

MAK 212 - TERMODİNAMİK
CRN: 21688, 21689, 21690, 21691, 21692
2010-2011 BAHAR YARIYILI

ÖDEV 4b-ÇÖZÜMLER

1) (a) Bu bir kararsız akış durumudur ve düzgün akışlı sistem olarak düşünülebilir. Silindir son durumda 300 kPa basınçta doymuş buhar içermektedir, silindirin içindeki son sıcaklık

$$T_2 = T_{\text{sat @ 300 kPa}} = \mathbf{133.6^\circ\text{C}}$$

(b) The conservation of mass- and energy equations for this uniform-flow system reduces to

Kütle: $\sum m_i - \sum m_e^{\text{no}} = (m_2 - m_1)_{CV} \longrightarrow m_i = m_2 - m_1$

Enerji:

$$Q^{\text{no}} - W = \sum m_e h_e^{\text{no}} - \sum m_i h_i + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{CV} \longrightarrow -W_b = -m_i h_i + m_2 u_2 - m_1 u_1$$

İki denklemi eşitlersek, $-W_b = -(m_2 - m_1)h_i + m_2 u_2 - m_1 u_1$

Ya da, $0 = -(m_2 - m_1)h_i + m_2 h_2 - m_1 h_1$

Çünkü sabit hacimde genişleme ve sıkıştırma işlemlerinde $W_b + U_2 - U_1 = H_2 - H_1$.
 m_2 için çözersek,

$$m_2 = \frac{h_i - h_1}{h_i - h_2} m_1$$

Buharın özellikleri

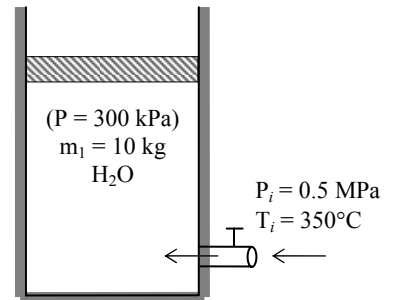
$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 300 \text{ kPa} \\ x_1 = 0.8 \end{array} \right\} h_1 = h_f + x_1 h_{fg} = 561.47 + 0.8 \times 2163.8 = 2292.51 \text{ kJ / kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 300 \text{ kPa} \\ \text{sat. vapor} \end{array} \right\} h_2 = h_{g@300 \text{ kPa}} = 2725.3 \text{ kJ / kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_i = 0.5 \text{ MPa} \\ T_i = 350^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_i = 3167.7 \text{ kJ / kg}$$

Yerine yazarsak, $m_2 = \frac{(3167.7 - 2292.51) \text{ kJ / kg}}{(3167.7 - 2725.3) \text{ kJ / kg}} (10 \text{ kg}) = 19.78 \text{ kg}$

Böylece, $m_i = m_2 - m_1 = 19.78 - 10 = \mathbf{9.78 \text{ kg}}$



2) Bu bir kararsız akış durumudur ve düzgün akışlı sistem olarak düşünülebilir. Havayı ideal gaz olarak kabul edersek, tankın içinde başlangıçtaki ve son durumdaki kütleler aşağıdaki gibi bulunur.

$$m_1 = \frac{P_1 V}{RT_1} = \frac{(500 \text{ kPa})(5 \text{ m}^3)}{(0.287 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})(325 \text{ K})} = 26.80 \text{ kg}$$

$$m_2 = \frac{P_2 V}{RT_2} = \frac{(200 \text{ kPa})(5 \text{ m}^3)}{(0.287 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})(325 \text{ K})} = 10.72 \text{ kg}$$

Daha sonra kütlenin korunumu yasasından,

$$\sum m_i^{\text{g0}} - \sum m_e = (m_2 - m_1)_{\text{CV}} \longrightarrow m_e = m_1 - m_2 = 26.80 - 10.72 = 16.08 \text{ kg}$$

(b) Bu işlem sırasındaki ısı transferi düzgün akış enerji eşitliğinden bulunur.

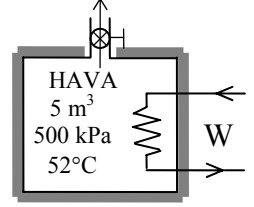
$$Q^{\text{g0}} - W_e = \sum m_e h_e - \sum m_i h_i^{\text{g0}} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{\text{CV}} \longrightarrow W_e = -m_e h_e - m_2 u_2 + m_1 u_1$$

Tablo A-17'den,

$$\begin{aligned} T_i &= 325 \text{ K} \longrightarrow h_i = 325.31 \text{ kJ / kg} \\ T_1 &= 325 \text{ K} \longrightarrow u_1 = 232.02 \text{ kJ / kg} \\ T_2 &= 325 \text{ K} \longrightarrow u_2 = 232.02 \text{ kJ / kg} \end{aligned}$$

Yerine koyarsak ,

$$\begin{aligned} W_e &= -(16.08 \text{ kg})(325.31 \text{ kJ / kg}) - (10.72 \text{ kg})(232.02 \text{ kJ / kg}) \\ &\quad + (26.80 \text{ kg})(232.02 \text{ kJ / kg}) \\ &= -1500 \text{ kJ} \end{aligned}$$



3) (a)) Eğer tankı terkeden buharın ortalama özelliklerini kabul edersek, bu bir kararsız akış durumudur ve düzgün akışlı sistem olarak düşünülebilir. Buhar tablolarından,

$$\begin{aligned} P_1 &= 1 \text{ MPa} \left\{ \begin{aligned} v_1 &= 0.2327 \text{ m}^3 / \text{kg} \\ u_1 &= 2709.9 \text{ kJ / kg}, \quad h_1 = 2942.6 \text{ kJ / kg} \end{aligned} \right. \\ T_1 &= 250^\circ \text{C} \\ P_2 &= 800 \text{ kPa} \left\{ \begin{aligned} v_2 &= 0.2404 \text{ m}^3 / \text{kg} \\ u_2 &= 2579.8 \text{ kJ / kg}, \quad h_2 = 2769.1 \text{ kJ / kg} \end{aligned} \right. \\ &\text{doymuş buhar} \end{aligned}$$

Tankı terkeden buharın durumu ve entalpisi değişiyor. Fakat basitleştirmek amacıyla tankı terkeden buharın bütün özelliklerini ortalama değerde sabit kabul ediyoruz. Böylece,

$$h_e \cong \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{2942.6 + 2769.1 \text{ kJ / kg}}{2} = 2855.9 \text{ kJ / kg}$$

Tankın içindeki ilk ve son kütleler

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{V_1}{v_1} = \frac{0.2 \text{ m}^3}{0.2327 \text{ m}^3 / \text{kg}} = 0.859 \text{ kg} \\ m_2 &= \frac{V_2}{v_2} = \frac{0.1 \text{ m}^3}{0.2404 \text{ m}^3 / \text{kg}} = 0.416 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kütlenin korunumu yasasından,

$$\sum m_i^{\text{g0}} - \sum m_e = (m_2 - m_1)_{\text{CV}} \longrightarrow m_e = m_1 - m_2 = 0.859 - 0.416 = 0.443 \text{ kg}$$

Sınır işi

$$W_b = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{(1000 + 800) \text{ kPa}}{2} (0.1 - 0.2) \text{ m}^3 = -90 \text{ kJ}$$

İşlem sırasında ısı geçişi, bulduğumuz değerleri düzgün akışlı enerji eşitliğine koyarak bulunur.

$$Q - W = \sum m_e h_e - \sum m_i h_i^{\text{g0}} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{\text{CV}} \longrightarrow Q = W_b + m_e h_e + m_2 u_2 - m_1 u_1$$

$$\begin{aligned}
Q &= -90 \text{ kJ} + (0.443 \text{ kg})(2855.9 \text{ kJ/kg}) + (0.416 \text{ kg})(2576.8 \text{ kJ/kg}) \\
&\quad - (0.859 \text{ kg})(2709.9 \text{ kJ/kg}) \\
&= \mathbf{-80.7 \text{ kJ}}
\end{aligned}$$

4) (a) Bu bir kararsız akış durumudur ve düzgün akışlı sistem olarak düşünülebilir. Helyumu sabit özgül ısıda ideal gaz olarak kabul edebiliriz $C_p = 5.1926$ and $C_v = 3.1156$ kJ/kg·K. Helyumun son hacmi

$$\begin{aligned}
P_1 &= -100 + bV_1 \longrightarrow b = (P_1 + 100)/V_1 = (150 + 100)/25 = 10 \\
P_2 &= -100 + 10V_2 \longrightarrow V_2 = (P_2 + 100)/10 = (100 + 100)/10 = 20 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

balonun içindeki başlangıç kütlesi ve son kütleler

$$\begin{aligned}
m_1 &= \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{(150 \text{ kPa})(25 \text{ m}^3)}{(2.0769 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})(293 \text{ K})} = 6.162 \text{ kg} \\
m_2 &= \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{(100 \text{ kPa})(20 \text{ m}^3)}{(2.0769 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})T_2} = \frac{962.974}{T_2}
\end{aligned}$$

Kütlenin korunumu yasasından,

$$\sum m_i - \sum m_e^{z0} = (m_2 - m_1)_{\text{CV}} \longrightarrow m_i = m_2 - m_1 = 6.162 - \frac{962.974}{T_2}$$

İşlem sırasında sınır işi

$$W_b = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{(150 + 100) \text{ kPa}}{2} (20 - 25) \text{ m}^3 = -625 \text{ kJ}$$

Balonu terkeden helyumun özellikleri işlem sırasında değişiyor. Fakat biz ortalama sıcaklıkta bunları sabit kabul edeceğiz. Böylece $T_e \cong (T_1 + T_2)/2$. Aynı zamanda $h = C_p T$ ve $u = C_v T$.

Son sıcaklık T_2 düzgün akışlı sistem enerji eşitliğinden bulunur.

$$Q^{z0} - W = \sum m_e h_e - \sum m_i h_i^{z0} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{\text{CV}} \longrightarrow -W_b = m_e h_e + m_2 u_2 - m_1 u_1$$

ya da,

$$-W_b = m_e C_p \frac{T_1 + T_2}{2} + m_2 C_v T_2 - m_1 C_v T_1$$

Yerine koyarsak,

$$-(-625) = \left(6.162 - \frac{962.974}{T_2} \right) (5.1926) \frac{293 + T_2}{2} + \left(\frac{962.974}{T_2} \right) (3.1156)(T_2) - (6.162)(3.1156)(293)$$

$$T_2^2 - 66.37 T_2 - 45,789 = 0$$

T_2 için çözersek

$$T_2 = \mathbf{249.7 \text{ K}}$$

(b) Kaçan helyum miktarı

$$m_e = m_1 - m_2 = 6.162 - \frac{962.974}{T_2} = 6.162 - \frac{962.974}{249.7} = \mathbf{2.306 \text{ kg}}$$