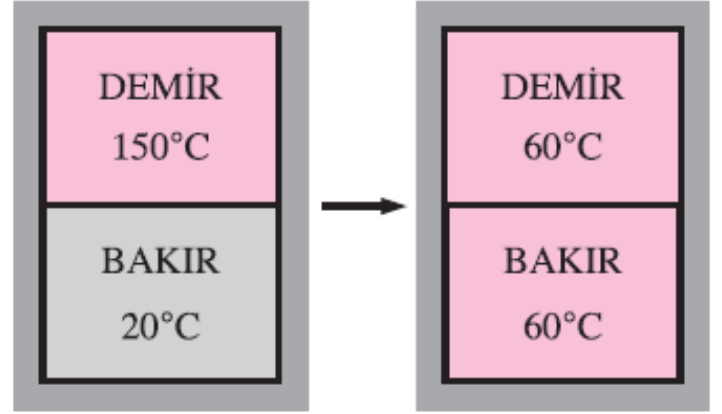


Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

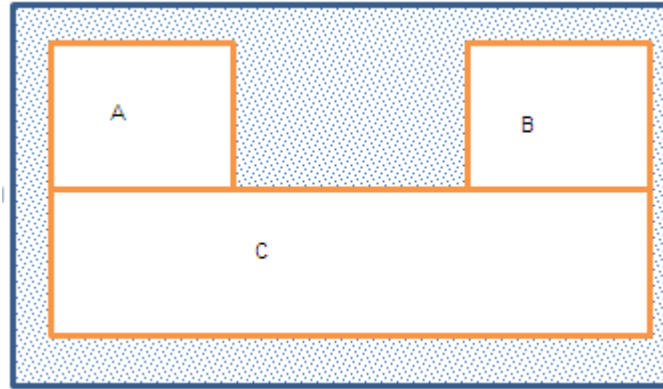
Temel Kavramlar

Sıcaklık ve Termodinamiğin Sıfıncı Yasası (TD0Y)

- ✓ Yalıtılmış bir çevrede temas halinde bulunan iki cisim ısı dengeye ulaşırlar



- ❖ **Termodinamiğin sıfıncı yasası:** iki sistem üçüncü bir sistemle ayrı ayrı ısı dengede ise bu iki sistem birbirleri ile de ısı dengededir.



- ❖ Üçüncü cisim bir termometre ile yer değiştirirse, sıfıncı yasa “her ikisi de aynı sıcaklık değerine sahip iki cisim birbirleriyle temas etmeseler bile ısı dengededirler” şeklinde de ifade edilebilir.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

Sıcaklık Ölçekleri

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$$

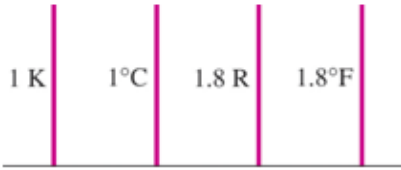
$$T(R) = T(^{\circ}F) + 459.67$$

$$T(R) = 1.8T(K)$$

$$T(^{\circ}F) = 1.8T(^{\circ}C) + 32$$

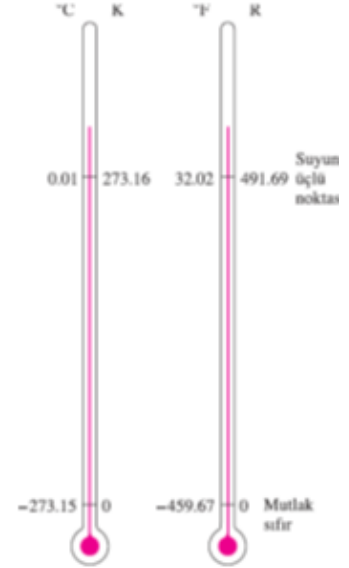
$$\Delta T(K) = \Delta T(^{\circ}C)$$

$$\Delta T(R) = \Delta T(^{\circ}F)$$



Sıcaklık ölçeklerinin karşılaştırılması.

Değişik sıcaklık birimlerinin büyüklüklerinin karşılaştırılması



Basınç

Birim yüzeye etki eden kuvvettir

Birimi Pascal dır ve Pa ile ifade edilir. **1 Pa = 1 N/m²**'dir

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kPa} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}, 0^{\circ}C$$

Basınç için çeşitli ifadeler kullanılır.

Mutlak basınç

Atmosfer basıncı

Gösterge basıncı

Bağıl basınç veya efektif basınç

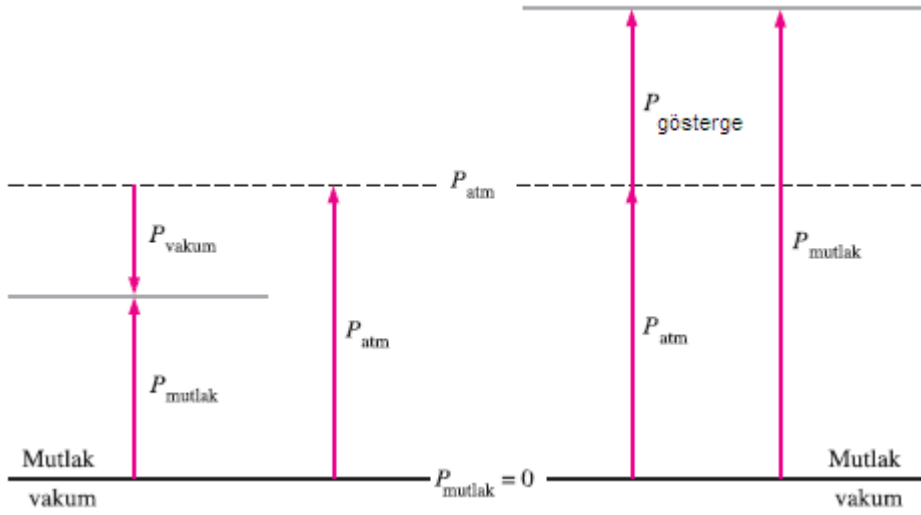
Vakum basıncı gibi



Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

Aşağıdaki gösterim bu tanımları özetlemektedir.



- Mutlak basınç:** Verilen bir konumdaki gerçek basınca mutlak basınç denir ve mutlak vakuma (yani mutlak sıfır basınca) göre ölçülür.
- Atmosfer basıncı:** Deniz seviyesindeki açık hava basıncıdır
- Gösterge basıncı:** Mutlak basınçla yerel atmosferik basınç arasındaki farktır. *Bağıl basınç* ya da *effektif basınç* olarak da ifade edilir. Basınç ölçme aletlerinin atmosferde sıfıra kalibre edilmesi durumunda ölçtükleri basınç gösterge basıncı olur.
- Vakum basıncı:** Atmosfer basıncının altındaki basınçlar vakum basıncıdır.

Aksi belirtilmedikçe basınç denince mutlak basınç anlaşılır ve genellikle indissiz olarak P şeklinde yazılır.

Örnek Problem:

Bir odaya bağlı vakum ölçme cihazı, yerel atmosferik basıncın 100 kPa olduğu bir yerde 40 kPa değerini göstermektedir. Oadaki mutlak basıncı belirleyiniz.

Çözüm Bir vakum odasının etkin basıncı verilmekte, odadaki mutlak basınç belirlenecektir.

Analiz Mutlak basınç denklem 1-16'dan kolayca belirlenebilir.

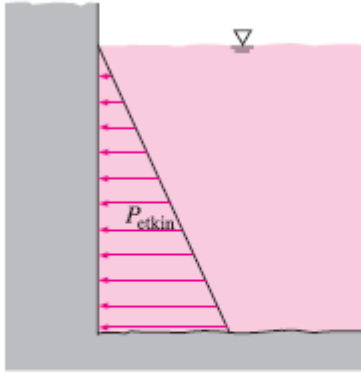
$$P_{mutlak} = P_{atm} - P_{vakum} = 100 - 40 = 60 \text{ kPa}$$

Tartışma Mutlak basıncı belirlerken atmosferik basıncın yerel değerinin kullanıldığına dikkat ediniz.

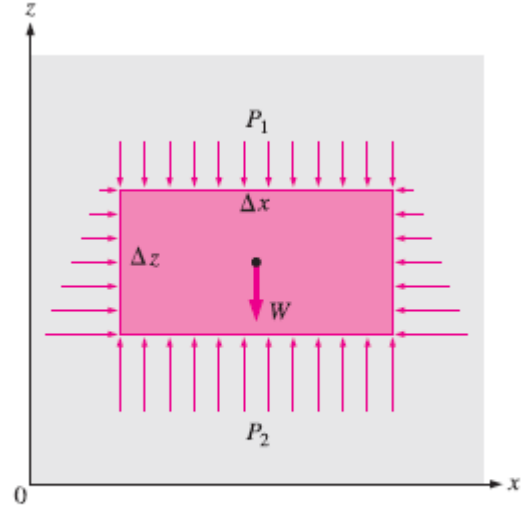
Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

Basınç derinlikle değişir.



Durgun haldeki bir akışkanın basıncı toplanan ağırlığın bir sonucu olarak derinlikle artar.



Dengede bulunan dikdörtgen bir akışkan elemanının serbest cisim diyagramı

Sağdaki şekil üzerinden, akışkan yoğunluğu ρ sabit ile kuvvetlerin dengesi;

Yatay yönde kuvvetler dengededir, yani sağdan ve soldan aynı kuvvetler dolayısı ile aynı basınçlar etki etmektedir.

Z yönünde ise $F_z = ma_z$; $P_2\Delta x - P_1\Delta x - mg = 0$ şeklinde olup $W = mg$ akışkan elemanının ağırlığıdır. Buradan,

$$mg = \rho g \Delta x \Delta z$$

yazabilmekteyiz. Veya özgül ağırlık $\gamma = \rho g$

$$mg = \gamma \Delta x \Delta z$$

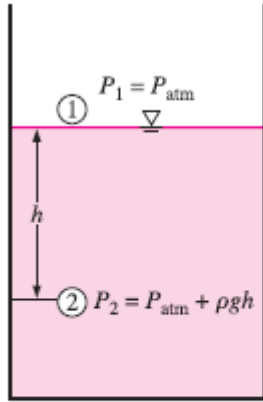
Yerine yazılır ve basitleştirilse

$$P_2 - P_1 = \Delta P = \rho g \Delta z$$

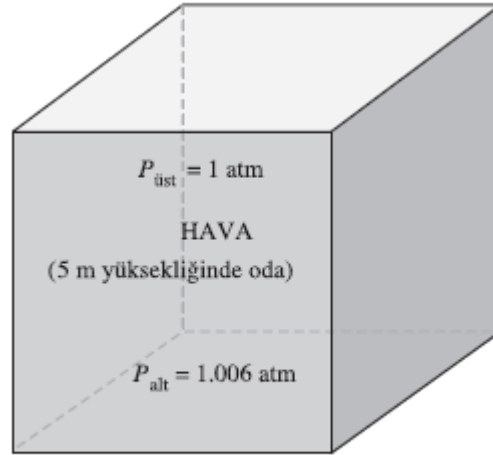
Bu ifade, bir akışkan içerisindeki basıncın düşey yönde (yerçekimi yönünde) doğrusal olarak değiştiğini gösterir.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMIĞI I

Temel Kavramlar



Durgun bir akışkan içerisindeki basınç, serbest yüzeyden itibaren derinlik ile doğru orantılı olarak artar



Bir gaz ile dolu odada basıncın yükseklikle değişimi ihmal edilebilir

Yukardaki sıvı dolu kap örneğinde

$$P = P_{atm} + \rho gh$$

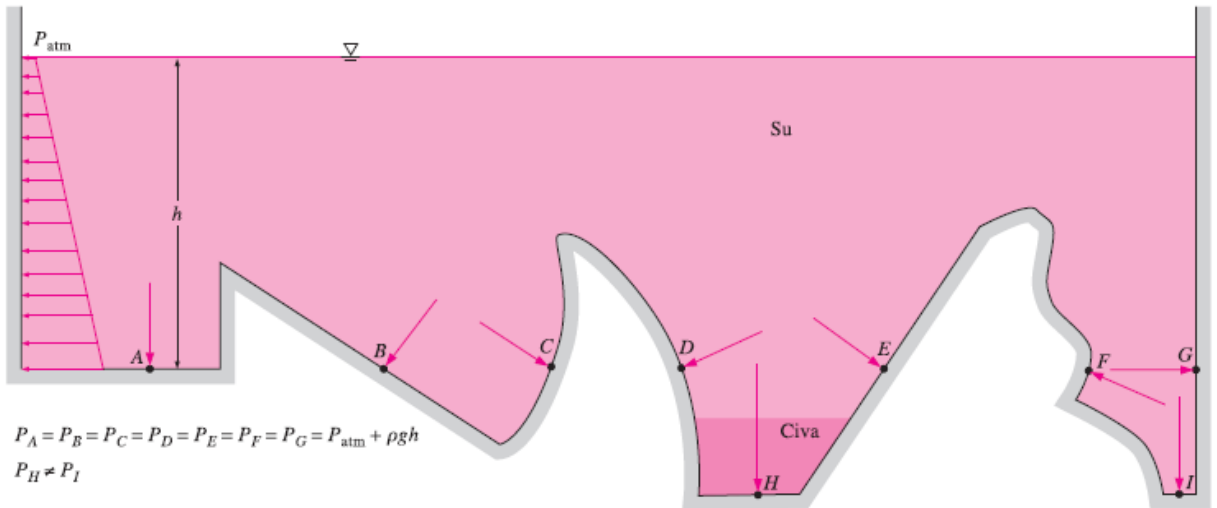
Burada gösterge basıncı

$$P_g = \rho gh$$

ise mutlak basınç

$$P = P_{atm} + \rho gh$$

olur.



Noktalar birbirleriyle aynı akışkan aracılığıyla irtibatlı olmak koşuluyla, bir akışkan içerisinde yatay bir düzlemde tüm noktalardaki basınçlar geometriden bağımsız olarak aynıdır.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

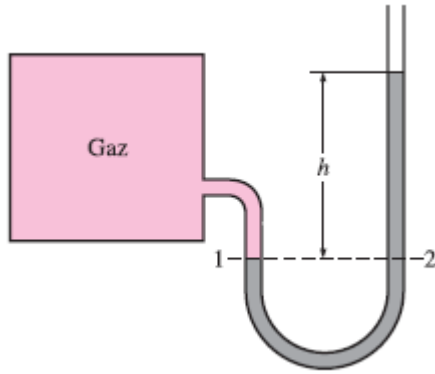
Bu durum Pascal Yasası olarak da bilinir.

Basınç ölçümü:

Basınç ölçümü **manometre** ve **barometre** ile gerçekleştirilir.

Manometre, bir yerdeki gösterge basıncını; barometre açık hava basıncını ölçer.

Atmosfer basıncına barometre basıncı da denir.



Basit U manimetresi

$$P_1 = P_2 = P_{atm} + \rho gh$$

Buradaki ρ , manometre sıvısının yoğunluğudur.

1 noktasında P_1 'den başlayarak 2 noktasına ulaşmaya kadar manometre kolları boyunca ρgh terimlerini ekleyerek veya çıkararak ve sonucu P_2 ye eşitleyerek $P_1 - P_2$ basınç farkı için

$$P_1 + \rho_1 g a + h - \rho_2 gh - \rho_1 ga = P_2$$

ve buradan da,

$$P_1 - P_2 = \rho_2 - \rho_1 gh$$

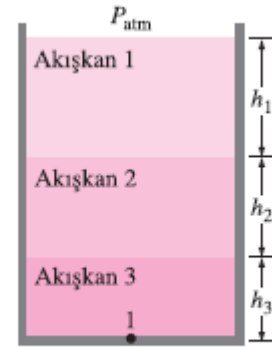
elde edilir.

Burada a mesafesinin etkili olmadığına dikkat ediniz!

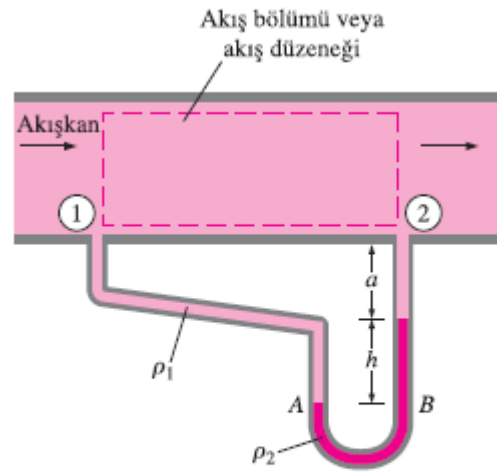
Örneğin borudan akan akışkanın gaz olması durumunda $\rho_1 \ll \rho_2$ olacaktır ve

$$P_1 - P_2 \cong \rho_2 gh$$

olacaktır.



$$P_{atm} + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 + \rho_3 gh_3 = P_1$$



Bir akış bölümü veya akış düzeneği boyunca gerçekleşen basınç düşüşünün diferansiyel manometre ile ölçülmesi.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

Örnek Problem:

Bir tank içerisindeki basıncı ölçmek için manometre kullanılıyor. Kullanılan akışkanın bağıl yoğunluğu 0.85 ve manometre sütunu yüksekliği 55 cm'dir. Yerel atmosferik basınç 96 kPa olduğuna göre tank içerisindeki mutlak basıncı belirleyiniz.

Analiz Akışkanın yoğunluğu, verilen bağıl yoğunluğun suyun yoğunluğu olan 1000 kg/m^3 ile çarpılmasıyla elde edilir.

$$\rho = SG (\rho_{\text{H}_2\text{O}}) = (0.85)(1000 \text{ kg/m}^3) = 850 \text{ kg/m}^3$$

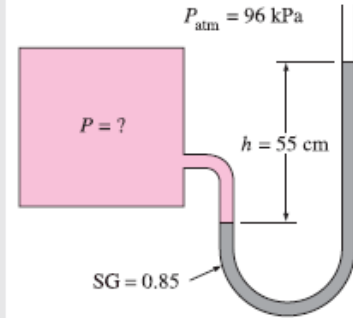
Buna göre Denklem 3-12'den,

$$P = P_{\text{atm}} + \rho gh$$

$$= 96 \text{ kPa} + (850 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.55 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right)$$

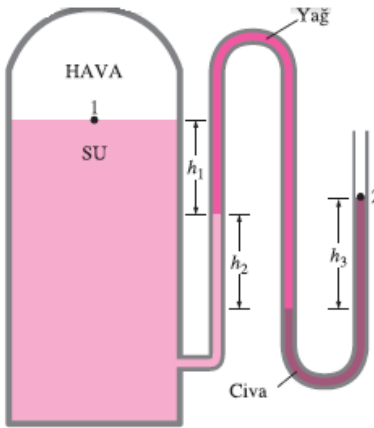
$$= 100.6 \text{ kPa}$$

Tartışma Tanktaki etkin basıncın 4.6 kPa olduğuna dikkat ediniz



Örnek Problem:

$$P_1 + \rho_{\text{su}}gh_1 + \rho_{\text{su}}gh_2 - \rho_{\text{su}}gh_2 + \rho_{\text{yağ}}gh_2 - \rho_{\text{civa}}gh_3 = P_{\text{atm}}$$



Analiz Hava-su arayüzündeki 1 noktasından başlayıp 2 noktasına ulaşın-caya kadar ρgh terimlerini ekleyerek veya çıkararak boru boyunca ilerler ve sonucu P_{atm} 'e eşitlersek (boru atmosfere açılmaktadır),

$$P_1 + \rho_{\text{su}}gh_1 + \rho_{\text{yağ}}gh_2 - \rho_{\text{civa}}gh_3 = P_{\text{atm}}$$

elde ederiz. Bu ifadeden P_1 'i çekip verilen değerler yerine yazılırsa,

$$P_1 = P_{\text{atm}} - \rho_{\text{su}}gh_1 - \rho_{\text{yağ}}gh_2 + \rho_{\text{civa}}gh_3$$

$$= P_{\text{atm}} + g(\rho_{\text{civa}}h_3 - \rho_{\text{su}}h_1 - \rho_{\text{yağ}}h_2)$$

$$= 85.6 \text{ kPa} + (9.81 \text{ m/s}^2) [(13,600 \text{ kg/m}^3)(0.35 \text{ m}) - 1000 \text{ kg/m}^3)(0.1 \text{ m})$$

$$- (850 \text{ kg/m}^3)(0.2 \text{ m})] \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right)$$

$$= 130 \text{ kPa}$$

Tartışma Bir borudan diğerine yatay olarak atlanması ve aynı akışkan içerisinde basıncın aynı kalmasının, yapılan analizi oldukça basitleştirdiği görülmektedir. Öte yandan civanın zehirleyici bir akışkan olduğuna dikkat ediniz. Kaza ile civa buharına maruz kalma riskinden ötürü, civalı manometre ve termometrelerin yerini daha güvenli akışkanlı olanlar almaktadır.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Temel Kavramlar

Örnek Problem:

İçerisinde gaz bulunan düşey bir piston-silindir düzeneğinin pistonu, Şekil 1-54'de görüldüğü gibi 60 kg kütleye ve 0.04 m² kesit alanına sahiptir. Yerel atmosferik basınç 0.97 bar ve yerçekimi ivmesi 9.81 m/s²'dir. (a) Silindir içerisindeki basıncı hesaplayınız, (b) Eğer gaza bir miktar ısı geçer ve hacmi iki katına çıkarsa, silindir içerisindeki basınçta bir değişiklik bekler misiniz?

Analiz (a) Piston-silindir düzeneği içerisindeki gazın basıncı atmosferik basınca ve pistonun ağırlığına bağlıdır. Şekil 1-54'deki gibi serbest cisim diyagramı çizilip düşey kuvvetlerin dengesini yazılırsa,

$$PA = P_{\text{atm}}A + W$$

elde edilir. Bu ifadeden P 'yi çekip verilen değerler yerine yazılırsa,

$$\begin{aligned} P &= P_{\text{atm}} + \frac{mg}{A} \\ &= 0.97 \text{ bar} + \frac{(60 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{(0.04 \text{ m}^2)} \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ bar}}{10^5 \text{ N/m}^2} \right) \\ &= \mathbf{1.12 \text{ bar}} \end{aligned}$$

bulunur.

(b) Hacim değişiminin (a) şıkında çizilen serbest cisim diyagramı üzerinde hiçbir etkisi yoktur, dolayısıyla silindir içerisindeki basınç aynı kalır.

Tartışma Eğer silindir içerisindeki gaz ideal gaz gibi davranırsa, sabit hacimde basınç iki katına çıktığında mutlak sıcaklık da iki katına çıkar.

