

# Bölüm 1

## Akışkanların Fiziksel Özellikleri

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.1 (Young ve ark., 2013)

Bir binaya etki eden rüzgâr kuvveti  $F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$  ifadesi ile tanımlı ise, itki katsayısı  $C_D$ 'nin boyutunu belirleyiniz. Bu ifadede  $F$ :rüzgâr kuvveti,  $\rho$ :havanın özgül kütlesi,  $V$ :rüzgâr hızı ve  $A$ : binanın rüzgâra maruz yüzey alanıdır.

Formüldeki fiziksel büyüklüklere ait boyutlar:

$$F = MLT^{-2}$$

$$\rho = ML^{-3}$$

$$V = LT^{-1}$$

$$A = L^2$$

$$C_D = \frac{2F}{\rho V^2 A}$$

$$C_D = \frac{MLT^{-2}}{ML^{-3} (LT^{-1})^2 L^2} = M^0 L^0 T^0$$

Böylece  $C_D$ = boyutsuzdur.

## AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

### Problem 1.2 (Evelt, 1989)

Hacmi 952 Lt olan bir depo, kütlesi 1200 kg olan gliserin ile doludur.

- a- Gliserin ağırlığını (W),
- b- Özgül kütlesini ( $\rho$ ),
- c- Özgül ağırlığını ( $\gamma$ ),
- d- Rölatif özgül kütlesini (s), bulunuz.

a-  $F=W=m \cdot g = 1200 \cdot 9.81 = 11\,772 \text{ N}$  veya  $11.77 \text{ kN}$

b-  $\rho = m/V = 1200/0.952 = 1261 \text{ kg/m}^3$

c-  $\gamma = W/V = 11\,772/0.952 = 12\,366 \text{ N/m}^3$

$\gamma = \rho \cdot g = 1261 \cdot 9.81 = 12\,366 \text{ N/m}^3$

d-  $s = \rho_{\text{gliserin}} / \rho_{\text{su}} = 1261/1000 = 1.26$

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.3

20 °C sıcaklıkta 1 Atm mutlak basınçta metan gazının yoğunluğunu ve özgül ağırlığını hesaplayınız.

20 °C sıcaklıkta metanın gaz sabiti  $R=518.2 \text{ J/kg K}$

20 °C=293.15 Kelvin

$$\rho = \frac{P}{R T}$$

$$\rho = \frac{101300}{518.2 * 293.15} = 0.667 \text{ kg/m}^3$$

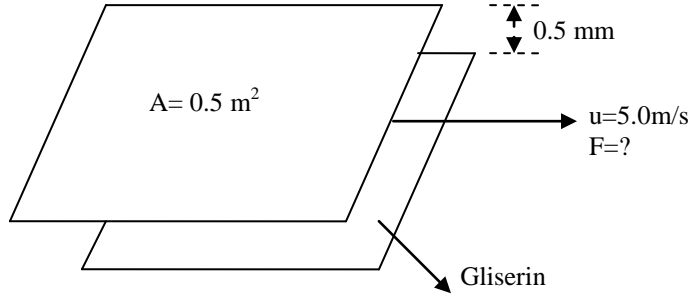
$$\gamma = \rho * g = 0.667 * 9.81 = 6.54 \text{ N/m}^3$$

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.4

0.5 m<sup>2</sup> alanlı iki levha arasında 5mm kalınlığında gliserin bulunmaktadır. Üsteki plakayı u=5.0m/s hızla çekmek için plakaya uygulanması gereken kuvveti bulunuz. Gliserinin dinamik vizkozitesi  $\mu= 1.5 \text{ Pa s}$  dir.



Plakalar arasında oluşan kayma gerilmesi:

$$\tau = \mu \frac{u}{y}$$

$$\tau = 1.5 \frac{5.0}{5 \cdot 10^{-4}} = 15 \text{ 000 Pa}$$

$$F = \tau \cdot A = 15 \text{ 000} \cdot 0.5 = 7 \text{ 500 N}$$

# AKIŞKANLAR MEKANIĞI

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.5

Özgül kütlesi  $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$  olan 3 cm çapındaki ve 40 cm uzunluğundaki çelik silindir bir mil 3.02 cm çaplı düşey konumdaki dairesel kesitli bir yatak içinde kendi ağırlığı ile hareket etmektedir. Silindir ile yatak arasındaki boşluk uniform olup  $20^\circ\text{C}$  ortam sıcaklığında gliserin ile doldurulmuştur. Milin hareket hızını hesaplayınız. Gliserinin dinamik viskozitesi  $\mu=1.5$  Pas dir.

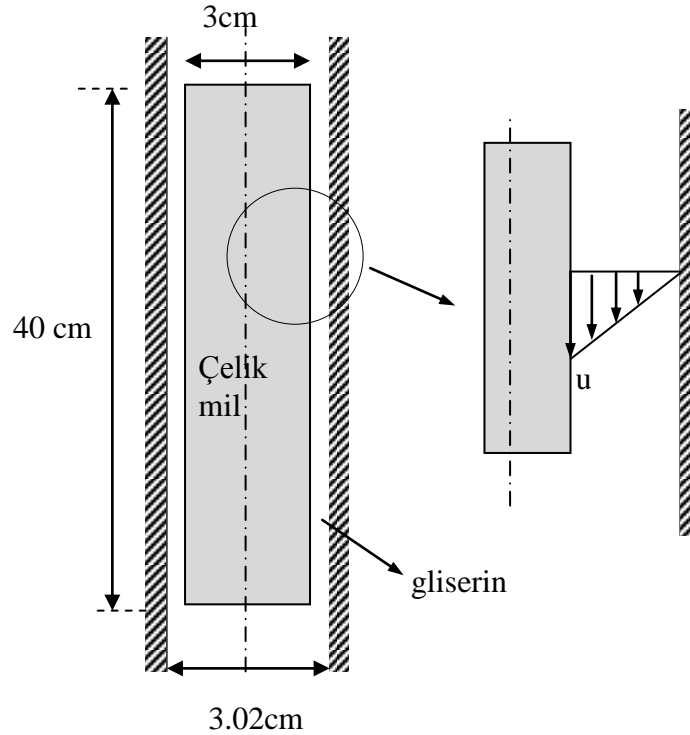
$$\text{Mil ağırlığı} = W = \frac{\pi D^2}{4} \rho g L = \frac{3.14 * 0.03^2}{4} * 7850 * 9.81 * 0.4 = 21.77 \text{ N}$$

$$\text{Milin yüzey alanı} = \pi D L = 3.14 * 0.03 * 0.4 = 0.0377 \text{ m}^2$$

$$\text{Mil ile silindir arasındaki aralık } y = 0.01 \text{ cm} = 0.0001 \text{ m}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{u}{y}$$

$$u = \frac{F y}{A \mu} = \frac{21.77 * 0.0001}{0.0377 * 1.5} = 0.0385 \text{ m/s}$$

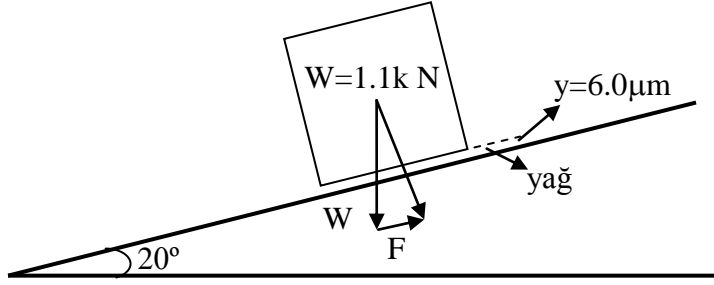


# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem1.6 (Evet, 1989)

1.1 kN ağırlığındaki kare şeklinde bir kutu şekilde görüldüğü üzere  $20^\circ$  lik eğimli bir yüzeyden aşağı doğru kaymaktadır. Kare kutunun kenar uzunluğu 250mm ve kutu ile eğimli platform arasında  $6.0\mu\text{m}$  kalınlığında viskozitesi  $\mu=7\text{mPa}\cdot\text{s}$  olan yağ ile kaplıdır. Kutunun kayma hızını bulunuz.



Bloğun kaymasına neden olan kuvvet:

$$F = W \sin 20 = 1100 * \sin 20 = 1100 * 0.342 = 376.2 \text{ N}$$

Kayma gerilmesi:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{376.2}{0.25 * 0.25} = 6019.2 \text{ N/m}^2$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

$$u = \frac{\tau y}{\mu}$$

$$u = \frac{6019.2 * 6.0 * 10^{-6}}{7.0 * 10^{-3}} = 5.16 \text{ m/s}$$

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.7 (Young ve ark., 2013)

25 mm çaplı silindir şaft (mil) bir yataktan çekilerek çıkartılacaktır. Yatak ile şaft arası 0.3 mm kalınlığında kinematik viskozitesi  $8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  ve rölatif özgül kütlesi  $s=0.91$  olan yağ ile doludur. Şaftı 3 m/s lik hızla çekebilmek için gerekli kuvveti bulunuz. Silindir şaft ile yatak arasındaki hız lineer kabul edilecek.

$$s = \frac{\rho_{\text{yağ}}}{\rho_{\text{su}}}$$

$$0.91 = \frac{\rho_{\text{yağ}}}{1000}$$

$$\rho_{\text{yağ}} = 910 \text{ kg/m}^3$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$8 \times 10^{-4} = \frac{\mu}{910}$$

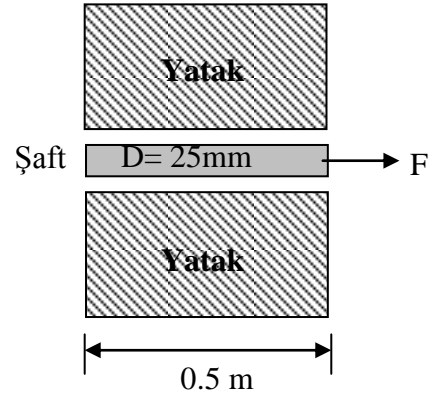
$$\mu = 0.728 \text{ Pas}$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = 0.728 \frac{3}{0.3 \times 10^{-3}} = 7280 \text{ N}$$

$$\tau = F/A$$

$$F = \tau A = \tau (\pi DL)$$

$$F = 7280 \times 3.14 \times 25 \times 10^{-3} \times 0.5 = 286 \text{ N}$$





# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.8 (Evelt, 1989)

Sıcaklığı 30 °C olan suyun temiz cam bir tüpte kılcal etki nedeniyle 2.0mm den fazla yükselmemesi için tüp çapı ne olmalıdır.

Kapiler yükselme ifadesi:

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

Bu ifadeden r yarıçap çekilir ise:

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

30 °C su için yüzeysel gerilme  $\sigma=0.0712$  N/m

Suyun özgül ağırlığı  $\gamma=9810$  N/m<sup>3</sup>

Yüzey cam ve temiz olduğu için  $\theta \approx 0^\circ$ ,  $\cos(0) = 1$

Buna göre  $h=2$ mm yükselme için yarıçap:

$$r = \frac{2 * 0.0712 * 1}{9810 * 0.002} = 0.00726\text{m veya } 7.26\text{mm}$$

Minimum tüp çapı:

$$D=2r=0.0145\text{m} = 14.5\text{mm}$$

Veya büyük olmalıdır.

## AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

### Problem 1.9 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Sıcaklığı 20 °C olan gazyağına 0.75mm çapındaki cam bir tüp batırılıyor. Gaz yağı ve cam yüzey için yüzeysel gerilme  $\sigma=0.028$  N/m ve yüzey gerilme açısı  $\theta=26^\circ$  dir. Cam borudaki kapiler yükselmeyi bulunuz.

Gazyağının özgül kütlesi  $\rho=820$  kg/m<sup>3</sup>

Kapiler yükselme ifadesi:

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

$$h = \frac{2 * 0.028 * \cos(26)}{820 * 9.81 * (0.75 / 2 * 10^{-3})}$$

$$h = 16.7 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$h = 16.7 \text{ mm}$$

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.10 (Yüksel, 2008)

Okyanusta 8 km derinlikte basınç 81.7 MPa dır. Eğer yüzeyde suyun özgül kütlesi 1025 kg/m<sup>3</sup> ve ortalama hacimsel elastik modülü 2.34 GPa ise bu derinlikte suyun özgül kütlesi nedir.

$$K = -\frac{dP}{d\forall/\forall} \quad dP = -K \frac{d\forall}{\forall}$$

Akışkanların kütlesi m ise  $m=\rho \forall$  iki tarafın diferansiyeli alınırsa

$$dm = \rho d\forall + \forall d\rho$$

$dm=0$  dır. Çünkü akışkanın kütlesi sabittir.

$$-\rho d\forall = \forall d\rho \Rightarrow \frac{d\forall}{\forall} = -\frac{d\rho}{\rho}$$

Bu denklem yukarıda yerine konursa

$$dP = -K \frac{d\forall}{\forall} = K \frac{d\rho}{\rho}$$

bulunur. Yukardaki ifadenin integrali alınır ise:

$$P = K \ln \rho + C$$

Yüzeyde  $P=0 \rightarrow C = -K \ln \rho_{\text{yüzey}}$  yukarıda yazılırsa:

$$P = K \ln \rho - K \ln \rho_{\text{yüzey}} \quad \text{veya}$$

$$P = K \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$\frac{81.7 \cdot 10^6}{2.34 \cdot 10^9} = \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$0.035 = \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$1.0355 = \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$\rho = 1.0355 \cdot 1025 = 1061.4 \text{ kg/m}^3$$

# AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.11

Rijit bir depo içerisinde  $2 \text{ m}^3$  su vardır. Suya bir piston ile  $35 \text{ MPa}$  lık basınç uygulanırsa suyun hacmindeki değişimi ve basınç altındaki suyun özgül kütleini bulunuz.

$$K_{su} = 2.2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

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

$$K = -\frac{dP}{dV/V_1}$$

$$P = -K \ln V_1 + C$$

$$P=0 \text{ iken } V_0 = 2 \text{ m}^3$$

$$0 = -K \ln 2 + C$$

$C = K \ln 2$ , yukarıda yerine yazılır ise,

$$P = K \ln \frac{2}{V_1}$$

$$35 \cdot 10^6 = 2.2 \cdot 10^9 \ln \frac{2}{V_1}$$

$$V_1 = 1.968 \text{ m}^3$$

Suyun hacmindeki değişim  $= 2 - 1.968 = 0.032 \text{ m}^3$

$$\% = \left( 1 - \frac{1.968}{2.0} \right) \cdot 100 = -\% 1.6$$

Suyun kütlesi değişmeyeceğinden  $m_0 = m_1 = m$

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \text{ ve } \rho_1 = \frac{m}{V_1}$$

$$\rho_0 \cdot V_0 = \rho_1 \cdot V_1 \Rightarrow \rho_1 = \frac{\rho_0 \cdot V_0}{V_1} = \frac{1000 \cdot 2}{1.968} = 1016.26 \text{ kg/m}^3$$

# AKIŞKANLAR MEKANIĞI

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

## Problem 1.12

Basıncılı hava tankı, 6 kg hava içermektedir. Tank üzerine yerleştirilen manometrenin gösterdiği basınç 300 kPa olduğuna göre tankın hacmini hesaplayınız.

Sıcaklık  $80^{\circ}\text{C}$  ve  $K= 2.18 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$dP = K \frac{d\rho}{\rho}$$

$$P = K \ln \rho + C$$

$$P=0 \text{ iken } 80^{\circ}\text{C} \text{ de } \rho_{\text{hava}}=1 \text{ kg/m}^3$$

$$\ln 1=0 \text{ ise } C=0$$

$$P = K \ln \rho$$

$$300 \cdot 10^3 = 2.18 \cdot 10^5 \cdot \ln \rho$$

$$\rho = 3.95 \text{ kg/m}^3$$

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

$$3.95 = \frac{6}{V} \rightarrow$$

$$V = 1.52 \text{ m}^3$$