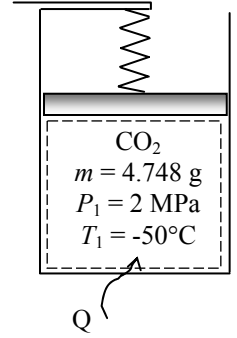


Soru 1-) Kesit alanı 20 cm^2 olan bir piston silindir düzeneğinde başlangıçta -50°C sıcaklık ve 2 MPa basınçta 4.748 g karbon dioksit gazı (CO_2) bulunmaktadır. Bu durumda gaz doğrusal bir yay tarafından sıkıştırılmaktadır ve yay 5 cm kısalmıştır. Atmosfer basıncının ve pistonun kütesinin etkisini gözardı ediniz. Daha sonra çevreden olan ısı geçişi sonucu piston 1 cm yükselmektedir. CO_2 için $R=0.1889 \text{ kJ/kg-K}$, $T_{\text{cr}}=304.2 \text{ K}$, $P_{\text{cr}}=7.39 \text{ MPa}$ 'dir. CO_2 'yi mükemmel gaz kabul ederek,



- Gazın başlangıçtaki hacmini ve yay katsayısını,
- Hal değişimi sırasında yapılan işi ve son haldeki sıcaklığı hesaplayınız.
- CO_2 'yi mükemmel gaz kabul etmenin doğru olup olmadığını ilk haldeki sıkıştırılabilme çarpanını bularak yorumlayınız.

Çözüm:

Sistem : Piston silindir düzeneğindeki 4.748 g CO_2

İlk hal : $P_1=2 \text{ MPa}$ (2000 kPa)

$T_1=-50^\circ\text{C}$ (223 K)

Kütlenin korunumu: $m_2=m_1=m=0.004748 \text{ kg}$

$$a) \quad V_1 = \frac{mRT_1}{P_1} = \frac{0.004748 \times 0.1889 \times 223}{2000} = 0.0001 \text{ m}^3$$

$$F_{\text{yay}} = 2000 \times 0.002 = 4 \text{ kN}$$

$$k = \frac{F}{x_1} = \frac{4}{0.05} = 80 \text{ kN/m}$$

$$b) \quad P_2 = P_1 + \frac{k \Delta x}{A_p} = 2000 + \frac{80 \times 0.01}{0.002} = 2400 \text{ kPa}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + A_p \cdot \Delta x = 0.0001 + 0.002 \times 0.01 = 0.00012 \text{ m}^3$$

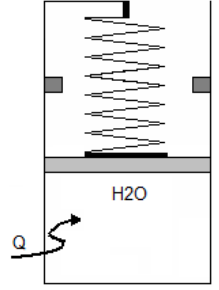
$$P_2 V_2 = mRT_2, \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{mR} = \frac{2400 \times 0.00012}{0.004748 \times 0.1889} = 321.11 \text{ K} = 47.96 \text{ C}$$

$$W_{12} = \frac{P_2 + P_1}{2} \times \Delta V = \frac{2400 + 2000}{2} \times 0.00002 = 0.044 \text{ kJ}$$

$$c) \quad \left. \begin{aligned} P_r &= \frac{2}{7.39} = 0.2706 \\ T_r &= \frac{223}{304.2} = 0.733 \end{aligned} \right\} Z \cong 0.8$$

$Z < 1$ olduğundan mükemmel gaz kabülü hatalı sonuçlara yol açabilir.

Soru 2-) Şekilde görülen sürtünmesiz piston silindir düzeneğinde ilk anda 400 kPa basınç ve 0.02 kuruluk derecesinde 5 kg ıslak su buharı bulunmaktadır. Sonra ıslak su buharı tamamen doymuş buhar elde edinceye kadar ısıtılmaktadır. Piston durduruculara geldiği zaman silindir hacmi 120 litredir. Yayın sıkıştırılması sırasında silindir içindeki basıncın silindir hacmi ile doğru orantılı olduğunu varsayarak,



- Pistonun durduruculara dokunduğu andaki basıncı,
- Son basıncı,
- Yapılan işi,
- Isı geçişini hesaplayınız.
- Hal değişimini, doyma eğrilerini de göstererek $P-v$ diyagramında çiziniz.

Çözüm:

Sistem (kapalı) : Silindir içindeki su kütlesi

İlk hal: $\begin{cases} P_1 = 400 \text{ kPa} \\ x_1 = 0.02 \end{cases}$

$$\begin{cases} v_1 = v_f + x_1 v_{fg} = 0.001084 + 0.02(0.4625 - 0.001084) = 0.010312 \text{ m}^3/\text{kg} \\ u_1 = u_f + x_1 u_{fg} = 604.31 + 0.02(1949.3) = 643.30 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

$$V_1 = m v_1 = 5 \times 0.010312 = 0.05156 \text{ m}^3$$

a) Piston durduruculara dokunduğu an özgül hacim ve basınç aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{0.12}{5} = 0.024 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P = kV \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow P_2 = \frac{V_2}{V_1} P_1 = \frac{0.12}{0.05156} 400 = 931.0 \text{ kPa}$$

P	v_f	v_g	
900	0.001121	0.2150	
931	$v_{f@P_2}$	$v_{g@P_2}$	İnterpolasyon $v_{f@P_2} = 0.001123$ $v_{g@P_2} = 0.2083$
950	0.001124	0.2042	

$v_{f@P_2} < v_2 < v_{g@P_2}$ olduğundan, piston durduruculara dokunduğunda silindir içinde su kütlesinin ıslak bölgede olduğu anlaşılır. Su kütlesinin tamamı doymuş buhar olabilmesi için piston durduruculara dokunduktan sonra ısıtmaya devam edilmelidir. Yani doymuş buhar haline piston durduruculara dokunduktan sonra erişilir.

b) Son hal: $\begin{cases} v_3 = v_2 = 0.024 \text{ m}^3/\text{kg} \\ \text{Doymuş buhar} \end{cases} \xrightarrow{\text{İnterpolasyon ile}} \begin{cases} P_3 = P_{\text{doyma}@v_3} = 7875 \text{ kPa} \\ u_3 = u_{g@v_3} = 2571.13 \text{ kJ/kg} \end{cases}$

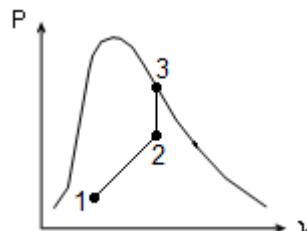
c) $W = W_{12} + W_{23}$ $W_{23} = 0$ (sabit hacimde hal değişimi olduğu için)

$$W = W_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{400 + 931}{2} (0.12 - 0.05156) = 45.55 \text{ kJ}$$

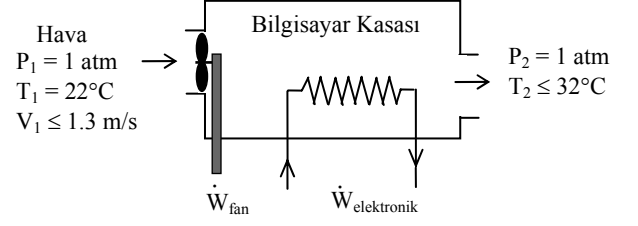
d) $Q - W = m(u_3 - u_1)$

$$Q - 45.55 = 5(2571.13 - 643.30) \quad Q = 9684.7 \text{ kJ}$$

e)



Soru 3-) Bir bilgisayarın elektronik elemanları, içinde bulunduğu kasa girişine monte edilen bir fanın sağladığı hava akımıyla soğutulmaktadır. Sürekli rejim halinde hava 1 atm, 22°C’de kasaya girmektedir. Ses kontrolü için girişte hava hızının 1.3 m/s’yi ve sıcaklık kontrolü için de çıkışta hava sıcaklığının 32°C’yi geçmemesi gerekmektedir. Elektronik elemanlar ve fan sırasıyla 100 W ve 20 W güç çekmektedir. Kasa ile çevre arasındaki ısı geçişini, kinetik ve potansiyel enerjileri ihmal ederek fanın sağlaması gereken havanın hacimsel debisini ve fan hava giriş çapını hesaplayınız.



Çözüm:

Açık sistem : Bilgisayar kasası (SASA)
 Giriş hali : $P_1=1 \text{ atm}$, $T_1=22^\circ\text{C}$, $V_1=1.3 \text{ m/s}$
 Çıkış hali : $P_2=P_1$, $T_2=32^\circ\text{C}$
 “Sürekli akışlı sürekli açık sistem”

Kütlenin korunumu : $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$

Termodinamiğin birinci yasası: $\dot{m}(h_2 - h_1) = -\dot{W}$

$$\dot{W} = -\dot{W}_{elektronik} - \dot{W}_{fan} = -100 - 20 = -120 \text{ W}$$

$$\dot{m} = \frac{-\dot{W}}{c_{po}(T_2 - T_1)} = \frac{-(-120)}{1005(32 - 22)} = 0.01194 \text{ kg/s}$$

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{0.287(22 + 273)}{101.325} = 0.8356 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\dot{m}v_1 = 0.01194 \times 0.8356 = 9.977 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = \frac{A_1 V_1}{v_1} \rightarrow A_1 = \frac{\dot{m}v_1}{V_1} = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D^2 = \frac{4}{\pi} \frac{0.009977}{1.3} = 9.7717 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \rightarrow D = 9.885 \text{ cm}$$

[Veya tablodan $h_1=295.17 \text{ kJ/kg}$ ve $h_2=305.22 \text{ kJ/kg}$ kullanılarak

$$\dot{m} = \frac{-(-120)}{305.22 - 295.17} = 0.01194 \text{ kg/s}$$

Yaklaşık aynı sonuç bulunur.]

Soru 4-) 140 kPa basınç ve 0°C sıcaklıktaki kızgın soğutucu akışkan-134a buharı, sürekli akışlı adyabatik bir karışma odasında 140 kPa basınçta doymuş buhar halindeki SA-134a ile karıştırılmaktadır. Karışma odasından 140 kPa basınç ve -10°C sıcaklıkta çıkan SA-134a sürekli akışlı adyabatik bir kompresöre girmekte ve kompresörden 0.9 MPa basınç ve 70°C sıcaklıkta çıkmaktadır. Kompresörü bu şartlarda çalıştırmak için gerekli güç 73 kW dır. Girişlerdeki ve çıkıştaki kütleli debileri bulunuz.

Çözüm:

Açık sistem: SA-134a kompresörü (SASA)

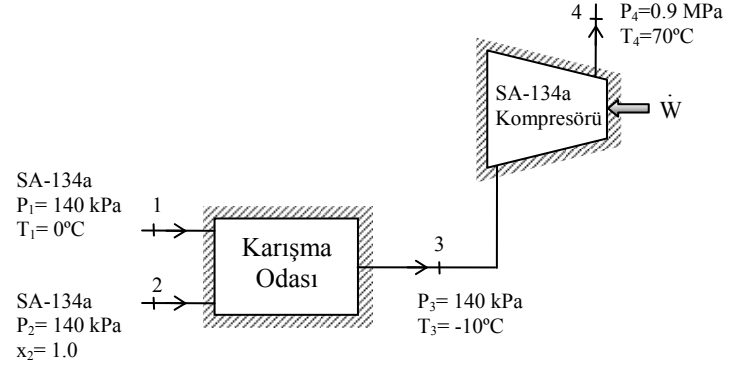
Giriş hali : $P_3 = 140 \text{ kPa}$, $T_3 = -10^\circ\text{C}$

Çıkış hali : $P_4 = 0.9 \text{ MPa}$, $T_4 = 70^\circ\text{C}$

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistem için kütleli korunumu,

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_3 = \dot{m}$$

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



$$\dot{Q}^{\text{so}} - \dot{W} = \dot{m} (h_4 - h_3 + \Delta ke^{\text{so}} + \Delta pe^{\text{so}})$$

$$\dot{m} = \frac{-\dot{W}_k}{(h_4 - h_3)} = \frac{-(-73)}{(303.94 - 243.4)} = 1.206 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_3 = 1.206 \text{ kg/s}$$

Açık sistem : Karışma Odası (SASA)

Giriş halleri : $P_1 = 140 \text{ kPa}$, $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$P_2 = 140 \text{ kPa}$, $x_2 = 1.0$

Çıkış hali : $P_3 = 140 \text{ kPa}$, $T_3 = -10^\circ\text{C}$

Kütleli korunumu :

$$\sum \dot{m}_\varphi = \sum \dot{m}_g$$

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

pe ve ke değişimleri ihmal edilebilir.

Enerjinin Korunumu : $\dot{Q}^{\text{so}} - \dot{W}^{\text{so}} = \sum \dot{m}_\varphi h_\varphi - \sum \dot{m}_g h_g \longrightarrow 0 = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_1 h_1 - \dot{m}_2 h_2$

$$0 = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_1 h_1 - (\dot{m}_3 - \dot{m}_1) h_2$$

$$\dot{m}_1 = \frac{(h_3 - h_2)}{(h_1 - h_2)} \dot{m}_3 = \frac{(243.4 - 236.04)}{(251.86 - 236.04)} \times 1.206 = 0.4652 \times 1.206 = 0.561 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_3 - \dot{m}_1 = 1.206 - 0.561 = 0.645 \text{ kg/s}$$