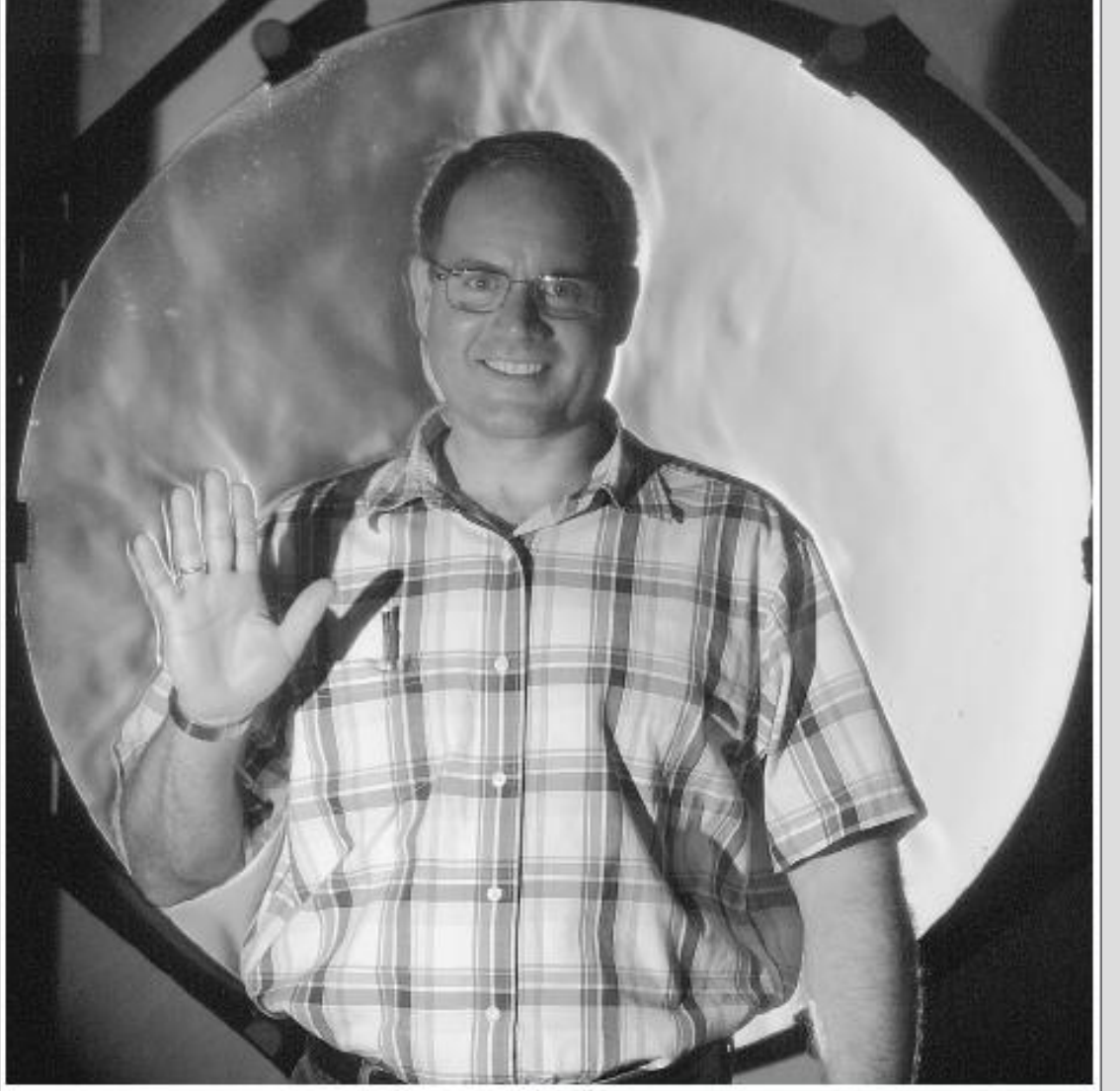


Akışkanlar Mekaniği: Temelleri ve Uygulamaları, 2nd Edition
Yunus A. Cengel, John M. Cimbala
McGraw-Hill, 2010

Bölüm 1

GİRİŞ VE TEMEL KAVRAMLAR

**Professor Cimbala
'nın Schlieren
görüntüsündeki
termal ısı yayılımı
sizleri akışkanlar
mekaniğinin büyüğü
dünyasına davet
etmektedir.**



Amaçlar

- Akışkanlar mekaniğinde temel kavramlar anlayabilmelisiniz.
- Pratik uygulamada karşılaşılan farklı akış problemleri tanıyabilmelisiniz.
- Mühendislik problemlerini modelleyebilmeli ve sistematik bir yaklaşımla çözebilmelisiniz.
- Doğruluk, hassasiyet ve anlamlı basamak kavramları hakkında bilgi edinebilmeli ve mühendislik hesaplarında boyut uyumunun önemini kavrayabilmelisiniz.

1-1 ■ GİRİŞ

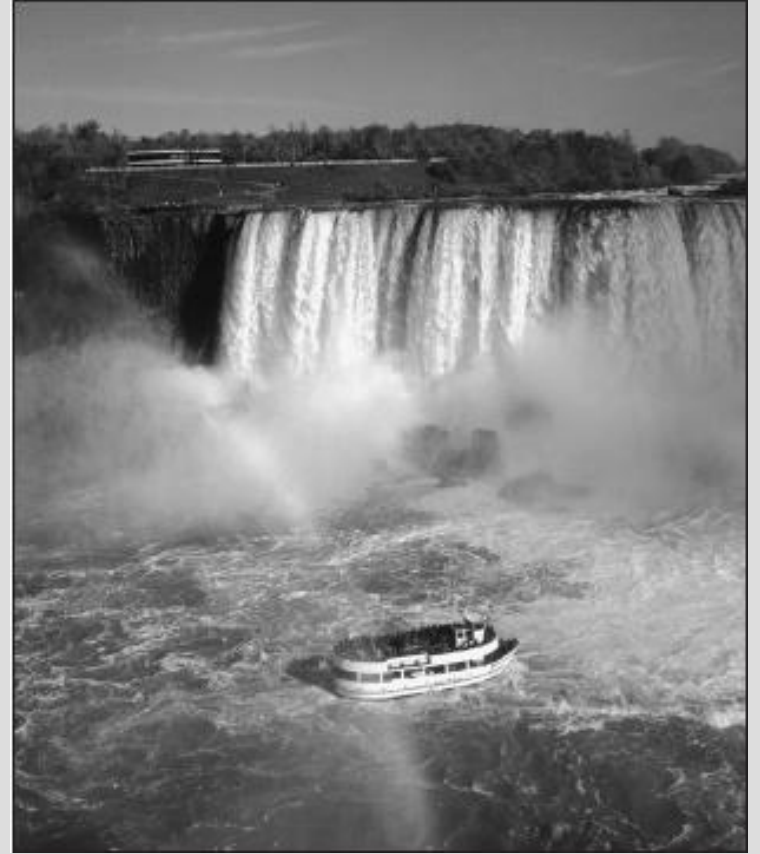
Mekanik: Kuvvetlerin etkisindeki durağan ve hareketli cisimler ile ilgilenen fizik biliminin en eski dalıdır.

Statik: Mekaniğin hareketsiz cisimler ile ilgili dalıdır.

Dinamik: Hareketli cisimler ile ilgili dalıdır.

Akışkan mekaniği: Alt dalı ise; akışkanların durağan haldeki (*fluid statics*) ya da hareket halindeki (*fluid dynamics*) davranışları ve akışkanların diğer akışkanlar ve katılar ile oluşturdukları sınırlardaki etkileşimleri ile ilgilenen bilim dalı.

Akışkan dinamiği: Akışkanın durağan hali, hareket hızının sıfır olduğu özel bir durum.



Akışkanlar mekaniği hareketli ya da durgun haldeki sıvı ve gazlar ile ilgilenir.

Hidrodinamik: Uygulamada sıkıştırılamaz kabul edilen akışkanların (sıvılar, su ve düşük hızlarda hareket eden gazlar) hareketi ile ilgili çalışmalar.

Hidrolik: Sıvıların boru ve kanallardaki akışı ile ilgilenen alt dalı.

Gaz dinamiği: Gazların yüksek hızlarda lülelerden akması gibi akışkan yoğunluğunun akışkan yoğunluğunun önemli miktarlarda değiştiği akışlar ile ilgilenir.

Aerodinamik: gazların (özellikle havanın) uçak, roketler ve otomobiller gibi cisimlerin etrafındaki yüksek ve düşük hızlı akışı ile ilgilenir.

Meteoroloji, oşinografi, ve hidroloji: Doğal olarak oluşan akışlarla ilgilenir.

Akışkan nedir?

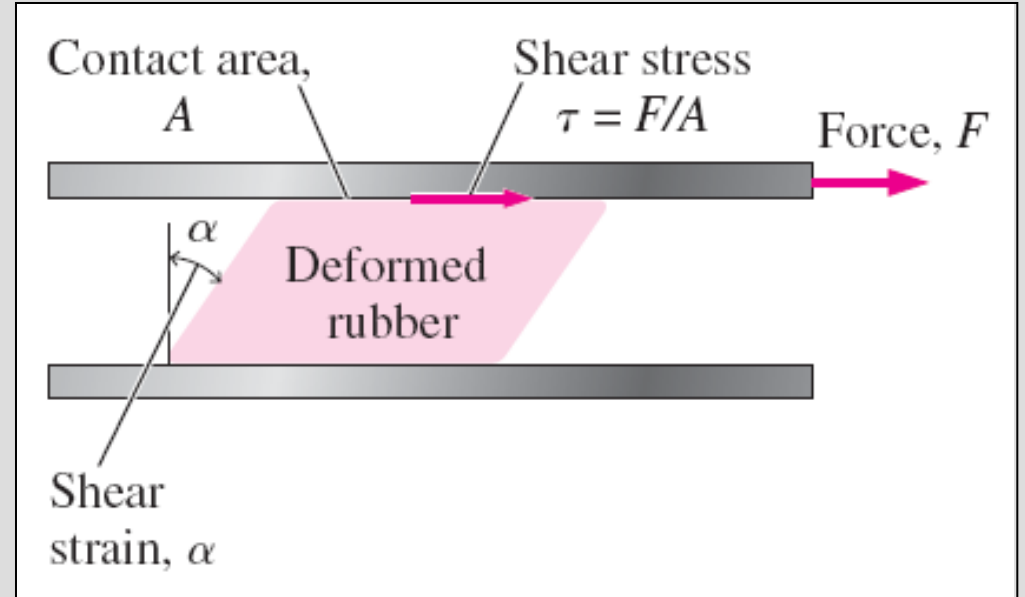
Akışkan: Sıvı ve gaz halindeki madde akışkan olarak nitelendirilir.

Katı, uygulanan kayma gerilmesine bir miktar deforme olarak direnebilir.

Sıvı, kayma gerilmesi ne kadar küçük olursa olsun sürekli şekil değiştirir.

Katılarda, *gerilme, şekil değiştirme* ile orantılıdır. Fakat sıvılarda *şekil değiştirme hızı* ile orantılıdır.

Sabit kayma gerilmesi uygulandığında, katının şekil değiştirmesi belirli bir noktada son bulurken, sıvının şekil değiştirmesi asla durmaz ve belirli bir şekil değiştirme hızına yaklaşır.



İki tabaka arasına yerleştirilen lastik takozun kayma kuvveti etkisi ile şekil değiştirmesi. Kayma gerilmesi takozun altında oluşur - eşit fakat ters kayma gerilmesi takozun üstünde oluşur .

Gerilme: Birim alana etkiyen kuvvet.

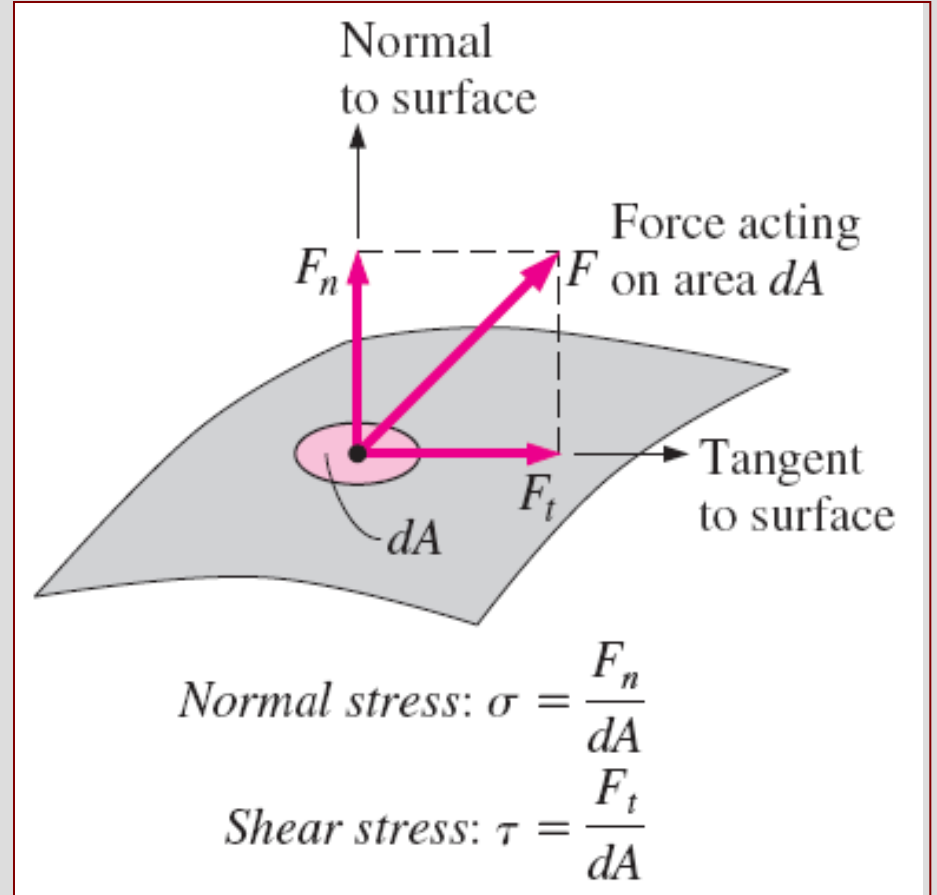
Normal gerilme: Yüzeyin birim alanına etkiyen kuvvetin dik bileşeni.

Kayma gerilmesi: Yüzeyin birim alanına etkiyen kuvvetin yüzeye teğetsel bileşeni.

Basınç: Durgun akışkanlardaki normal gerilme.

Sıfır kayma gerilmesi: Akışkanın hareketsiz hali kayma gerilmesinin sıfır olduğu durumdur.

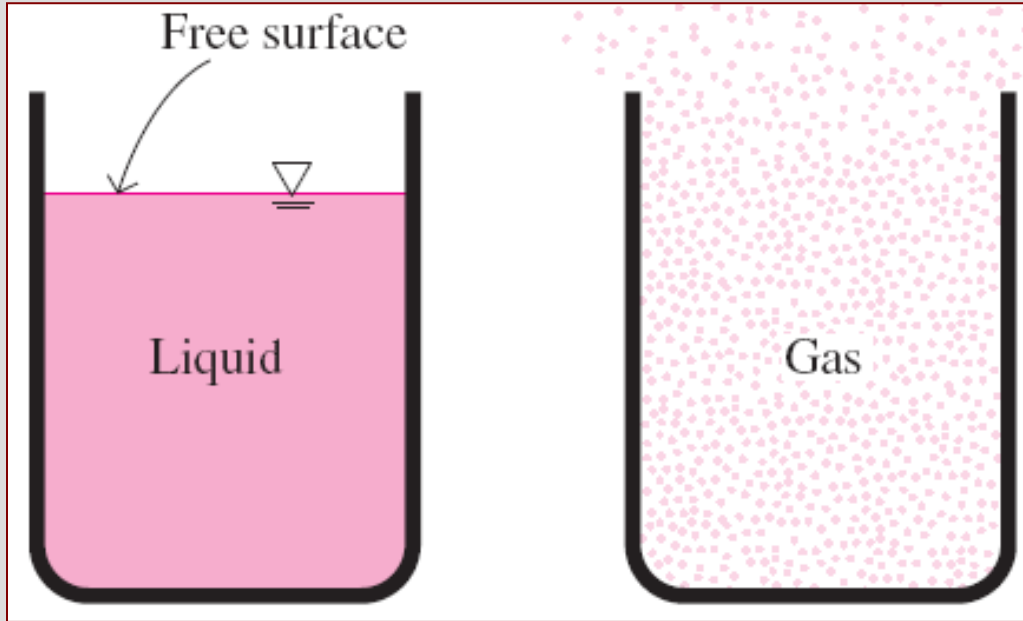
Kabın çeperi ortadan kaldırıldığında ya da kap eğildiğinde kayma başlar, akışkan sıçrar ya da serbest bir yüzey oluşturacak şekilde hareket eder.



Akışkan elemanının yüzeyindeki normal gerilme ve kayma gerilmesi. Durgun akışkanlarda kayma gerilmesi sıfırdır ve basınç sadece normal gerilmeden ibarettir.

Sıvılarda, molekül grupları birbirlerine göre bağıl olarak hareket edebilir fakat moleküller arasındaki güçlü kohezyon kuvvetleri sebebiyle hacimleri sabittir. Sonuç olarak sıvı, içerisinde buldukları kabın şeklini alır ve yerçekiminin etkisiyle serbest yüzey oluşturur.

Gaz kabın çeperlerine ulaşıncaya kadar genişler ve mevcut hacmin tamamını doldurur. Kohezyon kuvvetleri azdır. Serbest yüzey oluşturmazlar.



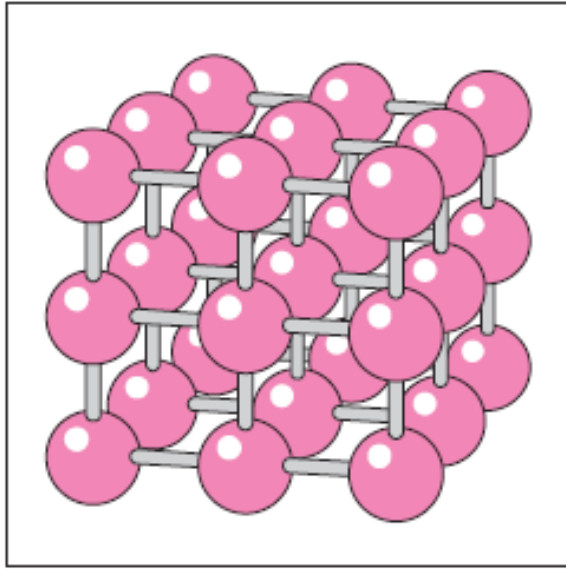
Gazlar sıvılardan farklı olarak serbest yüzey oluşturmaz ve genişleyerek mevcut hacmin tamamını doldurur.

Moleküllerarası bağ katılarda en güçlü, gazlarda en zayıftır.

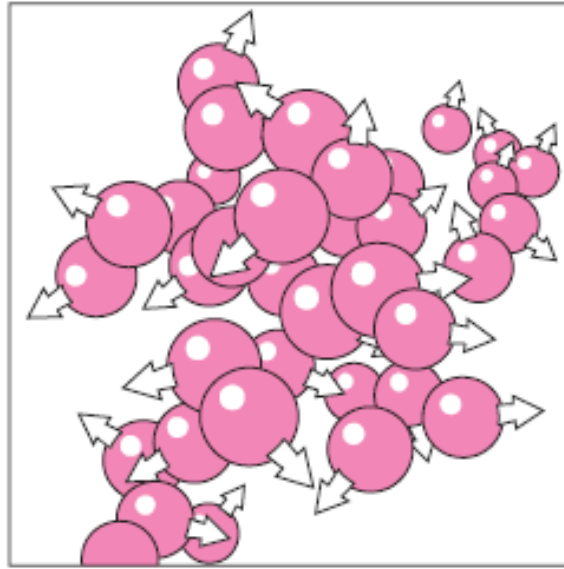
Kati: Moleküller birbirlerine çok yakın ve aynı düzendedir.

Sıvı: Moleküller arası mesafe katılardan farklı olmamasına rağmen birbirlerine göre döner ve hareket edebilirler.

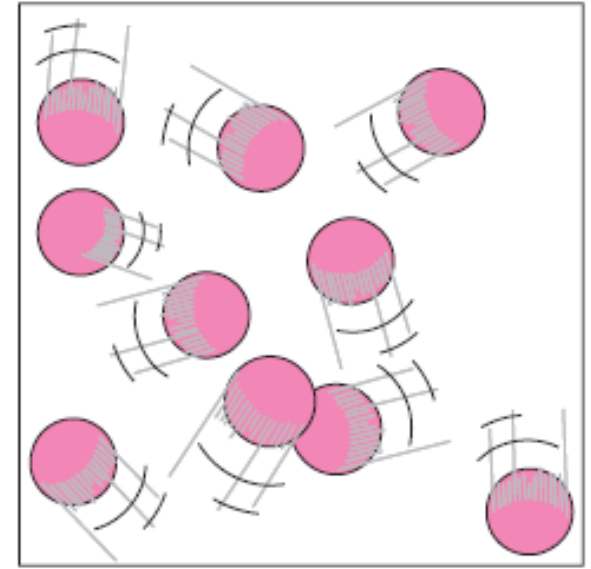
Gaz: Moleküller arası mesafe çok uzaktır ve serbestçe hareket edebilirler.



(a)



(b)



(c)

Maddenin farklı fazlardaki atom düzenleri: (a) katılarda moleküllerin konumları sabittir, (b) sıvılarda moleküller gruplar halinde, ve (c) gazlarda ise gelişigüzel hareket eder.

Gaz ve *buhar* çoğu zaman aynı anlamda kullanılan kelimelerdir.

Gaz: Bir maddenin buhar fazı, çoğunlukla kritik bir sıcaklığın üzerinde ise gaz olarak adlandırılır.

Buhar: Genellikle yoğuşma koşullarına çok yakın gaz halini ifade eder.

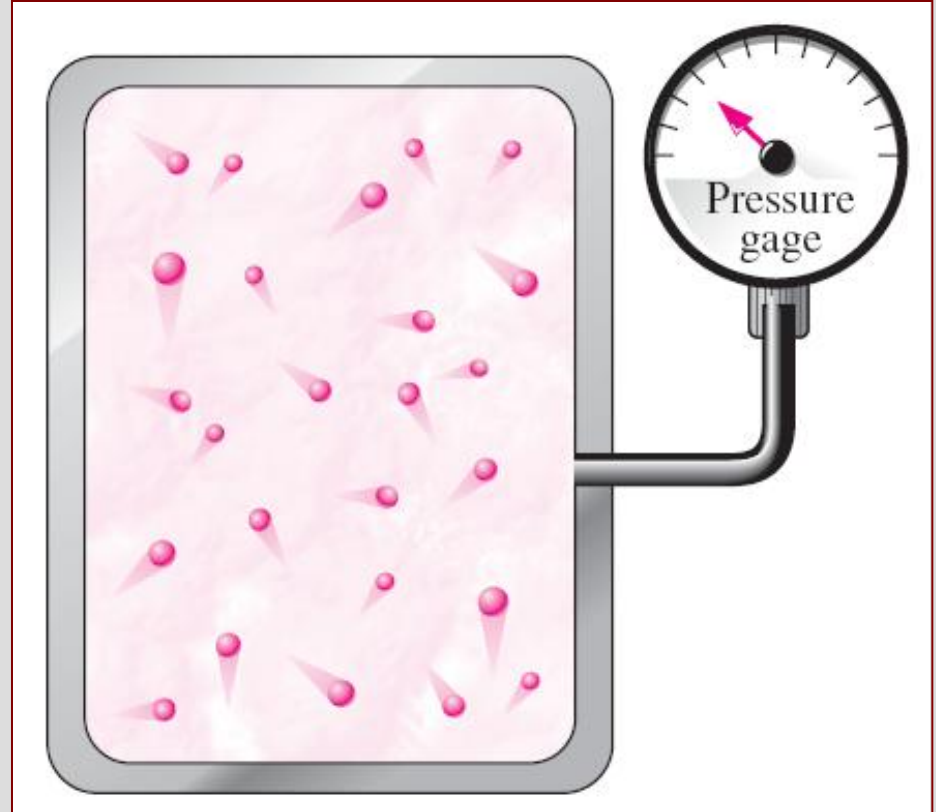
Makroskopik ya da klasik yaklaşım:

Tek tek moleküllerin nasıl hareket ettikleri ile ilgilenmez, mühendislik problemlerinin doğrudan ve daha kolay çözülmesini sağlar.

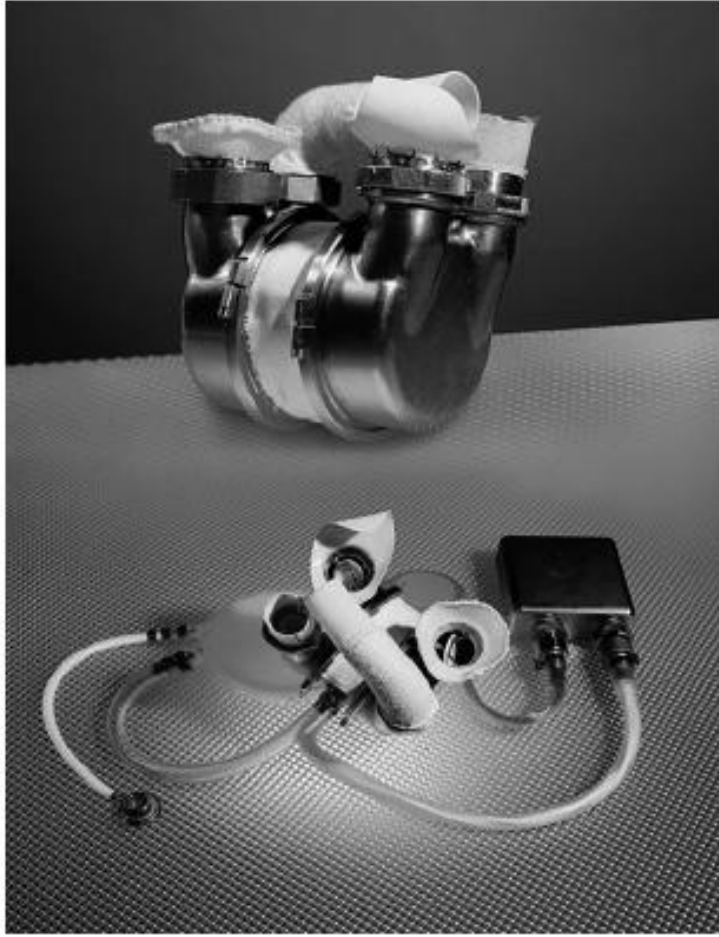
Mikroskopik or istatistiksel

yaklaşım: Geniş grupların ya da moleküllerin bireysel hareketlerine dayanır.

Basınç, mikroskopik ölçekte moleküllerin etkileşimi ile belirlenirken makroskopik ölçekte bir manometre ile ölçülebilir.



Akışkanlar mekaniğinin uygulanma alanları



Yapay kalp yapımında kullanılır.



Natural flows and weather

© Vol. 16/Photo Disc.



Power plants



Boats

© Vol. 5/Photo Disc.



Aircraft and spacecraft

© Vol. 1/Photo Disc.



Human body



Cars



Wind turbines

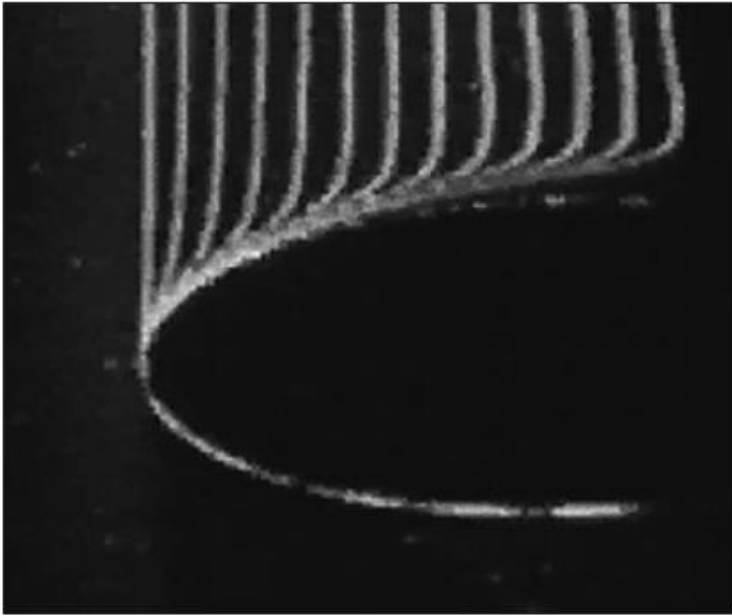


Piping and plumbing systems

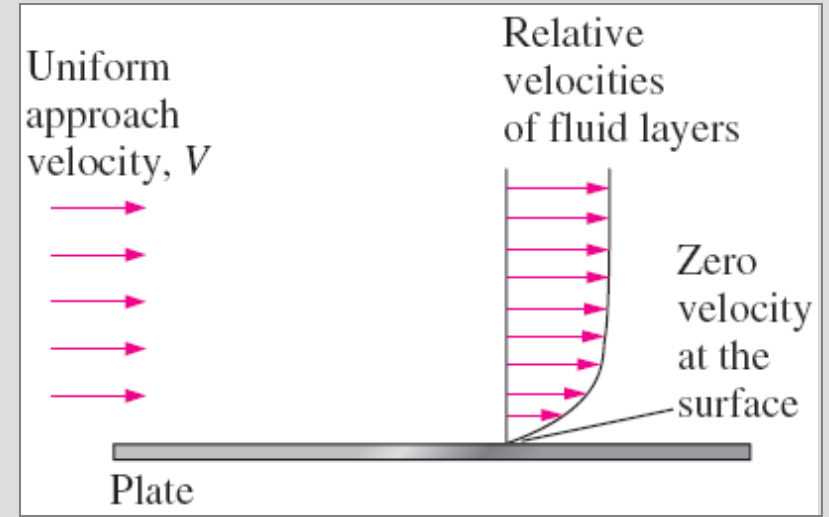


Industrial applications

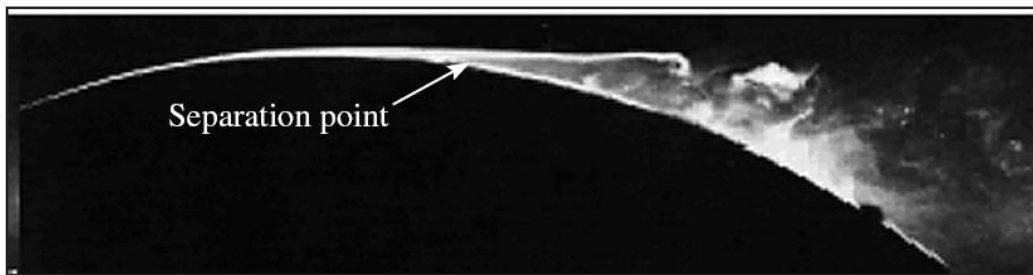
1-2 ■ KAYMAMA KOŞULU



Küt burunlu cisim üzerindeki akışta, kaymama koşulu nedeni ile hız profillerinin oluşması.



Hareketsiz bir yüzey üzerinden akan akışkan, kaymama koşulundan dolayı yüzeye temas ettiğinde tamamen durur.



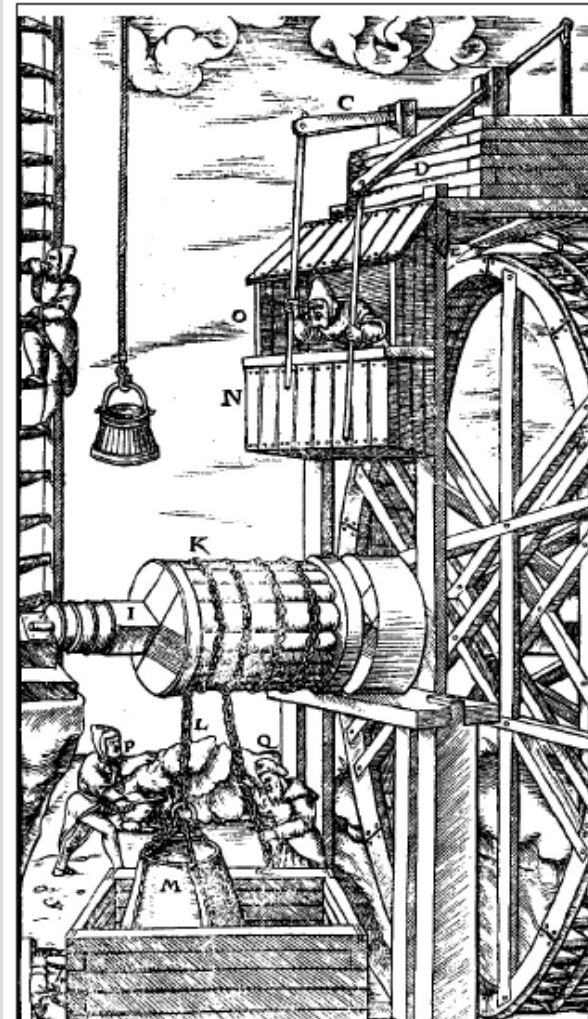
Eğrisel bir yüzey üzerinde akış ayrılması.

Kenar tabaka: Viskoz etkilerin (hız profillerinin) önemli olduğu yüzeye yakın akış bölgesine sınır tabaka adı verilir.

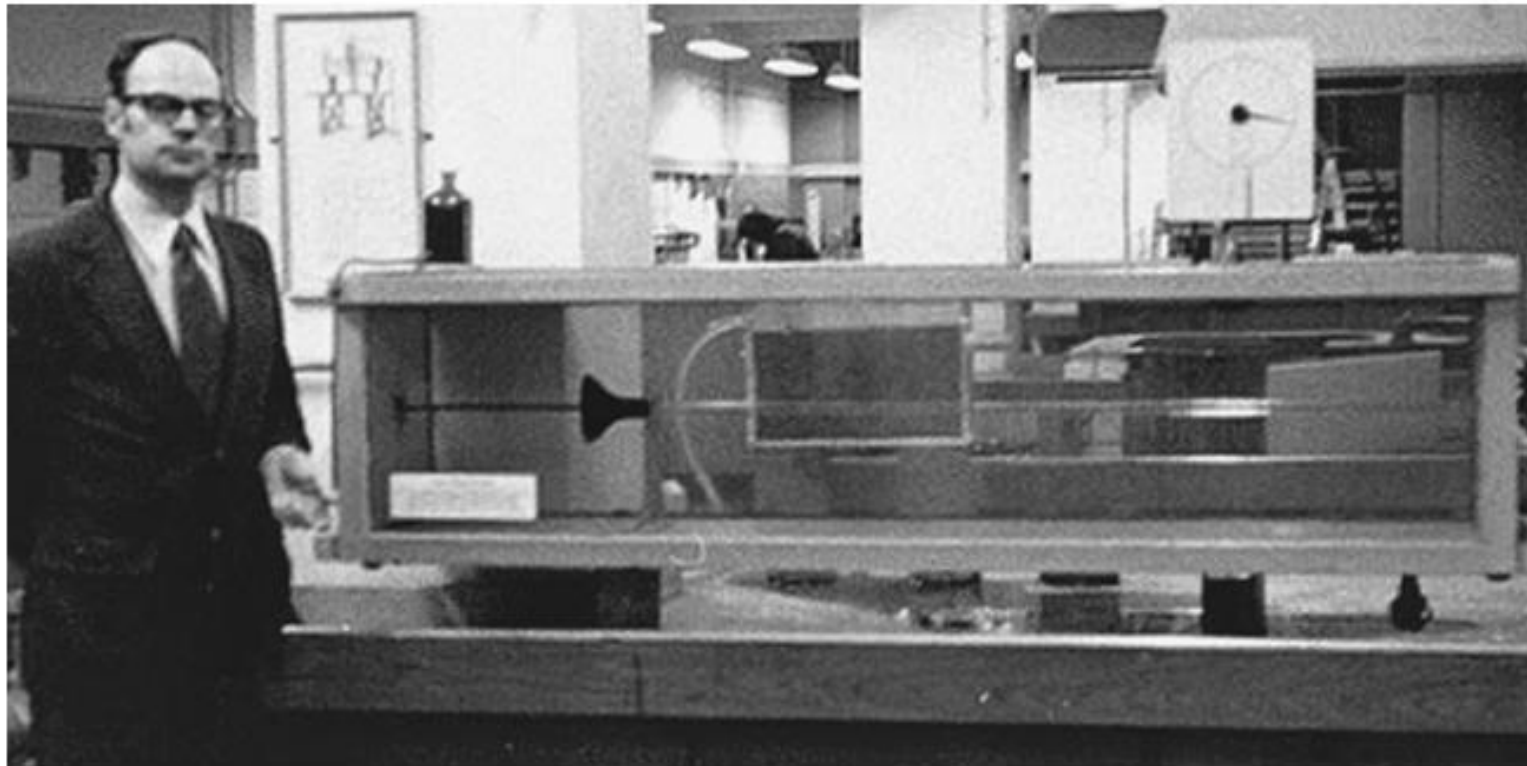
1-3 ■ AKIŞKANLAR MEKANİĞİNİN KISA BİR TARİHİ



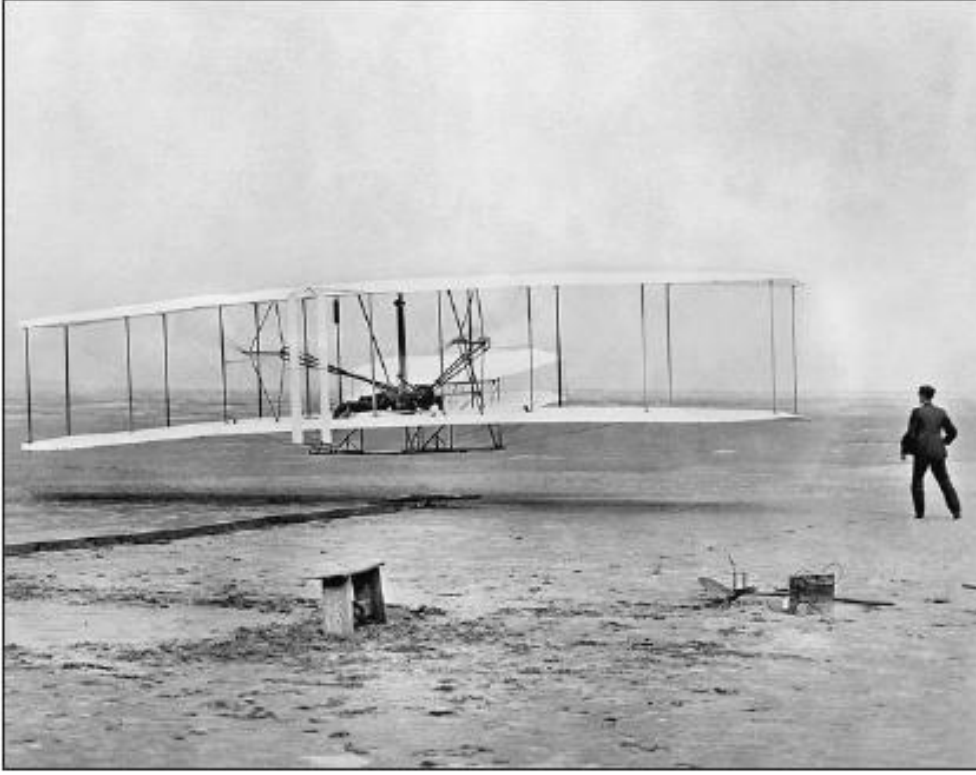
Bergama boru hattının bir parçası.
Kilde yapılmış boruların çapları 13-18
cm dir



Su çarkı ile çalıştırılan bir
maden asansörü.



Osborne Reynolds boru içlerindeki türbülansı gösteren orijinal deney düzeneği. (John Lienhard - the University of Manchester in 1975)



Wright kardeşler Kitty Hawk 'ta uçmaya hazırlanırken.

Woodward yakınlarında her biri 1.5 MW gücündeki 68 türbinden oluşan Oklahoma Rüzgar Enerji Santrali.

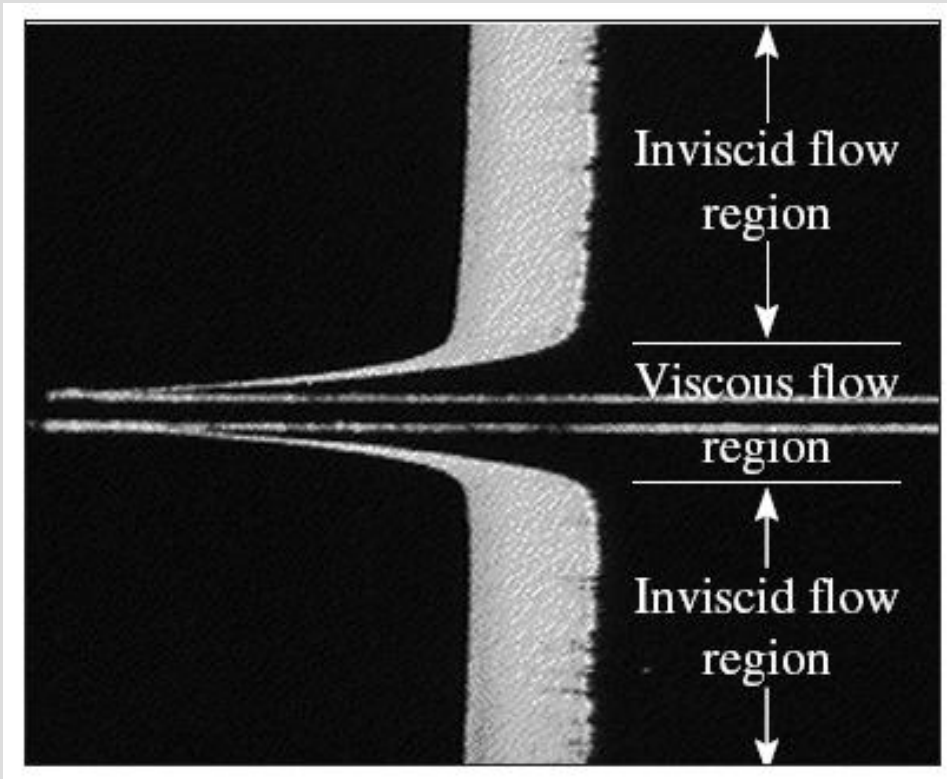


1-4 ■ AKIŞLARIN SINIFLANDIRILMASI

Viskoz ve Viskoz Olmayan Akış Bölgeleri

Viskoz Akışlar: Sürtünme etkilerinin önemli olduğu akış.

Viskoz olmayan akış bölgeleri: Uygulamada karşılaşılan akışların çoğunda viskoz kuvvetlerin atalet ve basınç kuvvetlerinin yanında ihmal edilebilecek kadar küçük kaldığı bölgeler (katı yüzeylerden uzak bölgeler).

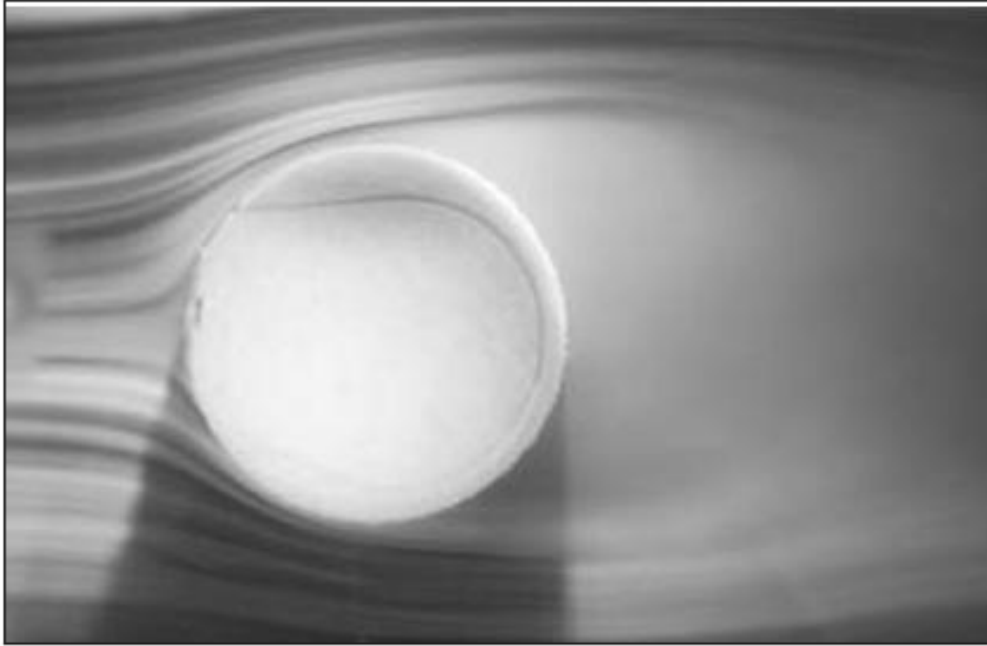


Düz plaka üzerinde üniform hızlı akıştaki viskoz (plakanın her iki tarafına bitişik) ve viskoz olmayan (plakadan uzaktaki) akış bölgeleri.

İç ve Dış Akışlar

Dış akış: Bir akışkanın bir plaka, bir tel ya da boru gibi bir yüzeyin üzerinden herhangi bir sınır olmaksızın akması.

İç akış: Şayet akışkan katı yüzeylerle tamamen sınırlandırılmış ise, yani akış bir boru ya da kanal içindeyse.



- Boru içi akış iç akış, tenis topu etrafındaki akış dış akıştır.
- Kanalın sadece bir kısmını dolduran serbest yüzeyli sıvı akışları, *açık kanal akışı* olarak adlandırılır.

Bir tenis topu etrafındaki dış akış ve arka tarafta oluşan türbülanslı art izi bölgesi.

Sıkıştırılabilir ve sıkıştırılamaz akışlar

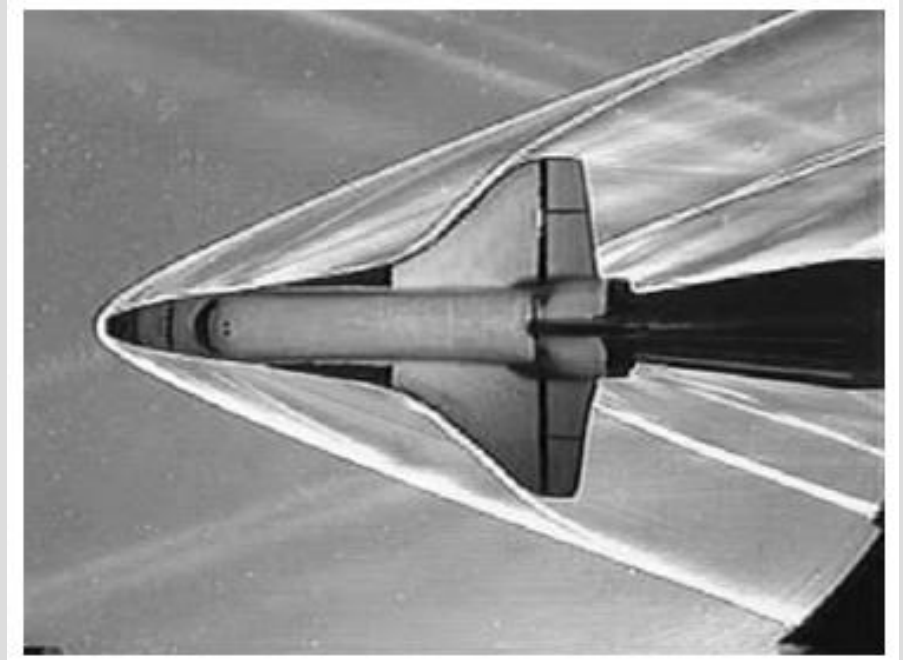
Sıkıştırılamaz akış: Yoğunluk akış boyunca her yerde neredeyse sabit kalıyorsa akış sıkıştırılamazdır. (ör: sıvı akışı).

Sıkıştırılabilir akış: Yoğunluk akış boyunca değişiyorsa sıkıştırılabilir akıştır(ör: yüksek hızlı gaz akışı)

Uzay araçları, roketler söz konusu olduğunda akış hızı genellikle **Mach number** olarak tanımlanır

$$Ma = \frac{V}{c} = \frac{\text{Speed of flow}}{\text{Speed of sound}}$$

- Ma = 1** Ses hızı akışı
- Ma < 1** Sesaltı akışı
- Ma > 1** Sesüstü akışı
- Ma >> 1** Hipersonik akış



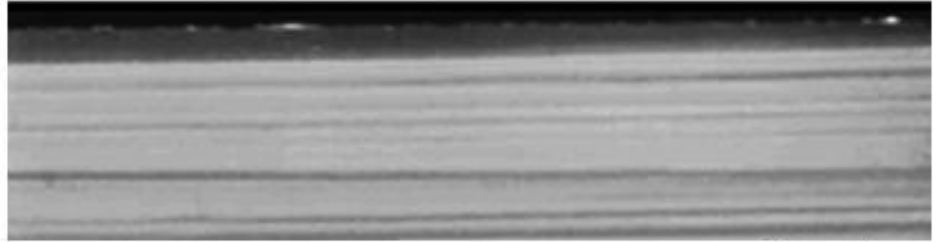
Schlieren image of a small model of the space shuttle orbiter being tested at Mach 3 in the supersonic wind tunnel of the Penn State Gas Dynamics Lab. Several *oblique shocks* are seen in the air surrounding the spacecraft.

Laminer ve Türbülanslı Akışlar

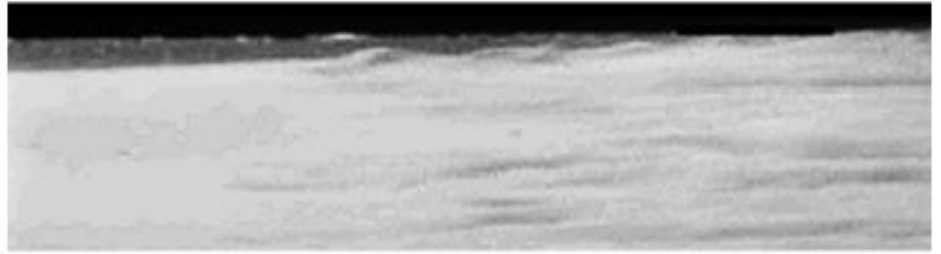
Laminer akış: Çalkantısız akışkan tabakaları ile karakterize edilen çok düzenli akışkan hareketi.

Türbülanslı akış: Genellikle yüksek hızlarda görülen ve hız çalkantıları olarak nitelendirilen çok düzensiz akışkan hareketleri.

Geçiş akışı: Laminer ve türbülanslı akış arasında olan akış.



Laminar



Transitional



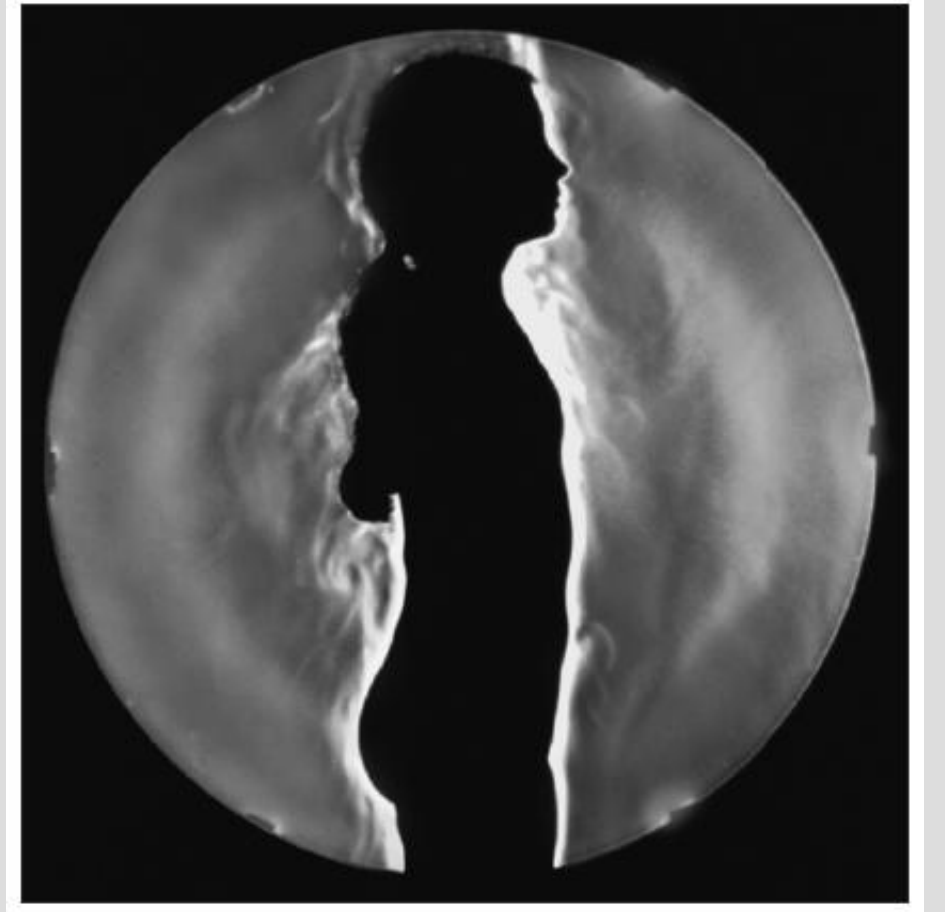
Turbulent

Laminer, geçiş ve türbülanslı akışlar.

Doğal (ya da Zorlanmamış) ve Zorlanmış Akışlar

Zorlanmış akış: Pompa ya da fan gibi dış etkenler ile bir borunun veya bir yüzeyin üzerinden akmaya zorlanır.

Doğal akış: Herhangi bir akışkan hareketi, ılık (yani az yoğun) akışkanın yükselmesi ve soğuk (çok yoğun) akışkanın alçalması ile kendiliğinden oluşan kaldırma etkisi gibi doğal nedenlerden olur .

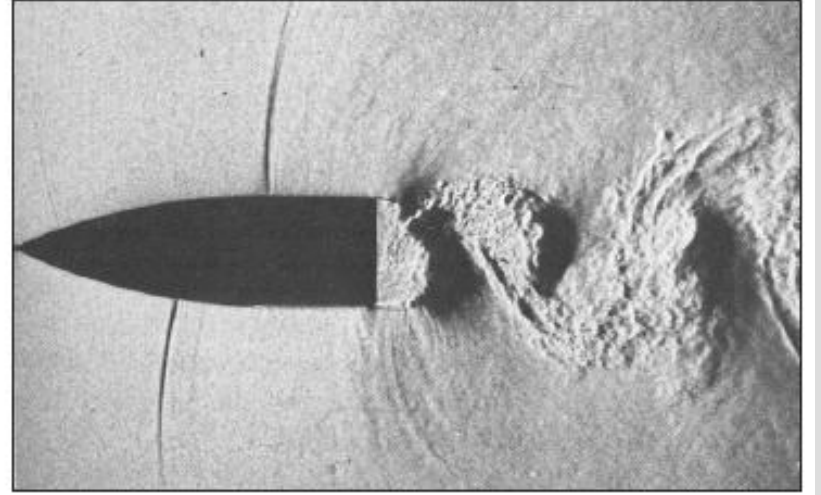


Şiliren (schlieren) görüntüsündeki mayolu genç kızın vücudu yakınındaki az yoğun, sıcak havanın yükselmesi, insanların ve sıcak-kanlı hayvanların yükselen, ılık bir hava tabakası ile sarılı olduğunu göstermektedir.

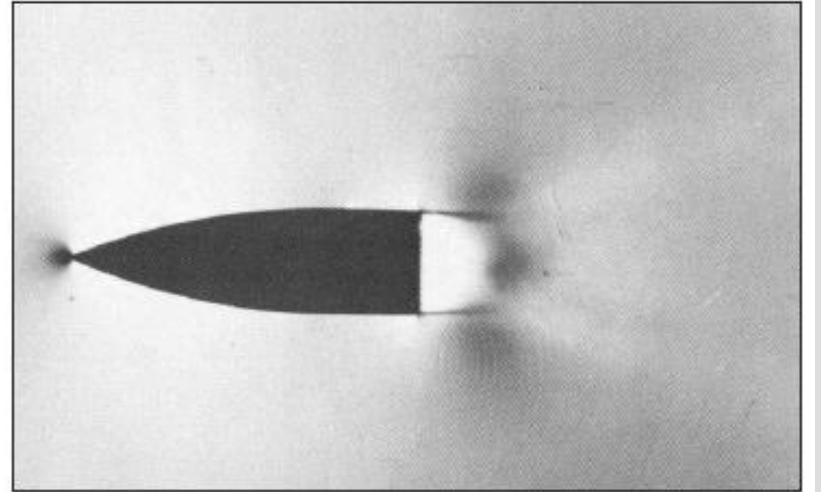
Daimi ve Daimi Olmayan Akışlar

- *Daimi* terimi bir noktada zaman içerisinde hiçbir değişim olmadığını ifade eder.
- Daimi 'nin karşıtı *daimi olmayan* dır.
- **Uniform** terimi belirlenmiş bir bölgede konuma bağlı hiçbir değişim olmadığını ifade eder..
- **Periodik** terimi akışın düzenli bir şekilde salınım yaptığı bir tür daimi olmayan akımlar için kullanılır.
- Türbin, kompresör, kazan gibi birçok cihaz uzun süre aynı koşullarda çalışır ve *daimi-akışlı makinalar* olarak adlandırılır

Küt tabanlı kanadın 0.6 Mach sayısındaki salınımlı ard izi (a) anlık görüntü (b) uzun süreli pozlandırılmış (zaman-ortalama) görüntü.



(a)



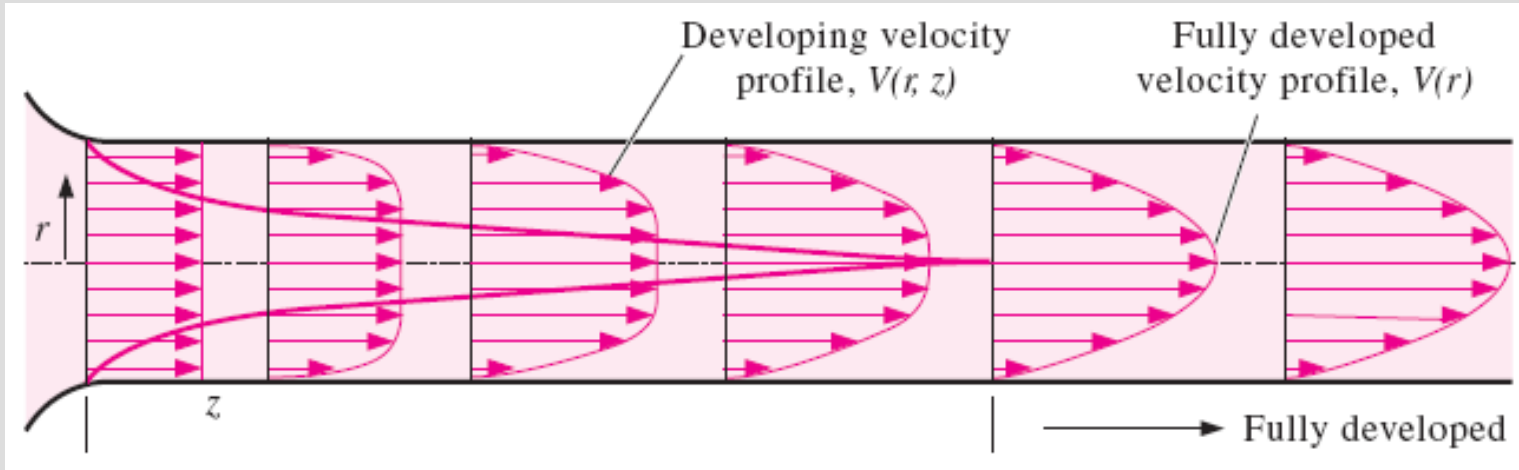
(b)

Bir-, İki-, ve Üç Boyutlu Akışlar

- Bir akış en iyi şekilde hız dağılımı ile tanımlanır.
- Eğer akış hızı, temel boyutlardan sadece birine, her ikisine, ya da her üçüne göre değişiyorsa akışın sırayla bir, iki ve üç boyutlu olduğu söylenebilir.
- Bununla birlikte hızın belirli yönlerdeki değişimi diğer yönlerdeki değişimlere göre küçük olursa boyut bir azaltılabilir .



Otomobilin anteni etrafındaki akış, antenin üst ve alt ucu hariç, iki boyutlu olarak kabul edilir.



Dairesel kesitli bir boruda hız profilinin gelişimi. $V = V(r, z)$ ve dolayısı ile giriş bölgesinde akış 2D dir. Hız profili tamamen gelişip akış yönünde değişmez duruma geldiğinde ise $V = V(r)$ olur ve aşağı akımda bir boyutlu hale gelir.

EXAMPLE 1-1 Axisymmetric Flow over a Bullet

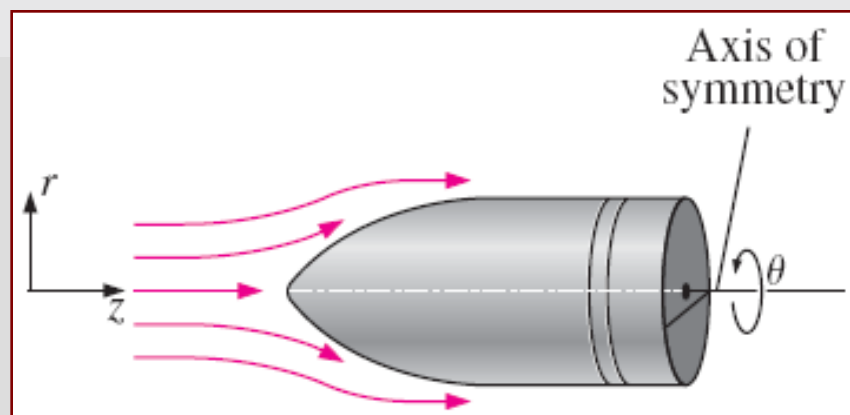
Consider a bullet piercing through calm air during a short time interval in which the bullet's speed is nearly constant. Determine if the time-averaged airflow over the bullet during its flight is one-, two-, or three-dimensional (Fig. 1-25).

SOLUTION It is to be determined whether airflow over a bullet is one-, two-, or three-dimensional.

Assumptions There are no significant winds and the bullet is not spinning.

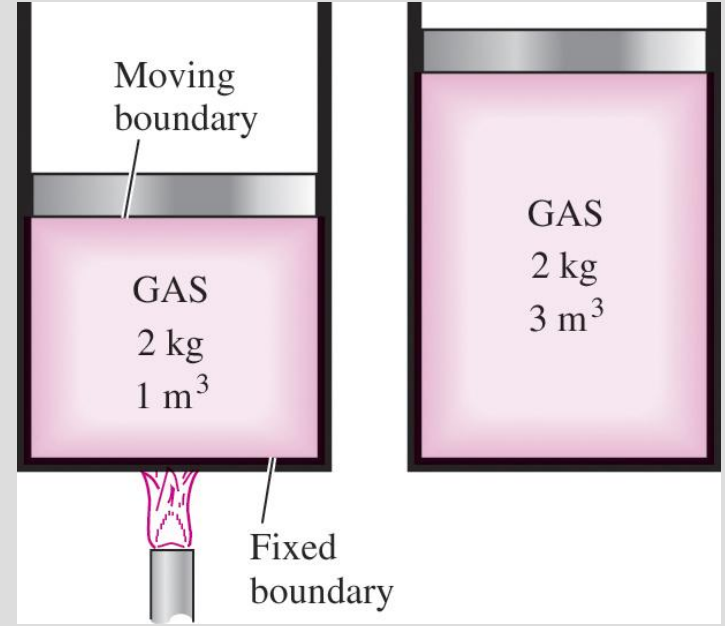
Analysis The bullet possesses an axis of symmetry and is therefore an axisymmetric body. The airflow upstream of the bullet is parallel to this axis, and we expect the time-averaged airflow to be rotationally symmetric about the axis—such flows are said to be axisymmetric. The velocity in this case varies with axial distance z and radial distance r , but not with angle θ . Therefore, the time-averaged airflow over the bullet is **two-dimensional**.

Discussion While the time-averaged airflow is axisymmetric, the *instantaneous* airflow is not, as illustrated in Fig. 1-22. In Cartesian coordinates, the flow would be three-dimensional.

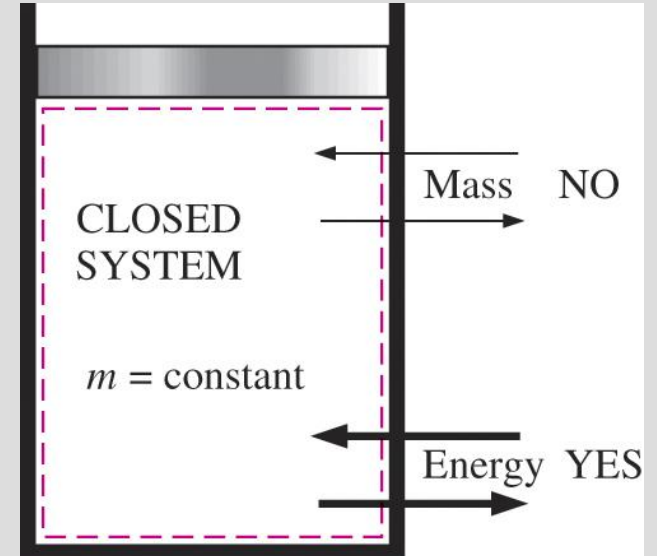
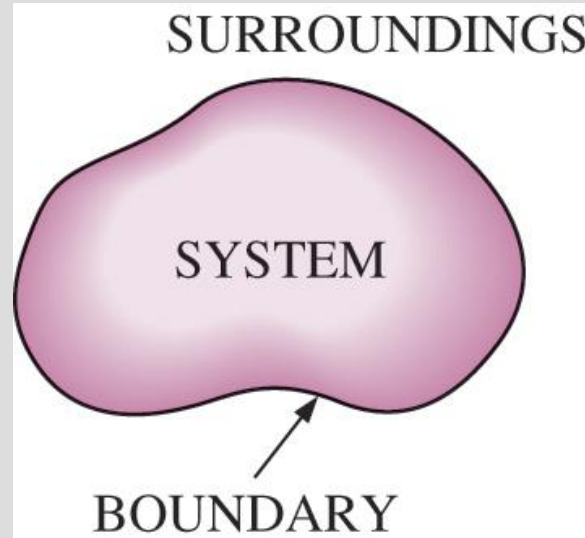


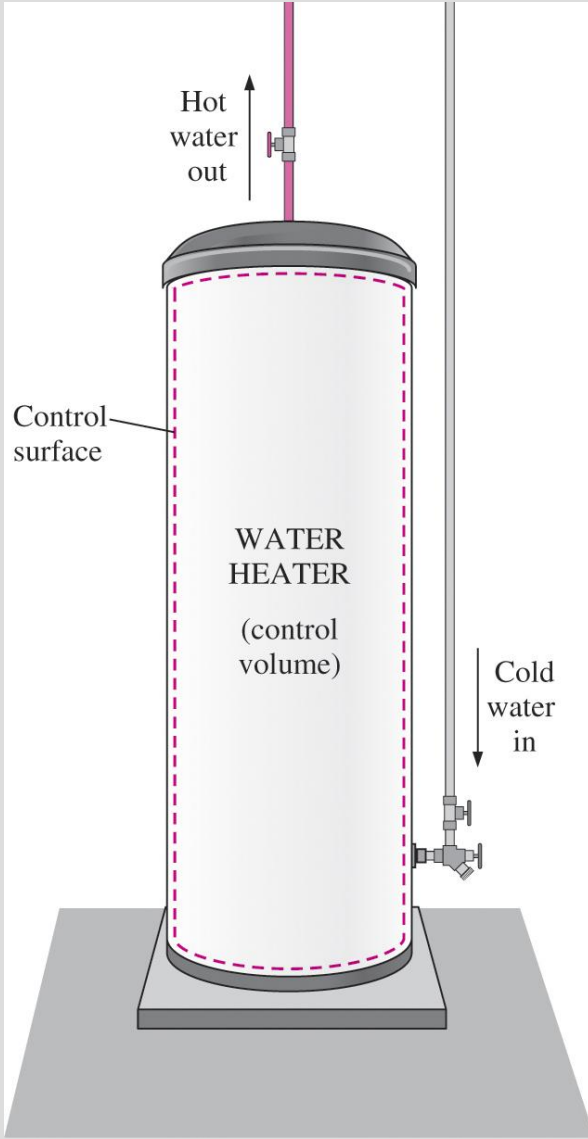
1-5 ■ SİSTEM AND KONTROL HACMİ

- **Sistem:** Üzerinde çalışmak üzere seçilen bir miktar madde ya da uzaydaki bir bölge.
- **Çevre:** Sistem dışında kalan kütle ya da bölge
- **Sınır:** Sistemi çevresinden ayıran gerçek ya da hayali yüzey.
- Sistemin sınırları *sabit* ya da *hareketli* olabilir.
- Sistemler *kapalı* ya da *açık* olabilir.



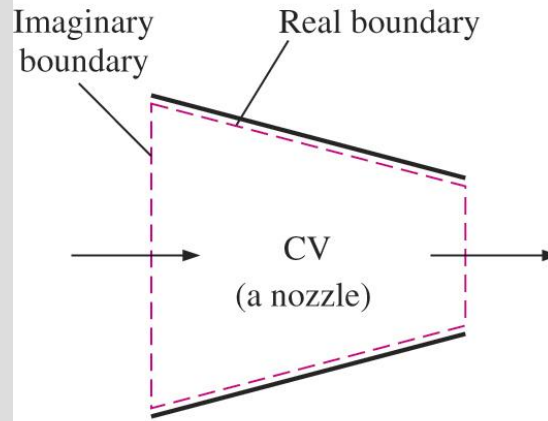
- **Kapalı sistem (Kontrol hacmi):** Sabit bir kütleden ibarettin ve sınırlardan kütle geçemez.



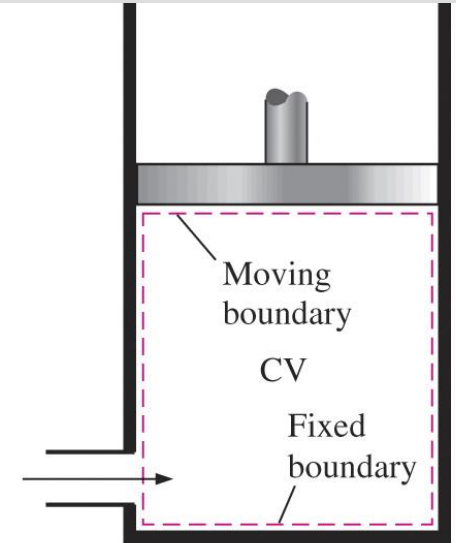


Bir açık sistem(kontrol hacmi). Tek giriş ve tek çıkış var..

- **Açık sistem (kontrol hacmi):** Uygun bir şekilde seçilmiş bölge.
- Genel olarak boşlukta herhangi bir bölge kontrol hacmi olarak seçilebilir.
- Ham kütle hem de enerji kontrol hacmini çevreleyen sınırlardan geçebilir.
- **Kontrol yüzeyi:** Kontrol hacmini çevreleyen yüzey. Gerçek ya da sanal olabilir.



(a) A control volume with real and imaginary boundaries



(b) A control volume with fixed and moving boundaries

1–6 ■ BOYUTLARIN VE BİRİMLERİN ÖNEMİ

- Herhangi bir fiziksel büyüklük **boyutlar** ile ayırt edilebilir.
- Boyutları gösteren büyüklükler **birim** olarak adlandırılır.
- Bazı boyutlar, kütle m , uzunluk L , zaman t , ve sıcaklık T **ana** ya da **temel boyutlar** 'dır. Hız V , enerji E , ve hacim V temel boyutlar cinsinden gösterilebilir ve **ikincil boyutlar**, ya da **türetilmiş boyutlar** olarak tanımlanır
- **Metrik SI sitem:** kütle, uzunluk ve zaman birimleri sırayla kg, m ve s dir.
- **English (emperial) sistem:** Karşı gelen birimler pound-mass, foot, s dir. Pound un simgesi lb, aslında antik Roma 'nın ağırlık birimi libra nın kısaltılmışıdır. İngilizler bu simgeyi, Romalıların İngiltere 'yi işgalinin 410 yılında sona ermesinin ardından da kullanmaya devam etmişlerdir.

TABLE 1–1

The seven fundamental (or primary) dimensions and their units in SI

Dimension	Unit
Length	meter (m)
Mass	kilogram (kg)
Time	second (s)
Temperature	kelvin (K)
Electric current	ampere (A)
Amount of light	candela (cd)
Amount of matter	mole (mol)

TABLE 1–2

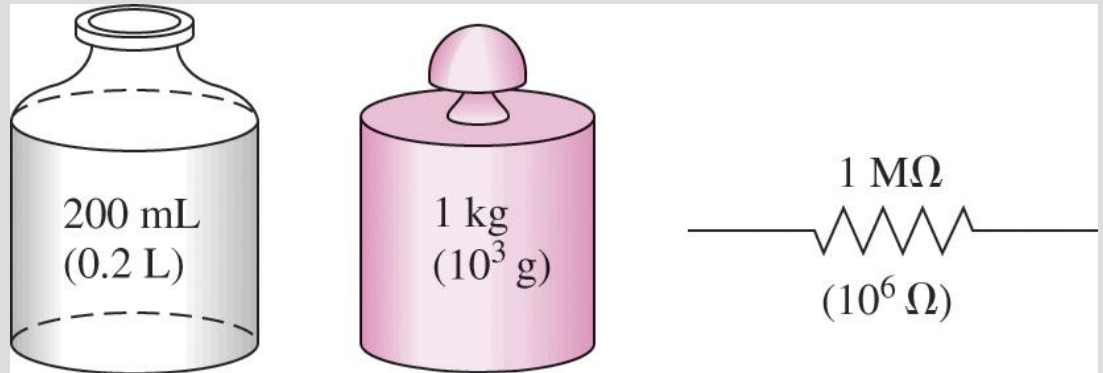
Standard prefixes in SI units

Multiple	Prefix
10^{12}	tera, T
10^9	giga, G
10^6	mega, M
10^3	kilo, k
10^2	hecto, h
10^1	deka, da
10^{-1}	deci, d
10^{-2}	centi, c
10^{-3}	milli, m
10^{-6}	micro, μ
10^{-9}	nano, n
10^{-12}	pico, p

Bazı SI ve English Birimleri

$$1 \text{ lbm} = 0.45359 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$



$$\text{Work} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1.0551 \text{ kJ}$$

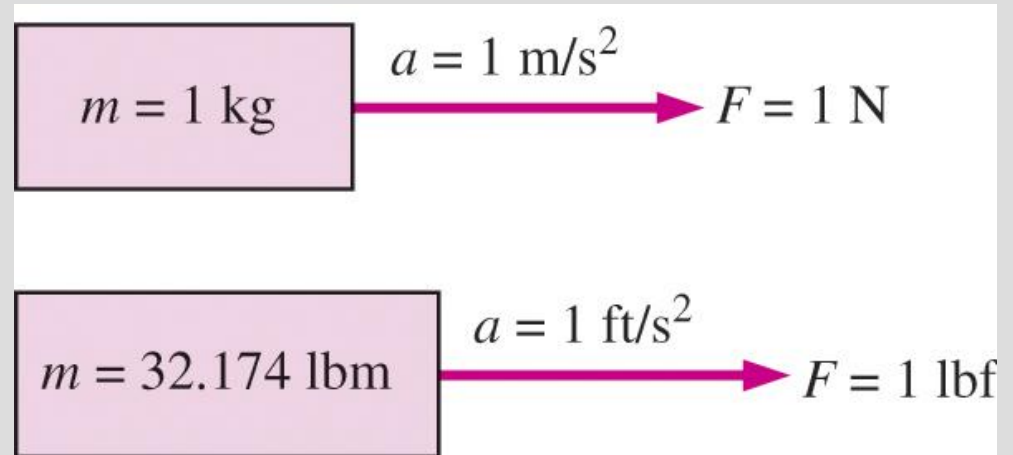
The SI unit prefixes are used in all branches of engineering.

$$\text{Force} = (\text{Mass})(\text{Acceleration})$$

$$F = ma$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2$$



The definition of the force units.



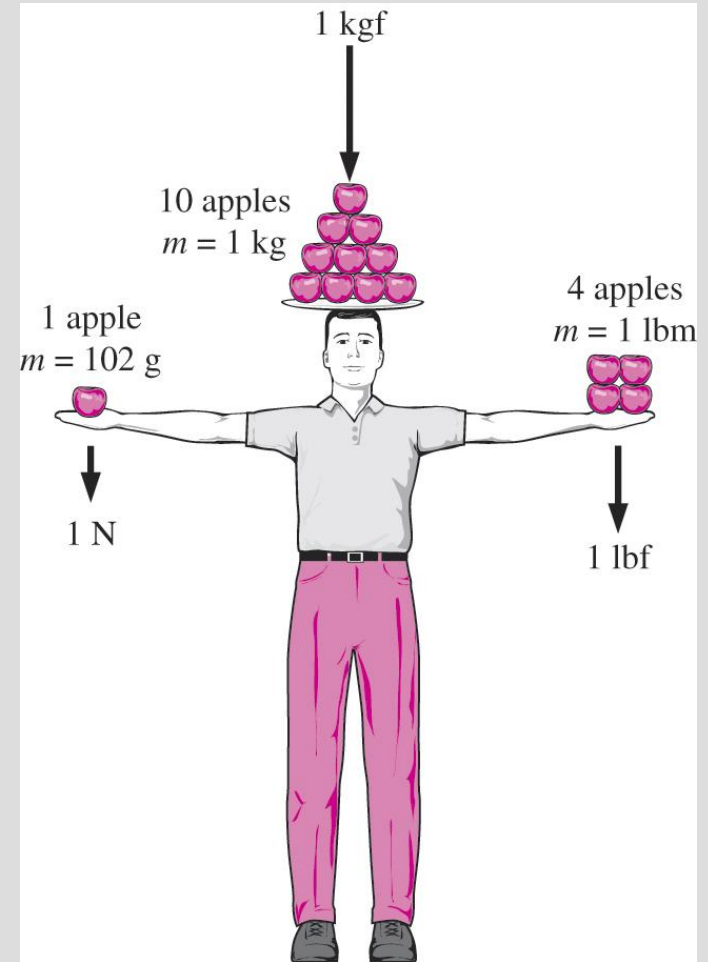
$$W = mg \quad (\text{N})$$

W weight

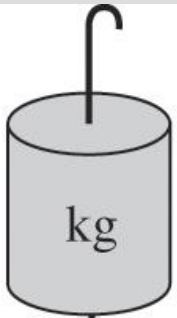
m mass

g gravitational acceleration

Dünyada 750 N ağırlığa sahip bir kişi Ay 'da sadece 125 N gelir.

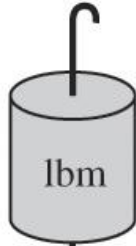


Kuvvet birimleri Newton (N), kilogram-kuvvet (kgf), and pound-force (lbf) karşılaştırması.



$$g = 9.807 \text{ m/s}^2$$

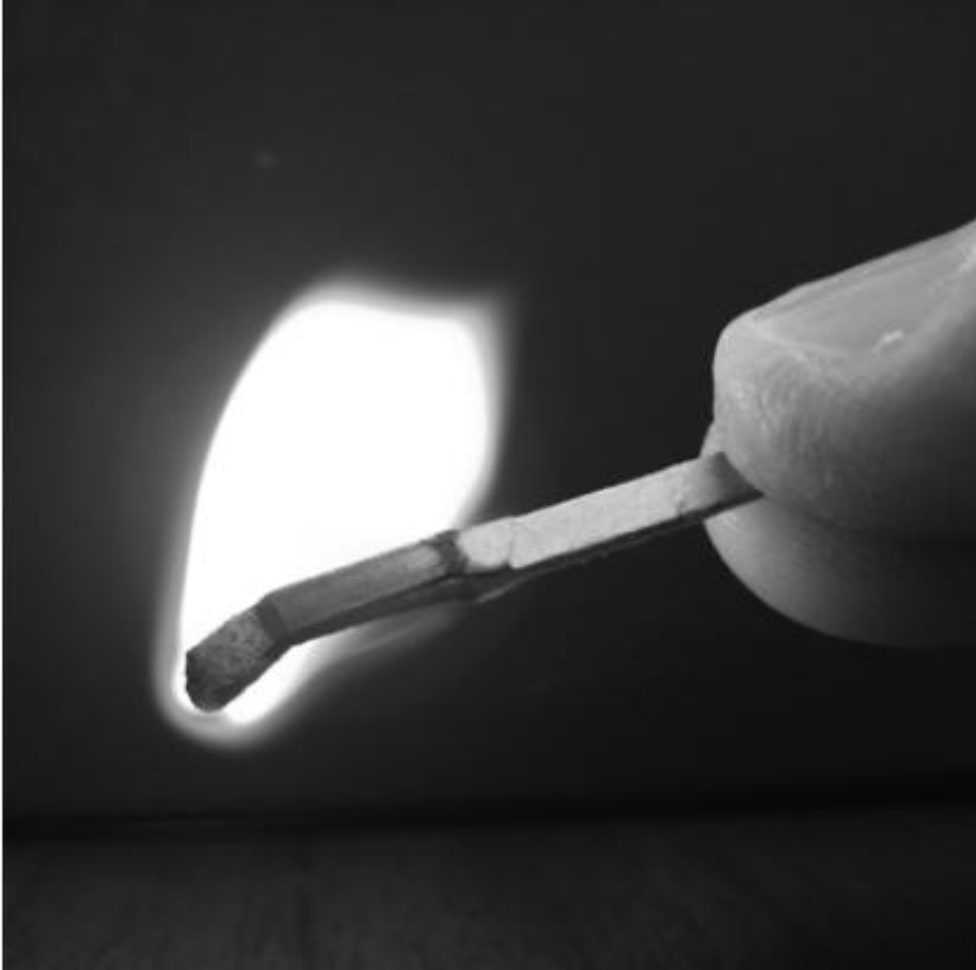
$$\begin{aligned} W &= 9.807 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ &= 9.807 \text{ N} \\ &= 1 \text{ kgf} \end{aligned}$$



$$g = 32.174 \text{ ft/s}^2$$

$$\begin{aligned} W &= 32.174 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s}^2 \\ &= 1 \text{ lbf} \end{aligned}$$

Deniz seviyesinde birim kütle ağırlığı.



Tipik bir kibrit genelde 1 Btu (or 1 kJ) enerji üretebilir.

Boyutsal Homojenlik

Bütün denklemler *boyutsal olarak homojen* olmalıdır.

Birim dönüştürme oranları

Ana olmayan tüm birimler (ikincil birimler) ana birimlerin kombinasyonları ile oluşturulabilir.

Örneğin kuvvet birimi;

$$N = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{and} \quad \text{lbf} = 32.174 \text{ lbm} \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$$

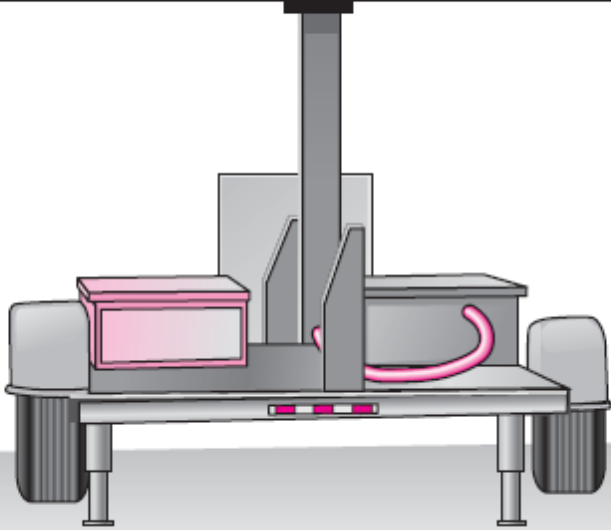
Bunlar daha kullanışlı biçimde *birim dönüştürme oranları* şeklinde de ifade edilebilir. Şöyle ki:

$$\frac{N}{\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2} = 1 \quad \text{and} \quad \frac{\text{lbf}}{32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft}/\text{s}^2} = 1$$

Birim dönüştürme oranları birimsizdir ve 1 e eşittir.

CAUTION!

EVERY TERM IN AN
EQUATION MUST HAVE
THE SAME UNITS



$$\left(\frac{32.174 \text{ lbm}\cdot\text{ft/s}^2}{1 \text{ lbf}}\right) \left(\frac{1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2}{1 \text{ N}}\right)$$
$$\left(\frac{1 \text{ W}}{1 \text{ J/s}}\right) \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ N}\cdot\text{m}}\right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2}\right)$$
$$\left(\frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}}\right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}\right) \left(\frac{1 \text{ lbm}}{0.45359 \text{ kg}}\right)$$

Tüm birim dönüştürme oranları (tersleri dahil) daima 1 e eşittir. Bazı birim dönüştürme oranlarını görüyorsunuz.

Hesaplamalarda birimleri daima kontrol ediniz.



Metrik birim
sistemindeki
tuhaflik.

EXAMPLE 1-2 Electric Power Generation by a Wind Turbine

A school is paying \$0.09/kWh for electric power. To reduce its power bill, the school installs a wind turbine (Fig 1-36) with a rated power of 30 kW. If the turbine operates 2200 hours per year at the rated power, determine the amount of electric power generated by the wind turbine and the money saved by the school per year.

SOLUTION A wind turbine is installed to generate electricity. The amount of electric energy generated and the money saved per year are to be determined.

Analysis The wind turbine generates electric energy at a rate of 30 kW or 30 kJ/s. Then the total amount of electric energy generated per year becomes

$$\begin{aligned}\text{Total energy} &= (\text{Energy per unit time})(\text{Time interval}) \\ &= (30 \text{ kW})(2200 \text{ h}) \\ &= \mathbf{66,000 \text{ kWh}}\end{aligned}$$

The money saved per year is the monetary value of this energy determined as

$$\begin{aligned}\text{Money saved} &= (\text{Total energy})(\text{Unit cost of energy}) \\ &= (66,000 \text{ kWh})(\$0.09/\text{kWh}) \\ &= \mathbf{\$5940}\end{aligned}$$

Discussion The annual electric energy production also could be determined in kJ by unit manipulations as

$$\text{Total energy} = (30 \text{ kW})(2200 \text{ h}) \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) \left(\frac{1 \text{ kJ/s}}{1 \text{ kW}} \right) = 2.38 \times 10^8 \text{ kJ}$$

which is equivalent to 66,000 kWh (1 kWh = 3600 kJ).



EXAMPLE 1–3 Obtaining Formulas from Unit Considerations

A tank is filled with oil whose density is $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$. If the volume of the tank is $V = 2 \text{ m}^3$, determine the amount of mass m in the tank.

SOLUTION The volume of an oil tank is given. The mass of oil is to be determined.

Assumptions Oil is a nearly incompressible substance and thus its density is constant.

Analysis A sketch of the system just described is given in Fig. 1–37. Suppose we forgot the formula that relates mass to density and volume. However, we know that mass has the unit of kilograms. That is, whatever calculations we do, we should end up with the unit of kilograms. Putting the given information into perspective, we have

$$\rho = 850 \text{ kg/m}^3 \quad \text{and} \quad V = 2 \text{ m}^3$$

It is obvious that we can eliminate m^3 and end up with kg by multiplying these two quantities. Therefore, the formula we are looking for should be

$$m = \rho V$$

Thus,

$$m = (850 \text{ kg/m}^3)(2 \text{ m}^3) = \mathbf{1700 \text{ kg}}$$

OIL

$$V = 2 \text{ m}^3$$

$$\rho = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$m = ?$$

EXAMPLE 1-4 The Weight of One Pound-Mass

Using unity conversion ratios, show that 1.00 lbm weighs 1.00 lbf on earth (Fig. 1-40).

Solution A mass of 1.00 lbm is subjected to standard earth gravity. Its weight in lbf is to be determined.

Assumptions Standard sea-level conditions are assumed.

Properties The gravitational constant is $g = 32.174 \text{ ft/s}^2$.

Analysis We apply Newton's second law to calculate the weight (force) that corresponds to the known mass and acceleration. The weight of any object is equal to its mass times the local value of gravitational acceleration. Thus,

$$W = mg = (1.00 \text{ lbm})(32.174 \text{ ft/s}^2) \left(\frac{1 \text{ lbf}}{32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2} \right) = \mathbf{1.00 \text{ lbf}}$$

Discussion The quantity in large parentheses in this equation is a unity conversion ratio. Mass is the same regardless of its location. However, on some other planet with a different value of gravitational acceleration, the weight of 1 lbm would differ from that calculated here.



1–7 ■ MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ

DeneySEL ve Analitik Analiz

Mühendislik problemleri ya dENEYSel ya da analitik olarak çalışılabilir

DeneySEL yaklaşım gerçek fiziksel sistemin gerçekleştirilme avantajını taşır. Deney hataları mevcuttur. Bununla birlikte pahalıdır, zaman ister ve zaman zaman pratik değildir.

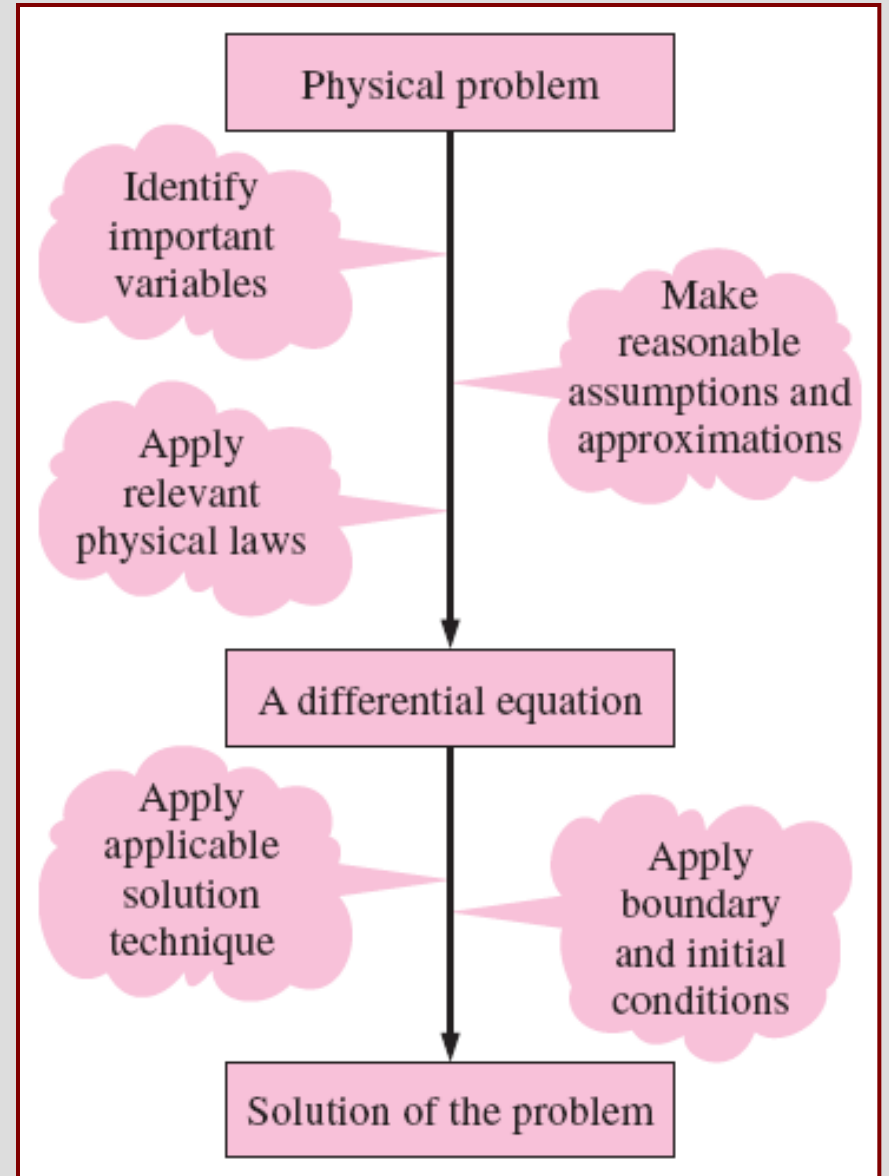
Analitik yaklaşım (sayısal da olabilir) avantajlı ve ucuz olabilir, fakat elde edilen sonuçlar üzerinde çok dikkatli olunmalıdır.

Mühendislikte modelleme

Neden diferansiyel denkleme ihtiyaç duyuyoruz?

Bilimsel problemlerin tarifinde, bazı temel değişkenlerdeki değişimleri birbirleriyle ilişkilendiren denklemler söz konusudur.

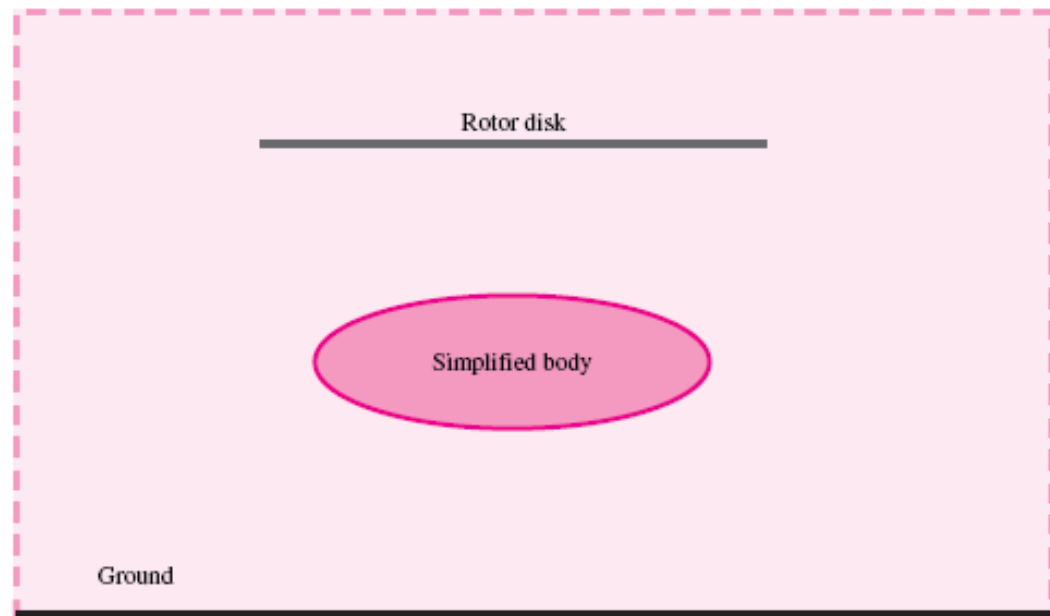
Limit halde, değişkenlerdeki sonsuz küçük diferansiyel değişmelerle diferansiyel denklemler elde edilir.



Fiziksel problemin matematiksel modellemesi.



(a) Actual engineering problem



(b) Minimum essential model of the engineering problem

Karmaşık model

(hassas)

<>

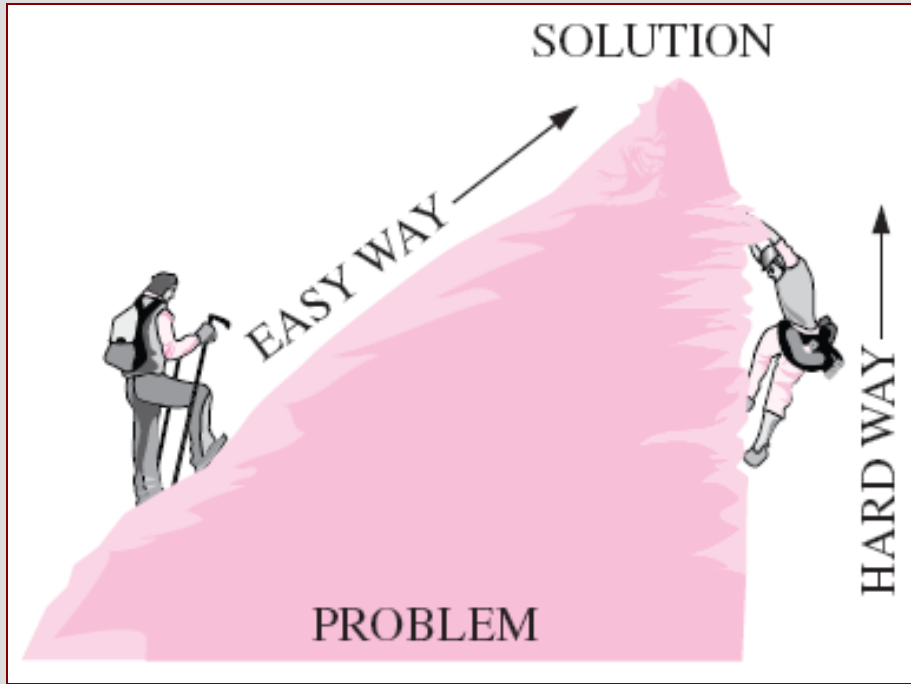
Basit model

(kaba)

Karmaşık problemlerin çözümlerinde genellikle basitleştirilmiş modeller kullanılır. Helikopter rotoru dönen disk olarak modellenmiştir. Gövde basit elipsoid olarak modellenmiştir.

1–8 ■ PROBLEM-ÇÖZÜM TEKNİĞİ

- Adım 1: Problem ifade edilmesi
- Adım 2: Şematik çizim
- Adım 3: Kabuller ve Yaklaşımlar
- Adım 4: Fiziksel yasalar
- Adım 5: Özellikler
- Adım 6: Hesaplamalar
- Adım 7: Sorgulama, Doğrulama, ve İrdeleme



Adım-adım yaklaşım problem çözümünü basitleştirir.

Given: Air temperature in Denver

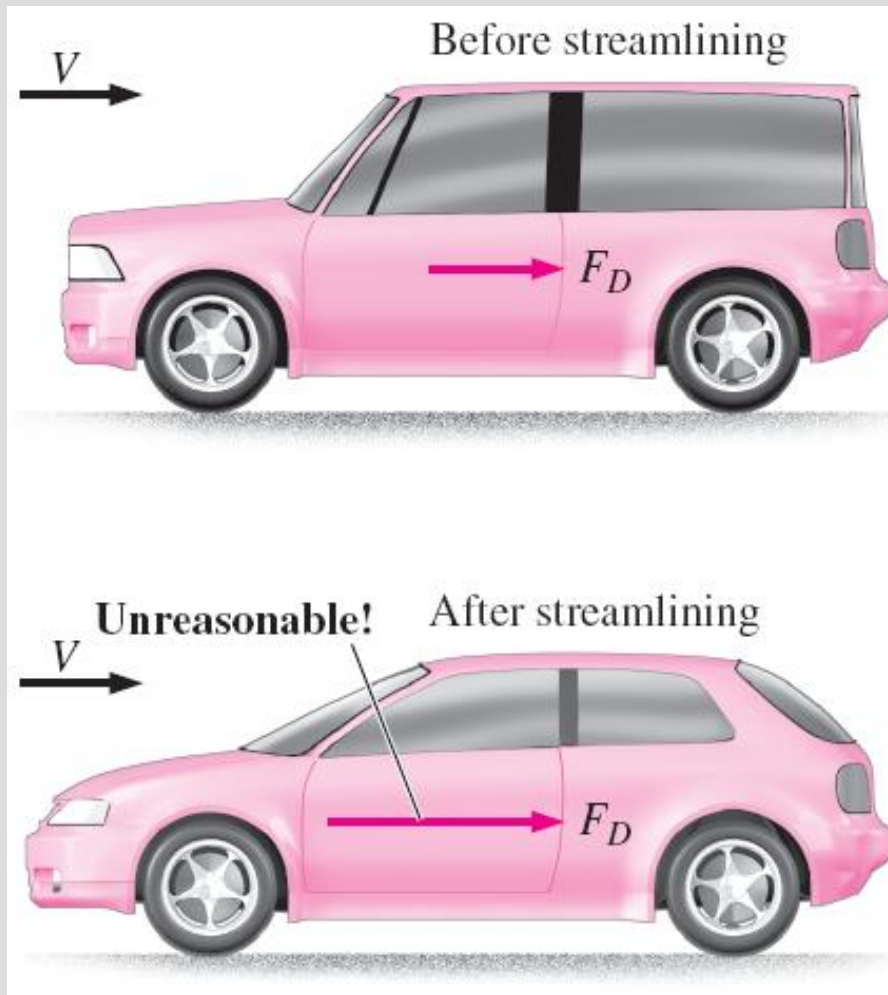
To be found: Density of air

Missing information: Atmospheric pressure

Assumption #1: Take $P = 1$ atm
(Inappropriate. Ignores effect of altitude. Will cause more than 15% error.)

Assumption #2: Take $P = 0.83$ atm
(Appropriate. Ignores only minor effects such as weather.)

Varsayımlar makul ve mantıklı olmalıdır.



Mühendislik analizinden elde edilen sonuçların makul olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

1-9 ■ MÜHENDİSLİK YAZILIMLARI

Pek çok mühendislik yazılımı mevcuttur.
Ancak yapılan tüm işlemlerin arka
planlarının bilinmesi çok önemlidir



Çok iyi bir kelime işlem programı
bir kişiyi iyi bir yazar yapmaz
ama iyi bir yazarın daha etkin
çalışmasını sağlar

1-10 ■ DOĞRULUK, HASSASIYET, ÖNEMLİ DİJİTLER

Doğruluk hatası (yanlışılık): bir ölçümün sonucundan doğru sonucun çıkarılması ile elde edilen değer.

Hassasiyet hatası: Bir ölçümün sonucundan tüm ölçüm sonuçlarının ortalamasının çıkarılması ile bulunan değerdir.

Anlamli basamaklar: Basamaklar anlamlı olmalıdır.

Doğruluk ile hassasiyetin karşılaştırılması. B atıcısının daha doğru ve daha az hassas olmasına karşın, A atıcısı daha hassas ancak daha az doğrudur.

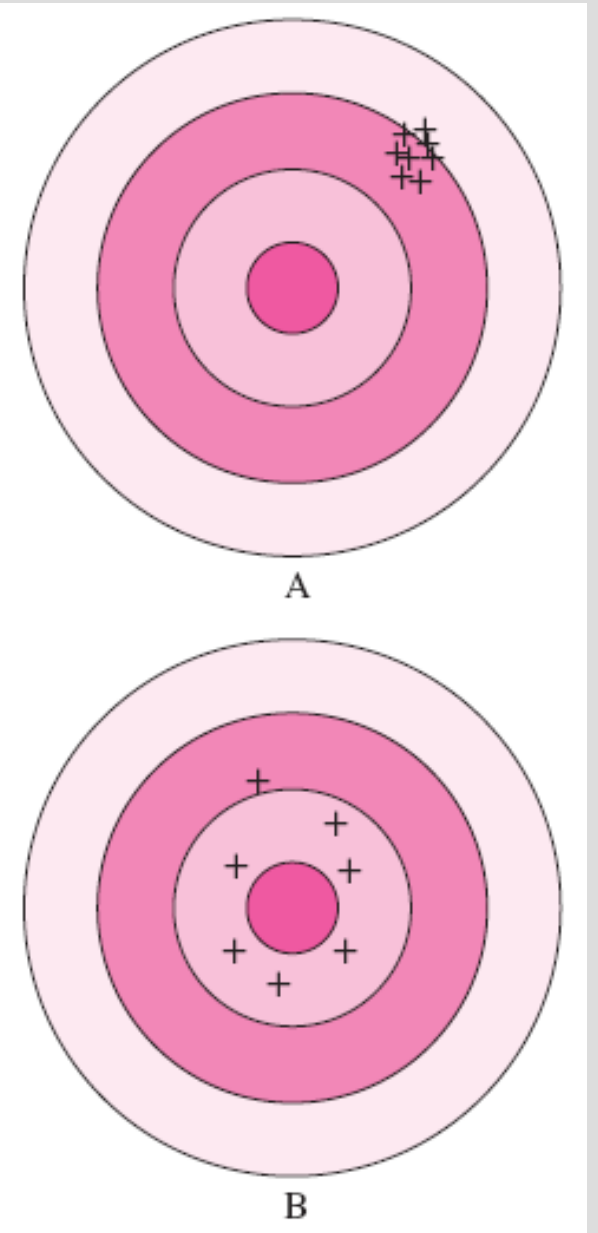


TABLE 1–3**Significant digits**

Number	Exponential Notation	Number of Significant Digits
12.3	1.23×10^1	3
123,000	1.23×10^5	3
0.00123	1.23×10^{-3}	3
40,300	4.03×10^4	3
40,300.	4.0300×10^4	5
0.005600	5.600×10^{-3}	4
0.0056	5.6×10^{-3}	2
0.006	$6. \times 10^{-3}$	1

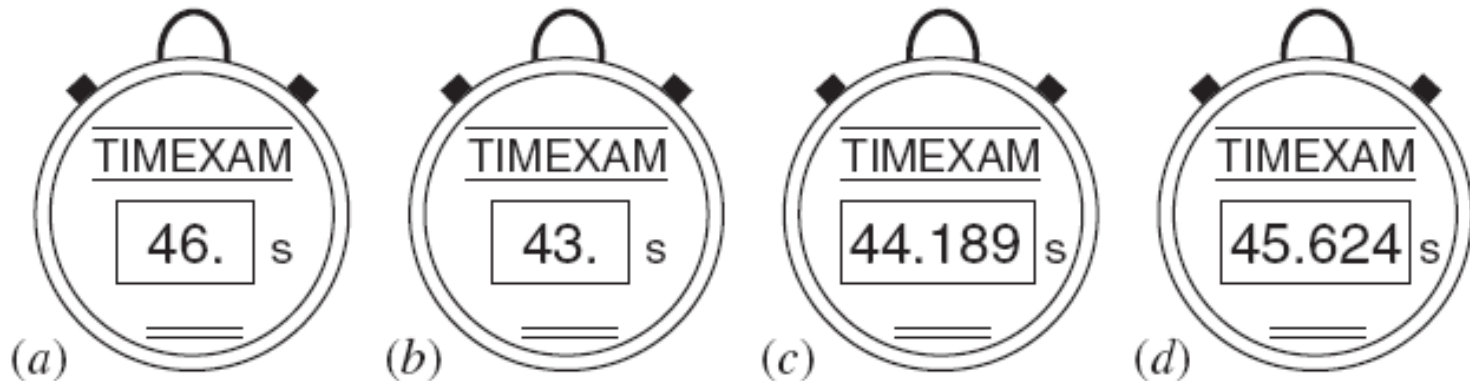
Given: Volume: $V = 3.75 \text{ L}$ Density: $\rho = 0.845 \text{ kg/L}$

(3 significant digits)

Also, $3.75 \times 0.845 = 3.16875$ **Find:** Mass: $m = \rho V = 3.16875 \text{ kg}$ **Rounding to 3 significant digits:** $m = 3.17 \text{ kg}$

Verilerden daha fazla sayıda anlamlı basamağa sahip bir sonuç, yanlış bir şekilde daha fazla hassasiyet gösterir..

Exact time span = 45.623451 ... s



An instrument with many digits of resolution (stopwatch c) may be less accurate than an instrument with few digits of resolution (stopwatch a). What can you say about stopwatches b and d?

EXAMPLE 1-6 Significant Digits and Volume Flow Rate

Jennifer is conducting an experiment that uses cooling water from a garden hose. In order to calculate the volume flow rate of water through the hose, she times how long it takes to fill a container (Fig. 1-52). The volume of water collected is $V = 1.1$ gal in time period $\Delta t = 45.62$ s, as measured with a stopwatch. Calculate the volume flow rate of water through the hose in units of cubic meters per minute.

SOLUTION Volume flow rate is to be determined from measurements of volume and time period.

Assumptions 1 Jennifer recorded her measurements properly, such that the volume measurement is precise to two significant digits while the time period is precise to four significant digits. 2 No water is lost due to splashing out of the container.

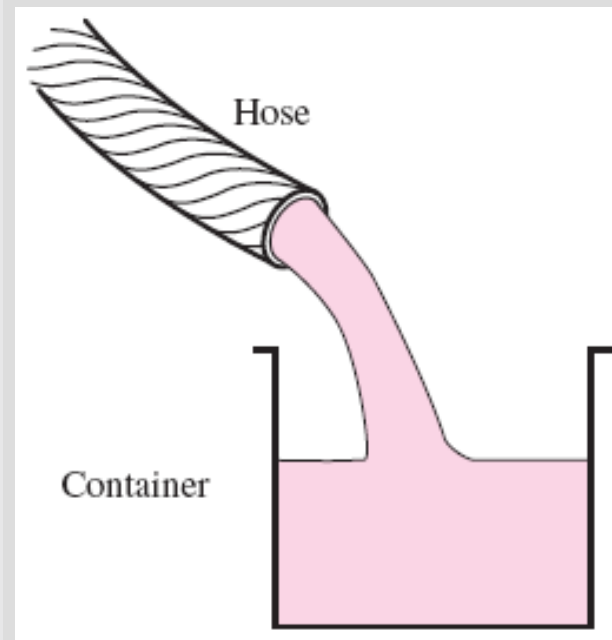
Analysis Volume flow rate \dot{V} is volume displaced per unit time and is expressed as

Volume flow rate:
$$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Substituting the measured values, the volume flow rate is determined to be

$$\dot{V} = \frac{1.1 \text{ gal}}{45.62 \text{ s}} \left(\frac{3.785 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ gal}} \right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 5.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$$

Discussion The final result is listed to two significant digits since we cannot be confident of any more precision than that. If this were an intermediate step in subsequent calculations, a few extra digits would be carried along to avoid accumulated round-off error. In such a case, the volume flow rate would be written as $\dot{V} = 5.4759 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$. Based on the given information, we cannot say anything about the *accuracy* of our result, since we have no information about systematic errors in either the volume measurement or the time measurement.



Özet

- Kaymama koşulu
- Akışkanlar mekaniğinin kısa tarihçesi
- Akışların sınıflandırılması
 - ✓ Viskoz – Viskoz olmayan akış bölgeleri
 - ✓ İç – Dış akışlar
 - ✓ Sıkıştırılabilir – sıkıştırılamaz akış
 - ✓ Laminer – Türbülanslı akış
 - ✓ Doğal - Zorlanmış akış
 - ✓ Düzgün – düzgün olmayan akış
 - ✓ Bir-, İki-, ve Üç-Boyutlu akışlar
- Sistem ve kontrol hacmi
- Boyutların önemi
- Mühendislik problemlerinin matematiksel modellemesi
- Problem çözüm tekniği
- Yazılımlar
- Doğruluk, hassasiyet ve anlamlı basamaklar