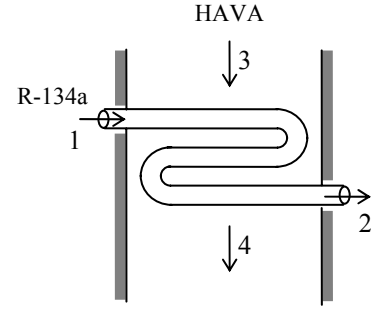


Soru 1-) 0.9 MPa basınç ve 60°C sıcaklıktaki soğutucu akışkan-134a, bir yoğuşturucuda borular üzerinden geçirilen hava ile 0.9 MPa basınç ve 34°C sıcaklığa soğutulmaktadır. 18000 kg/h debisindeki hava yoğuşturucuya 100 kPa basınç ve 18°C sıcaklıkta girmekte, 98 kPa basınç ve 30°C sıcaklıkta çıkmaktadır.

- (a) Soğutucu akışkanın kütle debisini hesaplayınız.
(b) Çıkış kesitinde hava hızının 1.2 m/s ile sınırlı olduğunu göz önüne alarak, hava kanalının kesit alanını hesaplayınız.



- (a) Açık sistem : Yoğuşturucu (SASA)
Giriş halleri : $P_1 = 0.9 \text{ MPa}$, $T_1 = 60^\circ\text{C}$ (R-134a)
 $P_3 = 100 \text{ kPa}$, $T_3 = 18^\circ\text{C}$ (Hava)
Çıkış halleri : $P_2 = 0.9 \text{ MPa}$, $T_2 = 34^\circ\text{C}$ (R-134a)
 $P_4 = 98 \text{ kPa}$, $T_4 = 30^\circ\text{C}$ (Hava)

Kütlenin korunumu : $\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_\varphi$
 $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}_{SA}$
 $\dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_{hava} = 18000 \text{ kg/h} \quad (5 \text{ kg/s})$

Enerjinin Korunumu : $\dot{Q}^{70} - \dot{W}^{70} = \sum \dot{m}_\varphi h_\varphi - \sum \dot{m}_g h_g \longrightarrow \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_4 h_4$
 $\dot{m}_{SA} (h_1 - h_2) = \dot{m}_{hava} (h_4 - h_3)$
 $\dot{m}_{SA} = \frac{h_4 - h_3}{h_1 - h_2} \dot{m}_{hava}$

Soğutucu akışkan-134a tablolarından,

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 0.9 \text{ MPa} \\ T_1 = 60^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_1 = 293.21 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 0.9 \text{ MPa} \\ T_2 = 34^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_2 \cong h_{f,34^\circ\text{C}} = 97.31 \text{ kJ/kg}$$

Hava mükemmel gaz kabul edilir ve oda sıcaklığında sabit özgül ısılar kullanılırsa,

$$\dot{m}_{SA} \cong \frac{c_{po} (T_4 - T_3)}{h_1 - h_2} \dot{m}_{hava} = \frac{(1.005) \times (30 - 18)}{(293.21 - 97.31)} \times (5) = 0.3078 \text{ kg/s} \quad (1108 \text{ kg/h})$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Özgül ısıların sıcaklıkla değişimi göz önüne alınırsa,} \\ \dot{m}_{SA} = \frac{h_4 - h_3}{h_1 - h_2} \dot{m}_{hava} = \frac{(303.21 - 291.16)}{(293.21 - 97.31)} \times (5) = 0.3076 \text{ kg/s} \end{array} \right. \quad (1107 \text{ kg/h})$$

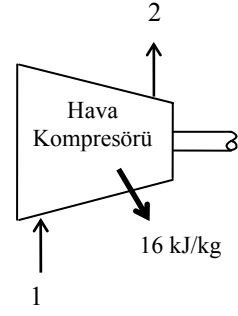
(b) $v_4 = \frac{RT_4}{P_4} = \frac{(0.287) \times (303)}{98} = 0.88736 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\dot{m}_{hava} = \frac{A_3 V_3}{v_3} = \frac{A_4 V_4}{v_4} \rightarrow V_3 = \frac{\dot{m}_{hava} v_3}{A_3} \quad \text{ve} \quad V_4 = \frac{\dot{m}_{hava} v_4}{A_4}$$

Bu problemde $A_3 = A_4 = A$ dır ve $V_4 \leq 1.2 \text{ m/s}$ olması istenmektedir. Bu yüzden kanal kesitini $V_4 = V_{maks} = 1.2 \text{ m/s}$ ye göre belirleyeceğiz:

$$A = \frac{\dot{m}_{hava} v_4}{V_4} = \frac{5 \times 0.88736}{1.2} = 3.7 \text{ m}^2$$

Soru 2-) Hava bir kompresöre 100 kPa basınç ve 22°C sıcaklıkta girmekte ve 1 MPa basınca sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırma sırasında kompresör gövdesinde dolaşan suyla havadan 16 kJ/kg ısı çekilmektedir. Havanın girişteki hacimsel debisi 150 m³/dakika ve kompresörü çalıştırmak için gerekli güç 500 kW'tır. **a)** Kompresörden geçen havanın kütle debisini, **b)** havanın kompresör çıkışındaki entalpisini ve sıcaklığını, **c)** kompresör girişinde ve çıkışındaki hacimsel debilerin oranını bulunuz.



Çözüm:

Hava, mükemmel gaz kabul edilirse

a) Açık sistem : Hava kompresörü (SASA)

Giriş hali : $P_1 = 100 \text{ kPa}$, $T_1 = 22^\circ\text{C}$

Çıkış hali : $P_2 = 1 \text{ MPa}$

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistem için kütle korunumu, $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{(0.287)(295)}{100} = 0.847 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{150}{0.847} = 177.2 \text{ kg} / \text{dak} = \mathbf{2.95 \text{ kg/s}}$$

b)

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistem için 1. yasa,

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1 + \Delta ke + \Delta pe)$$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$\dot{m}q - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

Tablo A-17'den (Havanın MG özellikleri tablosu),

$T_1 = 295 \text{ K}$ için $h_1 = 295.17 \text{ kJ/kg}$

Sayısal değerleri 1. yasada yerine koyalım,

$$(-2.95 \times 16) - (-500) = 2.95(h_2 - 295.17)$$

$$h_2 = 448.66 \text{ kJ} / \text{kg}$$

Tablo A-17'den (Havanın MG özellikleri tablosu),

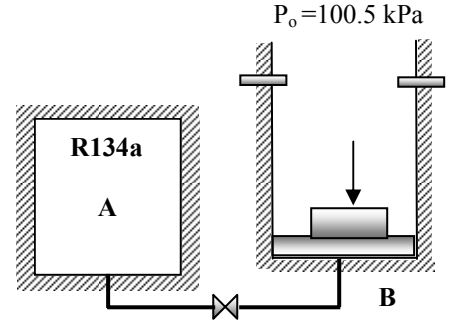
$h_2 = 448.66 \text{ kJ} / \text{kg}$ için $T_2 = 447 \text{ K} = \mathbf{174^\circ\text{C}}$

c)

$$P_1 v_1 = RT_1 \quad , \quad P_2 v_2 = RT_2 \quad \rightarrow \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{P_2}{P_1} \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{\dot{m}v_1}{\dot{m}v_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{P_2}{P_1} \frac{T_1}{T_2} = \frac{1000}{100} \frac{295}{447} = 6.60$$

Soru 3-) Adyabatik bir kap içinde (A) başlangıçta 500 kPa'da 0.625 kg doymuş sıvı-buhar karışımı soğutucu akışkan-134a (R134a) bulunmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi bu kap adyabatik bir piston-silindir düzeneğine (B) vana ile bağlıdır. Başlangıçta piston silindir tabanında bulunmaktadır. Piston ve üzerindeki ağırlıkların toplam kütlesi 50 kg, piston kesit alanı 200 cm^2 , yerçekimi ivmesi 9.8 m/s^2 ve çevre (atmosfer) basıncı 100.5 kPa'dır. Sonra vana yavaş yavaş açılmakta ve her iki kaptaki basınç 280 kPa ve hacim R134a'nın toplam hacmi 45.25 litre olmaktadır. İlk andaki kuruluk derecesini bulunuz.
Not: Kapalı sistem problemi olarak çözünüz.



Çözüm:

Sistem (Kontrol kütlesi): 0.625 kg R134a

İlk hal: $P_1=500 \text{ kPa}$, ıslak buhar

Son hal: $P_2=280 \text{ kPa}$, $V_2=0.04525 \text{ m}^3$

12 dengesiz hal değişimi

$$P_1 = 500 \text{ kPa} \quad T_1 = T_d = 15.74^\circ \text{C}, \quad v_f = 0.0008056 \text{ m}^3 / \text{kg}, \quad v_g = 0.0409 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\text{Islak buhar} \quad u_f = 70.93 \text{ kJ/kg}, \quad u_g = 235.64 \text{ kJ/kg}$$

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{0.04525}{0.625} = 0.0724 \text{ m}^3 / \text{kg} > v_g|_{280 \text{ kPa}} = 0.0719 \text{ m}^3 / \text{kg} \rightarrow \text{kızgın buhar}$$

$$P_2 = 280 \text{ kPa} \quad T_2 = 0^\circ \text{C}, \quad u_2 = 227.37 \text{ kJ/kg} \quad \text{olduğu tablodan okunur.}$$

$$v_2 = 0.0724 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\text{Hareketli sınır işi } W_{12} = P_K (V_2 - V_1) = m P_K (v_2 - v_1) \text{ ve } P_K = P_o + \frac{m_{P-K} g}{A} = 100.5 + \frac{50 \times 9.8}{1000 \times 0.02} = 125 \text{ kPa}$$

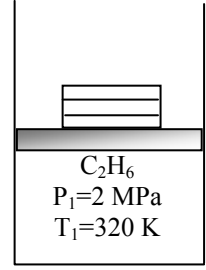
Termodinamiğin 1.yasası

$$m(u_2 - u_1) = 0 - m P_K (v_2 - v_1) \rightarrow u_1 + P_K v_1 = u_2 + P_K v_2$$

$$u_f + x_1(u_g - u_f) + P_K[v_f + x_1(v_g - v_f)] = u_2 + P_K v_2, \quad x_1 = \frac{u_2 + P_K v_2 - u_f - P_K v_f}{u_g - u_f + P_K(v_g - v_f)}$$

$$x_1 = \frac{227.37 - 70.93 + 125(0.0724 - 0.0008056)}{235.64 - 70.93 + 125(0.0409 - 0.0008056)} = \frac{165.3893}{169.7218} = 0.974473$$

Soru 4-) Bir piston silindir düzeneğinde başlangıçta 2 MPa basınç ve 320 K sıcaklıkta, 0.7 kg etan (C_2H_6) vardır. Daha sonra etan sabit basınçta ısıtılmakta ve son halde hacim $0.054 m^3$ olmaktadır. İlk haldeki hacmi, son haldeki sıcaklığı ve hal değişimi sırasında yapılan işi, **a)** etanı mükemmel gaz kabul ederek, **b)** genelleştirilmiş sıkıştırılabilirlik diyagramını kullanarak bulunuz.



Etan için $R=0.2765 \text{ kJ/kg-K}$, $T_{cr}=305.5 \text{ K}$, $P_{cr}=4.88 \text{ MPa}$

Çözüm:

Kapalı sistem : Etan

İlk hal : $P_1=2 \text{ MPa}$, $T_1=320 \text{ K}$

Son hal : $P_2=P_1=P=2 \text{ MPa}$, $0.054 m^3$

1-2 Sabit basınçta sanki dengeli hal değişimi

Kütlenin korunumu: $m_2=m_1=m=0.7 \text{ kg}$

a) Etan Mükemmel Gaz kabul edilirse:

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{0.2765 \times 320}{2000} = 0.04424 m^3/kg \quad V_1 = mv_1 = 0.7 \times 0.04424 = 0.03097 m^3$$

$$v_2 = V_2/m = 0.054/0.7 = 0.07714 m^3/kg \quad T_2 = \frac{P_2 v_2}{R} = \frac{2000 \times 0.07714}{0.2765} = 558 K$$

$$\left[\text{veya} \quad V_1 = \frac{mRT_1}{P_1} = \frac{0.7 \times 0.2765 \times 320}{2000} = 0.03097 m^3, \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{mR} = \frac{2000 \times 0.054}{0.7 \times 0.2765} = 558 K \right]$$

$$W_{12} = P(V_2 - V_1) = 2000 \times (0.054 - 0.03097) = 46.1 \text{ kJ}$$

b) Genelleştirilmiş sıkıştırılabilirlik diyagramı kullanılırsa:

İlk halde: $P_1=2 \text{ MPa}$, $T_1=320 \text{ K}$

$$P_{R,1} = \frac{2}{4.88} = 0.41 \quad T_{R,1} = \frac{320}{305.5} = 1.05 \quad \text{grafikten} \quad Z_1 \cong 0.87 \text{ okunur}$$

$$v_1 = \frac{Z_1 RT_1}{P_1} = \frac{0.87 \times 0.2765 \times 320}{2000} = 0.03849 m^3/kg \quad V_1 = mv_1 = 0.7 \times 0.03849 = 0.02694 m^3$$

Son halde: $P_2=2 \text{ MPa}$, $v_2 = V_2/m = 0.054/0.7 = 0.077 m^3/kg$

$$\frac{RT_{cr}}{P_{cr}} = \frac{0.2765 \times 305.5}{4880} = 0.01731 m^3/kg$$

$$v'_{R,2} = \frac{v_2}{RT_{cr}/P_{cr}} = \frac{0.077}{0.01731} = 4.45 \quad P_{R,2} = \frac{2000}{4880} = 0.41$$

olup grafikten $T_{R,2} \cong 1.85$ (veya $Z_2 \cong 0.985$) okunur. Buna göre sıcaklık

$$T_2 = T_{R,2} T_{cr} = 1.85 \times 305.5 \cong 565.2 K \quad (\text{veya} \quad T_2 = \frac{P_2 v_2}{Z_2 R} = \frac{2000 \times 0.077}{0.985 \times 0.2765} \cong 565.4 K)$$

$$W_{12} = P(V_2 - V_1) = 2000 \times (0.054 - 0.02694) = 54.1 \text{ kJ}$$