



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

TEKNİK FİZİK

4. AKIŞKANLAR MEKANİĞİ ÖRNEK PROBLEMLER

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Manometrik Basınç 4.1. Şekilde görülen su dolu bir kapta sağ taraftaki boruda cıva bulunmakta ve serbest yüzeye p_0 atmosfer basıncı etkilemektedir. Kapalı kabın içindeki su seviyesi üzerindeki mutlak basınç $p_b = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 'dir. Bu yüzeyin $h = 2 \text{ m}$ derinliğinde kapalı kap ile birleşen borudaki cıva sütunu yüksekliğini (H) bulunuz.

Veriler:

$$p_0 = 101,325 \text{ kPa} = 101325 \text{ N/m}^2$$

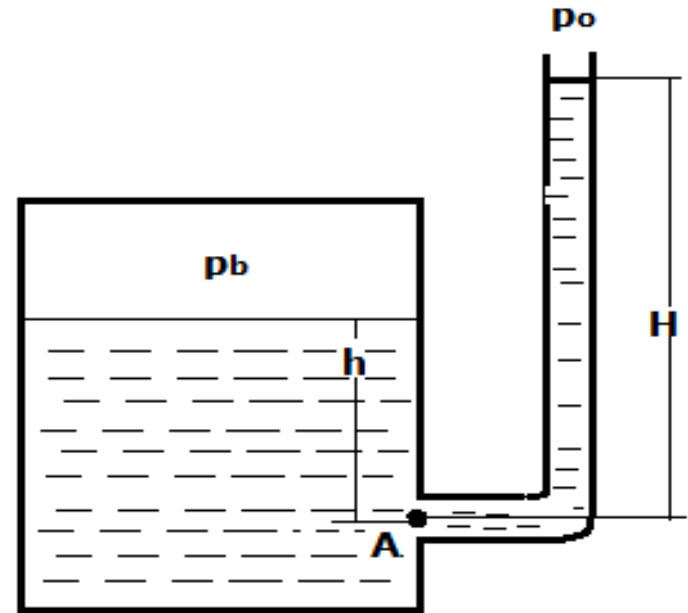
$$p_b = 400000 \text{ N/m}^2$$

$$h = 2 \text{ m}$$

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

$$\rho_c = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.1:

A noktası seviyesindeki basınç iki taraf için yazılabilir:

Kapalı kap tarafında: $p_A = p_b + \rho_s gh$

Boru tarafında : $p_A = p_0 + \rho_c gH$

Bu ifadeler eşitlenir ve H için yazılır

$$p_b + \rho_s gh = p_0 + \rho_c gH$$

$$p_b - p_0 + \rho_s gh = \rho_c gH$$

$$H = \frac{(p_b - p_0) + \rho_s gh}{\rho_c g}$$

$$H = \frac{(400000 - 101325) \frac{N}{m^2} + 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 2 m}{13600 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 m/s^2}; 1 \frac{N}{m^2} = 1 \frac{kg}{ms^2} \text{ veya}$$

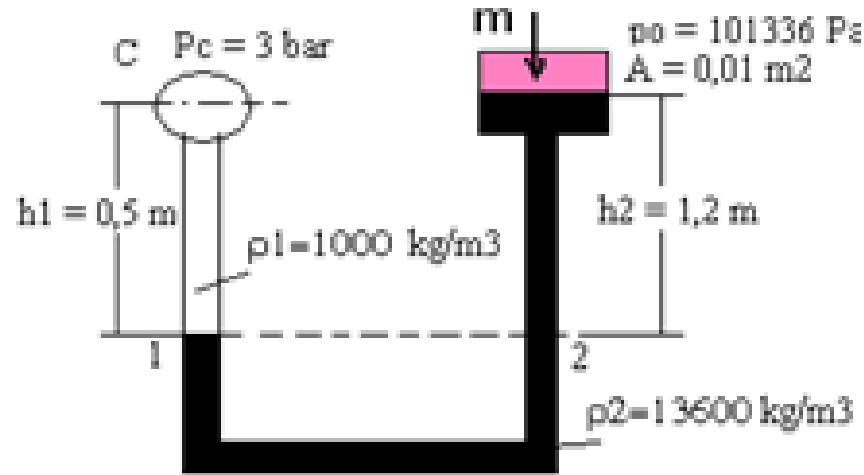
$$1 kg = 1 Ns^2/m$$

$$H = 5,384 mHg$$

Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Basınç 4.2. Şekildeki düzenekte C noktasındaki basıncın 3 bar olması için kesit alanı A olan cismin kütlesi ne olmalıdır?

Veriler:



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.2:

$$p_1 = p_C + \rho_1 g h_1$$

$$p_2 = p_0 + \rho_2 g h_2 + mg/A$$

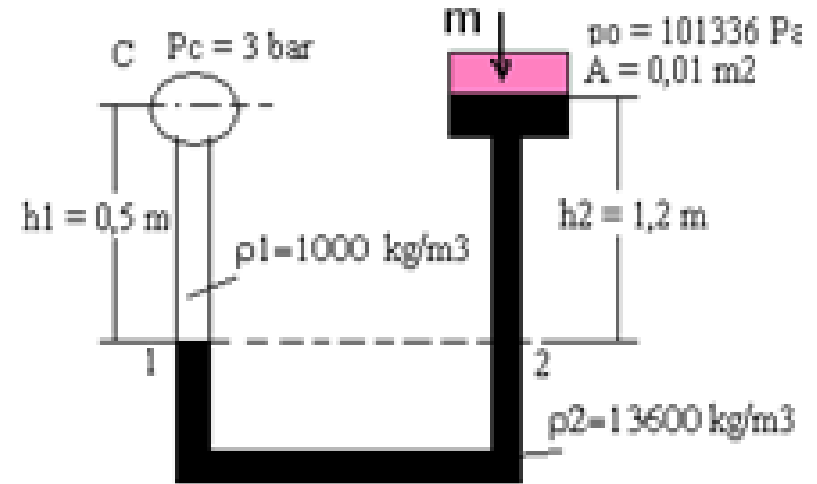
$$p_1 = p_2$$

$$p_C + \rho_1 g h_1 = p_0 + \rho_2 g h_2 + mg/A$$

$$m = \frac{A (p_C + \rho_1 g h_1 - p_0 - \rho_2 g h_2)}{g}$$

$$m = \frac{0,01 (3 \times 10^5 + 1000 \times 9,81 \times 0,5 - 101336 - 13600 \times 9,81 \times 1,2)}{9,81}$$

$$m = 44,31 \text{ kg}$$



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Hidrolik Pres 4.3. Bir hidrolik prese ait küçük silindirin piston çapı $d_1 = 50 \text{ mm}$ olup, bu silindire etki eden kuvvet $F = 1000 \text{ N}$ ve büyük silindirin piston çapı $d_2 = 160 \text{ mm}$ 'dir. Hidrolik presin sıvısı ile temas eden silindir pistonlarının yüzeylerinin aralarında $h=1,2 \text{ m}$ 'lik bir yükseklik farkı olması durumunda, büyük piston tarafından kaldırılabilir G ağırlığını bulunuz.

Veriler:

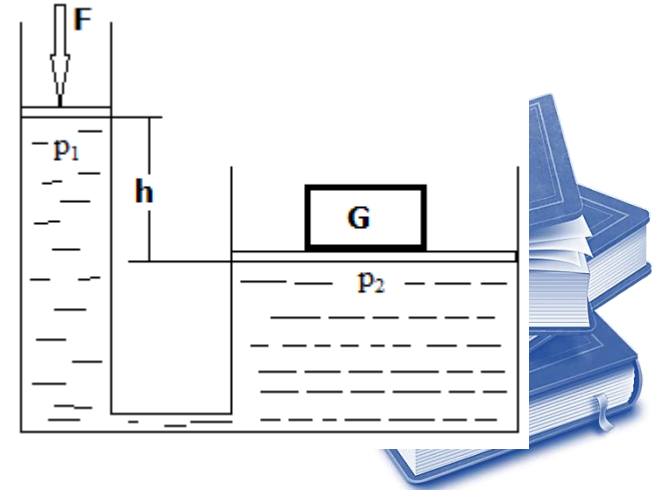
$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$F = 1000 \text{ N}$$

$$d_2 = 160 \text{ mm}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$G = ?$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.3:

Büyük pistona etkiyen yüzey basıncı

$$p_2 = p_1 + \rho gh$$

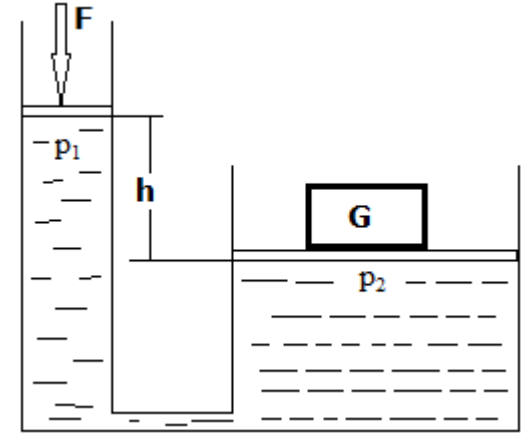
Burada küçük pistona etkiyen basınç

$$p_1 = \frac{F}{A_1} = \frac{1000 \text{ N}}{\pi (0,05\text{m})^2/4} = 509554 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 5,096 \text{ bar}$$

$$p_2 = 509554 + 1000 \times 9,81 \times 1,2 \rightarrow p_2 = 521326 \text{ N/m}^2$$

$$G = p_2 A_2 = 521326 \times \pi \frac{(0,16\text{m})^2}{4}$$

$$G = 10477 \text{ N}$$



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Basınç 4.4. Şekildeki bileşik kap sisteminde (basınç kalibratörü) piston çapı 420 mm'dir. Piston-taşıyıcı kaide-tabla kütlesi 1,25 kg, tablanın üzerindeki kütle 2,5 kg'dır. Gösterge basıncını bulunuz.

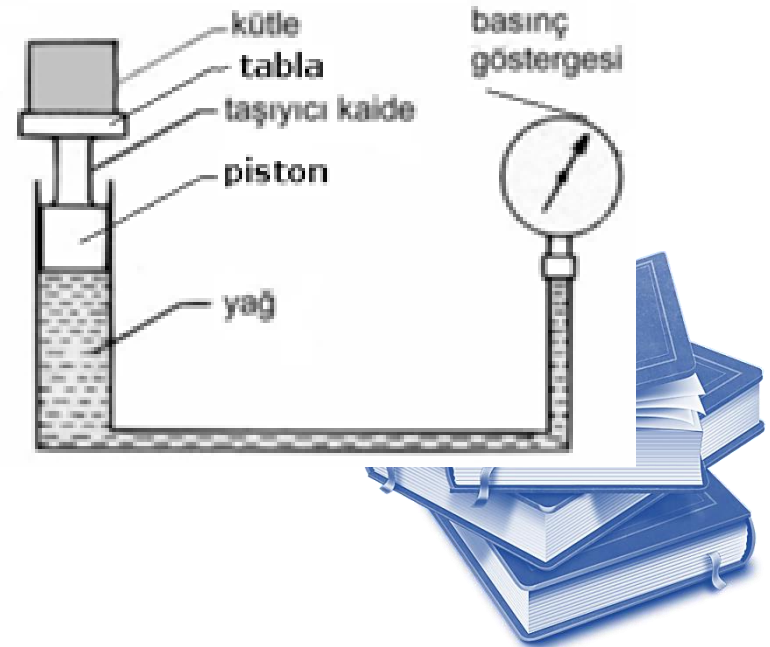
Veriler:

$$d = 420 \text{ mm}$$

$$m_t = 1,25 \text{ kg}$$

$$m_a = 2,5 \text{ kg}$$

$$p = ?$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.4:

Basınç denklemi $p = \frac{F}{A}$

Pistona etki eden kuvvet

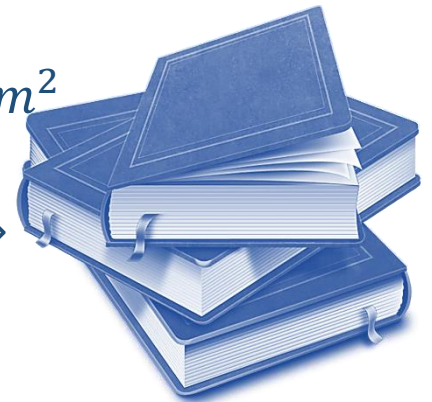
$$F = (m_t + m_a) g = (1,25 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg}) 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow F = 36,788 \text{ kgm/s}^2$$

$$1 \text{ kgm/s}^2 = 1 \text{ N} \Rightarrow F = 36,788 \text{ kgm/s}^2 \times \frac{1 \text{ N}}{\text{kgm/s}^2} \Rightarrow F = 36,788 \text{ N}$$

$$\text{Silindir kesit alanı } A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0,42 \text{ m})^2}{4} \rightarrow A = 0,1385 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{36,788 \text{ N}}{0,1385 \text{ m}^2} \rightarrow F = 265,62 \text{ N/m}^2 \text{ ve } 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \Rightarrow$$

$$p = 265,62 \text{ Pa} = 0,266 \text{ kPa}$$



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Hidrolik Pres 4.5: Şekildeki hidrolik düzenek için;

a) Dikey kuvveti (F_2)

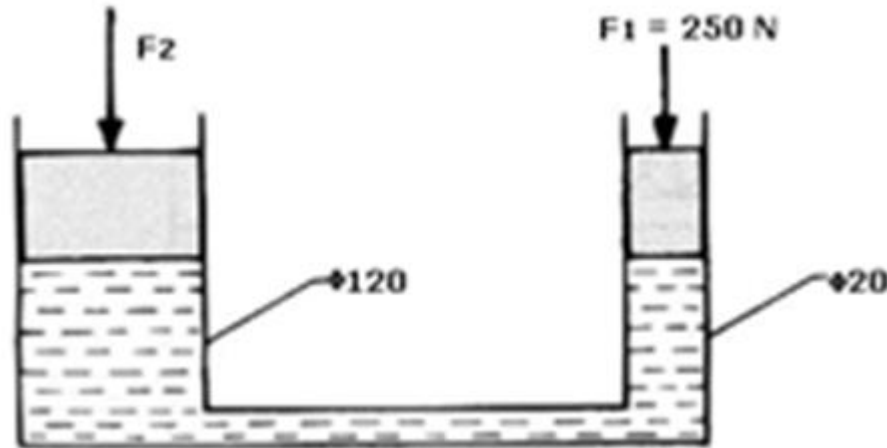
b) Akışkan basıncını (p_2) hesaplayınız.

Veriler:

$$d_2 = 120 \text{ mm}$$

$$d_1 = 20 \text{ mm}$$

$$F_1 = 250 \text{ N}$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.5:

a) Dikey kuvvet

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad (1)$$

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} \quad (2)$$

$$p_1 = p_2 \quad (3)$$

(1) ve (2) denklemleri (3) denkleminde yerine yazılır.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

$$A_1 = \pi d_1^2/4$$

$$A_2 = \pi d_2^2/4$$



Akışkanlar Mekaniği

$$F_2 = F_1 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = 250 \text{ N} \left(\frac{120 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} \right)^2$$

$$F_1 = 9000 \text{ N} = 9 \text{ kN}$$

b) Akışkan basıncı

(1) denkleminde

$$p_2 = \frac{F_2}{\pi d_1^2/4} = \frac{9000 \text{ N}}{\pi (0,12 \text{ m})^2/4} \rightarrow p_2 = 796178 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \rightarrow p_2 = 796178 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa} \rightarrow p_2 = 796,2 \text{ kPa}$$



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Pres 4.6. Şekilde gösterilen hidrolik krik o için aşağıdakileri hesaplayınız.

(a) Sıvı basıncını, (b) Kaldırma kuvvetini, (c) Mekanik faydayı bulunuz.

Veriler:

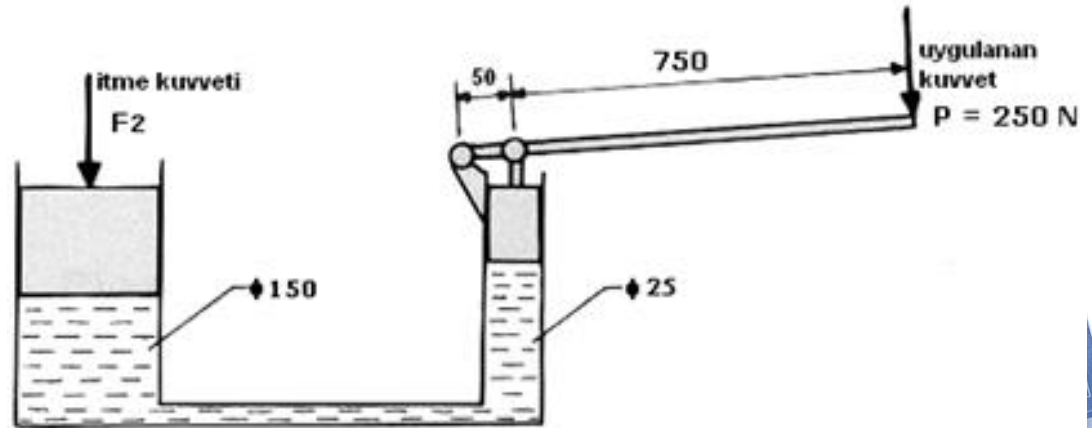
$$P = 250 \text{ N}$$

$$L = 750 \text{ mm}$$

$$S = 50 \text{ mm}$$

$$d_1 = 25 \text{ mm}$$

$$d_2 = 150 \text{ mm}$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.6:

a) Sıvı basıncı

$$F_1 = P \frac{L}{S} = 250 \text{ N} \frac{750 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \rightarrow F_1 = 3750 \text{ N}$$

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_1}{\pi d_1^2/4} = \frac{3750 \text{ N}}{\pi (0,025 \text{ m})^2/4} \rightarrow p_1 = 7643702 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} \rightarrow \mathbf{p_1 = 7,644 \text{ MPa}}$$

b) Kaldırma kuvveti (Pres kuvveti)

$$F_2 = F_1 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = 3750 \text{ N} \times \left(\frac{150 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \right)^2 \rightarrow F_2 = 135000 \text{ N} = 135 \text{ kN}$$

Mekanik fayda

$$\text{c) } mf = \frac{F_2}{P} = \frac{135000 \text{ N}}{250 \text{ N}} \rightarrow \mathbf{mf = 540}$$



Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Kapilarite 4.7. Bir ağaçta suyun aktığı lümen yarıçapı $5 \times 10^{-6} \text{ m}$, yüzeysel gerilim $\sigma = 0,072 \text{ N/m}$ 'dir.

Temas açısı $\beta = 0^\circ$ ise,

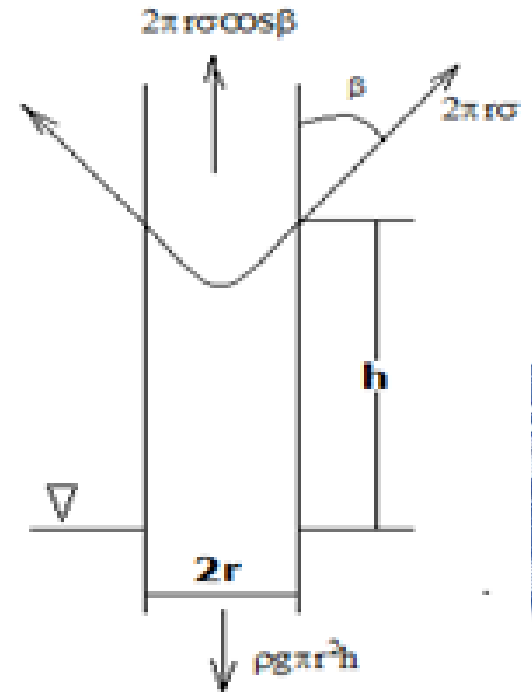
Temas açısı $\beta = 30^\circ$ ise bu koşullarda suyun sözkonusu ağaçta yükselebileceği yüksekliği,

Kapilar basıncı bulunuz.

Veriler:

$$r = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\sigma = 0,072 \text{ N/m}$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.7:

$$\beta = 0^0 \rightarrow \cos \beta = 0 \text{ için,}$$

$$\text{Kapilar kuvvetler dengesi: } 2\pi r \sigma \cos \beta = \rho g \pi r^2 h$$

Bu eşitlikten yükselme miktarı (h) çekilirse aşağıdaki eşitlik bulunur.

$$h = \frac{2\pi r \sigma \cos \beta}{\rho g \pi r^2} = \frac{2\sigma \cos \beta}{\rho g r}$$

$$h = \frac{2 \times 0,072 \times 1}{1000 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-6}} = \frac{0,144}{0,004905} \rightarrow \mathbf{h = 2,936 \text{ m}}$$

$$\beta = 30^0 \rightarrow \cos \beta = 0,866 \text{ için,}$$

$$h = \frac{2\pi r \sigma \cos \beta}{\rho g \pi r^2} = \frac{2\sigma \cos \beta}{\rho g r}$$

$$h = \frac{2 \times 0,072 \times 0,866}{1000 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-6}} = \frac{0,1247}{0,004905} \rightarrow \mathbf{h = 2,542 \text{ m}}$$



Akışkanlar Mekaniği

Kapilar basınç

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$$

$$\Delta p = \frac{2 \times 0,072 \text{ N/m}}{5 \times 10^{-6} \text{ m}} = 28800 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta p = 28800 \text{ Pa} = 28,8 \text{ kPa}$$



Akışkanlar Mekaniği

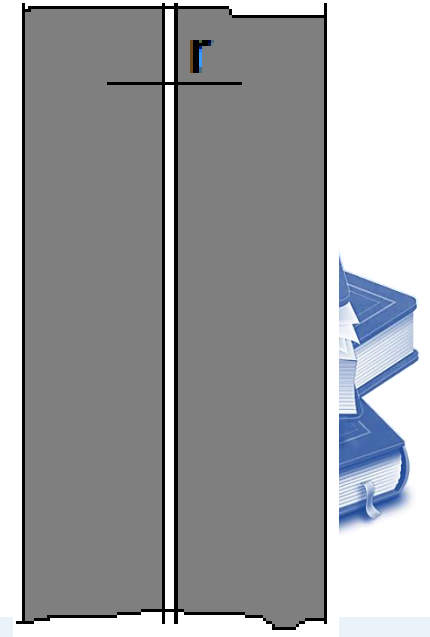
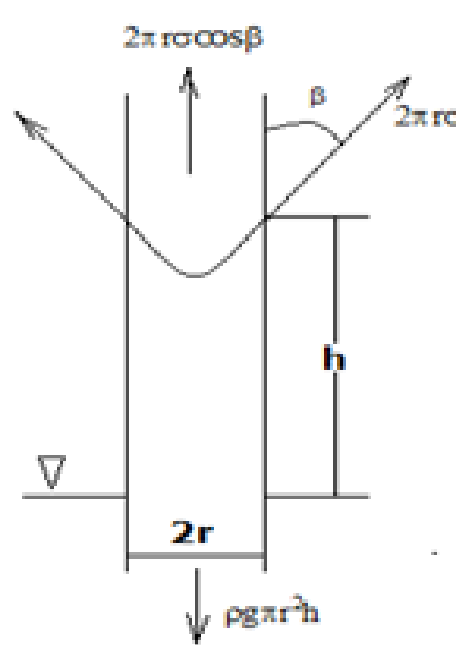
Örnek Problem – Kapilarite 4.8: Fagus orientalisin lümen çapı $5 \mu m$, suyun yüzey gerilim katsayısı $\sigma = 0,072 \text{ N/m}$ 'dir.

- a) Temas açısı $\beta = 0^\circ$ ise,
b) Temas açısı $\beta = 20^\circ$ ise bu koşullarda suyun söz konusu ağaçta yükselebileceği yüksekliği bulunuz.

Veriler:

$$d = 5 \mu m$$

$$\sigma = 0,072 \text{ N/m}$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.8:

a) $\beta = 0^\circ \rightarrow \cos \beta = 1$ için,

Kapiler kuvvetler dengesi $2\pi r \sigma \cos \beta = \rho g \pi r^2 h$ şeklinde ifade edilmiştir.

Bu eşitlikten yükselme miktarı (h) çekilirse aşağıdaki eşitlik bulunur.

$$h = \frac{2\pi r \sigma \cos \beta}{\rho g \pi r^2} = \frac{2\sigma \cos \beta}{\rho g r}$$

$$h = \frac{2 \times 0,072 \times 1}{1000 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-6}} = \frac{0,144}{0,04905} \rightarrow \mathbf{h = 2,94 \text{ m}}$$

b) $\beta = 20^\circ \rightarrow \cos \beta = 0,94$ için,

$$h = \frac{2\pi r \sigma \cos \beta}{\rho g \pi r^2} = \frac{2\sigma \cos \beta}{\rho g r}$$

$$h = \frac{2 \times 0,072 \times 0,94}{1000 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-6}} = \frac{0,1247}{0,04905} \rightarrow \mathbf{h = 2,76 \text{ m}}$$

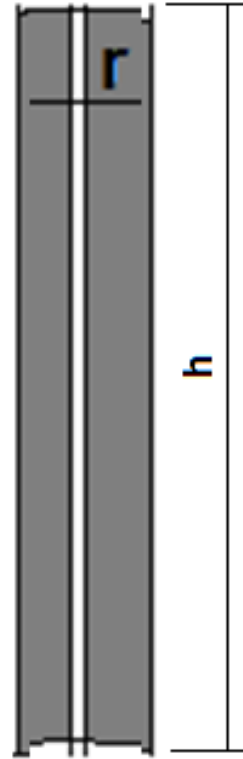


Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Kapilarite 4.9. 30 m yükseklikteki bir ağacın tepesine suyun çıkabilmesi için (0° temas açısı) suyun aktığı lümen çapı ne olmalıdır?

Veriler:

$$\sigma = 0,073 \text{ N/m}, \beta = 0^\circ$$
$$h = 30 \text{ m}, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3},$$
$$\beta = 0^\circ \rightarrow \cos\beta = 1$$



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.9:

$$2 \pi R \sigma \cos \beta = \rho g h \pi R^2$$

$$R = \frac{2 \pi \sigma \cos \beta}{\rho g h \pi}$$

$$R = \frac{2 \sigma \cos \beta}{\rho g h}$$

$$R = \frac{2 \times 0,073 \times 1}{1000 \times 9,81 \times 39} \text{ ise; } R = 0,5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$D = 2R = 2 \times 0,5 \times 10^{-5}$$

$$D = 1 \times 10^{-6} \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$\mathbf{D = 1 \mu m}$$

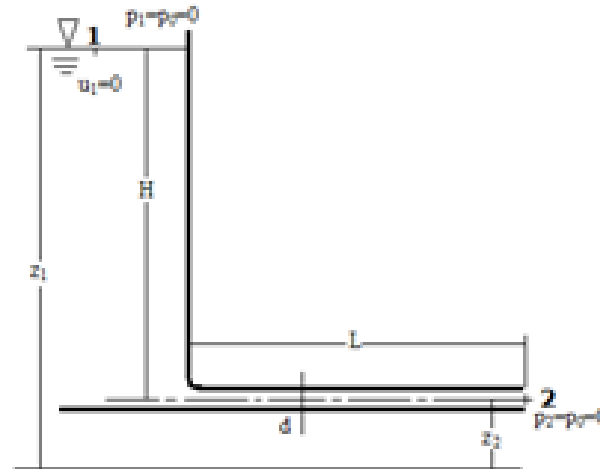


Akışkanlar Mekaniği

Örnek Problem – Hidrodinamik 4.10: İç çapı $d = 3 \text{ mm}$, uzunluğu $L = 10 \text{ m}$ olan dairesel kesitli pürüzsüz bir boru bir su deposuna bağlıdır. Boru içindeki akışın debisinin $0,05 \text{ lt/s}$ olabilmesi için depodaki H su yüksekliği

- Depodan boruya giriş kaybının ihmal edildiği durumda
- Depodan boruya girişte kayıp olduğu ($K = 0,5$) ve atmosfer basıncının ihmal edilmesi halinde ne olmalıdır?

Veriler:



Akışkanlar Mekaniği

Çözüm 4.10:

a) Depodan boruya giriş kaybının ihmal edildiği durum

1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi yazılır

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + h_{kay}$$

$u_1 = 0$ ve $p_1 = p_2 = 0$ olduğundan Bernoulli denklemi

$$z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + z_2 + h_{kay} \rightarrow z_1 - z_2 = H = \frac{u_2^2}{2g} + h_{kay}$$

$$h_{kay} = \lambda \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$$

$$u_2 = u = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,05 \times 10^{-3}}{\pi \frac{(0,003)^2}{4}} = 7,07 \text{ m/s}$$



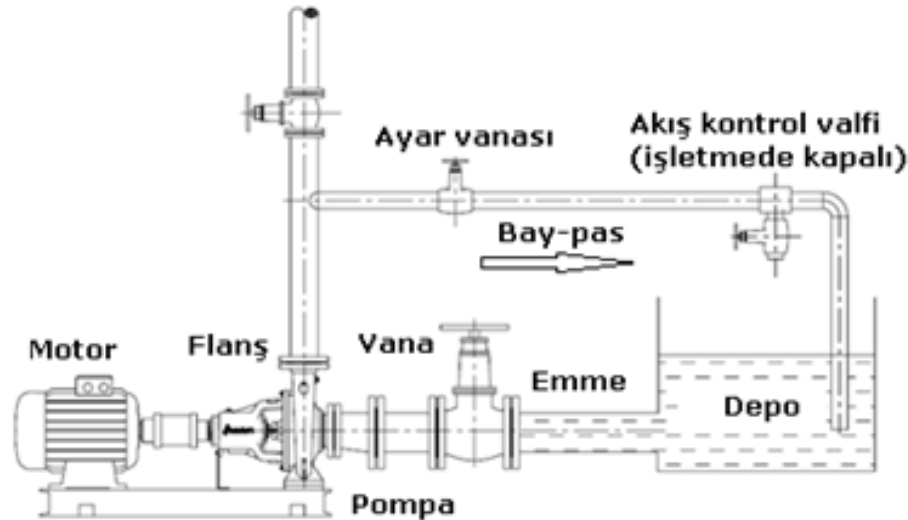
Akışkanlar Mekaniği

$$Re = \frac{u D}{\nu} = \frac{7,07 \times 0,003}{1,01 \times 10^{-6}} = 21000 > 2300 \text{ türbülanslı akış}$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{(21000)^{0,25}} = 0,026 \text{ (Katalog değeri olarak da verilebilir).}$$

$$H = \frac{u_2^2}{2g} + \lambda \frac{L}{D} \frac{u_2^2}{2g} = \left(1 + \lambda \frac{L}{D}\right) \frac{u_2^2}{2g} = \left(1 + 0,026 \frac{10}{0,003}\right) \frac{(7,07)^2}{2 \times 9,81}$$

$$H = 223 \text{ m}$$



Pompa ile su basma



Akışkanlar Mekaniği

b) Depodan boruya giriş kaybının olduğu durum

Bu durumda sürekli kaybın yanısıra yerel kayıp da vardır.

$$h_{kay} = \lambda \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g} + K \frac{u^2}{2g} = \left(K + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{u^2}{2g}$$

$$H = \frac{u_2^2}{2g} + \left(K + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{u_2^2}{2g} = \left(1 + K + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{u_2^2}{2g}$$

$$H = \left(1 + 0,5 + 0,026 \frac{10}{0,003} \right) \frac{(7,07)^2}{2 \times 9,81}$$

$$H = 224,6 \text{ m}$$



