$$q + \left[h_1 + \frac{V_1^2}{2000} + \frac{g z_1}{1000}\right] = W + \left[h_2 + \frac{V_2^2}{2000} + \frac{g z_2}{1000}\right]$$

$$\boxed{q - W = [h_2 - h_1] + \frac{1}{2000}\left[V_2^2 - V_1^2\right] + \frac{g}{1000}(z_2 - z_1)} \quad *$$

علامت‌های مربوط به قرارداد کار و گرما در رابطه بالا باید حتماً رعایت شود.

$ke = 0$
$Pe = 0$ $\Rightarrow$ $q - w = h_2 - h_1$ (kJ/kg)

$$\underbrace{\dot{Q}}_{kJ/s} - \underbrace{\dot{W}}_{kW} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (kJ/s)$$



$\Delta pe = 0$
$\Delta ke = 0$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \underbrace{\dot{m}_3 h_3}_{\text{خروجی}} - \underbrace{[\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2]}_{\text{ورودی}} \quad (kJ/s)$$

---

1 Nozzles and Diffusers

نازل ها و پخش کن ها

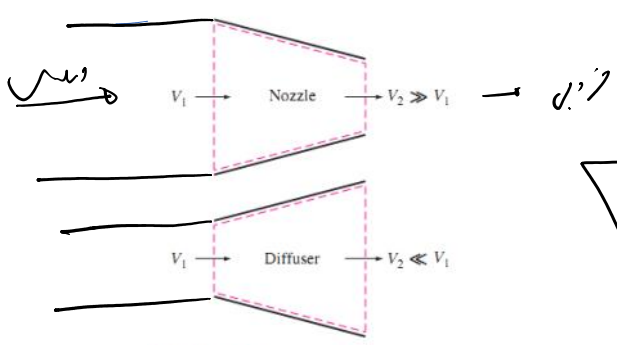


FIGURE 5–25
Nozzles and diffusers are shaped so that they cause large changes in fluid velocities and thus kinetic energies.

* سرعت سیال در خروجی نازل خیلی بیشتر از ورودی است.

$$\boxed{\dot{m}_1 = \dot{m}_2} \rightarrow \rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2$$

* در نازل و پخش کن کار از مرز سیستم نه وارد می‌شود و نه خارج می‌گردد.

$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1)$

velocities and thus kinetic energies.

$$q - w = [h_2 - h_1] + \frac{1}{2000}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{g}{1000}(z_2 - z_1)$$

$z_1 = z_2$

$$q = (h_2 - h_1) + \frac{1}{2000}(V_2^2 - V_1^2)$$

نازل و دیفیوزر آدیاباتیک $\rightarrow q = 0 \rightarrow h_2 - h_1 + \frac{1}{2000}(V_2^2 - V_1^2) = 0 \rightarrow \boxed{h_2 + \frac{V_2^2}{2000} = h_1 + \frac{V_1^2}{2000}}$

EXAMPLE 5–4 Deceleration of Air in a Diffuser

Air at 10°C and 80 kPa enters the diffuser of a jet engine steadily with a velocity of 200 m/s. The inlet area of the diffuser is 0.4 m². The air leaves the diffuser with a velocity that is very small compared with the inlet velocity. Determine (*a*) the mass flow rate of the air and (*b*) the temperature of the air leaving the diffuser.

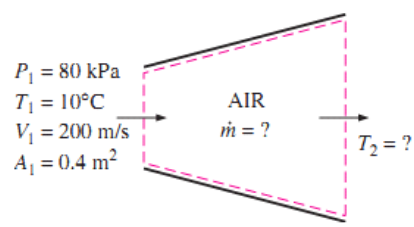


FIGURE 5–26
Schematic for Example 5–4.

$T_1 = 10°C = 283\,K$

$P_1 = 80\,kPa$

$V_1 = 200\,m/s$

$A_1 = 0.4\,m^2$

هوا

$V_2 = 0$

$\dot{m}_1 = ?$

$\dot{m}_2 = ?$

$T_2 = ?$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \rho_1 V_1 A_1 = 0.968 \times 200 \times 0.4 = 77.4\ kg/s$$

الف)

$$P_1 v_1 = RT_1 \rightarrow v_1 = \frac{1}{\rho_1} = \frac{RT_1}{P_1} \Rightarrow \rho_1 = \frac{P_1}{RT_1} = \frac{80}{0.287 \times 283} = 0.968\ kg/m^3$$

$$q - w = (h_2 - h_1) + \frac{g}{1000}(z_2 - z_1) + \frac{1}{2000}(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Rightarrow (h_2 - h_1) + \frac{1}{2000}(V_2^2 - V_1^2) = 0 \Rightarrow h_2 - h_1 = \frac{V_1^2}{2000}$$

$$h_2 = h_1 + \frac{V_1^2}{2000} = 283 + \frac{200^2}{2000} = 303\ kJ/kg$$

$T \rightleftarrows h$ $\quad h_۱ = ۲۸۳ \longrightarrow h_۲ = h_۱ + \frac{v_۱^۲}{۲۰۰۰} = ۲۸۳ + \frac{۲۰۰}{۲۰۰۰} = ۵۵۵ \cdot ۹ \, kJ$

$h_۲ = ۳۰۳ \longrightarrow T_۲ = ?$