



# SIVILARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- ÖZGÜL KÜTLE
- ÖZGÜL AĞIRLIK
- YOĞUNLUK
- YÜZEY GERİLİMİ
- KAPİLLARİTE
- BUHAR BASINCI
- SIKIŞMA VE ELASTİKLİK MODÜLÜ
- VİSKOZİTE

## 1.2.1. ÖZGÜL KÜTLE (s.4)

- **KÜTLE**=AĞIRLIK / YERÇEKİMİ İVMESİ

$$M = G / g \quad \text{Birim: kg / (m / s}^2\text{)} = \text{kg.s}^2/\text{m}$$

Dünyadaki ağırlığı 80 kg olan birinin aydaki ağırlığını hesaplayınız

$$(g_{ay} = 1.62 \text{ m/s}^2)$$

Kütleler eşit olacağı için önce kütesini bulup, sonra aydaki kütle formülünden ağırlığı çekeriz.

$$M = 80 / 9.81 = 8.154 \text{ kg.s}^2 / \text{m}^4$$

$$8.154 = G_{ay} / 1.62 \quad \rightarrow \quad G_{ay} = 13.21 \text{ kg}$$

- **ÖZGÜL KÜTLE**: Birim hacimdeki kütledir.

$$\rho = M/V = (G/g)/V \quad G/V = \text{Özgül ağırlık } (\gamma)$$

$$\rho = \gamma / g \quad \text{Birim: (kg.s}^2/\text{m})/\text{m}^3 = \text{kg.s}^2/\text{m}^4$$

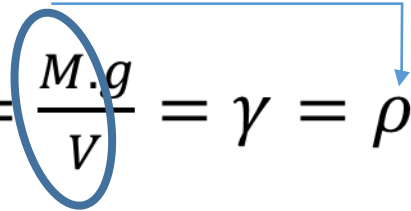
$$\text{Su için: } \rho = \gamma / g = (1000 \text{ kg/m}^3) / (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$\rho = 102 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4$$

1 kg lık bir cisim üzerinde bulunduğu cisme 9.81 N değerinde bir kuvvet uygular. Yani  $1\text{N} = 1\text{kg}/9.81 = 0.102$  kg lık cismin etki ettiği kuvvettir.

# ÖZGÜL AĞIRLIK

- ÖZGÜL AĞIRLIK = AĞIRLIK / HACİM

$$\gamma = G / V \quad \text{Birim: kg/m}^3 \quad \text{yada} \quad \gamma = \frac{G}{V} = \frac{M \cdot g}{V} = \gamma = \rho \cdot g$$


Özgül ağırlık

Su için:

+4 °C ve 760 mm Hg atmosfer basıncında

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$$

# YOĞUNLUK (Dansite (D))

$$\bullet \text{ YOĞUNLUK} = \frac{\text{Özgöl Kütle}}{\text{+4 } ^\circ\text{C deki damıtık suyun özgöl kütlesi}} = \frac{\text{Özgöl Ağırlık}}{\text{+4 } ^\circ\text{C deki damıtık suyun özgöl ağırlığı}}$$

Birim: boyutsuz

Yoğunluk ölçen aletler (sıvılarda):

- Dansimetre
- Areometre

Hacmi  $425 \text{ dm}^3$  olan bir yağın ağırlığı  $340 \text{ kg}$  gelmektedir. Buna göre yağın özgül ağırlığını, öz kütlesini ve yoğunluğunu bulunuz.

$$\gamma = 340 \text{ kg} / 425 \text{ dm}^3 = 0.80 \text{ kg/dm}^3 = 800 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\gamma = \rho \cdot g \Rightarrow \rho = \gamma / g = 800 \text{ kg/m}^3 / 9.81 \text{ m/s}^2 = 81.55 \text{ kg.s}^2 / \text{m}^4$$

$$\text{Yoğunluk } D = \gamma_{\text{cisim}} / \gamma_{\text{su}} = 800 / 1000 = 0.8 \quad \text{..... kat}$$

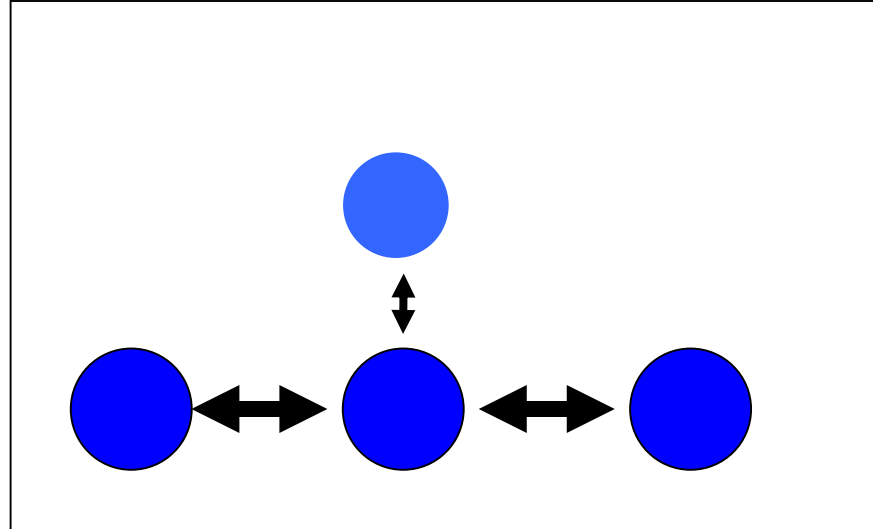
# YÜZEY GERİLİMİ

- Durgun sıvıların atmosferle temasta bulunan serbest su yüzeyleri (SSS) sanki ince bir zarla kaplanmış gibidir.
- Durgun su yüzeyine ince bir kağıt ve onun üzerine bir topluğne konulursa, zamanla kağıt ıslanarak batar, ancak topluğne batmaz, su yüzeyinde kalır
- Bazı böcekler su yüzeyine konar, ancak suya batmaz
- Yüzey gerilimi:  $\tau = F/l$ 
  - $\tau$  : Yüzey gerilimi (gr/cm)
  - $F$  : Çekme kuvveti (gr)
  - $l$  : Yüzey kesitinin uzunluğu (cm)

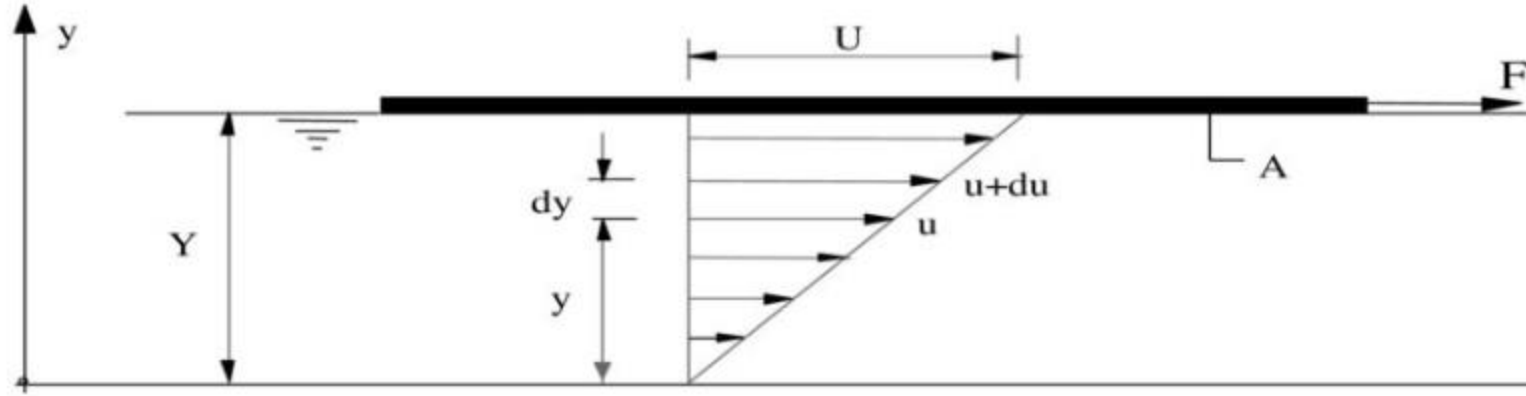
Su-hava yüzeyi (0 °C) için yüzey gerilimi 0.075 g/cm dir.

# YÜZEY GERİLİMİNİN NEDENİ

- Serbest su yüzeyi üzerindeki bir su molekülü, çevresindeki moleküller tarafından daha büyük bir güçle çekilir
- Aynı su molekülü ile üstündeki hava molekülleri arasındaki çekim kuvveti ise daha azdır
- Bu durum su üzerinde gergin bir zar varmış gibi bir etki yaratır







İki paralel levha arasındaki viskoz deformasyon

$$F \propto A \frac{U}{Y}$$

$$\frac{F}{A} = \tau \propto \frac{U}{Y}$$

orantı sabiti için  $\mu$  kullanılırsa gerilme için;

Hız dağılımının doğrusal olmadığı bir durum için  $U/Y$  yerine hız gradyanı olarak  $du/dy$  kullanılırsa viskoziteden doğan kayma gerilmesi

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (1.7)$$

Bu ifadeye Newton'un viskozite denklemi (kanunu) denir.

Orantı sabiti ;  $\mu = \frac{\tau}{(du / dy)}$

- $\mu$ , akışkan özelliğine bağlı olarak viskozite katsayısı, mutlak viskozite, dinamik viskozite veya kısaca viskoziteyi temsil etmektedir.

$$\mu = \frac{FL^{-2}}{LT^{-1} / L} = FTL^{-2}$$

- $\mu$  nün boyutu; birimi  $N s / m^2 = Pa s$  veya centipoise (cP),  $1cP=10^{-3} Pa s$  dir
- Viskozitenin özgül kütle ile bölünmesinden elde edilen değere kinematik viskozite denir.

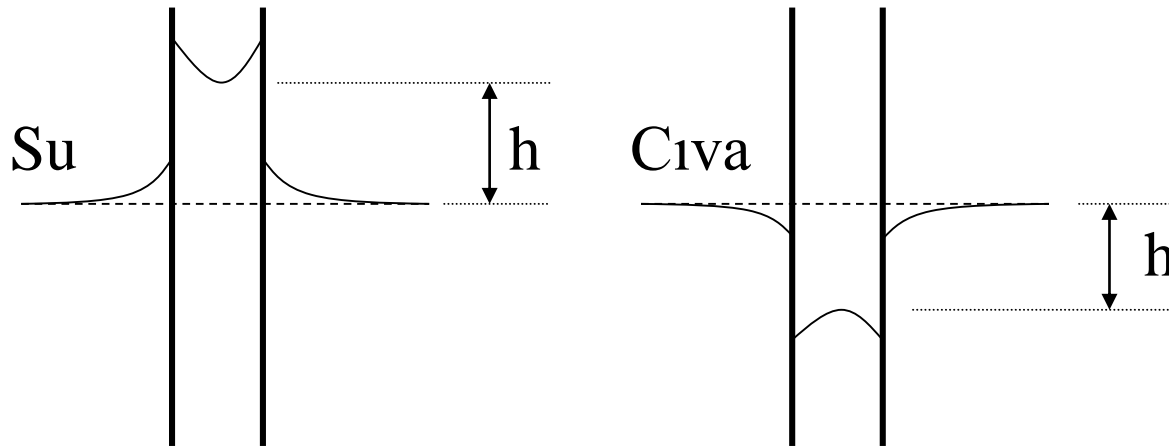
$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{FTL^{-2}}{ML^{-3}} = \frac{(MLT^{-2})TL^{-2}}{ML^{-3}} = L^2 T^{-1}$$

- Birimi  $m^2/s$  genellikle  $mm^2/s$  kullanılır.

ÖRNEK s.9

# KAPİLARİTE (KILCALLIK)

- Çapı 1 mm veya daha küçük borulara kılcal boru denir
- Islatan sıvılar (su) içerisine batırılan bir kılcal boru içerisinde su yükselir, yükselme miktarı boru çapı ile ters orantılıdır
- Islatmayan sıvılar (cıva) içerisine batırılan bir kılcal boru içerisinde cıva alçalır, alçalma miktarı boru çapı ile ters orantılıdır
- Taban suyunun yükselerek toprak yüzeyine ulaşması kapilarite ile olmaktadır



Yükselme miktarı (h):

$$h = \frac{2\sigma \cos \alpha}{\gamma r}$$

h = Yükselme miktarı

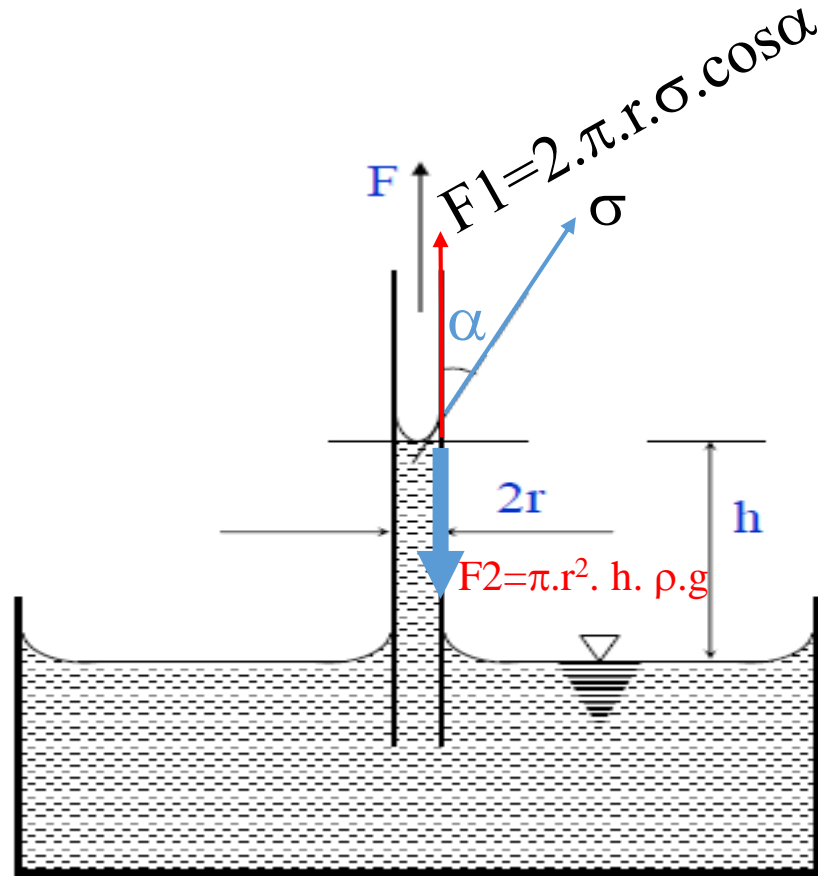
$\sigma$  = Yüzey gerilim  
katsayısı

$\alpha$  = Temas açısı

r = Kılcal boru yarıçapı

$\gamma$  = Sıvı özgül ağırlığı

## 1.2.6. Yüzey Gerilimi



$$F1 \uparrow = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \cdot \cos \alpha$$

$$F2 \downarrow = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

Denge durumu için eşitleyip  
 $h$ 'ı çekersek

$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \cdot \cos \alpha = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$h = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \alpha}{r \cdot \rho \cdot g}$$

$$h = \frac{2.\sigma.\cos\alpha}{r.\rho.g}$$

$\alpha=0$  için  $\cos \alpha =1$  olursa

$$h = \frac{2.\sigma}{r.\gamma}$$

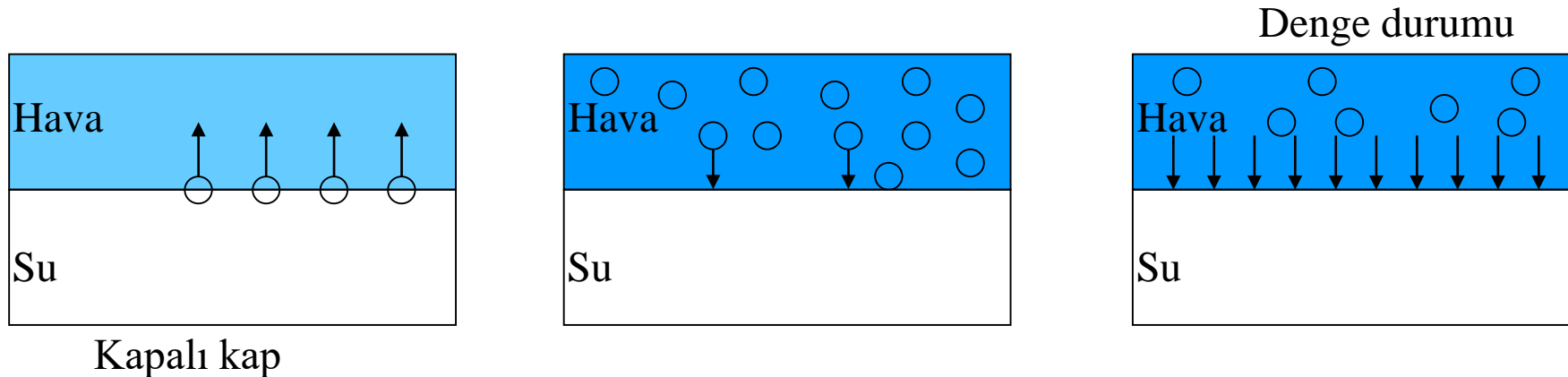
Örnek: bir toprakta  $D=0.024$  mm olan kılcal boşlukta yüzey gerilim katsayısı  $0.08$  g/cm temas açısı  $20^\circ$  olduğuna göre topraktaki boşlukta suyun ne kadar yükselebileceğini bulunuz.

$$h = \frac{2.\sigma.\cos\alpha}{r.\rho.g}$$

$$h = \frac{2*0.008* 0.94}{1000*0.000012} = 1.253m = 125.3 \text{ cm}$$

# BUHAR BASINCI

- Atmosferle temas eden sıvı yüzeyinden bazı sıvı molekülleri ayrılarak atmosfere geçer, bu olaya BUHARLAŞMA denir
- Atmosfere geçen bu moleküller sıvı yüzeyine bir basınç uygular (atmosfer basıncı dışında)
- Sıvı kapalı bir kap içerisindeyse, atmosferdeki moleküller artınca sıvı yüzeyine uygulanan basınç artar, bu moleküllerin bir kısmı tekrar sıvıya döner (yoğunlaşma)
- Bir süre sonra bir denge oluşur, denge durumundaki bu basınca “Doymuş Buhar Basıncı (Buharlaşma Basıncı)” veya “Kaynama Basıncı” adı verilir
- Buhar Basıncı sıvı sıcaklığına bağlı olarak değişir (sıcaklık arttıkça buhar basıncı artar) (Sayfa 31, Cetvel 1.4)



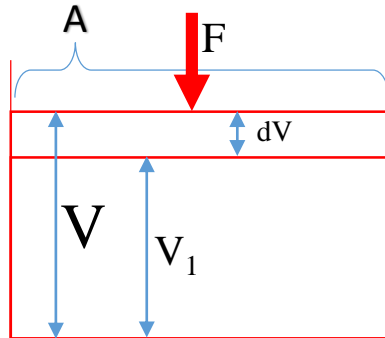
- Boru hatlarında basınç hat boyunca sabit değildir, bazı bölümlerde basınç artar, bazı bölümlerde düşer ve bu basınç değişimi hat boyunca devam eder
- Borularda herhangi bir bölümde basınç, borudaki sıvının o sıcaklıktaki doymuş buhar basıncının altına düşerse “Kaynama (Çabuk Buharlaşma)” olayı başlar, o bölümde kavitasyon korozyonu (aşınma) meydana gelir (bu istenmeyen bir durumdur)
- Bu nedenle boru akımlarında basıncın hiçbir noktada boru içerisindeki sıvının buharlaşma basıncının altına düşmesine izin verilmemelidir



# SIKIŞMA VE ELASTİKLİK MODÜLÜ

- Bir sıvıya bir basınç uygulandığında hacmi azalırsa buna “Sıkışma” denir
- Basınç kalktığında sıvının ilk hacmine dönmesine “elastiklik (elastisite)” denir ve “elastiklik (elastisite) modülü” ile ifade edilir
- Suyun elastiklik modülü çok büyük olduğundan, su pratikte sıkışmayan bir akışkan olarak kabul edilir

Elastisite katsayısı  $\epsilon = \frac{dP}{\left(\frac{dV}{V}\right)}$



Üstten uygulanan F kuvvetinin A ya oranı olan P basıncını gösterirse bu denkleme elastisite katsayısı denir

Örn: 10 cm çapında ve 70cm uzunluğundaki bir piston üzerine 170 kg yük yüklenince piston 1cm hareket edebiliyor.

Elastisite katsayısını bulunuz.

C: 151.2 kg/cm<sup>2</sup>

# VİSKOZİTE

- Akışkan durgun haldeyken kesmeye karşı direnci yoktur
- Akışkan hareket halinde iken, moleküller arasındaki sürtünme nedeniyle bir direnç oluşur
- VİSKOZİTE, akışkan hareket halinde iken, akışkanın kesilmeye (kesme kuvvetlerine) karşı direncidir (Sıvının harekete veya deformasyonlara karşı direnç göstermesidir, örneğin balın akması)
- Sıvılarda sıcaklık arttıkça viskozite azalır (Cetvel 1.2, Şekil 1.5)
- Her akışkanın az veya çok bir viskozitesi vardır
- Viskozitesi ihmal edilebilecek kadar küçük akışkanlara “İDEAL AKIŞKAN” adı verilir
- Viskozitesi ihmal edilemeyecek kadar büyük akışkanlara “GERÇEK AKIŞKAN” adı verilir

# MUTLAK VE KİNEMATİK VİSKOZİTE

- Mutlak (Dinamik) Viskozite ( $\mu$ ):

$$\mu = \tau \cdot dy/dv \quad \text{Birim: kg.s/m}^2$$

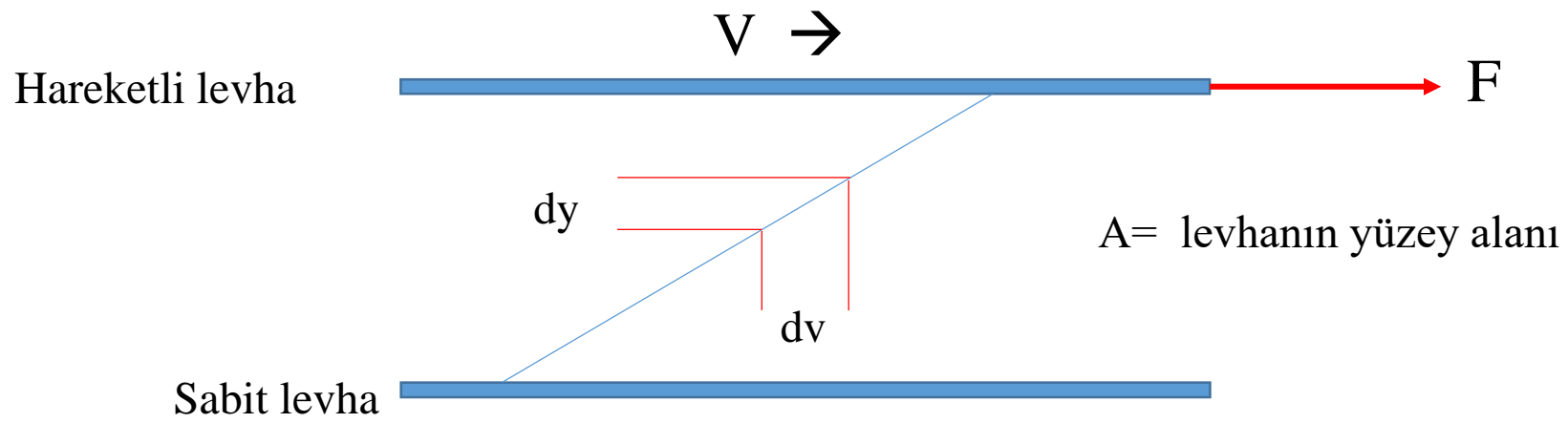
- Kinematik Viskozite ( $\nu$ ):

$$\nu = \mu / \rho \quad \text{Birim: m}^2/\text{s}$$

$\tau$  = Birim yüzeye isabet eden sürtünme (kayma) gerilmesi

$dy/dv$  = Deformasyon oranı

$\rho$  = Özgül Kütle



$$\frac{F}{A} = \mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

$\tau$

Viskosite katsayısı yada Dinamik viskosite  $\mu$

$$\mu = \frac{F}{A} \cdot \frac{dy}{dv}$$

$$10^{-5} \text{ N} = 1 \text{ dyn}$$

$$\mu = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\text{cm}}{\frac{\text{cm}}{\text{s}}} = \frac{\text{dyn} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}$$

$$1 \frac{\text{dyn} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2} = 1 \text{ poise}$$

Örn: Sabit bir levhadan  $h=0.5\text{mm}$  uzakta kare şeklinde ve kenar uzunluğu  $50\text{ cm}$  olan bir levhayı  $v=0.25\text{ m/s}$  lik bir hızla hareket ettirebilmek için  $F=0.5\text{ N}$  luk bir kuvvet gerektiğine göre levhalar arasına konan sıvının mutlak viskozitesini bulunuz.

$$A = 0.5^2 = 0.25\text{ m}^2$$

$$\mu = \frac{F}{A} \cdot \frac{dy}{dv}$$

$$v = 0.25\text{ m/s}$$

$$h = 0.5 \cdot 10^{-3}\text{ m}$$

$$\mu = \frac{F}{A} \cdot \frac{h}{v} = \frac{0.05 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}}{0.25 \cdot 0.25} = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \cdot \text{m}}$$

$$4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \cdot \text{m}} = \frac{0.004}{9.81} = 0.000407 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

## Kinematik viskozite

Mutlak viskozitenin özgül kütleyle bölümüne denir

Birimi

$$\nu = \frac{\frac{kg \cdot s}{m^2}}{\frac{kg \cdot s^2}{m^4}} = \frac{m^2}{s}$$