

MKB 212

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ I

DERS NOTLARI

DOÇ. DR.SONER CELEN

6. HAFTA

Örnek 3.8

Şekil 3.13’da gösterilen manometredeki bir borudaki akan suyun basıncını ölçmek için cıvalı gösterge kullanılmaktadır. Boru merkezinden cıvanın referans seviyesine olan X-X mesafesi 400 mm, cıvanın sağ kol seviyesi, referans seviyesinden 220 mm yüksektedir, borunun merkezindeki su basıncını hesaplayınız.

Çözüm:

X-X seviyesi esas kabul edilirse; borudaki p basıncı (kPa)

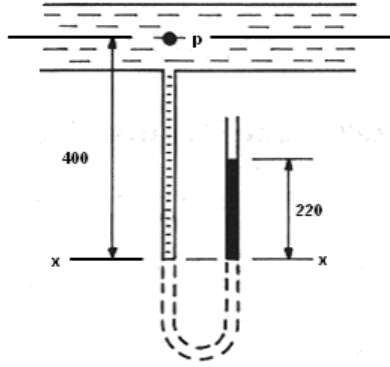
Sol kol: X-X basıncı = $p + \rho g h$ (su)

$$= p \cdot 10^3 + 10^3 \times 9,81 \times 0,4 \text{ (Pa)}$$

$$= p + 3,92 \text{ kPa}$$

suyun yoğunluğu: $1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$

$p \cdot 10^3$: kg/m^3 e çeviriyoruz.



Şekil 3.13

Sağ kol: X-X basıncı = $\rho \cdot g \cdot h$ (cıva)

$$= 13,6 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 0,22 \text{ (Pa)}$$

$$= 29,35 \text{ kPa}$$

X-X basınçları her iki kolda eşit olmadığından;

$$p + 3,92 = 29,35$$

$$p = 25,43 \text{ kPa}$$

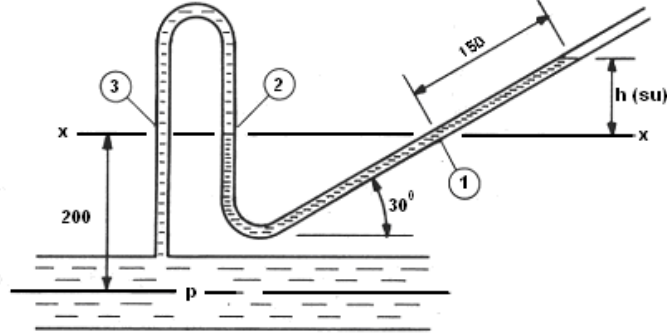
2.YOL

$$P_1 = P + \rho_s \cdot g \cdot 0,4 - \rho_c \cdot g \cdot 0,22 = 25427,5 \text{ Pa}$$

Örnek 3.9

Bir su manometresi (eğik), Şekil 3.14.'de gösterildiği gibi borudaki kerosenin ($\rho_b = 0,78$) basıncını ölçmede kullanılmaktadır. Borunun merkezindeki kerosen basıncını hesaplayınız.

Eğik manometre kolundaki hesaplama, aynı şekilde kesin olarak dikey yükseklik kullanarak yapılır.



Şekil 3.14

Çözüm:

X-X referans seviyesi kullanılarak aşağıdaki eşitliği yazabiliriz;

$$p_1 = p_2 ; p_2 = p_3 ; p_1 = p_3$$

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h(\text{su}) = 10^3 \times 9,81 \times 0,15 \times \sin 30^\circ (\text{Pa})$$

$$= 0,736 \text{ kPa}$$

Borunun merkezinde;

$$p = P_3 + \rho \cdot g \cdot h(\text{kerosen})$$

$$= 0,736 + 0,78 \times 9,81 \times 0,2 (\text{kPa})$$

$$= 2,27 \text{ kPa}$$

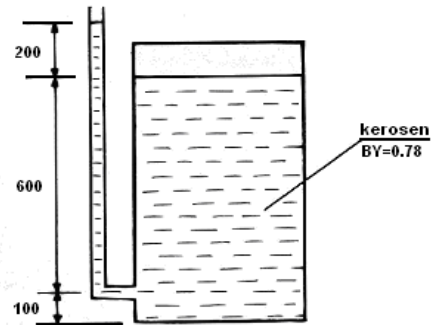
Örnek 3.10

Şekil 3.15.'de gösterilen piezometre için aşağıdakileri belirleyiniz.

a) Tank girişindeki piezometre basıncını

b) Tank tabanındaki basıncı

c) Gaz ortam basıncını



Şekil 3.15

Çözüm:

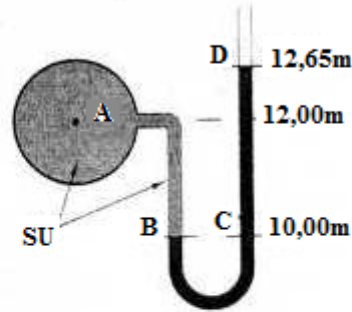
$$a) \text{ Piezometre girişindeki basınç } = \rho \cdot g \cdot h = 0,78 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 0,8 (\text{Pa}) = 6,12 \text{ kPa}$$

$$b) \text{ Tank tabanındaki basınç } = 0,78 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 0,9 = 6,89 \text{ kPa}$$

$$c) \text{ Gaz ortam basıncı } = 0,78 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 0,2 = 1,53 \text{ kPa}$$

Örnek 3.11

Şekil 3.23'de gösterilen U-tipi manometrede, bağli yoğunluğu 13,57 olan cıva bulunmaktadır. A noktasında etkin basıncı belirleyiniz.



Şekil 3.23

Çözüm:

B ve C, aynı sıvı içinde aynı seviyede olduklarından, B ve C nin etkin basınçları, psf cinsinden, birbirine eşittir.

B'deki basınç = C'deki basınç

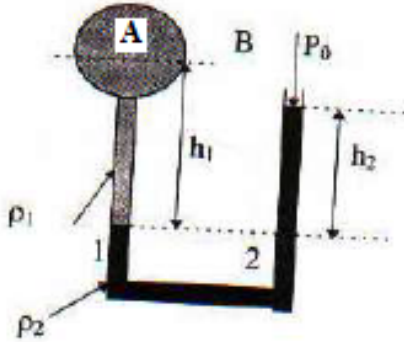
$$p_A + \gamma h \text{ (su için)} = p_D + \gamma h \text{ (cıva için)}$$

$$P_A + 9810 (12,00 - 10,00) = 0 + (13,57 \times 1000)(12,65 - 10,00)$$

$$P_A = 333152 \text{ Pa}$$

Örnek 3.12

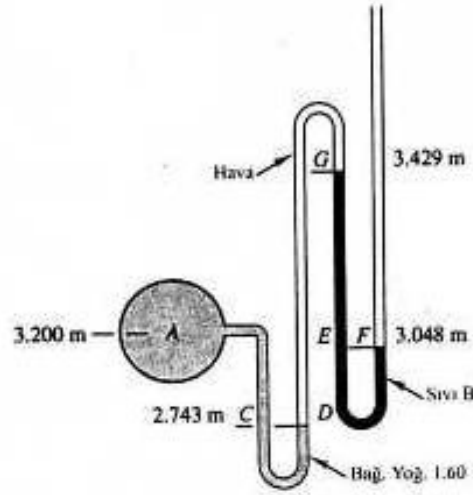
Açık hava basıncının $P_0 = 101336 \text{ Pa}$ olduğu bir yerde bulunan bir manometredeki sıvı seviyesi şekildeki gibidir. Bu manometrede $h_1 = 40 \text{ cm}$, $h_2 = 30 \text{ cm}$, $\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$ ve $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$ olduğuna göre A'daki basınç kaç Pa dır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$).



Çözüm: Aynı hizadaki basınçlar eşittir. $P_1 = P_A + \rho_1 g h_1$, $P_2 = P_0 + \rho_2 g h_2$ ve $P_1 = P_2$ 'den $P_A = P_0 + \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 = 101336 + 1000 \cdot 10 \cdot (0,30) - 800 \cdot 10 \cdot (0,40) = 81336 \text{ Pa}$

Örnek 3.13

Şekil 3.24 'de, A noktasındaki etkin basınç -10.89 kPa olduğuna göre, B sıvısının bağıl yoğunluğunu belirleyiniz.



Şekil 3.24

Çözüm:

C'deki basınç = D'deki basınç

$$p_A + \gamma h = p_D$$

$$-10.89 + (1.60 \times 9.79)(3.200 - 2.743) = -3.73 \text{ kPa}$$

Önemli bir hata yapmadan, 0.686 m'lik havanın ağırlığını ihmal edilirse $p_G = p_D = -3.73$ kPa olur. Ayrıca $p_E = p_F = 0$ dir. Böylece,

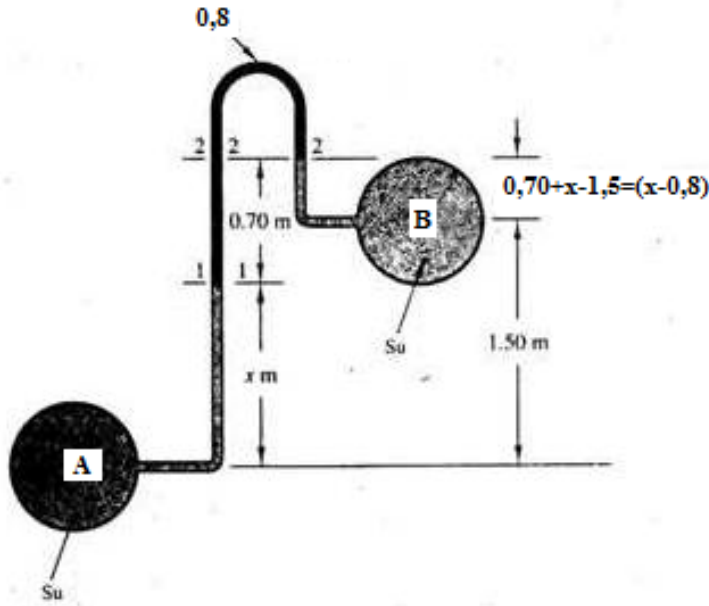
G'deki basınç = E'deki basınç - (3.429 - 3.048) m B sıvısının basıncı

$$P_G = P_E - (\text{bağ. yoğ.} \times 9.79) (3.429 - 3.048)$$

$$P_G = P_E - (\text{bağ. yoğ.} \times 9.79) (0.381) \quad \text{ve} \quad \text{bağ. yoğ.} = 1.00$$

Örnek 3.14

Şekil 3.25 'de gösterilen düzenekte, A ve B noktaları arasındaki basınç farkını bulunuz.



Şekil 3.25

Çözüm:

$$p_A - 9810x - 0.8 \cdot 9810 \cdot 0.70 + 9810 \cdot (x - 0.8) = p_B$$

$$p_A - 9.79x - 5.482 + 9.79x - 7.832 = p_B$$

$$p_A - p_B = 13.3 \text{ kPa}$$

Örnek 3.15

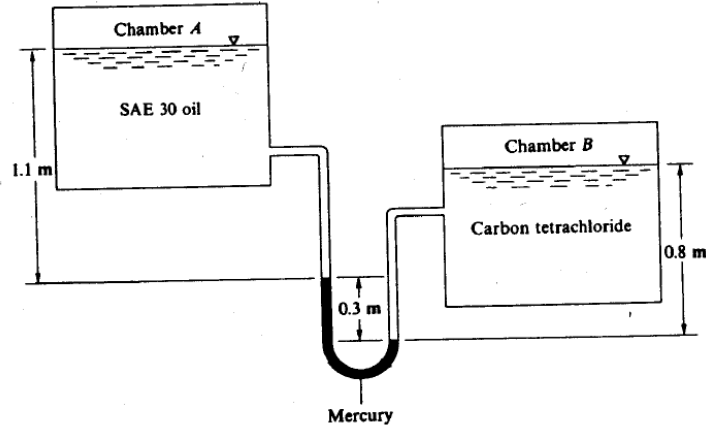
Şekil 3.26'de gösterilen iki tankın arasına diferansiyel bir manometre konulmuştur. A ve B odaları arasındaki basınç farkını bulunuz.

Çözüm:

$$\gamma_{\text{civa}} = 132.8 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_{\text{SAE30 yağ}} = 8.996 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_{\text{karbontetraklorid}} = 15.57 \text{ kN/m}^3$$

$$p_A + (8.996)(1.1) + (132.8)(0.3) - (15.57)(0.8) = p_B$$

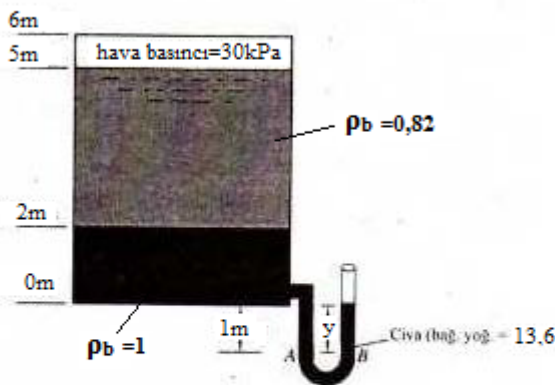
$$p_A - p_B = -37.28 \text{ kPa (i.e., } p_B > p_A)$$



Şekil 3.26

Örnek 3.16

Şekil 3.27'de gösterilen, üç farklı akışkan ihtiva eden kapalı bir tankın, alt kısmına bir manometre monte edilmiştir. Manometredeki civa yüksekliğini bulunuz.



Şekil 3.27

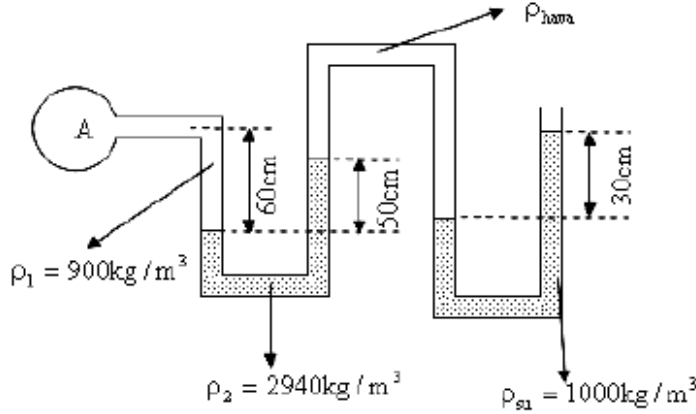
$$A\text{'daki basınç} = B\text{'deki basınç}$$

$$\text{Çözüm:} \quad 30 + (0.82 \times 9.79)(3) + (9.79)(3.00) = (13.6 \times 9.79)(y)$$

$$y = 0.627 \text{ m}$$

Örnek 3.17

Şekildeki manometrede A'daki mutlak basıncı bulunuz ($P_{atm}=101325\text{Pa}$)



$$P_A + 900 \cdot 9.81 \cdot 0.6 - 2940 \cdot 9.81 \cdot 0.5 - 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.3 = 101325$$

$$P_A = 113,3913\text{kPa}$$

Örnek 3.18

Yer yüzeyindeki atmosferik basınç 101336 Pa olduğuna göre 2000 m yükseklikteki basınç değerini;

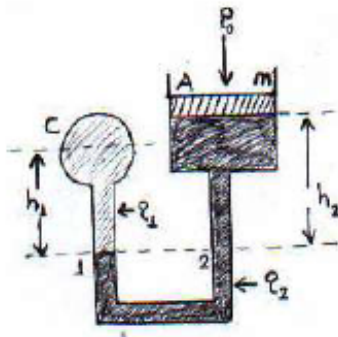
- a)yoğunluğu $\rho=1,2\text{ kg/m}^3$ ve çekim ivmesini $g=10\text{ m/s}^2$ şeklinde sabit alarak,
b) $T_0=27^\circ\text{C}$ izotermal durum için basıncı bulunuz. ($R=300\text{J/kgK}$)

Çözüm: a)Sıkıştırılabilir akış için, $P_2=P_1-\rho g(z_2-z_1)=101336-(1,2)\cdot 10\cdot 2000= 77336\text{ Pa}$

b)İzotermal durum için, $P_2 = P_1 e^{\frac{-g(z_2-z_1)}{RT_0}} = 101336 e^{\frac{-10\cdot 2000}{300\cdot 300}} = 101336 e^{-0,22} = 83960\text{ Pa}$

Örnek 3.20

Şekilde gösterilen düzeneğe $h_1=0,5\text{ m}$, $h_2=1,5\text{ m}$, $\rho_1=1000\text{ kg/m}^3$, $\rho_2=13600\text{ kg/m}^3$, $A=0,01\text{ m}^2$ dir. C noktasında basıncın 4 bar olması için piston kütlesi m kaç kg olmalıdır? ($g=10\text{ m/s}^2$, $P_0=101336\text{ Pa}$)

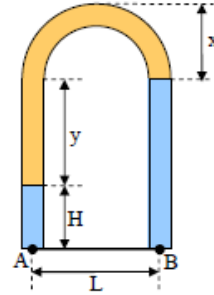


Çözüm: $P_1=P_C+\rho_1gh_1$, $P_2=P_0+\rho_2gh_2+mg/A$ ve $P_1=P_2$ den $m=A(P_C+\rho_1gh_1-P_0-\rho_2gh_2)/g$ bulunur. değerler yerine konduğunda $m=0,01\cdot(4\cdot 10^4+1000\cdot 10\cdot 0,5-101336-13600\cdot 10\cdot 1,5)/10=0,01\cdot(400000+5000-101336-204000)/10=99,664\text{ kg}$

$g=9,81$ alınırsa $105,44\text{kg}$ çıkıyor.

Örnek 3.22

Şekildeki U tüpünün üst kısmı bağıl yoğunluğu 0.98 olan yağ, kalan kısmı ise su ile doludur. A ve B noktaları arasındaki basınç farkını N/m^2 cinsinden hesaplayınız? ($H = 55 \text{ mm}$; $x = 10 \text{ mm}$; $y = 75 \text{ mm}$; $L = 20 \text{ mm}$)



A ve B noktaları arasındaki basınç taramasından;

$$P_A - \rho_{su} \cdot g \cdot H - \rho_{yağ} \cdot g \cdot y + \rho_{su} \cdot g \cdot (H + y) = P_B$$

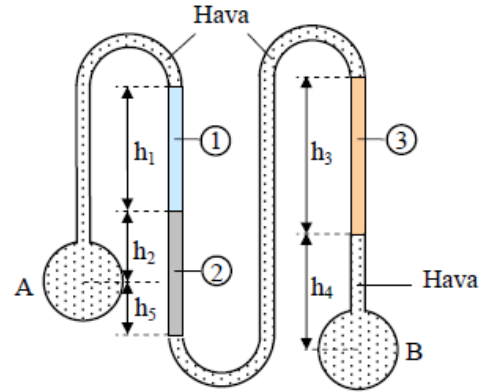
$$P_A - P_B = \rho_{yağ} \cdot g \cdot y - \rho_{su} \cdot g \cdot y = 980 \cdot 9.81 \cdot 0.075 - 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.075$$

$$P_A - P_B = 147,8 \text{ N/m}^2$$

Örnek 3.27

Şekilde verilen manometrenin A ve B noktaları arasındaki basınç farkını hesaplayınız?

($h_1 = 15 \text{ cm}$, $h_2 = 25 \text{ cm}$, $h_3 = 35 \text{ cm}$,
 $h_4 = 40 \text{ cm}$, $h_5 = 35 \text{ cm}$)
 ($\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 13600 \text{ kg/m}^3$,
 $\rho_3 = 930 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{hava} = 1.2 \text{ kg/m}^3$)



A ile B arasında basınç taraması yapılırsa,

$$P_A - \rho_h \cdot g \cdot (h_1 + h_2) + \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot (h_2 + h_5) - \rho_h \cdot g \cdot (h_3 + h_4) + \rho_3 \cdot g \cdot h_3 + \rho_h \cdot g \cdot h_4 = P_B$$

$$P_A - P_B = \rho_h \cdot g \cdot (h_1 + h_2 + h_3) - \rho_1 \cdot g \cdot h_1 - \rho_2 \cdot g \cdot (h_2 + h_5) - \rho_3 \cdot g \cdot h_3$$

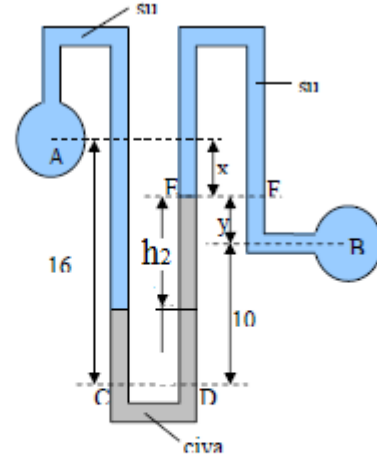
$$P_A - P_B = 1.2 \cdot 9.81 \cdot (0.15 + 0.25 + 0.35) - 9810 \cdot 0.15 - 13600 \cdot 9.81 \cdot (0.25 + 0.35) - 930 \cdot 9.81 \cdot 0.35$$

$$P_A - P_B = 8.829 - 1471.5 - 80049.6 - 3193.15 \Rightarrow P_A - P_B = -84714.25 \text{ N/m}^2$$

Örnek 3.28

Şekildeki manometrede A ve B haznelerine etkiyen basınçların değerleri sırasıyla 2 bar ve 1 bar olduğuna göre, manometrenin kollarındaki civa yüzeyleri arasındaki kot farkını hesaplayınız?

($\rho_{\text{civa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)



$$P_C = P_D; \quad P_E = P_F; \quad x + y = 0.06 \text{ m}$$

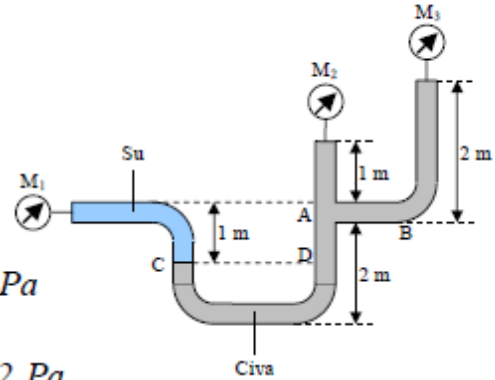
$$P_A + \gamma_{\text{su}} \cdot (y + x) = P_B - \gamma_{\text{su}} \cdot y + \gamma_{\text{civa}} \cdot h_2$$

$$10^5 \cdot (2 - 1) = (9.81 \cdot 13600 - 9.81 \cdot 1000) \cdot h - 9.81 \cdot 1000 \cdot 0.06 \Rightarrow h_2 = 0.8 \text{ m}$$

Örnek 3.30

M_2 manometresinin gösterdiği değer 196200 Pa olduğuna göre M_1 ve M_3 manometrelerinin gösterdiği değerleri bulunuz?

($\rho_{\text{civa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)



$$P_A = 196200 + 1 \cdot 13600 \cdot 9.81 \Rightarrow P_A = 329616 \text{ Pa}$$

$$P_B = M_3 + 2 \cdot 13600 \cdot 9.81 \Rightarrow P_B = M_3 + 266832 \text{ Pa}$$

$$P_A = P_B$$

$$329616 = M_3 + 266832 \Rightarrow M_3 = 62784 \text{ Pa}$$

$$P_C = M_1 + 1 \cdot 1000 \cdot 9.81 \Rightarrow P_C = M_1 + 9810 \text{ Pa}$$

$$P_D = P_A + 1 \cdot 13600 \cdot 9.81 = 329616 + 133416 \Rightarrow P_D = 463032 \text{ Pa}$$

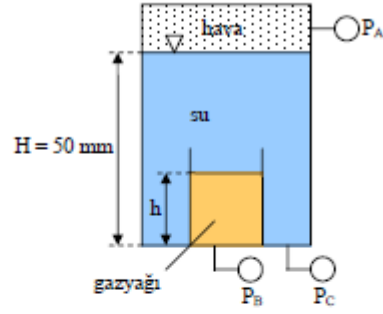
$$P_C = P_D$$

$$M_1 + 9810 = 463032 \Rightarrow M_1 = 453222 \text{ Pa}$$

Örnek 3.33

Silindirik depo 50 mm yüksekliğinde su içermektedir. İçteki küçük silindirik depo ise h yüksekliğinde, bağıl yoğunluğu 0.8 olan gaz yağı içermektedir. P_A 'nın ölçülen basıncı ve gazyağının ölçülen yüksekliği nedir? (Gazyağının deponun üstüne çıkmasının önleniği kabul edilecektir.)

($P_B = 13.80 \text{ kPa}$; $P_C = 13.82 \text{ kPa}$)



$$P_C = P_A + \rho \cdot g \cdot H$$

$$P_A = \rho_s \cdot g \cdot H + P_C = -1000 \cdot 9.81 \cdot 50 \cdot 10^{-3} + 13.82 \Rightarrow P_A = 13.329 \text{ kPa}$$

$$P_A + \rho_s \cdot g \cdot (H - h) + \rho_g \cdot g \cdot h = P_B$$

$$h = \frac{(P_B - P_A) - \rho_s \cdot g \cdot H}{-g \cdot (\rho_g - \rho_s)} = \frac{(13800 - 13329) - 1000 \cdot 9.81 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{-9.81 \cdot (800 - 1000)}$$

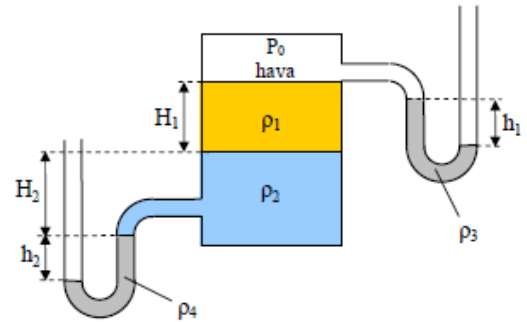
$$h = 9.93 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow h \approx 9.93 \text{ mm} \quad \text{2,54mm}$$

ÖRNEK 66

Şekildeki düzende P_0 basıncının mutlak değerini bulunuz ve hız düzey farkını hesaplayınız. ($H_1=1.2 \text{ m}$, $H_2=1.6 \text{ m}$, $h_1=20 \text{ cm}$, $\rho_1=82 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2=1600 \text{ kg/m}^3$, $\rho_3=13600 \text{ kg/m}^3$, $\rho_4=1120 \text{ kg/m}^3$)

$$P_0 + \rho_3 g h_1 = 0 \Rightarrow P_0 = -\rho_3 g h_1 = -13600 \times 9.81 \times 0.2$$

$$P_0 = -0.267 \text{ Bar} \quad (-) \text{ isareti vakumu gösterir.}$$



$$P_0 + \rho_1 g H_1 + \rho_2 g H_2 + \rho_4 g h_2 = 0$$

$$-\rho_3 h_1 + \rho_1 H_2 + \rho_2 H_2 + \rho_4 h_2 = 0$$

$$h_2 = 2720 - 98.4 - 2560$$

$$h_2 = 0.055 \text{ m} = 55 \text{ mm}$$