

MAK 744 Kütle Transferi

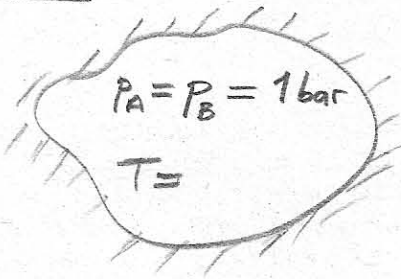
rnek Soru ve Cevapları

**rnek No.ları "Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri"
(Incropera & DeWitt) kitabındaki Problem No.larını
göstermektedir.**

Mustafa Eyriboyun

14.2 CO₂ ve N₂ bileşenlerinden oluşan bir karışım, kapalı bir depo içinde 25 °C sıcaklıkta olup her bir bileşenin kısmi basıncı 1 bar değerindedir. Her bir bileşenin kütleli derişikliğini, kütleli yoğunluğunu, mol oranını ve kütleli oranını bulun.

ÇÖZÜM



$$A \rightarrow \text{CO}_2 \quad \mathcal{M}_A = 44 \text{ kg/kmol}$$

$$B \rightarrow \text{N}_2 \quad \mathcal{M}_B = 28 \text{ "}$$

$$R = 8,314 \times 10^2 \frac{\text{m}^3 \text{bar}}{\text{kmol K}} \quad (\text{genel gaz sabiti})$$

$$C_i = \frac{P_i}{RT}$$

$p_A = p_B$ olduğu bildirilmiştir.

$$C_A = C_B = \frac{1 \text{ bar}}{8,314 \times 10^2 \frac{\text{m}^3 \text{bar}}{\text{kmol K}} \cdot 298 \text{ K}} = 0,040 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

$$P_i = \mathcal{M}_i C_i \quad P_A = 44 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 0,04 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} = 1,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_B = 28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 0,04 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} = 1,13 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$x_i = \frac{C_i}{\sum C_i} \quad (\text{mol oranı})$$

$$x_A = x_B = \frac{0,04}{0,04 + 0,04} = 0,5$$

$$x_A = x_B = 0,5$$

Kütle oranı :

$$m_i = \frac{P_i}{\sum P_i}$$

$$m_A = \frac{1,78}{1,78 + 1,13} = 0,61$$

$$m_A = 0,61$$

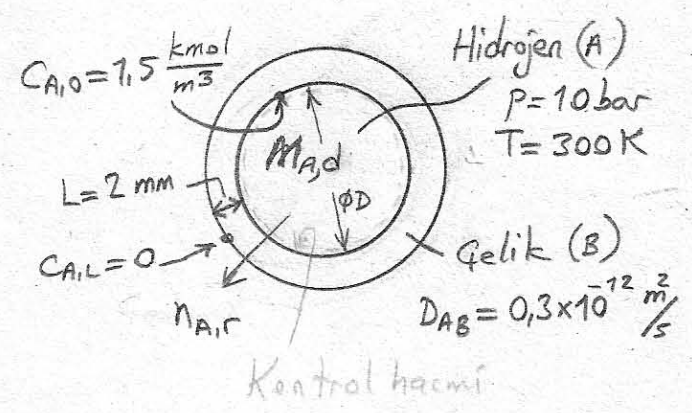
$$m_B = \frac{1,13}{1,78 + 1,13} = 0,39$$

$$m_B = 0,39$$

14.5 2 mm et kalınlığında, 100 mm çapındaki çelik bir küre içinde 10 bar basınçta ve 27 °C sıcaklıkta hidrojen gazı bulunmaktadır. Kürenin iç yüzeyinde çelik içinde hidrojenin molekül sel derişikliği $1,50 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$, dış yüzeyinde ise yok sayılabilecek mertebededir. Çelik içinde hidrojenin yayılım katsayısı yaklaşık olarak $0,3 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ değerindedir. Başlangıçta, çelik cidardan yayılım ile kaybolan hidrojen kütlesi nedir? Başlangıç anında, küre içindeki basıncın zamana göre azalma hızı nedir?

Çözüm

- Bir boyutlu (r)
- Düzgün dağılımlı mol derişikliği
- Kimyasal reaksiyon yok.



a) Küresel sistem için bir boyutlu kütle yayılımı:

$$N_{A,r} = \frac{C_{A,0} - C_{A,L}}{R_{m,yay.}} = \frac{C_{A,0}}{\frac{1}{4\pi D_{AB}} \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_o} \right)}$$

$$N_{A,r} = \frac{4\pi (0,3 \times 10^{-12}) \cdot 1,5}{\left(\frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,052} \right)} = 7,35 \times 10^{-12} \text{ kmol/s}$$

Kütle bazında: $n_{A,r} = \mu_A N_{A,r} = 2 \times 7,35 \times 10^{-12} = 14,7 \times 10^{-12} \text{ kg/s}$

$$n_{A,r} = 14,7 \times 10^{-12} \text{ kg/s}$$

b) Kontrol hacmine A bileşeni için kütle dengenini uygularsa:

$$\underbrace{\dot{M}_{A,g}}_0 + \underbrace{\dot{M}_{A,u}}_0 - \dot{M}_{A,s} = \dot{M}_{A,d} = \frac{dM_A}{dt} \quad (14.33)$$

$$\dot{M}_{A,d} = -\dot{M}_{A,s} = -n_{A,r}$$

14.5

(2/2)

$$\dot{M}_{A,d} = \frac{d(p_A V)}{dt} = \frac{\pi D^3}{6} \frac{dp_A}{dt}$$

$$p_A = \frac{RT}{M_A} p_A$$

$$p_A = \frac{p_A M_A}{RT} = \frac{M_A}{RT} p_A$$

$$\dot{M}_{A,d} = \frac{\pi D^3}{6} \frac{M_A}{RT} \frac{dp_A}{dt}$$

Dolayısıyla ($\dot{M}_{A,d} = -\dot{M}_q = -n_{A,r}$ olduğundan)

$$\dot{M}_{A,d} = -n_{A,r} = \frac{\pi D^3 M_A}{6 RT} \frac{dp_A}{dt}$$

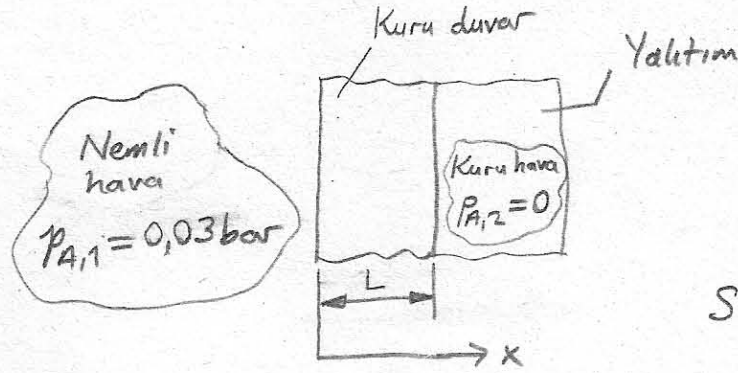
$$\frac{dp_A}{dt} = - \frac{6 RT}{\pi D^3 M_A} n_{A,r}$$

$$\frac{dp_A}{dt} = - \frac{6 (0,08314) 300}{\pi (0,1)^3 \cdot 2} \times 14,7 \times 10^{-12} = 3,5012 \times 10^{-7} \text{ kg/s}$$

$$\boxed{\frac{dp_A}{dt} \cong 3,50 \times 10^{-7} \text{ kg/s}}$$

14.12 Yalıtım malzemesinin kalitesi, içinde su buharı yoğunlaşsa azalır (deneyler ısı iletim katsayısının arttığını göstermektedir). Kış aylarında, nemli bir odadaki su buharının, kuru duvar boyunca (sıva içinde) yayılması ve yalıtım içinde yoğunlaşması, evlerin yalıtımında bu tür bir problemi ortaya çıkarır. Odadaki su buharının kısmi basıncının 0,3 bar, yalıtım içinde ise 0,0 bar olması durumunda, 3 m x 5 m alanındaki bir duvarda kütlelesel yayılım hızını bulun. Kuru duvar 10 mm kalınlıkta olup, duvar malzemesi içinde su buharının çözülme katsayısı yaklaşık olarak $5 \times 10^{-3} \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{bar}$ değerindedir. Kuru duvar içinde su buharının yayılım katsayısı yaklaşık olarak $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ alınabilir.

ÇÖZÜM



$$D_{AB} = 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$L = 0,01 \text{ m}$$

$$S = 5 \times 10^{-3} \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3 \cdot \text{bar}}$$

Kabuller:

- Sürekli rejim
- Bir boyutlu yayılım
- Homojen ortam
- Sabit özellikler
- Düzgün dağılımlı mol derişikliği

- Durgun ortam $\kappa_A \ll 1$
- Kuru duvar içinde yoğunlaşım yok.

$$N_{A,x}'' = -C D_{AB} \frac{dx_A}{dx} = -D_{AB} \frac{dc_A}{dx} = D_{AB} \frac{c_{A,1} - c_{A,2}}{L}$$

Eşitlik (14.44)'den

$$c_A(0) = S \cdot p_A \Rightarrow c_{A,1} = S \cdot p_{A,1} = 5 \times 10^{-3} \times 0,03$$

$$c_{A,1} = 0,15 \times 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$$

$$c_{A,2} = 0$$

Dolayısıyla

$$N_A'' = 10^{-9} \frac{0,15 \times 10^{-3}}{0,01} = 0,15 \times 10^{-10} \frac{\text{kmol}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$$

Kütle bazında:

$$n_A = \dot{m}_A (A \cdot N_A'') = 18 \times (3 \times 5) \times 0,15 \times 10^{-10} \Rightarrow n_A = 4,05 \times 10^{-9} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$