



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

TERMODİNAMİK

ÖRNEK PROBLEMLER – GAZ KARIŞIMLARI

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



ÖRNEK PROBLEMLER / YOĞUNLUK

ÖRNEK (Yoğunluk Ve Özgül Hacim)

Hacmi 10 m^3 ve kütlesi 8 kg olan bir maddenin yoğunluğunu ve özgül hacmini hesaplayınız.

Veriler: $V = 10 \text{ m}^3, m = 8 \text{ kg}$

Çözüm:

Yoğunluk

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8 \text{ kg}}{10 \text{ m}^3} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

Özgül hacim

$$v = \frac{V}{m} = \frac{10 \text{ m}^3}{8 \text{ kg}} = 1,25 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\rho v = 0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 1,25 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow \rho v = 1$$

Yoğunluk ve özgül hacim çarpımı 1'dir.



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi ve Gaz Sabiti)

Kütlesi 2 kg, mutlak basıncı 755 Torr olan CO₂ gazının sıcaklığı 17 °C ve hacmi 1,7 m³ olduğuna göre gaz sabitini hesaplayınız.

Veriler:

$$p = 755 \text{ Torr} \frac{1 \text{ bar}}{750 \text{ Torr}} \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} = 100667 \text{ N/m}^2$$

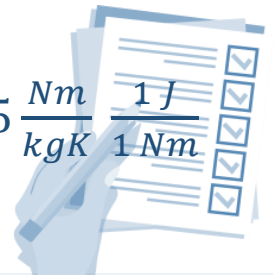
$$T = 273 + 17 = 290 \text{ °C}$$

Çözüm:

İdeal gaz denklemi $p V = m R T$ şeklinde olduğuna göre gaz sabiti için aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$R = \frac{p V}{m T}$$

$$R = \frac{100667 \text{ [N/m}^2\text{]} 1,7 \text{ [m}^3\text{]}}{2 \text{ [kg]} 290 \text{ [K]}} = 295 \text{ Nm/kgK} ; 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} \rightarrow R = 295 \frac{\text{Nm}}{\text{kgK}} \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ Nm}} = 295 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi ve Özgül Hacim)

Bir kap içerisinde 150 kPa basıncında ve 27 °C sıcaklıkta oksijen gazı bulunmaktadır. Oksijen gazının özgül hacmini bulunuz.

Veriler:

$$p = 150 \text{ kPa}; T = 27 \text{ }^{\circ}\text{C} = 300 \text{ K}$$

Oksijenin molekül ağırlığı $M = 21 \text{ kg/kmol}$ (tablo değeri)

Çözüm:

İdeal gaz denklemi

$$p v = R T$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Özgül hacim

$$v_{O_2} = \frac{R_{O_2} T}{p} ; R_{O_2} = \frac{Rg}{M}$$

$$v_{O_2} = \frac{Rg}{M} \frac{T}{p}$$

$$v_{O_2} = \frac{8314,34 \text{ J/kgK}}{28 \text{ kg/kmol}} \frac{300 \text{ K}}{150 \text{ kN/m}^2} \rightarrow v_{O_2} = 0,52 \text{ m}^3/\text{kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi Ve Kapalı Hacimde Hava Kütlesi)

44 m x 21 m x 7 m boyutlarındaki bir spor salonu içerisinde 18 °C sıcaklıkta ve 100 kPa basıncında hava bulunmaktadır. Spor salonu içerisindeki havanın kütlesini bulunuz.

Veriler:

$$\text{Spor salonu hacmi: } V = 44 \text{ m} * 21 \text{ m} * 7 \text{ m} = 6468 \text{ m}^3$$

$$T = 18 \text{ }^{\circ}\text{C} = 291 \text{ K}$$

$$P = 100 \text{ kPa} = 100 \text{ kN/m}^2$$

$$R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} = 0,287 \frac{\text{kNm}}{\text{kgK}}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Çözüm:

İdeal gaz denkleminde kütle

$$m = \frac{pV}{R T}$$

$$m = \frac{100 \frac{kN}{m^2} 6468 m^3}{0,287 \frac{kNm}{kgK} 291 K} \rightarrow \mathbf{m = 7745 kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi ve Yoğunluk)

5 m x 6 m x 7 m boyutlarındaki bir odada bulunan 100 kPa basınç ve 20 °C sıcaklıktaki havanın kütlesini ve yoğunluğunu bulunuz.

Veriler:

$$\text{Oda hacmi: } V = a \times b \times h = 5 \text{ m} * 6 \text{ m} * 7 \text{ m} \rightarrow V = 210 \text{ m}^3$$

$$p = 100 \text{ kPa} = 100000 \text{ N/m}^2$$

$$T = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Çözüm:

Hava kütlesi, ideal gaz durum denkleminde

$$p V = m R T \rightarrow m = \frac{p V}{R T}$$

$$m = \frac{100000 [N/m^2] * 210 [m^3]}{287 [J/kgK] * 293 [K]} \text{ ise; } m = 249,73 \text{ kg}$$

Havanın yoğunluğu

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{249,73 \text{ kg}}{210 \text{ m}^3} \text{ ise; } \rho = 1,189 \text{ kg/m}^3$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi Hacim ve Kütle)

5 kmol azotun sıcaklığı 42 °C ve basıncı 3 bardır. Üniversal gaz sabiti 8314 J/kgK, azotun kmol kütlesi 28 kg olduğuna göre azotun hacmini ve kütlesini hesaplayınız.

Veriler:

$$n = 5 \text{ kmol}, T = 315 \text{ K}, p = 3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}, M = 28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}, R_g = 8314 \text{ J} / \text{kmolK}$$

Çözüm:

İdeal gaz denklemi üniversal gaz sabiti cinsinden

$$p V = n R_g T$$

olarak yazılır.



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Bu bağıntıdan azot gazının hacmi için aşağıdaki eşitlik bulunur.

$$V_{N_2} = \frac{n R_g T}{p}$$

$$V_{N_2} = \frac{5 \text{ kmol } 8314 \frac{\text{J}}{\text{kmolK}} 315 \text{ K}}{3 \times 10^5 \text{ N/m}_2}; 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} \text{ ise; } V_{N_2} = 43,65 \text{ m}^3$$

Azot gazının kütlesi

$$m_{N_2} = n M_{N_2} = 5 \text{ kmol } 28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \text{ ise; } m_{N_2} = 140 \text{ kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Denklemi Parametreleri)

1 m³ hacminde bir tüpe doldurulan 6 kg ideal gazın basıncı 5 bar, sıcaklığı 293 K olarak ölçülmüştür. Aynı gaz 2 m³'lük bir tüpe doldurulup sıcaklığı 380 K'e çıkarılırsa basıncı ne olur? İdeal gazın gaz sabitini ve kmol-kütlesini hesaplayınız.

Çözüm:

İlk durum için ideal gaz denklemi yazılarak ideal gaz denklemi için aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$R = \frac{p_1 V_1}{m T_1}$$

$$R = \frac{5 \times 10^5 \text{ [N/m}^2\text{]} \cdot 1 \text{ [m}^3\text{]}}{6 \text{ [kg]} \cdot 293 \text{ [K]}}; 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J ise; } R = 284 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Gazın kmol-kütlesi

$$M = \frac{Rg}{R} = \frac{8314 [J/kmolK]}{264 [J/kgK]} = 29,28 kg$$

İkinci durumda ideal gaz denklemi

$$p_2 V_2 = m R T_2 \rightarrow p_2 = \frac{m R T_2}{V_2} = \frac{6 [kg] 284 [J/kgK] 380 [K]}{2 [m^3]}; 1 Nm = 1 J$$

$$p_2 = 323760 \frac{N}{m^2}; 1 bar = 10^5 N/m^2 \text{ ise; } p_2 = 3,2376 bar$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

ÖRNEK (Karışım Havaasının Bileşenlerinin Hacim Oranları)

Hava, ağırlık yüzdesi olarak 23 kısım oksijen ve 77 kısım azottan meydana gelmiştir. 760 mm Hg basınçta oksijen ve azotun kısmi basınçlarını ve hacim oranlarını hesaplayınız.

Veriler:

Oksijen 1 ve azot 2 indisleriyle gösterilmek üzere

$$R_1 = 0,280 \text{ kJ/kgK} , R_2 = 0,295 \text{ kJ/kgK} , R = 0,287 \text{ kJ/kgK}$$

$$M_1 = 21 \text{ kg/kmol} , M_2 = 28 \text{ kg/kmol}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Çözüm:

Kısmi basınçlar

$$p_i = g_i \frac{R_i}{R} p$$

eşitliği ile hesaplanır.

Oksijenin kısmi basıncı

$$p_1 = g_1 \frac{R_1}{R} p = 0,23 \frac{260}{287} 760 = 158,36 \text{ mmHg}$$

Azotun kısmi basıncı

$$p_2 = g_2 \frac{R_2}{R} p = 0,77 \frac{295}{287} 760 = 601,64 \text{ mmHg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Hacim oranları

$$r_i = \frac{g_i/M_i}{\sum_{i=1}^n (g_i/M_i)}$$

eşitliği ile hesaplanır.

Oksijenin hacim oranı

$$r_1 = \frac{g_1/M_1}{\sum_{i=1}^n (g_i/M_i)} = \frac{0,23/32}{\frac{0,23}{32} + \frac{0,77}{28}} = 0,207$$

Azotun hacim oranı

$$r_2 = \frac{g_2/M_2}{\sum_{i=1}^n (g_i/M_i)} = \frac{0,77/28}{\frac{0,23}{32} + \frac{0,77}{28}} = 0,793$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

ÖRNEK (Duman Gazı Bileşenleri)

Bir duman gazı hacim oranları %10 karbondioksit, %8 oksijen ve %82 azot olan bileşenlerden meydana gelmiştir. Karışımın molekül ağırlığını, ağırlık oranlarını, gaz sabitini, kısmi basınçları, 0 °C ve 760 mmHg'de özgül kütleyi hesaplayınız.

Veriler:

CO₁ 1, O₂ 2 ve N₂ ise 3 indisleriyle gösterilmiştir.

$$M_1 = 44 \frac{kg}{kmol}, M_2 = 32 \frac{kg}{kmol}, M_3 = 28 \frac{kg}{kmol}$$

$$R_1 = 0,189 \frac{kJ}{kgK}, R_2 = 0,260 \frac{kJ}{kgK}, R_3 = 0,295 \frac{kJ}{kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Çözüm:

$$M = r_1 M_1 + r_2 M_2 + r_3 M_3$$

$$M = 0,1 \times 44 + 0,08 \times 32 + 0,82 \times 28 = 29,92 \text{ kg/kmol}$$

Ağırlık oranları

$$g_i = r_i \frac{M_i}{M}$$

eşitliğinden hesaplanır.

$$g_1 = r_1 \frac{M_1}{M} = 0,1 \frac{44}{29,92} = 0,147$$

$$g_2 = r_2 \frac{M_2}{M} = 0,08 \frac{32}{29,92} = 0,086$$

$$g_3 = r_3 \frac{M_3}{M} = 0,82 \frac{28}{29,92} = 0,767$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Gaz sabiti

$$R = g_1 R_1 + g_2 R_2 + g_3 R_3$$

$$R = 0,10 \times 0,189 + 0,08 \times 0,260 + 0,82 \times 0,295 = 0,2764 \text{ kJ/kgK}$$

Kısmi basınçlar

$$p_i = r_i p$$

$$p_1 = r_1 p = 0,1 \times 760 = 76 \text{ mmHg}$$

$$p_2 = r_2 p = 0,08 \times 760 = 60,8 \text{ mmHg}$$

$$p_3 = r_3 p = 0,82 \times 760 = 623,2 \text{ mmHg}$$

Özgül kütle

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{29,92 \text{ kg/kmol}}{22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}} = 1,3557 \text{ kg/m}_3$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

ÖRNEK (İdeal Gaz Karışımı Bileşenleri ve Karışım Yoğunluğu)

Kok gazı hacimsel olarak %7 H₂, % 2 CH₄, % 27,6 CO, % 4,8 CO₂ ve % 58,6 N₂ gazlarının karışımından meydana gelmiştir.

Karışımı meydana getiren gazların kütleli oranlarını 0 °C sıcaklık ve 0,98 bar mutlak basınçta karışımın yoğunluğunu bulunuz.

$$M = r_{H_2}M_{H_2} + r_{CH_4}M_{CH_4} + r_{CO}M_{CO} + r_{CO_2}M_{CO_2} + r_{N_2}M_{N_2}$$

$$M = 0,07 * 2 + 0,02 * 16 + 0,276 * 28 + 0,048 * 44 + 0,586 * 28$$

$$M = 26,71 \text{ kg/kmol}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

$$g_{H_2} = \frac{r_{H_2} M_{H_2}}{M} = \frac{0,02 \times 2}{27,71} \rightarrow \mathbf{g_{H_2} = 0,005}$$

$$g_{CH_4} = \frac{r_{CH_4} M_{CH_4}}{M} = \frac{0,02 \times 16}{27,71} \rightarrow \mathbf{g_{CH_4} = 0,012}$$

$$g_{CO} = \frac{r_{CO} M_{CO}}{M} = \frac{0,276 \times 28}{27,71} \rightarrow \mathbf{g_{CH_4} = 0,29}$$

$$g_{CO_2} = \frac{r_{CO_2} M_{CO_2}}{M} = \frac{0,048 \times 44}{27,71} \rightarrow \mathbf{g_{CH_4} = 0,079}$$

$$g_{N_2} = \frac{r_{N_2} M_{N_2}}{M} = \frac{0,586 \times 28}{27,71} \rightarrow \mathbf{g_{N_2} = 0,614}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Karışımın yoğunluğunu belirlemek için karışımın gaz sabiti belirlenmelidir.

$$R = \frac{Rg}{M} = \frac{8314,31}{26,71} \rightarrow R = 311,3 \text{ J/kgK}$$

Durum denkleminde

$$pv = R T \rightarrow v = \frac{RT}{p}$$

$$v = \frac{311,3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * 273,15 \text{ K}}{0,98 * 10^5 \text{ N/m}^2} \rightarrow v = 0,867 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,867 \text{ m}^3/\text{kg}} \rightarrow \rho = 1,153 \text{ kg/m}^3$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

ÖRNEK (Gaz Karışımı ve Kısmi Basınç)

Bir kap içerisinde hava ve karbondioksit karışımı vardır. Kapın hacmi $0,4 \text{ m}^3$, içindeki hava miktarı 5 kg ve karbondioksit miktarı 3 kg 'dır. Karışımın sıcaklığı 27°C olduğuna göre, karışımın basıncını ve karışımı meydana getiren gazların kısmi basınçlarını bulunuz.

Veriler:

$$V = 0,4 \text{ m}^3, m_h = 5 \text{ kg ve } m_{\text{CO}_2} = 3 \text{ kg}, T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

Çözüm:

Karışımın kütlesi

$$m = m_h + m_{\text{CO}_2} = 5 \text{ kg} + 3 \text{ kg} = 8 \text{ kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Karışımın gaz sabiti

$$R = g_h R_h + g_{CO_2} R_{CO_2}$$

$$g_h = \frac{m_h}{m} = \frac{5 \text{ kg}}{8 \text{ kg}} = 0,625$$

$$g_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{m} = \frac{3 \text{ kg}}{8 \text{ kg}} = 0,375$$

$$R_h = 287 \text{ J/kgK}$$

$$R_{CO_2} = 189 \text{ J/kgK}$$

$$R = 0,625 * 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} + 0,375 * 189 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \rightarrow R = 250,23 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Karışım basıncı, durum denkleminde

$$p V = m R T \rightarrow p = \frac{m R T}{V}$$

$$p = \frac{8 \text{ [kg]} 250,23 \text{ [J/kgK]} 300 \text{ [K]}}{0,4 \text{ [m}^3\text{]}} \text{ ise; } p = 1502130 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 15,0213 \text{ bar}$$

Havanın kısmi basıncı

$$p_h = p g_h \frac{R_h}{R}$$

$$p_h = 15,0213 \text{ bar} * 0,625 \frac{287 \text{ [J/kgK]}}{250,23 \text{ [J/kgK]}} \text{ ise; } p_h = 10,768 \text{ bar}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / GAZ KARIŞIMLARI

Karbondioksitin kısmi basıncı

$$p_{CO_2} = p \, g_{CO_2} \frac{R_{CO_2}}{R}$$

$$p_{CO_2} = 15,0213 \, bar * 0,375 \frac{189 \, [J/kgK]}{250,23 \, [J/kgK]} \text{ ise; } p_{CO_2} = 4,255 \, bar$$

Veya

$$+ p_{CO_2} = p \rightarrow p_{CO_2} = p - p_h$$

$$p_{CO_2} = 15,0213 \, bar - 10,768 \, bar \text{ ise; } p_{CO_2} = 4,255 \, bar$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Karışımının Gaz Sabiti)

0,6 m³ hacminde bir kap içinde hava ve karbondioksit karışımı vardır. Karışımın basıncı 12 bar, karbondioksitin kısmi basıncı 5 bar ve karışımın sıcaklığı 30 °C'dır. Havanın gaz sabiti 288 J/kgK ve karbondioksitin gaz sabiti 189 J/kgK olduğuna göre, karışımı meydana getiren gazların kütleli oranlarını ve karışımın gaz sabitini bulunuz.

Veriler:

$$V = 0,6 \text{ m}^3, p = 12 \text{ bar}, p_{CO_2} = 5 \text{ bar}, T = 30 \text{ °C} = 300 \text{ K}$$

$$R_h = 288 \text{ J/kgK}, R_{CO_2} = 189 \text{ J/kgK}$$

Çözüm:

Havanın kısmi basıncı

$$p_h = p - p_{CO_2} = 12 \text{ bar} - 5 \text{ bar} \rightarrow p_h = 7 \text{ bar}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Bileşenlerin kütleleri, durum denkleminde

Karbondioksit:

$$p_{CO_2} V = m_{CO_2} R_{CO_2} T \rightarrow m_{CO_2} = \frac{p_{CO_2} V}{R_{CO_2} T}$$

$$m_{CO_2} = \frac{5 \cdot 10^5 \left[\frac{N}{m^2} \right] 0,6 [m^3]}{189 [J/kgK] 303 [K]} \rightarrow m_{CO_2} = 5,24 \text{ kg}$$

Hava:

$$p_h V = m_h R_h T \rightarrow m_h = \frac{p_h V}{R_h T}$$

$$m_h = \frac{7 \cdot 10^5 \left[\frac{N}{m^2} \right] 0,6 [m^3]}{287 [J/kgK] 303 [K]} \rightarrow m_h = 4,83 \text{ kg}$$

Karışımın kütlesi

$$m = m_h + m_{CO_2}$$

$$m = 5,24 \text{ kg} + 4,83 \text{ kg} \rightarrow m = 10,07 \text{ kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Bileşenlerin kütleli oranları

Hava:

$$g_h = \frac{m_h}{m} = \frac{4,83 \text{ kg}}{10,07 \text{ kg}} \rightarrow g_h = 0,48$$

Karbondiyoksit:

$$g_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{m} = \frac{5,24 \text{ kg}}{10,07 \text{ kg}} \rightarrow g_{CO_2} = 0,52$$

Karışımın gaz sabiti

$$R = g_h R_h + g_{CO_2} R_{CO_2}$$

$$R = 0,48 * 287 \frac{J}{kgK} + 0,52 * 189 \frac{J}{kgK} \rightarrow R = 236 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Karışımın gaz sabiti, karışımın durum denkleminde de hesaplanabilir.

$$p V = m R T \rightarrow R = \frac{p V}{m T}$$

$$R = \frac{1200000 [N/m^2] 0,6 [m^3]}{10,07 [kg] 303 [K]} \rightarrow R = 236 J/kgK$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (Moleküler Kütle ve İdeal Gazın Yoğunluğu)

Moleküler kütlesi 28 kg/kmol olan ideal bir gazın 3 bar basınç ve 90 °C sıcaklıktaki yoğunluğunu bulunuz.

Standart koşullardaki değerler:

$$p_0 = 1,0325 \text{ bar} , T_0 = 273 \text{ K}$$

$$Mv_0 = 22,4135 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$M = 28 \text{ kg/kmol} , p = 3 \text{ bar} , T = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Başlangıç özgül hacmi

$$v_0 = \frac{22,4135 \text{ m}^3/\text{kmol}}{M} \rightarrow v_0 = \frac{22,4135 \text{ m}^3/\text{kmol}}{28 \text{ kg/kmol}} \text{ ise; } v_0 = 0,8 \text{ m}^3/\text{kmol}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

İkinci haldeki özgül hacim

İki durum için ideal gaz denklemi

$$p_0 v_0 = RT_0$$

$$pv = RT$$

oranlanırsa

$$\frac{p_0 v_0}{pv} = \frac{T_0}{T}$$

bağıntısı bulunur.



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Bu bağıntıda ikinci durum için özgül hacim yazılır.

$$v = v_0 \frac{p_0 T}{p T_0}$$

$$v = 0,8 \frac{m^3}{kg} \frac{1,0325 \text{ bar}}{3 \text{ bar}} \frac{363 \text{ K}}{273 \text{ K}} \text{ ise; } v = 3,18 \text{ m}^3/kg$$

Yoğunluk

$$\rho = \frac{1}{v}$$

$$\rho = \frac{1}{3,18 \text{ m}^3/kg} \text{ ise; } \rho = 0,31 \text{ kg/m}^3$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (İdeal Gaz Sabiti)

Kütlesi 2 kg, mutlak basıncı 755 Torr olan CO₂ gazının sıcaklığı 17 °C ve hacmi 1,7 m³ olduğuna göre karbondioksitin gaz sabitini hesaplayınız.

Veriler:

$$p = 755 \text{ Torr} = 755 \text{ mm Hg} = 755 \text{ mm Hg} \frac{1 \text{ bar}}{750 \text{ mm Hg}} \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}}$$

$$p = 100667 \text{ N/m}^2, T = 17 \text{ °C} = 17 + 273 = 290 \text{ K}, m = 2 \text{ kg}$$

Çözüm:

İdeal gaz denkleminde gaz sabiti

$$p V = m R T \rightarrow R = \frac{p V}{m T}$$

$$R = \frac{100667 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} 1,7 \text{ m}^3}{2 \text{ kg } 290 \text{ K}} \rightarrow R = 295 \text{ Nm/kgK}; 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J} \rightarrow R = 295 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

ÖRNEK (Sistemden Akışkan Çekimi)

0,5 m³ hacmindeki bir depoda 4 bar basınçta ve 120 °C sıcaklıkta azot gazı bulunmaktadır. Bu depodan bir miktar gaz çekildiğinde, sıcaklık 30 °C ve yoğunluk 1,15 kg/m³ olmaktadır. Atmosfer basıncı 1 bar olduğuna göre, depodan çekilen azot gazı miktarını ve son durumda gazın efektif basıncını bulunuz.

$$V_1 = 0,5 \text{ m}^3, p_1 = 4 \text{ bar}, T_1 = 120 \text{ °C}, T_2 = 30 \text{ °C}, \rho_2 = 1,15 \text{ kg/m}^3$$

Gaz sabiti

$$R = \frac{R_g}{M} = \frac{8314,31 \text{ J/kmol}}{28 \text{ kg/kmol}} \text{ ise; } R = 297 \text{ J/kgK}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Gazın başlangıç kütlesi, durum denkleminde

$$p_1 V = m_1 R T_1$$

$$m_1 = \frac{p_1 V}{R T_1} \rightarrow m_1 = \frac{5 \cdot 10^5 \left[\frac{N}{m^2} \right] \cdot 0,5 [m^3]}{297 [J/kgK] \cdot 393 K} \text{ ise; } m_1 = 2,14 \text{ kg}$$

Sabit hacimde ikinci durumda gazın kütlesi,

$$V_1 = V_2 \text{ olduğundan}$$

$$m_2 = \rho_2 v_2$$

$$m_2 = 1,15 [kg/m^3] \cdot 0,5 [m^3] \text{ ise; } m_2 = 0,575 \text{ kg}$$



ÖRNEK PROBLEMLER / İDEAL GAZLAR

Durum denkleminde

$$p_2 V = m_2 R T_2 \rightarrow p_2 = \frac{m_2 R T_2}{V}$$

$$p_2 = \frac{0,575 [kg] 297 [J/kgK] 303 [K]}{0,5 m^3}$$

$$p_2 = 103520 \frac{N}{m^2} = 1,0352 bar$$

$$p_{2eff} = p_2 - p_0 = 1,0352 bar - 1 bar = 0,0352 bar$$

Depodan çekilen gaz miktarı

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 2,14 - 0,565 \text{ ise; } \Delta m = 1,565 \text{ kg}$$



