Okan Üniversitesi MYO

MMAK212
HİDROLİK ve PNÖMATİK SİSTEMLER

Ders Yürütücüsü:
Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 2

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

http://**okanuni.eren.xyz**

Web adresinden indirebilirsiniz.

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

TEMEL KAVRAMLAR

Hidrolik

TEMEL KAVRAMLAR

Kuvvet, Ağırlık ve Kütle

Kuvvet, bir cisme uygulanan çekme veya itme işlemidir. Cismin hareket etmesine durmasına hızının ve yönünün değişmesine neden olabilir. Hidrolik sistemin çalışabilmesi için kuvvetin olması gerekir.

Pompa, **hidrolik akışkan üzerine kuvvet uygular**. Bu kuvvet hem akışkan direncini yenmeli ve hem de iş yapmalıdır. Sistem daha fazla iş yapacaksa daha fazla kuvvete ihtiyaç vardır.

Kuvvet, **F=m.a** formülüyle hesaplanır ve birimi N'dur. m: kütle (kg), a: ivme (m/s^2)'dir.

TEMEL KAVRAMLAR

Özgül kütle, (özkütle, mutlak yoğunluk, yoğunluk*)

- Birim hacimdeki madde miktarıdır (kg/m³) (g/cm³)(kg/L)

$$\rho = \frac{m}{\forall}$$

Özgül ağırlık,

- Birim hacimdeki cismin ağırlığıdır (N/m³).

$$(\gamma = \rho.g)$$

Bağıl Yoğunluk,

- Cismin özgül kütlesinin +4°C deki damıtık suyun özgül kütlesine oranına ya da **bir cismin birim hacim ağırlığının** aynı hacimdeki ve +4°C'deki **suyun ağırlığına oranı**na denir ($SG=\rho/\rho_{su}$). Birimsizdir.

TEMEL KAVRAMLAR

İş - Güç - Enerji ve Basınç

- Bir cismin bir kuvvet (F) tarafından belli bir mesafe (S) boyunca hareket ettirilmesi ile iş meydana gelir. Bir başka ifadeyle iş, işlev başarma ölçütüdür.
- Örneğin, hidrolik pistona sıvı akışkan aracılığıyla kuvvet uygulanır ve piston belirli bir yol kat eder. Böylece iş yapılmış olur.

Yapılan İş [Nm=J] = **Kuvvet** [N] **. Yol** [m]

$$W = F \cdot S$$

TEMEL KAVRAMLAR

İş - Güç - Enerji

- **Joule** veya jul (sembolü: J), Uluslararası Birim Sistemi'nde enerji, iş veya ısı miktarından türetilmiş bir ölçü birimidir. Bir metre üzerinden bir newtonluk kuvvet uygulanarak harcanan enerjiye (veya yapılan iş) veya iki ucu arasında bir voltluk gerilim farkı olan bir devre elemanı üzerinden geçen bir amperlik akımın tükettiği enerjiye eşittir. Adını İngiliz fizikçi James Prescott Joule'dan (1818-1889) almıştır.

$$\mathrm{J} = \frac{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} = \mathrm{N} \cdot \mathrm{m} = \mathrm{Pa} \cdot \mathrm{m}^3 = \mathrm{W} \cdot \mathrm{s} = \mathrm{C} \cdot \mathrm{V}$$

Burada kg kilogram, m metre, s saniye, N *Newton*, C *Coulomb*, W *Watt*, Pa *Pascal* ve V *Volt*'tur.

Bir joule ayrıca şu şekilde tanımlanabilir:

- Elektriksel potansiyel farkı yoluyla bir Coulomb'luk bir elektrik yükü taşımak için gerekli olan iştir. Bu ilişki voltu tanımlamak için kullanılabilir.
- Bir saniyede bir wattlık güç üretmek için gerekli olan iştir. Bu ilişki Watt'ı tanımlamak için kullanılabilir.

Kaynak: https://tr.wikipedia.org/wiki/Joule

TEMEL KAVRAMLAR

İş - Güç - Enerji ve Basınç

Yapılan İş [Nm=J] = **Kuvvet** [N] **. Yol** [m]

- Bir hidrolik silindirde, piston alanı(A), piston üzerindeki basınç(P) ve pistonun hareket ettiği mesafe(S) ise,

Yapılan iş **W=P.A.S**

- Burada ‘ A.S ’, pistonu ileri hareket ettirmek için silindiri dolduran sıvının hacmidir. Dolayısıyla yapılan iş;

Yapılan iş = Basınç . Hacim = $P.\forall$

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

TEMEL KAVRAMLAR

Pascal Kanunu **Basınç**

Debi **Süreklilik** **Bernoulli**

Viskozite **Reynolds**

Akış Çeşitleri **GAZLAR**

Hidrolik Sistemlere İlişkin Temel Kavramlar

- **Sıvılar**
- **Pascal Kanunu**
- **Basınç**
- **Debi**
- **Viskozite**
- **Akış Çeşitleri**
- **Reynolds Sayısı**
- **Bernoulli Denklemi**
- **Süreklilik Kanunu**

Hidrolik Sistemlere İlişkin Temel Kavramlar

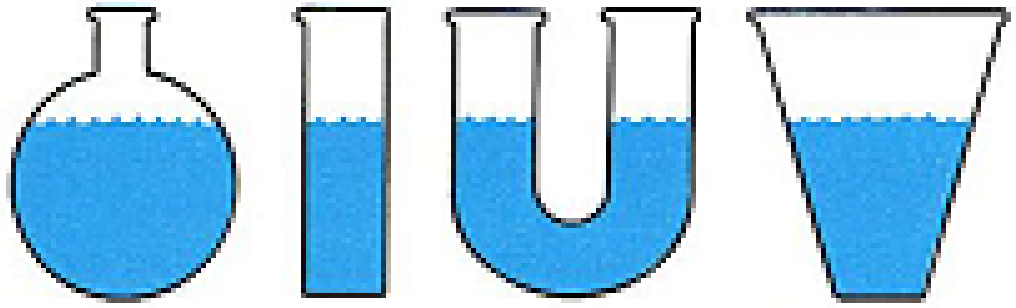
Hidroliğin temel prensipleri ya da hidrolik sistemin çalışmasında kullanılan prensipler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- a) Sıvıların şekli yoktur
- b) Sıvılar sıkıştırılamaz
- c) Sıvılar uygulanan basıncı tüm yönlerde iletir
- d) Sıvılar büyük kuvvet artışlarına yol açar

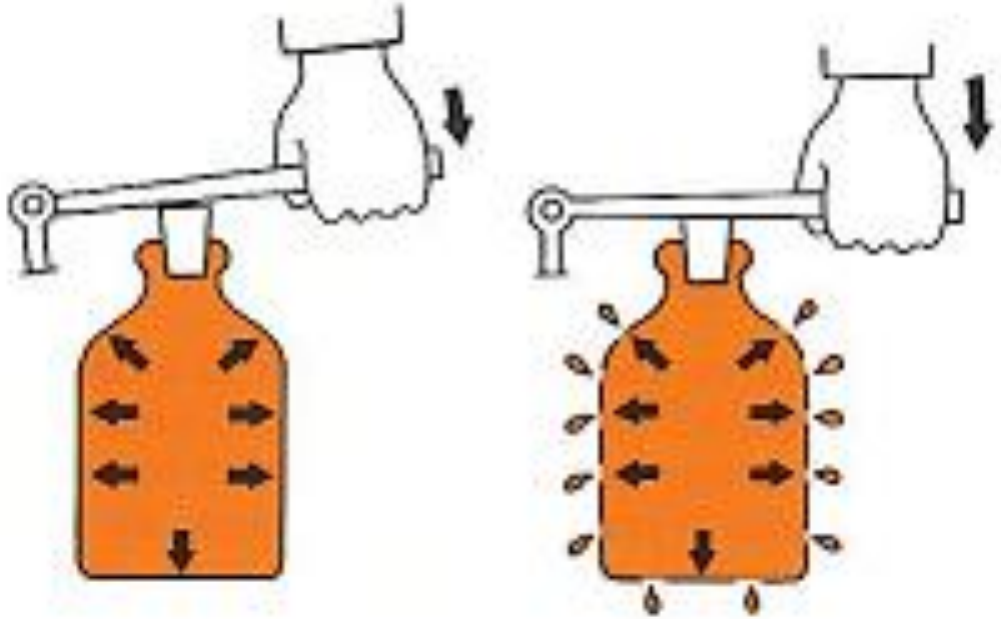
TEMEL HİDROLİK

Sıvıların şekli yoktur.

- Sıvılar bulundukları kabın şeklini alırlar. Bu özellik sayesinde hidrolik sistemdeki sıvı her yönde, her geçitte ve her elemandan geçerek kolaylıkla hareket eder.



TEMEL HİDROLİK



Sıvılar sıkıştırılamaz.

- Pratikte, sıvılar, gazlara göre sıkıştırılamaz kabul edilirler. Sıkıştırılabilmeleri için yüksek kuvvetlere ihtiyaç duyulur.
- Sıkıştırılabilirliğin bir ölçüsü olan elastiklik modülü sıvılarda çok yüksektir. Örneğin SAE 80 yağının elastiklik modülü $1,5x10^9$ Pa ve suyun elastiklik modülü 2,2 GPa dır. Suyun hacminde %0,5 lik bir azalma meydana getirebilmek için yaklaşık $11x10^6$ Pa'a ihtiyaç vardır.

TEMEL HİDROLİK

Büyük kuvvet artışları elde edilebilir

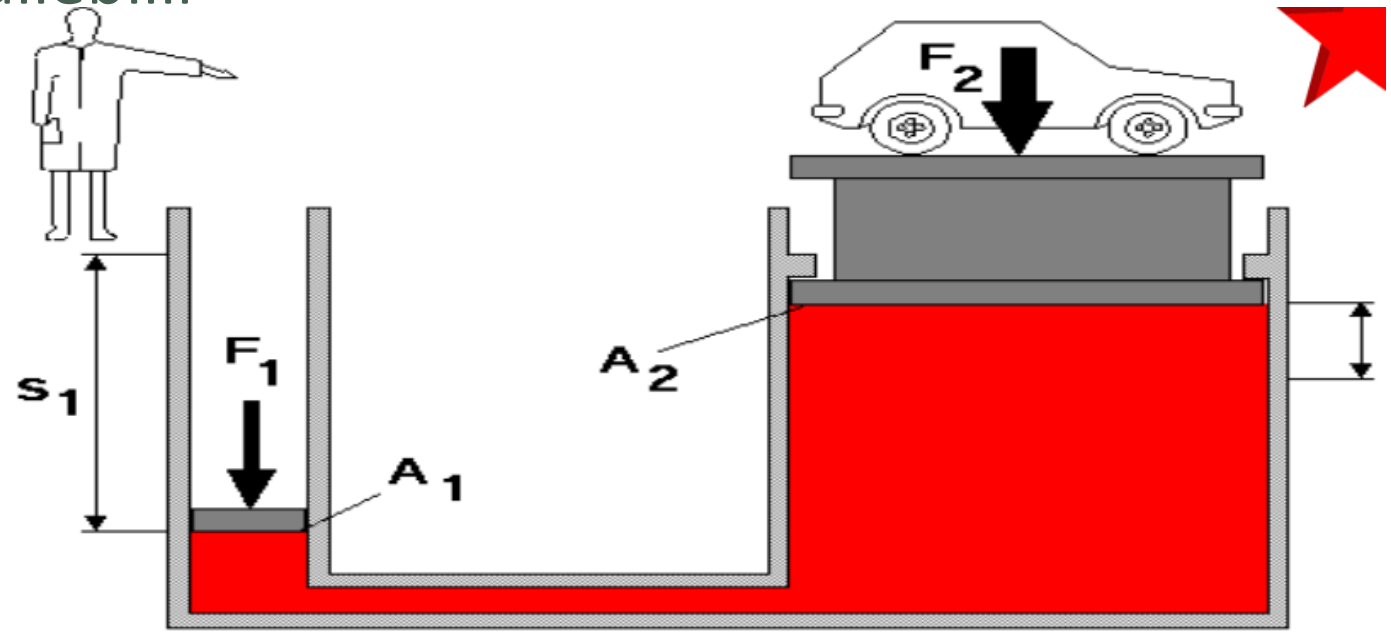
SORU:

$$V_1 = A_1 \cdot S_1$$

$$V_2 = A_2 \cdot S_2$$

$$V_1 = V_2$$

$$A_1 \cdot S_1 = A_2 \cdot S_2$$



Strok değiştirme (2)

Çapı 20 cm olan kuvvet pistonu 100 cm aşağı iniyor, kuvvet pistonu yağ basıncı 500 Pa ve iş pistonunun çapı 500 cm'dir.

a) F1 ve F2 kuvvetini bulunuz?

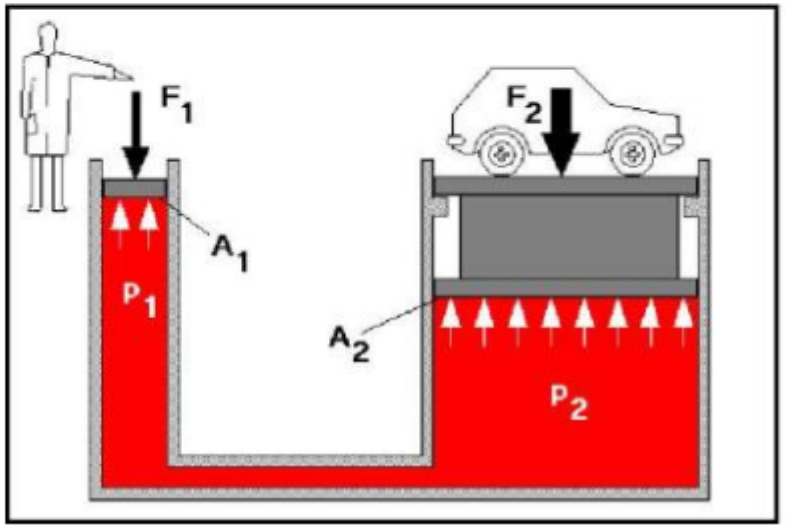
b) V1 ve V2 hacimlerini bulunuz?

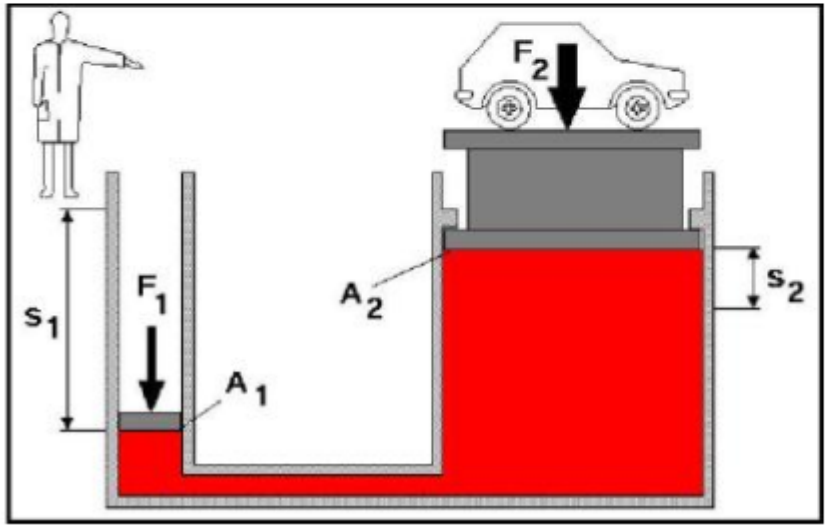
Hidrostatik

- **Pascal Kanunu**

Örnek problem: Bir hidrolik el presinin küçük pistonuna 10 kg'lık kuvvet uygulanarak bir araç kaldırılmak isteniyor. Küçük piston çapı 10 mm, büyük piston çapı 100 mm olduğuna göre,

- Uygulanan kuvvet sonucu oluşan basıncı,
- Pistonun uygulayabileceği azamî kuvveti,
- Baskı pistonu 20 cm hareket ettiğinde, iş pistonunun ne kadar yukarıya kalkacağını hesap ediniz (Şekil 1.4).





Hidrostatik / Pascal Kanunu

- Örnek problem çözüm:

Verilenler:	İstenenler:
F1 = 10 Kg.	P = ?
d1 = 10 cm	F2 = ?
d2 = 100 cm	S2 = ?
S1 = 20 cm	

Hidrostatik

- Örnek problem çözüm:

İlk yapılması gereken pistonların alanlarını bulmak olacaktır. Bunun için dairenin alan formülünden yararlanılır.

$$A_1 = \frac{\pi * d_1^2}{4} = \frac{3.14 * 10^2}{4} = \frac{314}{4} = 78.5 cm^2$$

$$A_2 = \frac{\pi * d_2^2}{4} = \frac{3.14 * 100^2}{4} = \frac{31400}{4} = 7850\, cm^2$$

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{10}{78.5} = 0.127\, kg/cm^2$$

Hidrostatik

- Örnek problem çözüm:

$$F_2 = P * A_2 = 0.127 * 7850 = 996.95 kg$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{S_2}{S_1} > \frac{78,5}{7850} = \frac{S_2}{20}$$ formülünden, $$S_2 = \frac{78,5x20}{7850} = 0,2\,cm$$

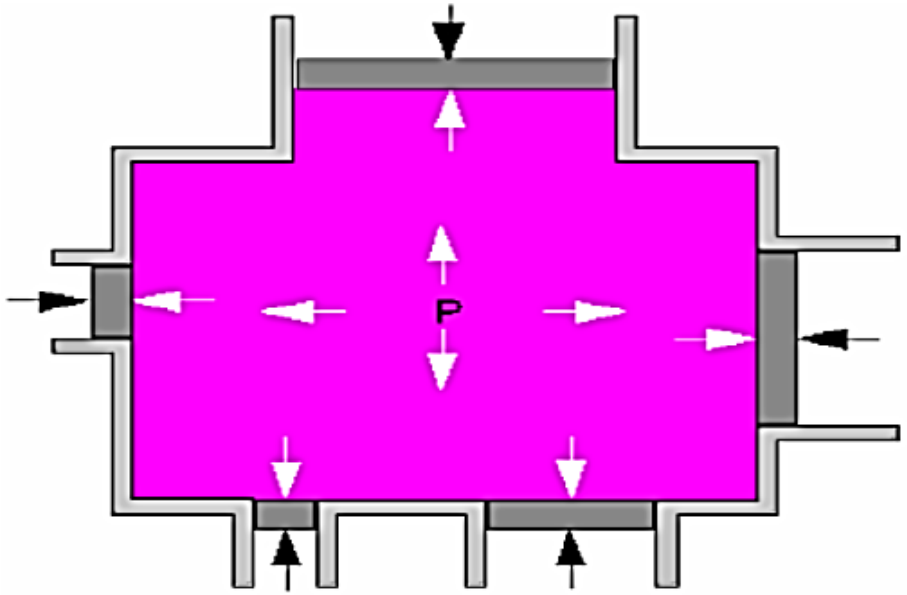
(20 cm.lik bir hareket sağladığımızda, arabanın 0,2 cm yukarı kalktığını görüyoruz.)

BASINÇ

➢ **Basınç:** Belirli bir kesitte sıkıştırılan akışkan Paskal prensibine göre, içinde bulunduğu kapalı bir kabın bütün çeperlerindeki her birim kesite aynı değerde bir kuvvet uygular ve buna **basınç** denir. Birimi bar'dır.

1 bar = 1 kg/cm²

- **Efektif Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine denir.
- **Mutlak Basınç:** Manometrede okunan basınç değerine bir atmosfer basıncı ilave edildiğinde meydana gelen basınç değeridir.



- Şekil: Basınç yayılımı

BASINÇ

- Genel olarak aşağıdaki eşitlik biçiminde tanımlanabilir

$$BASINÇ\ (P) = \frac{KUVVET\ (F)}{ALAN\ (A)}$$

- Boyutsal olarak:

$$1\ Paskal\ (Pa) = \frac{1\ Newton\ (N)}{1\ m^2\ (A)}$$

Birim Çevrim Tablosu		
100.000 Pa	=	1 bar
1 Mpa	=	10 bar
1 hPa	=	0.001 bar
1 bar	=	14.5 psi (g)
1bar	=	10197 mmWS
1bar	=	750.062 Torr

BASINÇ

- **Kuvvet = Basınç X Alan F = P.A**

Basınç Birimleri

	paskal (Pa)	bar (bar)	atmosfer (atm)	tor (Tor)
1Pa	≡ 1 N/m²	10-5	9.8692×10-6	7.5006×10-3
1bar	100,000	≡ 106 dyn/cm²	0.98692	750.06
1atm	101,325	1.01325	≡ 1 atm	760
1Tor	133.322	1.3332×10-3	1.3158×10-3	≡ 1 Torr; ≈ 1 mmHg

BASINÇ

Sıvılarda Basınç

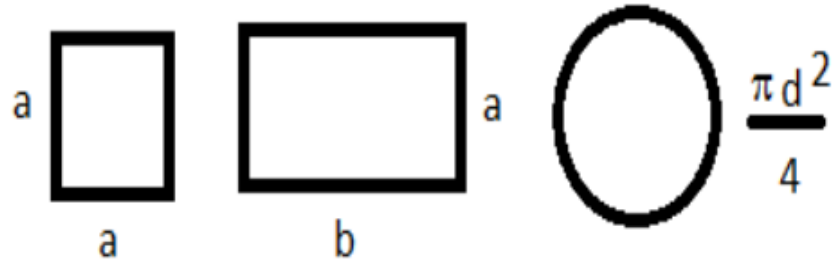
- Sıvı basıncı, sıvının ağırlığından dolayı bulunduğu kabın her noktasına uyguladığı basınçtır. Sıvı basıncı o noktaya etki eden sıvı sütununun ağırlığı kadardır.
- Yani, **p = *h x d x g*** (*Sıvı basıncı = yükseklik x yoğunluk x yer çekimi ivmesi*)
- Sıvı basıncı kabın biçimine ve genişliğine bağlı değildir.

$$P = h.d.g$$

DEBİ

- Hidrolik veya pnömatik sistemde belirli bir akış kesitinden, belirli bir sürede geçen akışkan miktarı debi olarak tanımlanır.
- Hacimsel debinin birimi litre/dakika veya cm^3/saniye olarak belirtilir.

DEBİ

Alan → 

Hacim → $V = A \cdot s \ (m^3)$

Debi → $Q = V / t \ (m^3/s)$

$$Q = A \cdot s / t$$

$$Q = A \cdot v \ (m^3/s)$$

V= hacim (m^3)

s= yol (m)

t= zaman (s)

v = hız (m/s)

A= kesit alanı (m^2)

Pompa çıkış debisi =>

$$Q_{(Debi)} = \frac{V_{g\ (İletim\ hacmi)} \times n_{\ (Devir\ sayısı)}}{1000}$$

Temel Kavramlar
Debi – Akışkan Hızı

$$V = \frac{Q}{A}$$

Q = Debi, m^3/h (gpm * 0,00223)

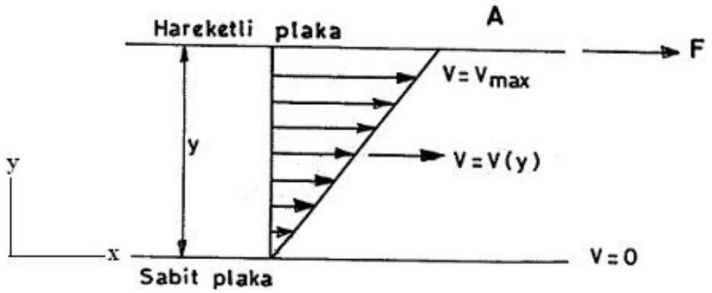
V = Akışkan hızı, m/s (ft/s)

A = Boru kesiti (3,14 * r^2), r, *yarıçap* m (ft)

- Akışkan hızı, debinin boru kesit alanına bölünmesi ile elde edilir

VİSKOZİTE

Özgül kütle ve özgül ağırlık akışkanların ayırt edici özelliklerindendir. Ancak akışkanların akış karakteristiklerini bu iki özellikle belirlemek her zaman olanaklı değildir. Özgül kütlesi birbirine çok yakın olup da tamamen farklı akış karakteristiklerine sahip olan akışkanlar da bulunmaktadır. Örneğin su (1000 kg/m^3) ve yağ (912 kg/m^3). Bu nedenle akışkanların birbiriyle olan farklılıklarını ortaya koyabilmek için ilave özelliklere gereksinim vardır. Bu özelliklerden birisi de viskozitedir.



Viskozite, akışkanların akıcılığa (deformasyona) karşı gösterdikleri dirençtir.

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu.\frac{dv}{dy}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu.\frac{V}{y}$$

τ : Kayma (kesme) gerilmesi (N/m^2),

μ : Dinamik (mutlak) viskozite (N.s/m^2),

$\frac{dv}{dy}$:Hız eğimi ya da kayma hızı (s^{-1})'dır.

VİSKOZİTE

- Viskozite : Akışa karşı iç direnç, Akmazlık

	Su	Silikon Yağı
Yoğunluk	1 kg/dm3	1 kg/dm3
Viskozite	1cSt	10000cSt
Görünüm	Saydam	Saydam

VİSKOZİTE

Dinamik Viskozite < ve > Kinematik Viskozite

- Dinamik viskozite (mutlak viskozite olarak da bilinir), sıvının **akışa karşı iç direncinin ölçümü**dür; kinematik viskozite ise **dinamik viskozitenin yoğunluğa oranı**nı ifade eder. Yukarıdaki ifadeye göre, aynı dinamik viskozitelere sahip iki akışkan, yoğunluğa bağlı olarak çok farklı kinematik viskozitelere sahip olabilir veya bunun tersi de geçerlidir. Bu iki maddesel özelliğin fiziksel anlamını kavramak her zaman o kadar kolay olmayabilir.
- Kısaca, dinamik viskozite sıvının belirli bir hızda akması için gereken kuvvet hakkında bilgi verirken, kinematik viskozite belirli bir kuvvet uygulandığında sıvının ne kadar hızlı hareket ettiğini anlatır.

Kaynak: https://blog.rheosense.com/what-are-the-differences-between-dynamic-and-kinematic-viscosities

VİSKOZİTE

Dinamik Viskozite < ve > Kinematik Viskozite

- Hangisi kullanılır?
  - Moleküller arasındaki etkileşimle, mekanik stres açısından ilgileniyorsanız dinamik viskozite daha uygundur. Dinamik viskozite, sıvının formülasyon değişikliklerinin moleküler etkileşim ve viskozite açısından sahip olduğu etkiyi belirlemeyi sağlar.
  - Buna karşılık, kinematik viskozimetrelerin basitliği nedeniyle, kinematik viskozite, bazı endüstri kollarında daha yaygındır. Kinematik viskozite, akışkanın hareketi ve hız alanı söz konusu olduğunda, hareketin sürtünme yoluyla yayılması hakkında bilgi taşıdığı için daha uygundur.

VİSKOZİTE

Dinamik Viskozite

- Dinamik akmazlığın SI birimi (Yunan sembol: μ) **pascal-saniye (Pa·s) olup 1 $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ ye eşdeğer**dir.
- Dinamik akmazlığın cgs birimi, Jean Louis Marie Poiseuille adına ithafen poise (P) dır. Genellikle yüzde birlik miktarı olan centipoise (cP) kullanılır. Örneğin suyun akmazlığı 20 °C'de 1,0020 cP dir.
- 1 poise = 100 centipoise = 1 $g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$ = 0,1 Pa·s 1 centipoise = 0,001 Pa·s

Kinematik Viskozite

- Kinematik akmazlığın (Yunan sembol: ν) SI birimi ($m^2 \cdot s^{-1}$) dir. Kinematik akmazlığın CGS birimi George Gabriel Stokes'un adına ithafen stokes olup S veya St şeklinde kısaltılır. Bazen centistokes (cS veya cSt) şeklinde de kullanılabilir.
- 1 stokes = 100 centistokes = 1 $cm^2 \cdot s^{-1}$ = 0.0001 $m^2 \cdot s^{-1}$.
- Kinematik ve dinamik akmazlık arasındaki dönüşüm ise ν ρ = μ şeklinde verilir ve eğer ν = 1 St ise
- $\mu = \nu \rho$ = 0,1 $kg/m.s \cdot (\rho/(g/cm^3))$ = 0.1 poise·$(\rho/(g/cm^3))$

VİSKOZİTE (*Akmazlık*)

Gazlarda Viskozite

- Gazların viskozitesi, akış tabakaları arasında momentum taşınımını sağlayan moleküler difüzyondan kaynaklanır. Gazların kinetik teorisi, gazların viskozitesinin (teorinin uygulandığı rejim içinde geçerli olmak üzere) doğru olarak tahminine yardımcı olur:
- Viskozite düşük ve orta basınç değerlerinde basınçtan etkilenmez fakat yüksek basınç altında yoğunluğu arttığı için basınçla birlikte viskozitesi artar.
- Viskozite, sıcaklık arttıkça azalır.

Sıvılarda Viskozite

- Sıvılarda, moleküller arasındaki ilave kuvvetler önemli hale gelir. Bu durumda yüzey gerilimine ilaveler olacaktır ki olgu bugün dahi tartışmalıdır. Dolayısıyla, sıvılarda:
- Viskozite basınçtan bağımsızdır (çok yüksek basınçlar hariç) ve
- Viskozite, sıcaklık arttıkça azalır (örneğin, sıcaklık 0 °C den 100 °C çıktığında, suyun viskozitesi 1,79 cP den 0,28 cP ye düşer).
- Sıvıların dinamik viskozitesi, gazların dinamik viskozitesinden on kat daha büyüktür.

VİSKOZİTE (*Akmazlık*)

- **Havanın Viskozitesi**

Havanın viskozitesi sıcaklığa bağımlı olup, 15 °C'de:

$1{,}78 \times 10^{-5}$ kg/m.s dir.

- **Suyun Viskozitesi**

Suyun viskozitesi, 25 °C'de:

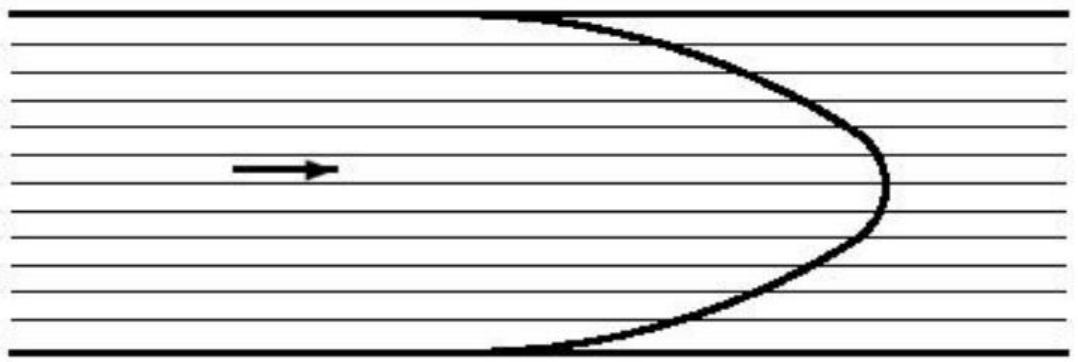
$8{,}90 \times 10^{-4}$ Pa•s veya $8{,}90 \times 10^{-3}$ dyne-sec/cm^2

https://tr.wikipedia.org/wiki/Viskozite

Akış Çeşitleri

Laminer (tabakalı, düzgün) ve **türbülanslı** (girdaplı) akış çeşitleri

Boru çapı ve akış hızına bağlı olarak ***laminer*** ve ***türbülans*** olarak üzere 2 çeşit akış vardır. Sıvılar belirli bir kritik hıza ulaşıncaya kadar boru içersinde ***laminer*** olarak akarlar. En orta kısımda maksimum hız vardır. Boru ile temas halindeki kısımda ise hız sıfırdır. Aşağıdaki şekilde boru içindeki laminer akış görülmektedir.

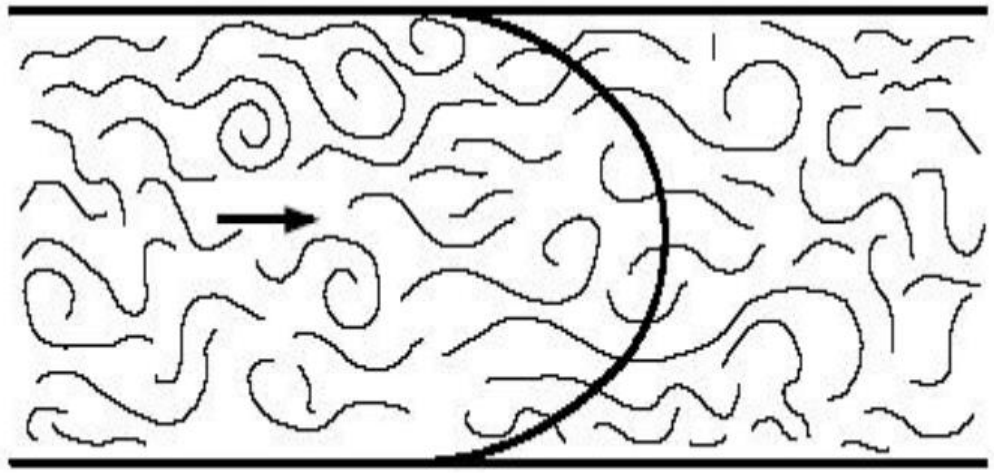


Laminer Akış

Akış Çeşitleri

Laminer (tabakalı, düzgün) ve **türbülanslı** (girdaplı) akış çeşitleri

Hızın arttırılması durumunda kritik hızdan sonra akış şekli değişir ve ***türbülanslı akış*** oluşur. Aşağıdaki şekilde boru içindeki türbülanslı akış görülmektedir. Kritik hız sıvının viskozitesi ve borunun kesitine bağlıdır.



Türbülanslı Akış

Reynolds Sayısı (***Re***)

- Bir akışkanın, atalet kuvvetlerinin (v_s .d), viskozite kuvvetlerine (μ/ρ) olan oranıdır.
- Bu değer bu iki tip kuvvetin belli bir akış şartı altında birbirine olan göreceli önemini verir.
- Reynolds sayısı, **düzgün akış ve türbülanslı akış gibi değişik akış rejimlerini nitelemek için** kullanılır.

Reynolds Sayısı (***Re***)

- Re ‘nin hesaplanması:

$$Q = A \times V$$

Q = Debi (mm^3/s)
V = Akış Hızı (mm/s)
A = Boru Kesit Alanı (mm^2)

$$Re = \frac{V \; x \; d}{v}$$

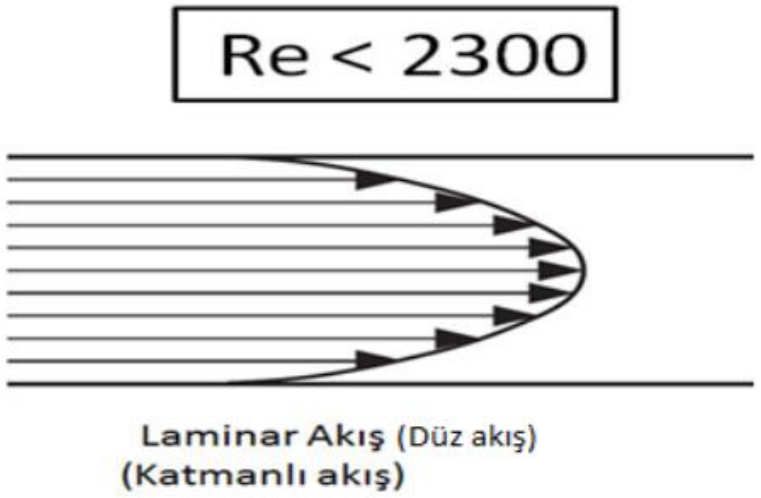
Re = Reynold Sayısı
V = Akış Hızı (mm/s)
d = Çap (mm)
v = Viskozite (mm^2/s)

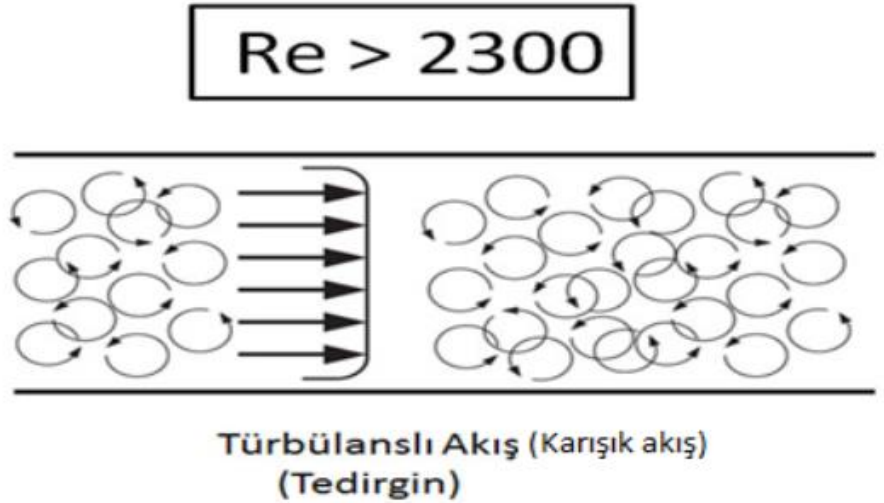
REYNOLDS

- Akışkanlar mekaniğinde birlikte kullanıldığı diğer katsayıların en önemlilerinden biridir ve dinamik benzerliği tanımlamak için kullanılır. İki geometrik olarak benzer akış modeli, akış değerleri farklı olan iki farklı sıvı içinde olsalar bile, eğer aynı ilgili katsayıya sahip iseler, bunlara dinamik benzer denir.
- Örneğin bir sineğin kanadının nasıl çalıştığını anlayabilmek için sinek kanadının büyütülmüş modelleri su içerisinde çalıştırılıp daha yavaş bir hızda aynı olay gerçekleştirilip gözlenebilmektedir. Burada önemli olan suyun ve havanın çalışma koşullarında aynı Re sayısına sahip olmalarıdır.

REYNOLDS SAYISI (Birimsiz)

- **Boru içinde**ki sıkıştırılamaz akışta **Re sayısı 2300'den küçük ise laminer akış, büyük ise türbülanslı akış** olarak ele alınır.
- Isı transferinde de Reynolds teoremi farklı orantılarla kullanılmaktadır. Reynolds sayısının artması ısı taşınım katsayısını artırır.





$$Re = \frac{\rho . v . d}{\mu} = \frac{v . d}{\upsilon}$$

Re : Reynolds sayısı (Birimsiz)
v : Akış hızı (cm/s)
d : Boru iç çapı (cm)
μ : Dinamik vizkosite (cm^2/s)
υ : Kinematik vizkozite (cm^2/s)

Bernoulli Denklemi

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g h_a = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho g h_b$$

a = Boru boyunca ilk nokta
b = Boru boyunca ikinci nokta
P = Statik basınç, kPa (psi)
ρ = Yoğunluk, kg/m^3 (lb/ft^3)
v = Hız, m/s (ft/s)
g = Yerçekimi ivmesi, 9,81 m/s^2 (32,2 ft/s^2)
h = Yükseklik, m (ft)

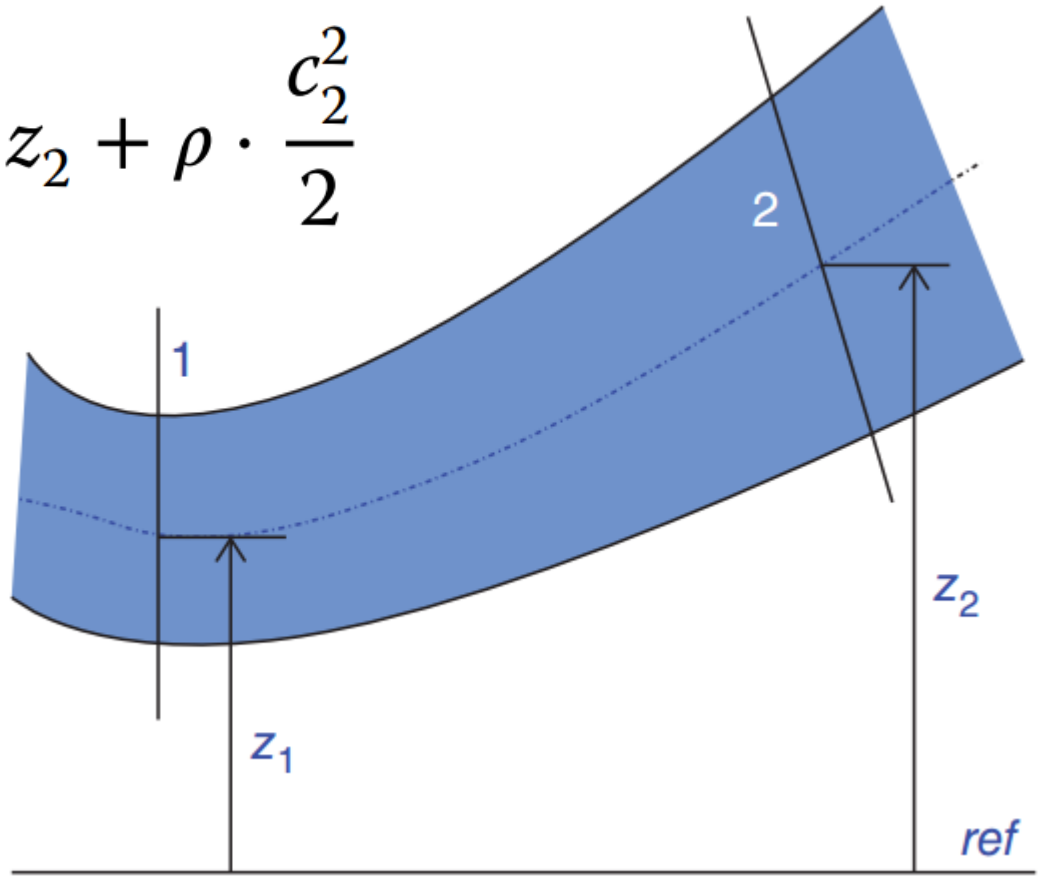
- Akışkanların akışına ilişkin temel kanunlardan birisi Bernoulli Kanunu'dur. En basit haliyle, **sürtünmesiz** bir akışkan için **basınç ile akışkan hızı arasındaki ilişki**yi açıklar. Bernoulli Kanunu'na göre "Sürtünmesiz akış hattı boyunca toplam enerji sabittir." Temelde basit çocuk salıncaklarındaki potansiyel enerji ile kinetik enerji arasındaki ilişkiye benzerdir; salıncaktaki toplam enerji potansiyel enerji ile kinetik enerji arasında değişir (basınç potansiyel enerji, akışkan hızı da kinetik enerji olarak düşünülebilir). İki nokta farklı yükseklikte konumlanmışsa, bunun dikkate alınması gerekir.

Bernoulli Denklemi

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 + \rho \cdot \frac{c_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + \rho \cdot \frac{c_2^2}{2}$$

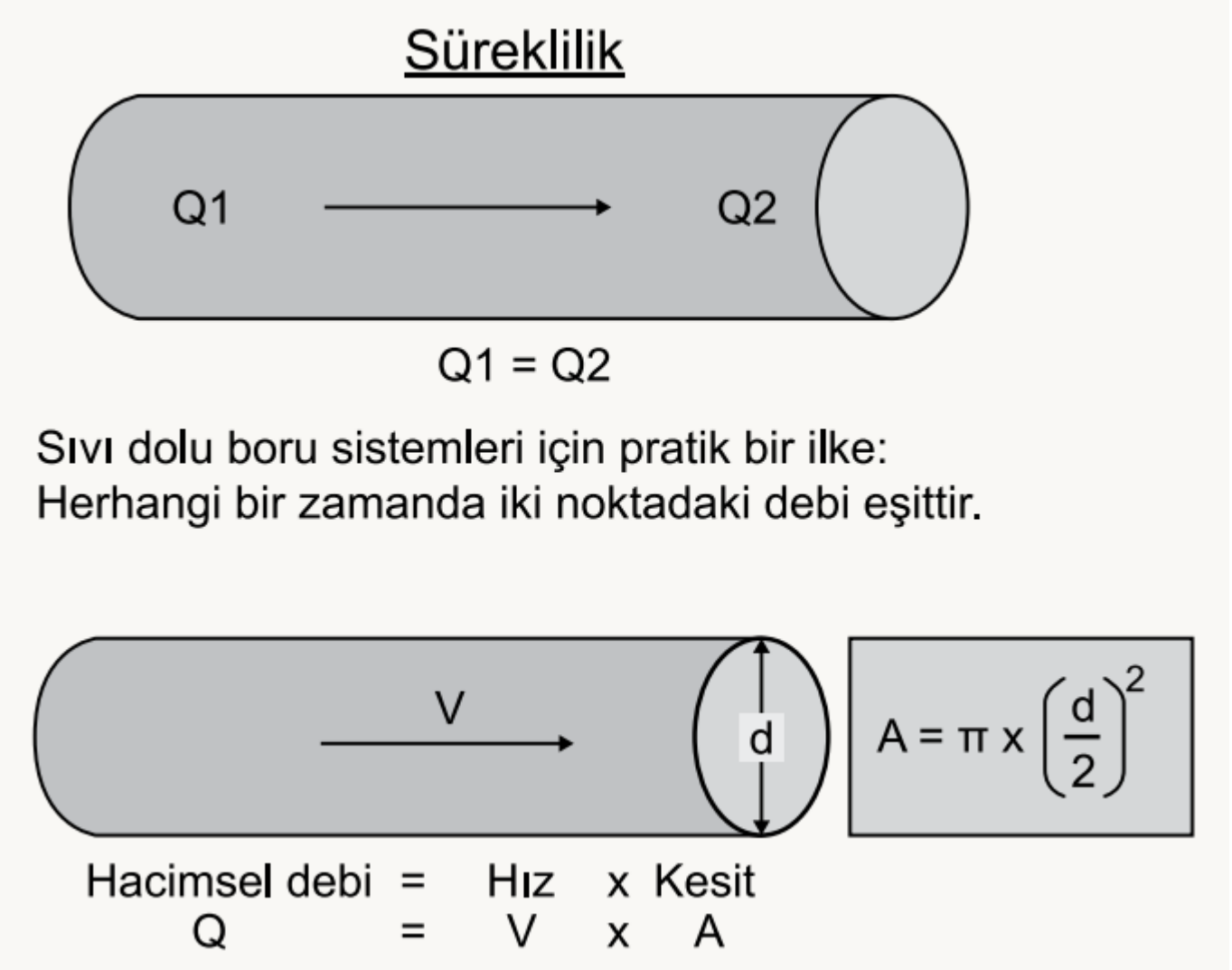
$$p_1 + \rho \cdot \frac{c_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot \frac{c_2^2}{2}$$

- Üstteki denklem genel hal, z eksenine göre yükseklik farkı olması durumunda
- Alltaki denklem yükseklik farkı sıfır olması durumunda (yatayda düz boru)



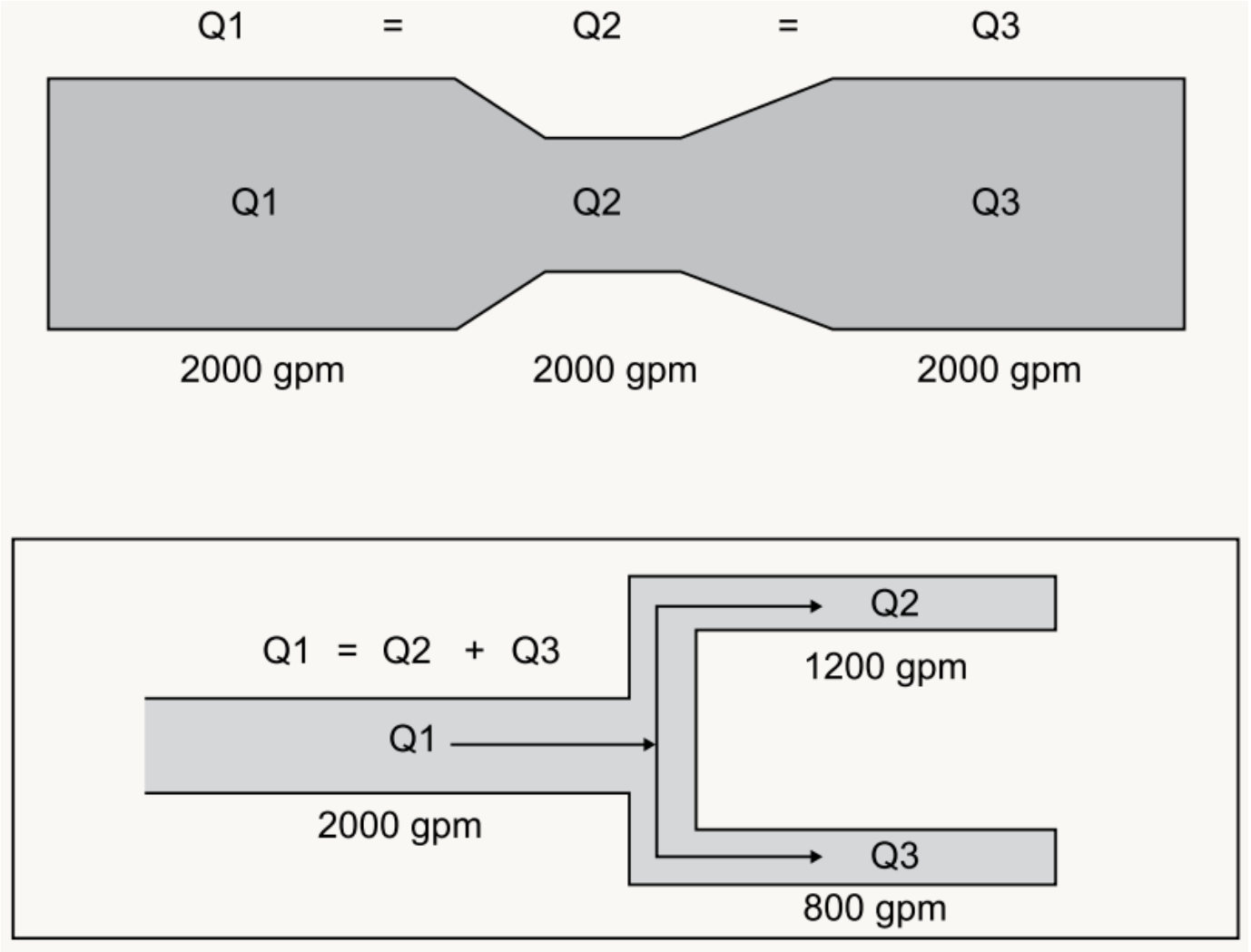
Süreklilik Kanunu

- Kapalı bir boruda debi her noktada aynıdır.
- Boru kollara ayrılırsa, boru kolu debilerinin toplamı, orijinal debiye (giriş debisine) eşit olur.
- Debi, ortalama hız ile kesitin çarpımına eşittir.

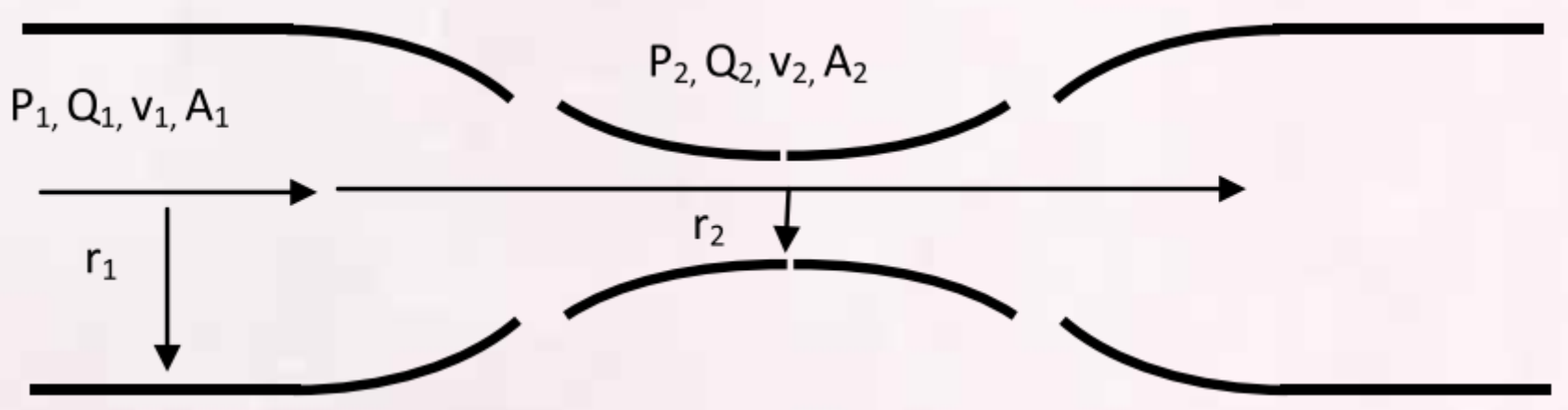


Süreklilik Kanunu

- Hacimsel debi borunun her bölümünde aynıdır.
- Boru kollara ayrılırsa, boru kollarındaki debilerin toplamı, giriş debisine eşit olur.



Süreklilik: Örnek Hesaplama



P = Basınç (kPa veya psi)

Q = Debi (l/s veya gpm)

v = Hız (m/s veya ft/s)

r = Boru yarıçapı (m veya ft)

A = Boru kesiti (m^2 veya ft^2)

Süreklilik: Örnek Hesaplama

A (giriş kesiti) ve B (çıkış kesiti) noktaları için aşağıdaki bilgiler elde mevcuttur:

Debi = Q_1 = 21 lt/s (yatay boru)

Yoğunluk (ρ) = 1 kg/lt

r_1 = 15 cm

P_1 = 5 Bar

r_2 = 2,5 cm

Basınç, debi ve boru alanları arasındaki bağıntıları kullanarak, borunun her iki kesitteki hızını ve 2 no.lu kesitteki basıncını, P_2 bulunuz.

Çözüm:

$Q_1=Q_2$ süreklilik

Daire kesitli boru

$A = \pi \cdot r^2$

A_1 = 3,1416 x $(0,15)^2$ = 0,0707 m^2

A_2 = 3,1416 x $(0,025)^2$ = 0,002 m^2

V= Q / A

21 lt/s = 0,021 m^3/s

$$p_1 + \rho \cdot \frac{v_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot \frac{v_2^2}{2}$$

v_1 = Q / A_1 = 0,021 / 0,0707 = 0,3 m/s

v_2 = Q / A_2 = 0,021 / 0,002 = 10,5 m/s

1 kg/lt = 1000 kg/m^3

5 Bar = 500.000 Pa = 500 kPa

P_2 = $P_1 + (\rho/2) . (v_1^2 – v_2^2)$

P_2 = 500.000 + (1000/2) . $(0,3^2 – 10,5^2)$ = 444.920 Pa = 444,92 kPa

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

TEMEL KAVRAMLAR

Pnömatik

PNÖMATİK

- Terimin yunanca kökeni “pneuma” olup, anlamı nefes almaktır. Türetilen “pnömatik” sözcüğü ile havanın özelliklerini, hareketlerini ve davranışını inceleyen bir fizik dalı adlandırılmıştır.
- Pnömatik, sıkıştırılmış hava gücü ile çalışan iş elemanlarının (silindirler ve motorlar) ve kumanda elemanlarının (valfler) çalıştırılmalarında gerekli olan endüstriyel uygulamalardır. **Pnömatik sıkıştırılmış havadaki mevcut enerjiyi kullanan bütün endüstriyel uygulamaların toplamıdır**. Endüstriye 1950’li yıllarda girmiştir.
- Pnömatik sistemlerin yeteri kadar iyi çalışabilmesi için **en az 7 Bar**lık bir hava hattı basıncı gereklidir. Standart çalışma basınçları 3-12 Bardır. Birkaç sistemin geniş alana dağılan hava hatlarıyla beslendiği yerlerde 10-12 Barlık hava basıncı tavsiye edilir.
- Çevremizi saran ve atmosferi dolduran havanın içinde çeşitli gazlar değişik oranlarda bulunmaktadır. Havadaki azot miktarı %78 oksijen oranı %21 civarındadır. Basınç, hacim ve sıcaklık kavramları pnömatikte temel değişkenlerdir. Temel prensipleri açıklayan bazı kanunlar vardır.

Pnömatik Sistemlere İlişkin Temel Kavramlar

- **Gazlarda Basınç**
- **Atmosfer Basıncı ve Mutlak Basınç**
- **Barometre**
- **Gaz Kanunları**
- **Kompresör Sıkıştırma Oranı**

Pnömatik Sistemler

GAZLAR BASINÇ

GAZ KANUNLARI

KOMPRESÖRLER

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

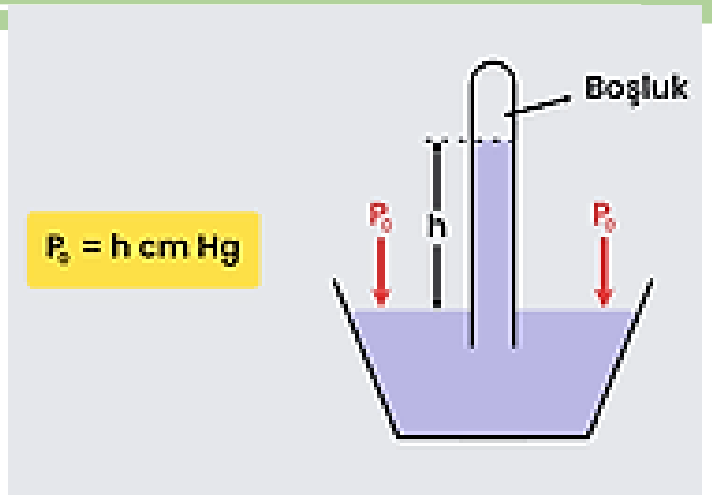
- Basınç

Bütün gazlar moleküllerden meydana gelir. Moleküller gaz içinde her yöne hareket eder. Moleküller temas ettikleri her yüzeye eşit kuvvetle etki eder. Bu kuvvete **basınç** adı verilir.

Moleküller her yöne hareket ettikleri için gaz içinde bulunduğu kabın tüm yüzeylerine eşit olarak etki eder.

Bilindiği gibi basınç, birim alana etki eden kuvvettir. 1 kg ağırlığındaki bir cismin $1cm^2$ alan üzerine yaptığı etki 1 kg/cm^2 olarak birimlendirilir.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler



- Basınç / Atmosfer Basıncı / Mutlak Basınç

Ölçü biriminde en çok kullanılan basınç birimi inç, kareye etki eden pound olarak kuvvet olup pound/inc^2 ve psi olarak gösterilir.

psi: pound per square inch

pound-force per square inch (lbf/in^2)

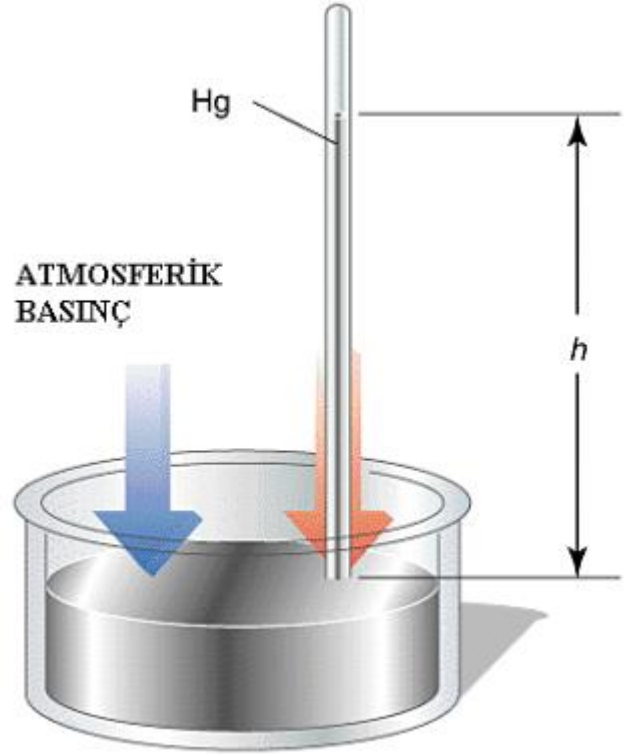
$1 kg/cm^2 = 14,22$ psi

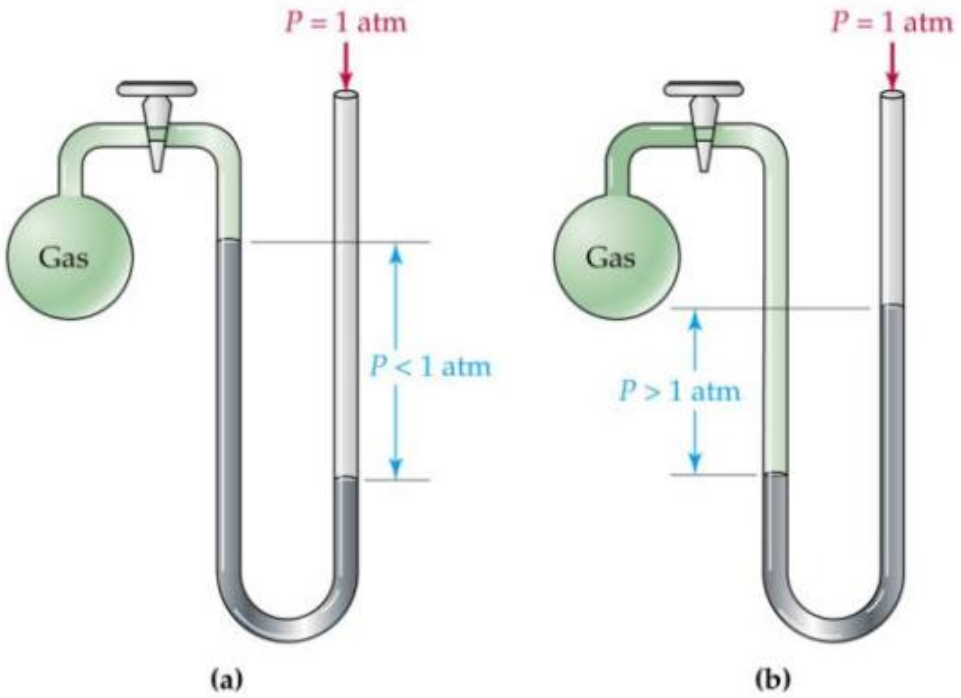
Gazların ve sıvıların basınçları genellikle manometre denilen basınç ölçme aletleri ile ölçülür. Manometre atmosfer basıncında sıfır değerini gösterir.

Bu sebepten manometrenin gösterdiği basınca atmosfer basıncını da eklersek mutlak basınç adı verilen gerçek basınç değeri bulunur.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- **Barometre**: Atmosfer basıncını ölçen cihaz

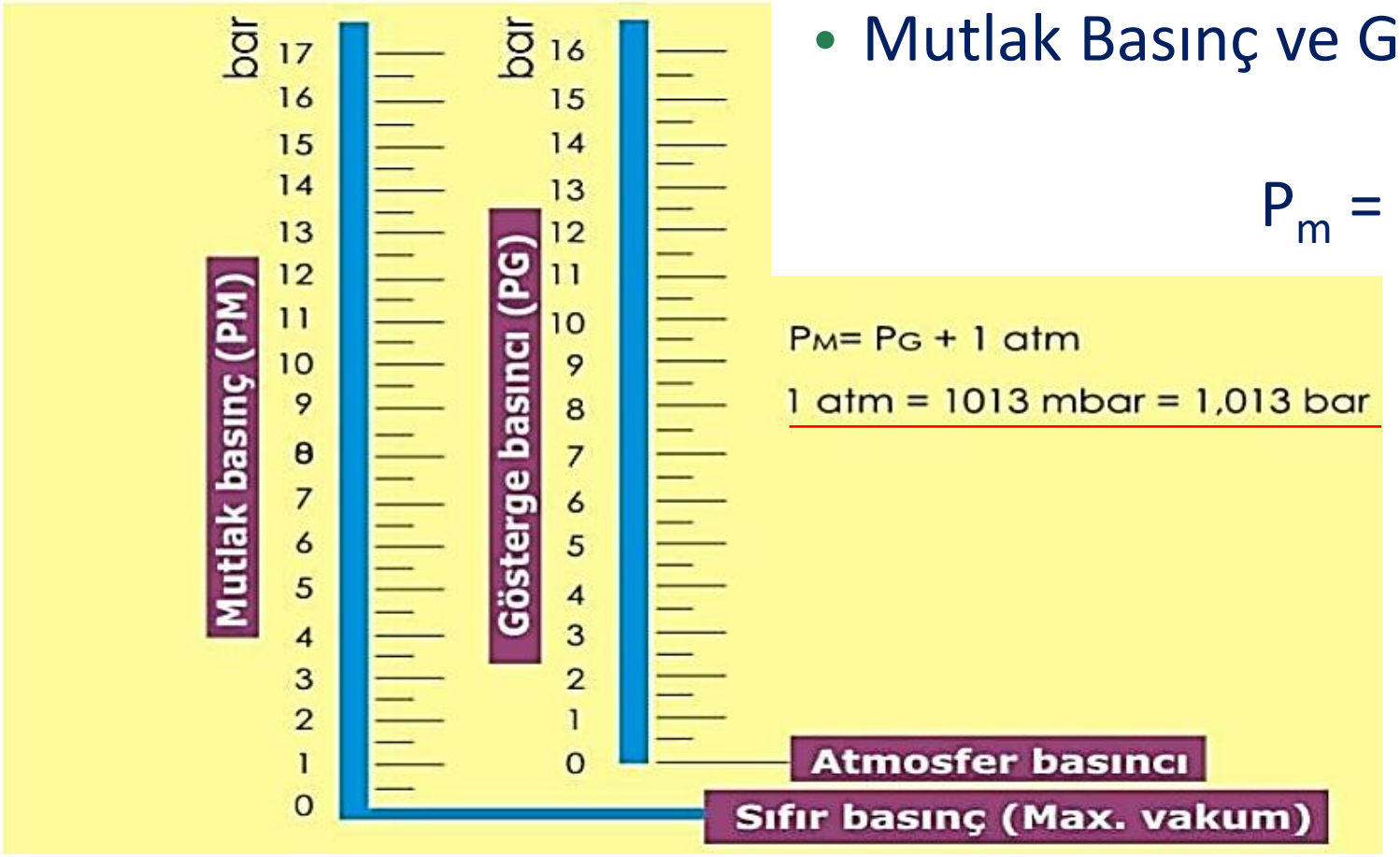




(a) Gaz basıncının atmosfer basıncından küçük olduğu durum

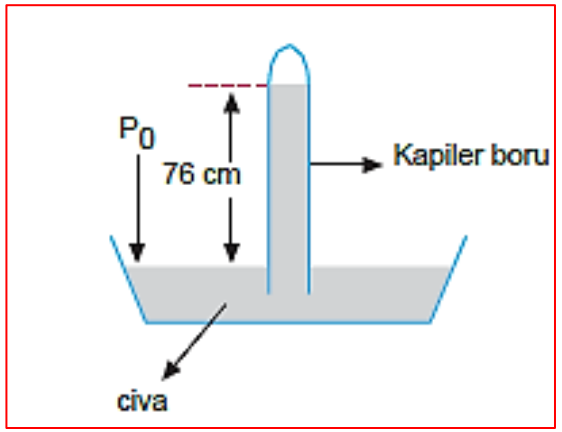
(b) Gaz basıncının atmosfer basıncından büyük olduğu durum

Gazlar ile ilgili temel ilkeler



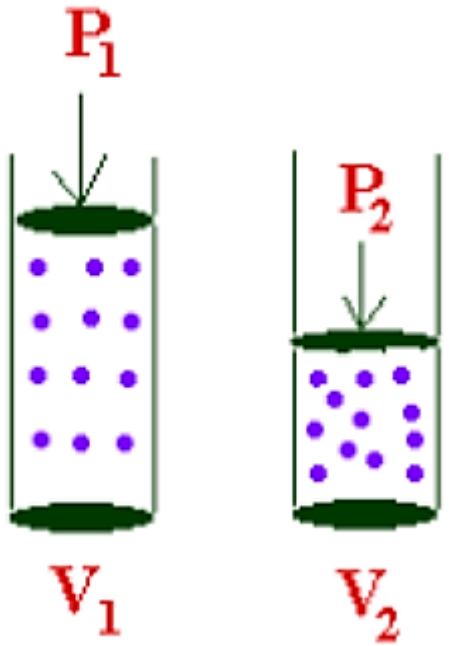
- Mutlak Basınç ve Gösterge Basıncı

$$P_m = P_g + 1\ atm$$



Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları



Örnek şekil: Gazlarda basınç hacim ilişkisi

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

Silindir içinde bulunan bir gaz, pistonun hareketi ile sıkıştırılmaktadır. Sıcaklık aynı kalmak şartıyla gazın hacmi küçültülürse basınç artar. Birinci durumdaki hacim V_1, mutlak basınç P_1, ikinci durumdaki hacim V_2, mutlak basınç P_2 ise;

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları: *Boyle-Mariotte Kanunu*

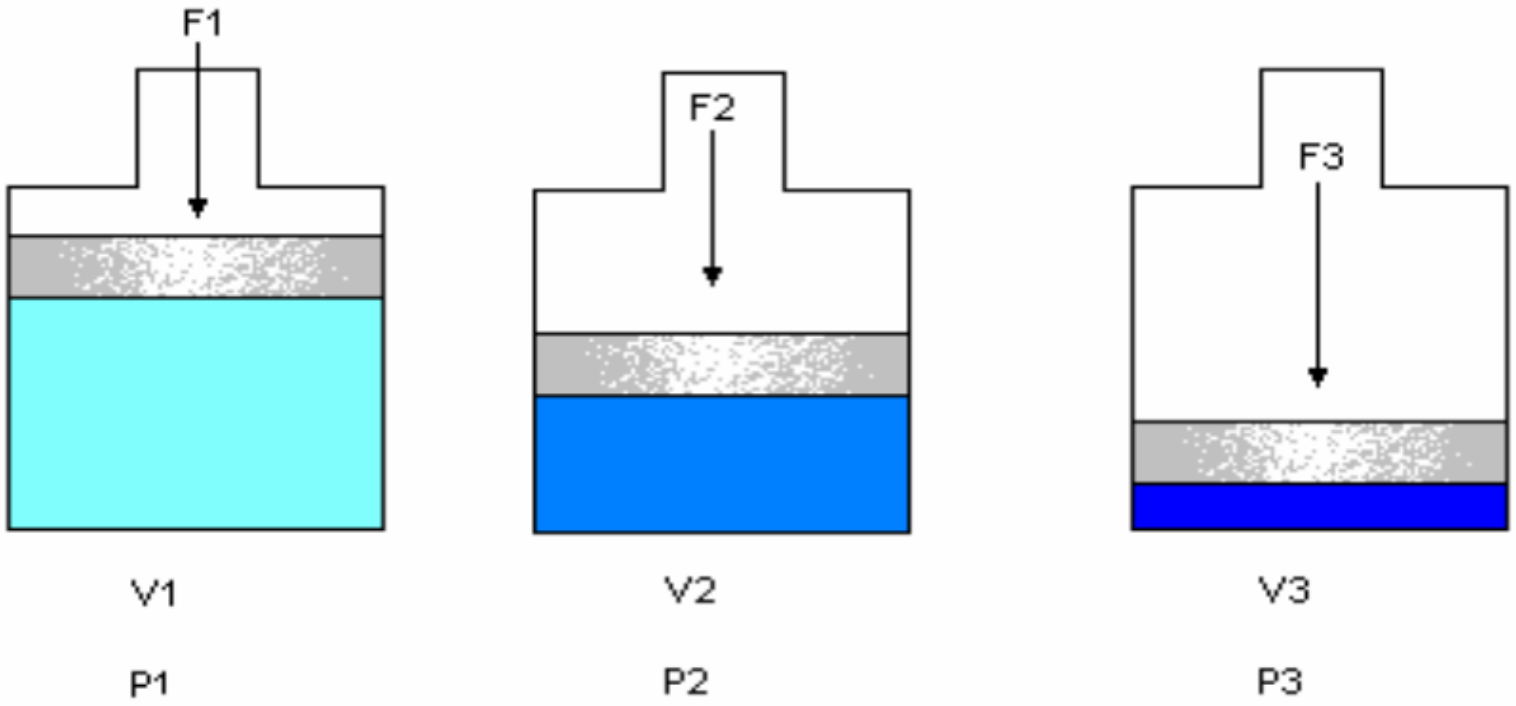
Boyle-Mariotte kanununa göre kapalı bir kap içinde ve sabit bir sıcaklıkta bulunan belirli bir miktardaki gazın mutlak basıncı, hacmi ile ters orantılıdır.

Başka bir deyişle kapalı bir kaptaki gazın sıcaklığının değişmediğini kabul etmek koşuluyla değişen basınç ve hacim durumlarında hacminin ve basıncının çarpımı sabittir.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları: *Boyle-Mariotte Kanunu* Pratik Uygulaması

P1.V1=P2.V2=P3.V3=……=Pn.Vn dir.



Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:

Boyle-Mariotte Kanunu

Pratik Uygulama

Örnek:

1 atmosfer basıncında 7 m^3 hacimli bir kapta bulunan gaz kütlesi sıcaklığı sabit kalacak şekilde sıkıştırılarak hacmi 1 m^3'e düşürülmektedir.

Buna göre basınçtaki artış miktarını hesaplayınız.

Verilenler

P1=1 atm

V1=7 m^3

V2=1 m^3

İstenen P2=?

Çözüm:

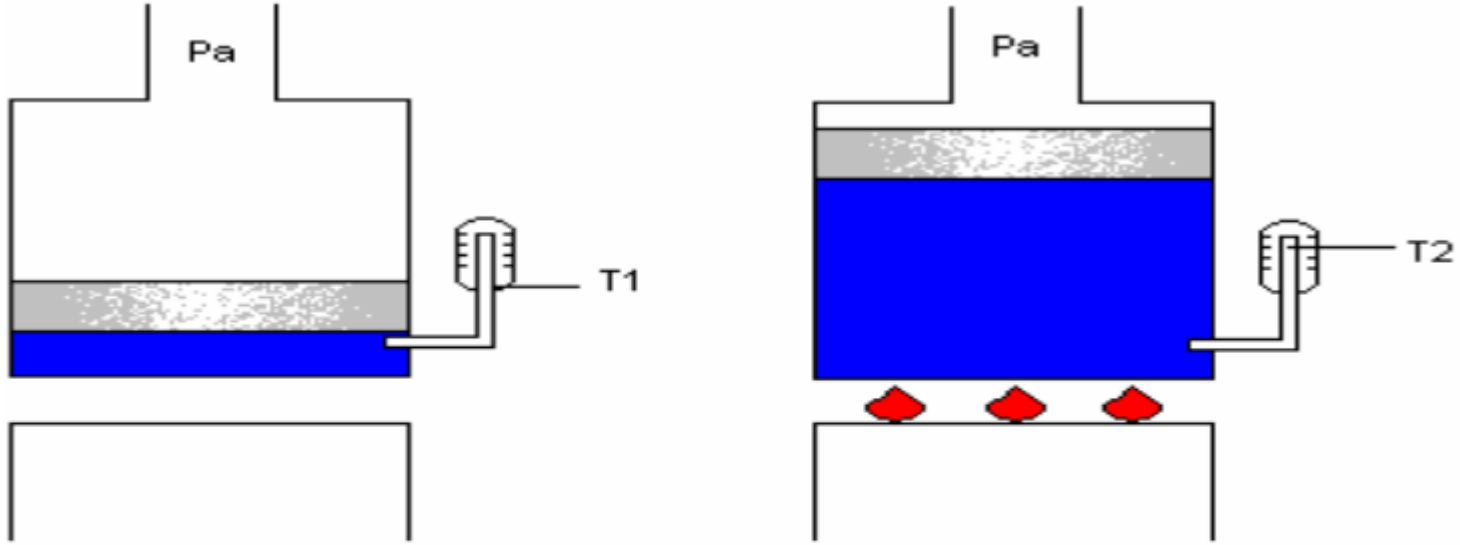
P1.V1= P2.V2 1.7= P2.1 P2= 7 Atm

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:

Gay-Lussac Kanunu

Cinsi, sıcaklığı ve basıncı ne olursa olsun her türlü gaz, basıncı sabit kalmak şartıyla eşit miktarda ısıtılınca aynı oranda genleşir.



$$V2=V1+(V1/273).(T2-T1)$$

T1=İlk Sıcaklık (Kelvin Derece- ^oK)
T2=Son Sıcaklık (Kelvin Derece- ^oK)
V1=İlk hacim (m^3)
V2=Son hacim (m^3)

Not = 0 ^oC=273 ^oK'dir

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları: *Gay-Lussac Kanunu*

Bir tank içinde bulunan gazın hacmi aynı kalmak şartıyla sıcaklığı t_1 ^{0}C'den t_2 ^{0}C'ye çıkarsa basıncı da artar.

Burada P_1 ve P_2 kg/cm^2 olarak gazın mutlak basıncını,

V_1 ve V_2 litre olarak gazın hacmini,

T_1 ve T_2 Kelvin derece (^{0}K) olarak gazın mutlak sıcaklığını göstermekte olup T_1= t_1+273'tür.$T_{2=}$ t_2+273'tür.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:

Gay-Lussac Kanunu

Pratik Uygulama

Örnek:

1 m^3 hacmindeki hava 300 ^oK sıcaklıktan 360 ^oK sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Basınç sabit olduğuna göre son sıcaklıktaki hacmi hesaplayınız.

Verilenler

$T1=300\ K=27\ ^oC$

$T2=360\ K=87\ ^oC$

$V1=1\ m^3$

İstenen $V2=?$

Çözüm:

$$V2=V1+(V1/273).(T2-T1)$$

$V2=1+(1/273).(360–300)=1.22\ m^3$

Havanın genleşme miktarı=V2-V1=1.22–1=0.22 m^3'tür.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları: ***Birleşik Gaz Denklemi***

Gay-Lussac ve Boyle-Mariotte birleştirildiğinde:

$$\frac{P_1.V_1}{T_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2}$$

şeklinde ifade edilir. Sıcaklık sabit kalmak şartıyla hacim ile mutlak basıncın çarpımı sabittir ve değişmez.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- İdeal Gaz Kanunu

Gaz akışkanlar, sıvı akışkanlarla karşılaştırıldıklarında yüksek oranda sıkıştırılabilirler. Gaz akışkanlar sıkıştırıldıklarında özgül kütlelerinde, basınçlarında ve sıcaklıklarında değişimler meydana gelir. Bu değişimler;

$$P = \rho RT \text{ ya da } P\forall = mRT$$

bağıntısıyla ifade edilir (Douglas 1986b). Bu eşitliğe "ideal" ya da "mükemmel" gaz kanunu ya da ideal gazın "durum" eşitliği denir. Gazların tümü yüksek sıcaklılarda ve düşük basınçlarda ideal gaz denklemine uygun davranırlar. Yukarıdaki eşitlikte;

P :Mutlak basınç (Pa)
ρ :Özgül kütle (kg/m^3)
T :Mutlak sıcaklık (K)
R :Gaz sabiti (J/kg.K)
$\forall$:Hacim (m^3)
m :Kütle (kg)'dır.

Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

Birleşik Gaz Denklemi

İdeal Gaz Denklemi

Gas Law	*Formula*
Boyle's law	$P_1V_1 = P_2V_2$
Charles's law	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Gay-lussac's law	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
Combined law	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
Ideal gas law	$PV = nRT$

Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Oranı

Kompresör, gaz basıncını artıran bir makinedir. Normal olarak kompresöre belli bir basınçta giren gaz, daha yüksek basınçla çıkar. Emme ve basıncı arasındaki fark, kompresörde gaz üzerinde yapılan işten dolayıdır. Sıkıştırma oranı R, emme ve basma basıncının mutlak değerlerinin oranıdır.

$$R = \frac{P_2}{P_1}$$ ‘dir.

Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Oranı / Örnek Hesaplama:

Örnek: Atmosfer basıncında hava emen bir kompresörün manometrede okunan çıkış basıncı 2 kg/cm^{2}dir. Sıkıştırma oranını bulunuz.

P_1= 1,033 kg/cm^2 atmosfer basıncı
P_2= 1,033 +2 = 3,033 kg/cm^2 mutlak basınç
R= 3,033/1,033 = 2.9

Kompresörlerde daima gaz basınçlarını yükselttikleri için R daima birden büyük bir sayıdır. R kompresörün gaza ilave ettiği basınç miktarının bir göstergesidir.

Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Sıcaklığı

Kompresör, gaz basıncını artırırken aynı zamanda gazın sıcaklığı da artar. Sıcaklık artışının miktarı gaz cinsine göre değişir. Hafif gazlar daha çok ısınır. Örneğin, metan etandan hafiftir. O hâlde aynı sıkıştırma oranı için metan daha fazla ısınır.

Kompresörde basılan gazın sıcaklığını belirleyen faktörleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Emme sıcaklığı
- Sıkıştırma oranı
- Gazın cinsi

KAYNAKLAR: (web)

Prof. Dr. Metin Güner – Açık Ders Malzemeleri (Ankara Üniversitesi)

- https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=771

Doç. Dr. Seyfi Şevik – Ders Notları (Hitit Üniversitesi)

- http://web.hitit.edu.tr/seyfisevik/dersmateryalleri/21417

Prof. Dr. Davut Karayel – Ders Notları (Akdeniz Üniversitesi)

- http://aves.akdeniz.edu.tr/dkarayel/dokumanlar