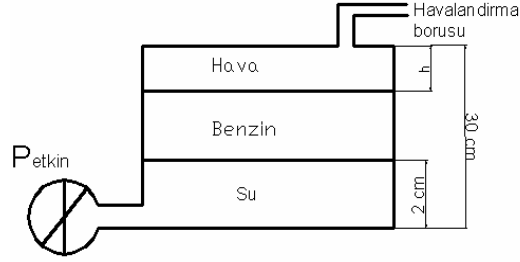


ÇÖZÜMLÜ SORULAR

SORU 2.1

Arabadaki benzin deposunun yakıt göstergesi şekildeki gibi, tabanındaki basınç ölçerle orantılı değerler gösterir. Depo 30 cm derinliğinde ise ve içine yanlışlıkla konulmuş 2 cm yüksekliğinde su ve üzerinde benzin içeriyorsa gösterge tam dolu olduğunu gösterdiğinde deponun üzerinde kalan havanın yüksekliği nedir ?



ÇÖZÜM

$\gamma_{\text{Benzin}} = 6670 \text{ N / m}^3$ olmak üzere ;

Depo tamamen dolu durumda iken mevcut basınç ;

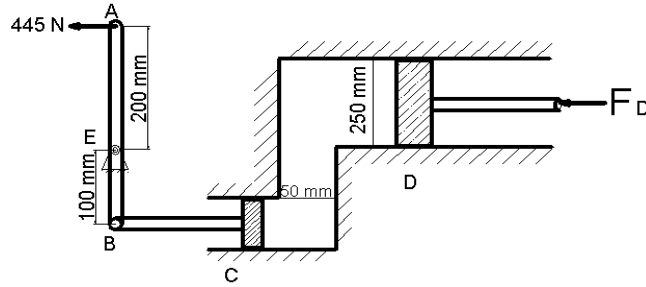
$$P_{\text{gös}} = (\gamma_{\text{Benzin}}) \cdot h = (6670 \text{ N / m}^3) \cdot (0.3 \text{ m}) = 2001 \text{ N / m}^2$$

Deponun altında su varken basınç değişmiyor. Buna göre hava sütunu yüksekliği ;

$$2001 = (9790 \cdot 0,02) + 6670 \cdot (0,28 - h) + (11,8 \cdot h) \Rightarrow h = 0,0094 \text{ m}$$

SORU 2.2

Şekilde gösterilen düzenekte pistonu itmek için D noktasından uygulanması gereken kuvveti hesaplayınız?



ÇÖZÜM

445 N'luk kuvvetin C pistonuna etkisi bulunmalıdır. Bunun için E noktasına göre moment alınırsa;

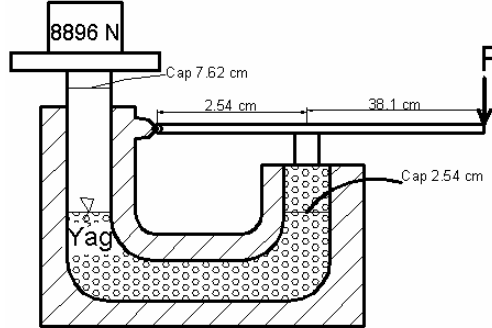
$$F_C \cdot 100 = 445 \cdot 200 \Rightarrow F_C = 890 \text{ N}$$

D noktasından uygulanması gereken kuvveti bulmak için küçük ve büyük piston arasındaki ilişki kullanılırsa ;

$$\frac{F_C}{A_C} = \frac{F_D}{A_D} \Rightarrow \frac{890 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot 0,05^2}{4}} = \frac{F_D}{\frac{\pi \cdot 0,25^2}{4}} \Rightarrow F_D = 22250 \text{ N}$$

SORU 2.3

Şekildeki hidrolik kaldırıcı $8797,6 \text{ N / m}^3$ özgül ağırlığındaki yağ ile doludur. İki pistonun ağırlığını ihmal ederek, bu tasarım için 8896 N 'luk bir ağırlığı desteklemek için gerekli olan basma kuvveti F ne kadardır ?

**ÇÖZÜM**

Büyük piston için ;

$$P = \frac{W}{A} = \frac{8896}{\frac{\pi \cdot 0,0762^2}{4}} = 1950720 \text{ (N / m}^2\text{)} = 1950,72 \text{ kPa}$$

Bu değer küçük pistonu uygulanacak basınçla orantılı olduğundan ;

$$P = p \cdot A_{kucuk} \Rightarrow P = 1950,72 \cdot \frac{\pi \cdot 0,0254^2}{4}$$

$$P = 0,988 \text{ N}$$

A noktasına göre moment alınırsa ;

$$F \cdot (0,381 + 0,0254) = 0,988 \cdot 0,0254$$

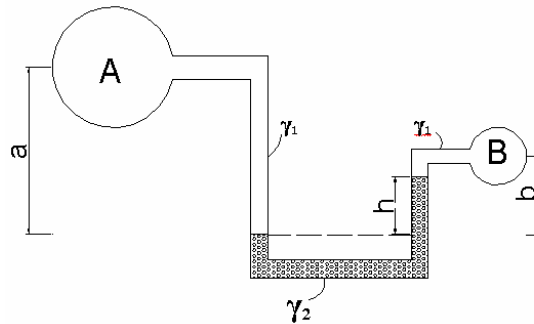
$$F = 0,0623 \text{ kN} = 62,3 \text{ N}$$

bulunur.

SORU 2.4

Şekildeki sistemde A ve B borularındaki basınçların farkı ikisi arasında yerleştirilmiş civalı bir diferansiyel manometre ile tespit edilmektedir.

$\gamma_1 = 1000 \text{ N/m}^3$ ve $\gamma_2 = 13600 \text{ N/m}^3$, $h = 0,5 \text{ m}$, $a = 1,5 \text{ m}$, $b = 0,75 \text{ m}$, olduğuna göre A ve B boruları arasındaki basınç farkını bulunuz?



CÖZÜM

A noktasından başlayarak aynı ortamda yatay düzlemde basıncın değişmediği ve aşağıya inildikçe basıncın derinlikle doğru orantılı olarak arttığı prensibi hatırlanırsa;

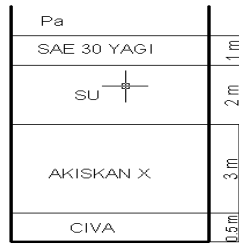
$$P_A + a.\gamma_1 - h.\gamma_2 - (b - h).\gamma_1 = P_B$$

$$P_A - P_B = 0,5.13600 + (0,25.1000) - (1,5.1000) = 5550 \text{ N} / \text{m}^2$$

bulunur.

SORU 2.5

Şekildeki sistemde sıcaklık 20 °C' dir. Atmosfer basıncı 101,33 kPa ve tankın dibindeki basınç 242 kPa ise X akışkanının özgül ağırlığı nedir ?



CÖZÜM

$$\gamma_{SAE 30} = 8720 \text{ N} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{su} = 9790 \text{ N} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{civa} = 133100 \text{ N} / \text{m}^3 \text{ olmak üzere ;}$$

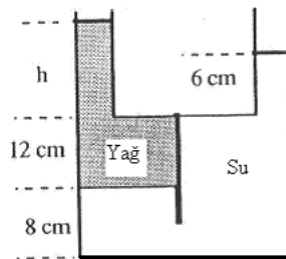
$$P_a + \gamma_{SAE 30} \cdot (1m) + \gamma_{su} \cdot (2m) + \gamma_x \cdot (3m) + \gamma_{civa} \cdot (0,5m)$$

denkleminde özgül ağırlık değerleri yerine yazılırsa sonuç ;

$$\gamma_x = 15275 \text{ N} / \text{m}^3 \text{ bulunur.}$$

SORU 2.6

Aşağıdaki şekilde gösterilen tank 20 °C sıcaklıkta hava ve yağ içermektedir. Yağın yoğunluğu 898 kg/m³ ve suyun yoğunluğu 998 kg/m³ olduğuna göre 'h' değerini bulunuz?



CÖZÜM

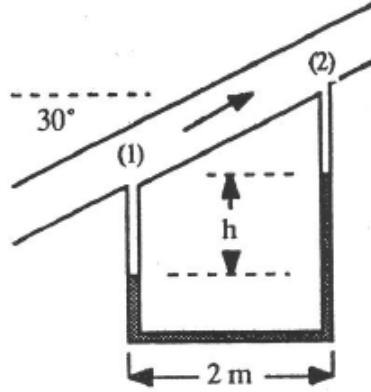
$$P_{atm} + (898)(g)(h + 0.12) - (998)(g)(0.06 + 0.12) = P_{atm}$$

$$h = 0.08m = 8cm$$

SORU 2.7

Su boru içerisinde yukarıya doğru 30° 'lik bir açıyla akmaktadır. Civa manometresinden, $h=12\text{cm}$ okunmaktadır. Boru içerisinde, (1) ve (2) noktaları arasındaki basınç değişimini belirleyiniz?

Not: Civanın özgül ağırlığı 133100 N/m^3 ve suyun özgül ağırlığı 9790 N/m^3 .

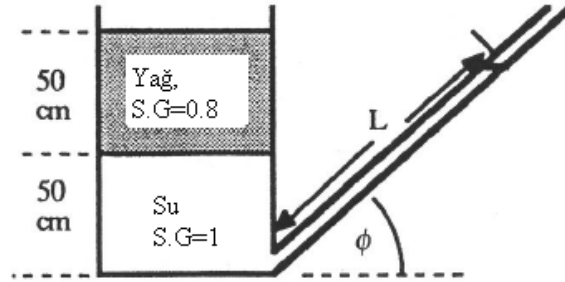
**CÖZÜM**

$$P_1 + 9790h - 133100h - 9790(\tan 30)(2) = P_2$$

$$P_1 - P_2 = 26100\text{ Pa}$$

SORU 2.8

Şekilde gösterilen her iki tank ve eğik tüp atmosfere açıktır. $L=2.13\text{m}$ ise eğik borunun açısının bulunabileceği denklemi yazınız?

**CÖZÜM**

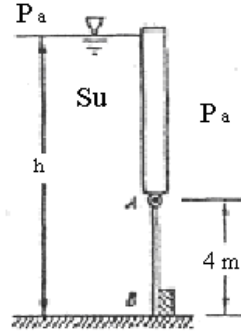
$$P_a + (0.8)(9790)(0.5) + (9790)(0.5) - 9790(2.13 \sin \phi) = P_a$$

denkleminde açı değeri bulunabilir.

SORU 2.9

Şekilde gösterilen AB kapısı 5 m genişliğindedir. A menteşeye, B noktası bir kütük tarafından engellenmektedir.

- B noktasındaki durdurma kuvveti belirleyiniz?
- $h=9.5\text{ m}$ iken A noktasındaki tepki kuvvetini bulunuz?



CÖZÜM

AB nin merkez noktası 2 m dir. Merkezden itibaren suyun üstündeki nokta arasındaki mesafe $9.5-2=7.5$ m dir. Kapıdaki toplam hidrostatik kuvvet,

$$F = \gamma h_{CG} A_{kapı} = (998)(9.81)(7.5)(20) = 1468557 N \approx 1468.6 kN$$

$$y_{CP} = -\frac{I_{xx} \sin \theta}{h_{CG} A} = -\frac{(1/12)(5)(4)^3 \sin 90^\circ}{7.5(20)} = 0.178 m$$

B_x kuvveti için A noktasına göre moment alınırsa,

$$\sum M_A = B_x (4) - (1468.6 kN)(2.178) = 0$$

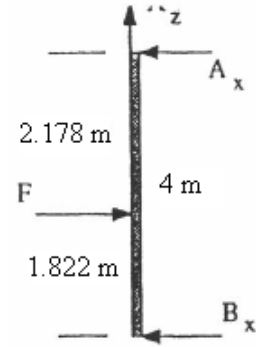
$$B_x = 799,65 kN$$

A noktasındaki tepki

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow 1468.6 - 799,65 - A_x = 0 \Rightarrow A_x = 848,95 kN$$

$$\sum F_z = 0 \Rightarrow A_z + W_{kapı} = A_z$$

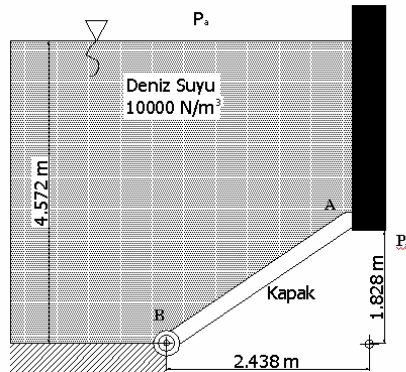
$$A_z = 0$$



SORU 2.10

Şekildeki kapak 1,524 m genişliğinde olup B noktasından mafsallı ve A noktasında bir düz duvara dayalıdır. Buna göre ;

- Deniz suyu basıncından dolayı kapağa gelen kuvveti hesaplayınız?
- A noktasında duvar tarafından uygulanan yatay kuvvet P'yi hesaplayınız?
- B mafsalındaki reaksiyon kuvvetlerini bulunuz?



CÖZÜM

a)

Kapak Alanı : (1,524 m).(3,048 m) = 4,645 m²

$$|AB| = \sqrt{1,824^2 + 2,438^2} = 3,048m$$

Geometriden A'dan B'ye kadar kapağın uzunluğu 3,048 m'dir ve ağırlık merkezi iki noktanın arasında tam ortadadır (yani B nok. 0,914 m) üstündedir. Buna göre ağırlık merkezinin derinliği ;

$$h_{AM} = 4,572 - 0,914 = 3,658m$$

Kapağın her iki yüzüne etki ettiğinden P_a dikkate alınmayabilir. Kapağın üzerine etkiyen hidrostatik kuvvet ;

$$F = P_{AM} \cdot A = \gamma \cdot h_{AM} \cdot A = (10054N / m^3) \cdot (3,658m) \cdot (4,645m^2) = 170838,43N$$

b)

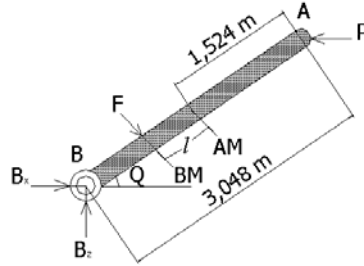
Öncelikle F kuvvetinin basınç merkezini bulmalıyız. Kapağın serbest cisim diyagramı şekilde gösterilmiştir. Kapak bir dikdörtgendir. Bu nedenle ;

$$I_{xy} = 0 \text{ ve } I_{xx} = \frac{b \cdot L^3}{12} = \frac{1,524 \cdot 3,048^3}{12} = 3,596m^4$$

AM'den BM'ye kadar olan l mesafesi, P_a basıncı dikkate alınmadığı için ;

$$l = -y_{BM} = + \frac{I_{xx} \cdot \sin \theta}{h_{AM} \cdot A} = 0,127m$$

B noktasından F kuvvetinin etki ettiği noktaya olan mesafe böylece (3,048 – 0,127 – 1,524) 1,397 m olur.



B noktası etrafındaki moment ;

$$P \cdot L \cdot \sin \theta - F(1,524 - l) = P(1,828) - (170838,43)(1,397)$$

$P = 130558,69 N$ bulunur.

F ve P kuvvetleri bilindiğine göre B_x ve B_z ;

$$\sum F_x = B_x + F \cdot \sin \theta - P \Rightarrow B_x = 28055,63N$$

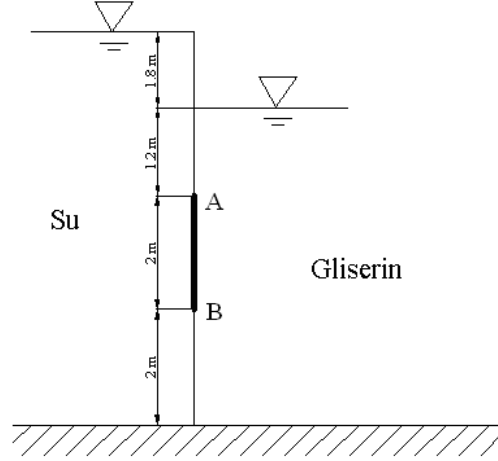
$$\sum F_z = 0 = B_z - F \cdot \cos \theta \Rightarrow B_z = 136670,74N$$

bulunur.

SORU 2.11

Şekilde gösterildiği gibi AB kapısı 1 m genişliğindedir. (Gliserin $\gamma = 12.36 \text{ kN} / \text{m}^3$)

- Net Hidrostatik kuvveti bulunuz?
- Oluşan kuvvetin B noktasından yüksekliğini bulunuz?

**CÖZÜM**

a)

$$F_{H_2O} = (9.79)(1.8 + 1.2 + \frac{2}{2})[(2)(1)] = 78.32 \text{ kN}$$

$$F_{Gls} = (12.36)(1.2 + \frac{2}{2})[(2)(1)] = 54.38 \text{ kN}$$

$$F_{net} = F_{H_2O} - F_{Gls} = 78.32 - 54.38 = 23.94 \text{ kN}$$

b)

$$y_{cp} = \frac{-I_{xx} \sin \theta}{h_{cg} A}$$

$$(y_{cp})_{H_2O} = \frac{-[(1)(2)^3 / (12)] \sin 90^\circ}{[(1.8 + 1.2 + (2/2))][(2)(1)]} = -0.0833 \text{ m}$$

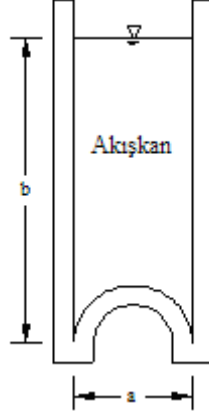
$$(y_{cp})_{gls} = \frac{-[(1)(2)^3 / (12)] \sin 90^\circ}{[(1.2 + (2/2))][(2)(1)]} = -0.01515 \text{ m}$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow (78.32)(1 - 0.0833) - (54.38)(1 - 0.01515) = 23.94 \text{ D}$$

B noktasından yüksekliği $D = 1.072 \text{ m}$ olarak bulunur.

SORU 2.12

Şekilde gösterilen $a=3\text{m}$ çapındaki atmosfere açık silindirik bir tankın tabanı küresel geometride olup, içerisinde $b=8\text{m}$ yükseklikte su bulunmaktadır. Tabandaki eğrisel yüzey üzerine etki eden su kuvvetinin şiddetini, yönünü ve tatbik noktasını tespit ediniz?

**CÖZÜM**

Etki eden kuvvetin şiddeti tank içerisindeki suyun ağırlığına eşittir.

$$F_R = \rho g (V_{\text{silindir}} - V_{\text{yarım küre}})$$

$$F_R = \left(999 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \left[\frac{\pi}{4} (3 \text{ m})^2 (8 \text{ m}) - \frac{\pi}{12} (3 \text{ m})^3 \right]$$

$$F_R = 484766 \text{ N} = 485 \text{ kN}$$

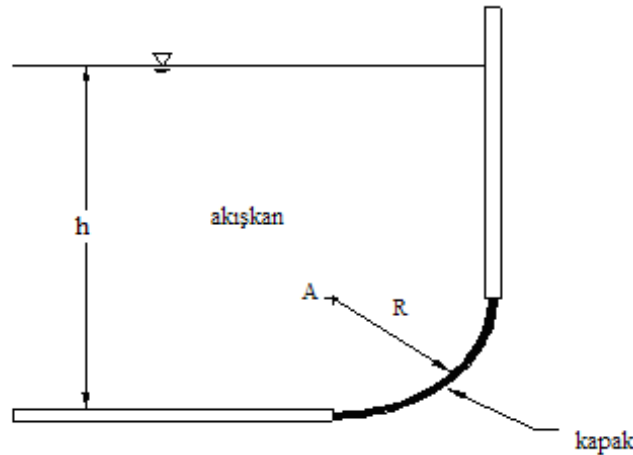
Simetri söz konusu olduğundan yatay kuvvetler dikkate alınmayabilir (çünkü kuvvetler arası denge söz konusudur). Bu durumda net kuvvetin doğrultusu ve yönü; tank merkezinden geçen eksenle aşağıya doğrudur. Tatbik noktası ise eğrisel yüzeyin merkez noktasıdır.

SORU 2.13

Şekilde gösterilen 3m uzunluğundaki eğrisel (çeyrek daire) kapak su dolu bir rezervuara monte edilmiştir. Kapak yarıçapı $R=2\text{m}$, su derinliği $h=6\text{m}$ iken;

a) Kapak üzerine etki eden su kuvvetinin yatay ve düşey bileşenlerinin değerlerini tespit ediniz?

b) Bileşke (net) kuvvetin, tatbik noktasını ve düşey eksen ile yaptığı açığı bulunuz



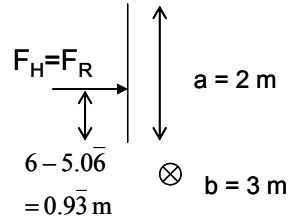
CÖZÜM

Yatay yöndeki kuvvet 3mx2m boyutlarında düzlemsel yüzeye etki eder.

$$y_R = y_c + \frac{I_{xc}}{Ay_c} = y_c + \frac{\frac{1}{12}ba^3}{aby_c}$$

$$y_R = y_c + \frac{a^2}{12y_c} = 5 \text{ m} + \frac{(2 \text{ m})^2}{12(5 \text{ m})} = 5.06 \text{ m}$$

$$F_R = \rho g A h_c = (999)(9.807)(2)(3)(5) = 293916 \text{ N} = F_H$$



Düşey kuvvet, kapak üzerindeki suyun ağırlığına eşittir.

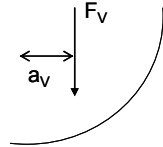
$$F_v = W = \rho g V = (999 \text{ kg/m}^3)(9.807 \text{ m/s}^2) [(4 \text{ m})(2 \text{ m}) + (\pi/4)(2 \text{ m})^2](3 \text{ m})$$

$$F_v = 327563 \text{ N}$$

Düşey kuvvetin merkezden uzaklığı:

$$\left[(4 \text{ m})(2 \text{ m}) + \frac{\pi}{4}(2 \text{ m})^2 \right] a_v = (4 \text{ m})(2 \text{ m})(1 \text{ m}) + \frac{\pi}{4}(2 \text{ m})^2 \frac{4(2 \text{ m})}{3\pi}$$

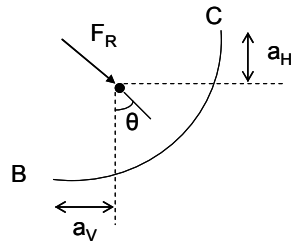
$$a_v = 0.957 \text{ m}$$



Bileşke kuvvet ve açısı:

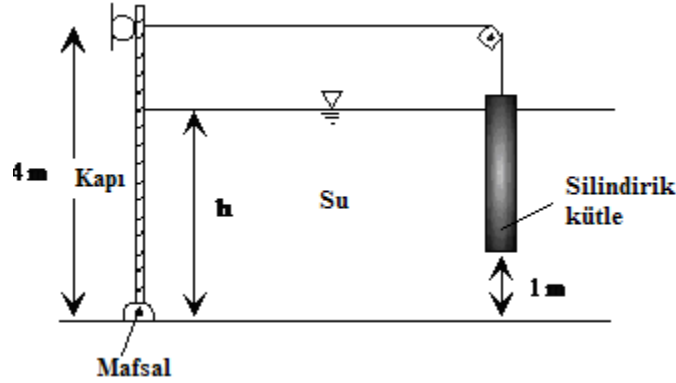
$$F_R = (F_H^2 + F_v^2)^{1/2} = 440152 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{327563}{294000}\right) = 48.1^\circ$$



SORU 2.14

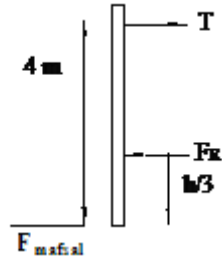
Şekilde gösterilen 2m genişliğindeki kapı, bir halat vasıtasıyla ‘M’ kütlesine sahip bir silindire bağlanmıştır. Su seviyesi 2.5 m’ye düştüğü zaman kapı açılmaktadır. Mafsalsürtünmesini ihmal ederek silindir kütlesi ile mafsal kuvvetinin şiddetini ve yönünü bulunuz?

**CÖZÜM**

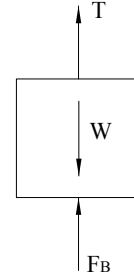
Net kuvvet

$$F_R = \rho g h_c A = \rho g \frac{h}{2} A(2) = \rho g h^2$$

Kapının serbest cisim diyagramı



Silindirin serbest cisim diyagramı



$$\sum M_{mafsal} = 0 \quad (\text{saatin ters yönü pozitif})$$

$$-4T + \frac{h}{3}F_R = 0$$

$$T = \frac{h}{12}F_R = \frac{h}{12}\rho g h^2 = \frac{1}{12}\rho g h^3 = \frac{1}{12}(999)(9.807)(2.5)^3 = 12757 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad (\text{silindir için})$$

$$T + F_B - W = 0$$

$$F_B = \rho g V = \rho g \frac{\pi}{4} D^2 (h - 1 \text{ m}) = (999)(9.807) \frac{\pi}{4} (1)^2 (2.5 - 1) = 11542 \text{ N}$$

$$W = Mg = T + F_B$$

$$M = \frac{T + F_B}{g} = \frac{12757 \text{ N} + 11542 \text{ N}}{9.807 \text{ m}^2/\text{s}^2} = 2477.7 \text{ kg} = M$$

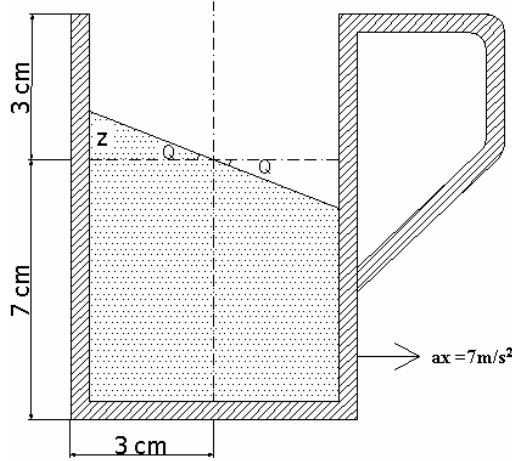
$$\sum F_x = T - F_R + F_{mafsal} = 0 \quad (\text{kapı için})$$

$$F_{mafsal} = F_R - T = \rho g h^2 - 12757 \dots\dots\dots F_{mafsal} = 48475 \text{ N}$$

SORU 2.15

Bir araba yarışçısı, 7 m/s^2 'lik ivme ile hızlanırken , kahve fincanını yatay olarak yerleştirmektedir. Fincan 10 cm derinliğinde ve 6 cm çapında olup sakin halde 7 cm derinliğinde kahve içermektedir. Buna göre ;

- Katı cisim ivmelenmesi kabul ederek kahvenin fincandan dökülüp dökülmeyeceğini belirleyiniz?
- Kahvenin yoğunluğu belli ise A köşesindeki etkin basıncı bulunuz?

**CÖZÜM**

$a_z = 0$ 'dır buna göre θ açısı ;

$$\theta = \tan^{-1} \frac{ax}{g} \Rightarrow \tan^{-1} \frac{7,0}{9,81} = 35,5^\circ$$

Fincanın sol yanındaki yükselme miktarı ;

$$z = 3 \text{ cm} \cdot \tan \theta = 2,14 \text{ cm}$$

Bu yükselme, 3 cm'lik mevcut açıklıktan daha azdır. Bu nedenle ivme başlangıcında çalkalanma olmadıkça kahve dökülmeyecektir. Durma halinde A noktasındaki etkin basınç ;

$$P_A = \rho g (Z_{\text{yuzey}} - Z_A) = 694 \text{ kPa}$$

İvmelenme sırasında yerçekimi ivmesine ilave olarak parçacık ivmelenmesi oluşacaktır. Toplam ivme;

$$G = [7,0^2 + 9,81^2]^{1/2} = 12,05 \text{ m/s}^2$$

olarak bulunur. Eğik yüzeyden A noktasına olan normal boyunca aşağıya doğru ΔS uzaklığı ;

$$\Delta S = (7,0 \text{ cm} + 2,14 \text{ cm}) \cdot (\cos 35,5) = 7,44 \text{ cm}$$

A noktasındaki basınç ;

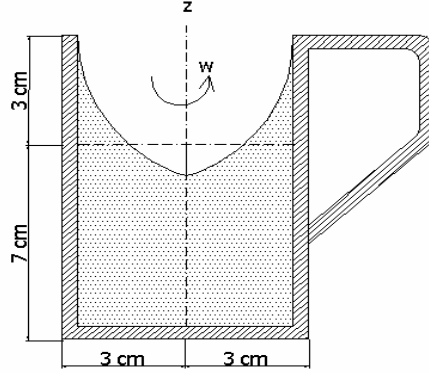
$$P_A = \rho g \Delta S = 1010 \cdot 12,05 \cdot 0,0744 = 906 \text{ Pa}$$

Bu değer durgun haldeki basınç değerinden % 31 daha büyüktür.

SORU 2.16

Bir önceki örnekteki kahve fincanı bir pikap üzerine yerleştirilerek blok halinde dönme durumu oluşuncaya kadar simetri eksenini etrafında döndürülüyor.

- Kahvenin kabın tam üst kenarına ulaşmasına neden olacak açısal hızı bulunuz?
- Bu durumda kabın A noktasındaki etkin basıncı bulunuz?

**CÖZÜM**

Fincanda 7 cm kahve vardır. Kenara kadar olan 3 cm'lik mesafe konu anlatımındaki $h/2$ uzunluğuna eşit olmalıdır. Buna göre ;

$$\frac{h}{2} = 0,03m = \frac{\omega^2 R^2}{4g} \Rightarrow \omega^2 = 1308 \Rightarrow 36,2 \text{ r / s} = 345d / dak$$

Basıncı hesaplamak için r ve z koordinatlarının başlangıcını serbest yüzey alçalmasının olduğu B noktasına koymak uygundur. Etkin basınç burada 0'dır. A noktası $(r, z) = (3 \text{ cm}, -4 \text{ cm})$ 'dedir. Böylece P_A ;

$$P_A = 0 - (1010 \text{ kg / m}^3) (9,81 \text{ m / s}^2) (-0,04 \text{ m}) + \frac{1}{2} (1010 \text{ kg / m}^3) (0,03 \text{ m})^2 (1308 \text{ r}^2 / \text{s}^2)$$
$$P_A = 990 \text{ Pa}$$

Bu basınç değeri durgun haldeki basınç olan 694 Pa'dan % 43 daha büyüktür.