

AKM 204 – BÖLÜM 3- UYGULAMA SORU VE ÇÖZÜMLERİ

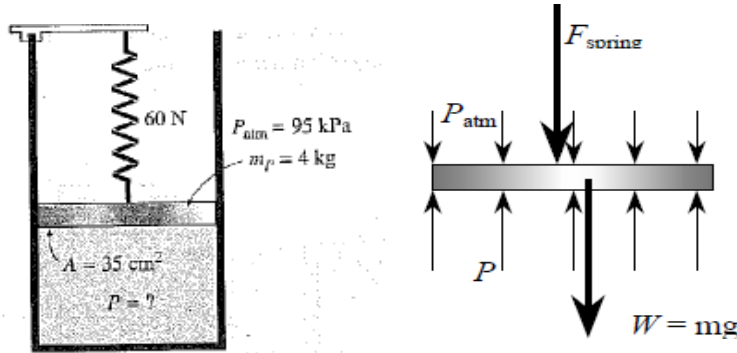
1. 70 kg gelen bir bayanın 400 cm^2 toplam ayak tabanına sahip olduğunu göz önüne alınız. Bu bayan karda yürümek istemektedir ancak kar 0.5 kPa 'dan daha büyük basınçlara karşı koyamamaktadır. Karda batmadan yürüyebilmesi için bayanın minimum kar ayakkabısı numarasının (ayakkabı başına basma alanı) ne olması gerektiğini hesaplayınız.

Kabuller: Ağırlık her iki ayağın alanına da uniform olarak dağılmaktadır. Ayakkabı ağırlığı ihmal edilmektedir. Yürürken ağırlığı bir ayakkabı taşıyacağı için ayakkabı ayakta durma durumuna göre değil yürüme durumuna göre boyutlandırılacaktır.

Çözüm: Ayakkabı başına basma alanı

$$A = \frac{W}{P} = \frac{mg}{P} = \frac{(70 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{0.5 \text{ kPa}} \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right) = 1.37 \text{ m}^2$$

2. Sürtünmesiz bir piston-silindir düzeneği içerisinde bir gaz bulunmaktadır. Piston kütlesi 4 kg olup kesit alanı 35 cm^2 'dir. Piston üzerinde bulunan sıkışmış haldeki yay, pistonu 60 N kuvvet uygulamaktadır. Atmosferik basınç 95 kPa olduğuna göre silindir içerisindeki basıncı hesaplayınız.



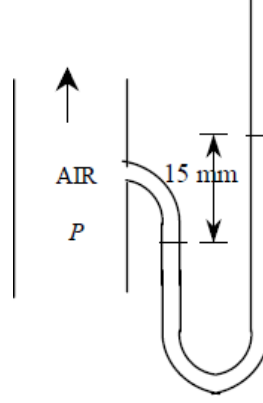
$$PA = P_{atm}A + W + F_{spring}$$

$$\begin{aligned} P &= P_{atm} + \frac{mg + F_{spring}}{A} \\ &= (95 \text{ kPa}) + \frac{(4 \text{ kg})(9.807 \text{ m/s}^2) + 60 \text{ N}}{35 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right) \\ &= \mathbf{123.4 \text{ kPa}} \end{aligned}$$

3. Bir hava kanalının içerisindeki basıncı ölçmek üzere kanala cıvalı bir manometre ($\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$) bağlanmıştır. Manometre seviyeleri arasındaki fark 15 mm ve atmosferik basınç 100 kPa olduğuna göre

(a) Şekle bakarak kanaldaki basıncın atmosferik basıncın üzerinde mi yoksa altında mı olduğunu belirleyiniz.

(b) Kanaldaki mutlak basıncı hesaplayınız.

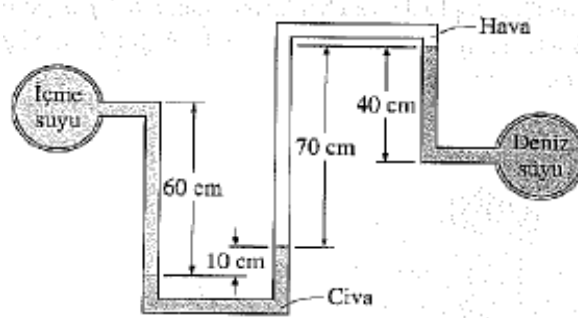


(a) Şekilden anlaşılacağı üzere kanaldaki basınç atmosferik basınçtan yüksektir.

(b)

$$\begin{aligned}
 P &= P_{atm} + \rho g h \\
 &= (100 \text{ kPa}) + (13,600 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.015 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{102.0 \text{ kPa}}
 \end{aligned}$$

4. Yatay ve paralel iki boruda akan tatlı ve tuzlu su, şekildeki gibi birbirlerine bir U-tüpü manometresi ile bağlanmıştır. Her iki boru hattı arasındaki basınç farkını belirleyiniz. Verilen konumda deniz suyunun yoğunluğunu $\rho = 1035 \text{ kg/m}^3$ olarak alınız. Bu analizde hava sütununun etkisi göz ardı edilebilir mi?



Kabuller: Bütün akışkanlar sıkıştırılmaz akışkan kabul edilecektir. Hava sütununun basınç üzerindeki etkisi ihmal edilecektir.

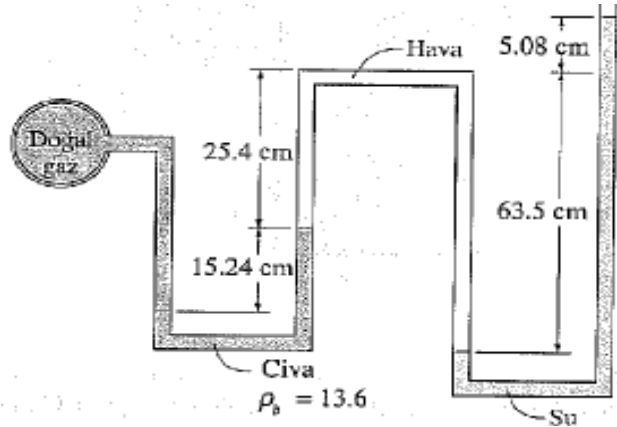
$$P_1 + \rho_w g h_w - \rho_{Hg} g h_{Hg} - \rho_{air} g h_{air} + \rho_{sea} g h_{sea} = P_2$$

Çözüm: İçme suyu borusundan başlayıp, yükseklik farklarına göre ekleme veya çıkarma yaparak deniz suyu tankına ulaşım, buradaki basıncı P_2 'ye eşitlersek:

$$\begin{aligned}
P_1 - P_2 &= (9.81 \text{ m/s}^2)[(13600 \text{ kg/m}^3)(0.1 \text{ m}) \\
&\quad - (1000 \text{ kg/m}^3)(0.6 \text{ m}) - (1035 \text{ kg/m}^3)(0.4 \text{ m})] \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
&= 3.39 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{3.39 \text{ kPa}}
\end{aligned}$$

70 cm yüksekliğinde ve 1.2 kg/m^3 yoğunluğundaki hava sütununun oluşturacağı basınç farkı 0.008 kPa olacaktır. Bu durumda hava sütununun iki boru arasındaki basınç farkına olan etkisi ihmal edilebilir boyutlardadır.

5. Bir doğal gaz boru hattındaki basınç, şekilde gösterilen ve bir ucu yerel atmosferik basıncın 97.9 kPa olduğu atmosfere açık olan manometre kullanılarak ölçülmektedir. Boru hattındaki mutlak basıncı belirleyiniz.



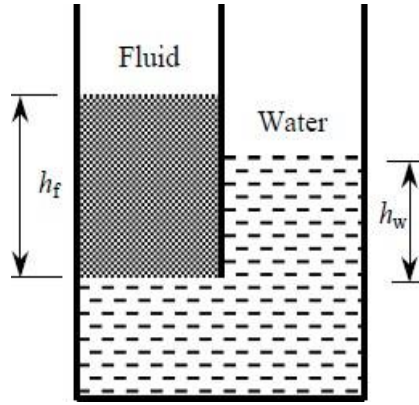
Kabuller: Bütün akışkanlar sıkıştırılamaz akışkan kabul edilecektir. Hava sütununun basınç üzerindeki etkisi ihmal edilecektir.

$$P_1 - \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} - \rho_{\text{water}} g h_{\text{water}} = P_{\text{atm}}$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} + \rho_{\text{water}} g h_1$$

$$P = 97.9 + 13.6 \times 9.81 \times 0.1524 + 1 \times 9.81 \times 0.635 = 124.46 \text{ kPa}$$

6. Bir su tankının üst tarafı şekilde gösterildiği gibi iki bölmeye ayrılarak bir tarafına yoğunluğu bilinmeyen bir akışkan dökülürken, diğer taraftaki su seviyesi bu etkiyi telafi edecek şekilde yükselmektedir. Şekilde gösterilen nihai akışkan yüksekliklerine göre, sol bölmeye eklenen sıvının yoğunluğunu bulunuz. Eklenen sıvının suyla karışmadığını kabul ediniz.

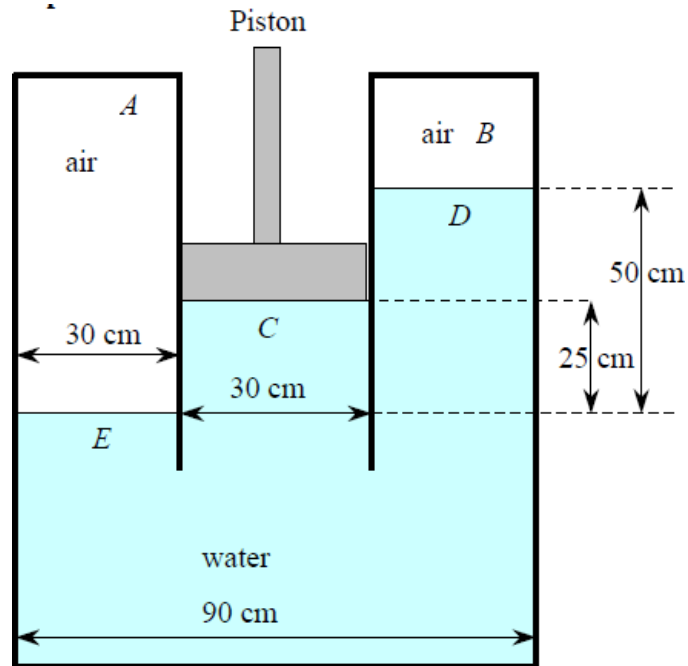


Her iki sıvı da atmosfere açık durumdadır. Suyun ve eklenen sıvının basınçları temas yüzeyinde birbirine eşit olacağından:

$$P_{\text{contact}} = P_{\text{atm}} + \rho_f g h_f = P_{\text{atm}} + \rho_w g h_w$$

$$\rho_f g h_f = \rho_w g h_w \rightarrow \rho_f = \frac{h_w}{h_f} \rho_w = \frac{45 \text{ cm}}{80 \text{ cm}} (1000 \text{ kg/m}^3) = 562.5 \text{ kg/m}^3$$

7. Tabanlarında aynı akışkan bulunan iki odacık, ağırlığı 25 N olan 30 cm çapındaki bir piston ile şekilde gösterildiği gibi ayrılmıştır. A ve B odacıklarındaki etkin basınçları hesaplayınız.



Piston dengede olduğundan üzerine etkiyen net kuvvet sıfır olmalıdır.

$$P_C A_{\text{piston}} = P_{\text{atm}} A_{\text{piston}} + W_{\text{piston}} \rightarrow P_C = P_{\text{atm}} + \frac{W_{\text{piston}}}{A_{\text{piston}}}$$

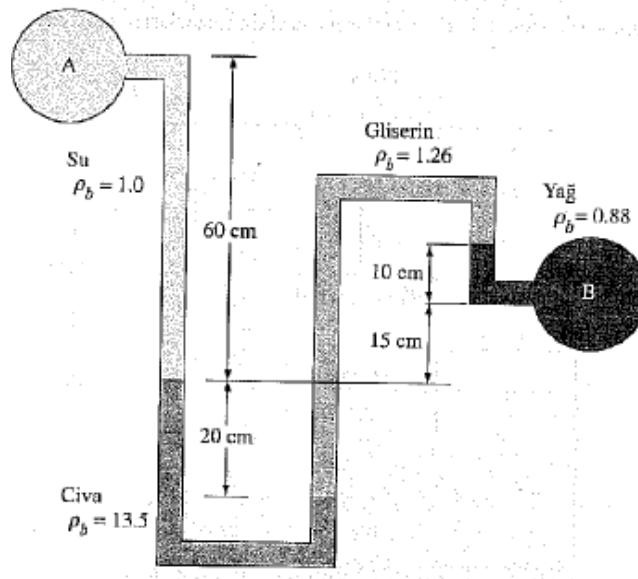
$$P_{\text{air A}} = P_E = P_C + \rho g \overline{CE} = P_{\text{atm}} + \frac{W_{\text{piston}}}{A_{\text{piston}}} + \rho g \overline{CE} \rightarrow P_{\text{air A, gage}} = \frac{W_{\text{piston}}}{A_{\text{piston}}} + \rho g \overline{CE}$$

$$P_{\text{air B}} = P_D = P_C - \rho g \overline{CD} = P_{\text{atm}} + \frac{W_{\text{piston}}}{A_{\text{piston}}} - \rho g \overline{CD} \rightarrow P_{\text{air B, gage}} = \frac{W_{\text{piston}}}{A_{\text{piston}}} - \rho g \overline{CD}$$

$$P_{\text{air A, gage}} = \frac{25 \text{ N}}{\pi(0.3 \text{ m})^2 / 4} + (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.25 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 2806 \text{ N/m}^2 = \mathbf{2.806 \text{ kPa}}$$

$$P_{\text{air B, gage}} = \frac{25 \text{ N}}{\pi(0.3 \text{ m})^2 / 4} - (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.25 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = -2099 \text{ N/m}^2 = \mathbf{-2.099 \text{ kPa}}$$

8. Bir yağ borusu ile su borusu arasındaki basınç farkı, şekilde gösterildiği gibi çift akışkanlı bir manometre kullanılarak ölçülmektedir. Verilen akışkan yükseklikleri ve bağıl yoğunluklar için basınç farkı $\Delta P = P_A - P_B$ 'yi hesaplayınız.



A borusundan başlayarak yükseklik farklarına göre basınç denklemlerini yazarsak:

$$P_A + \rho_w g h_w + \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} - \rho_{\text{gly}} g h_{\text{gly}} + \rho_{\text{oil}} g h_{\text{oil}} = P_B$$

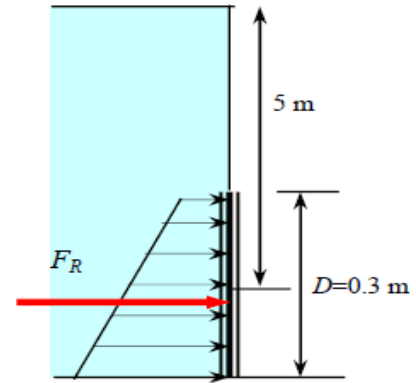
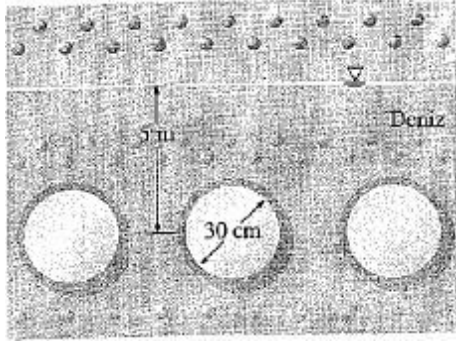
$$P_B - P_A = SG_w \rho_w g h_w + SG_{Hg} \rho_w g h_{Hg} - SG_{gly} \rho_w g h_{gly} + SG_{oil} \rho_w g h_{oil}$$

$$= g \rho_w (SG_w h_w + SG_{Hg} h_{Hg} - SG_{gly} h_{gly} + SG_{oil} h_{oil})$$

$$P_B - P_A = (9.81 \text{ m/s}^2)(1000 \text{ kg/m}^3)[1(0.6 \text{ m}) + 13.5(0.2 \text{ m}) - 1.26(0.45 \text{ m}) + 0.88(0.1 \text{ m})] \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right)$$

$$= 27.7 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{27.7 \text{ kPa}}$$

9. Bir yolcu gemisinin bodrum katındaki bir odası 30 cm çapında dairesel pencereye sahiptir. Pencerenin orta noktası su yüzeyinden 5 m aşağıda olduğuna göre, pencere üzerine etkiyen hidrostatik kuvveti ve basınç merkezini belirleyiniz. Deniz suyunun bağıl yoğunluğunu 1.025 olarak alınız.



Bir yüzeydeki ortalama basınç yüzeyin alan merkezine uygulanan basınca eşit olacağından:

$$P_{ave} = P_C = \rho g h_C = (1025 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(5 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right)$$

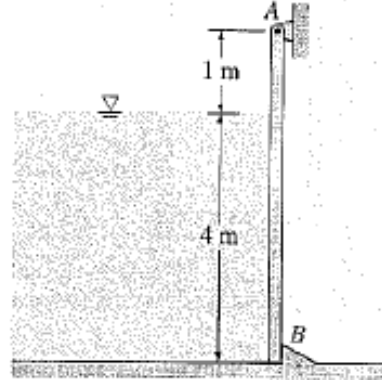
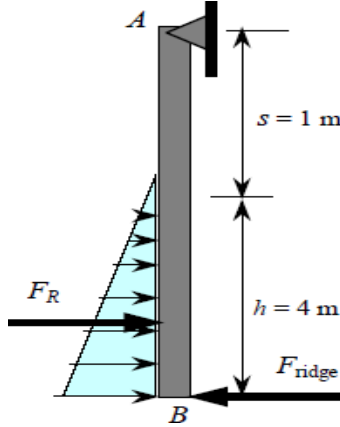
$$= 50,276 \text{ N/m}^2$$

$$F_R = P_{ave} A = P_{ave} [\pi D^2 / 4] = (50,276 \text{ N/m}^2) [\pi (0.3 \text{ m})^2 / 4] = \mathbf{3554 \text{ N}}$$

Bu kuvvetin etkidiği eksen basınç merkezinden geçer ve aşağıdaki şekilde bulunur:

$$y_P = y_C + \frac{I_{xx,C}}{y_C A} = y_C + \frac{\pi R^4 / 4}{y_C \pi R^2} = y_C + \frac{R^2}{4 y_C} = 5 + \frac{(0.15 \text{ m})^2}{4(5 \text{ m})} = \mathbf{5.0011 \text{ m}}$$

10. 5 m yüksekliğinde ve 5 m genişliğindeki dikdörtgensel bir plaka şekilde gösterildiği gibi 4 m derinliğindeki tatlı su ağzını kapatmaktadır. Plaka üst kenarında A noktasından geçen yatay bir eksen boyunca mafsallanmış olup B noktasındaki sabit birçıkıntı ile açılması engellenmektedir. Çıkıntı tarafından plakaya uygulanan kuvveti hesaplayınız



Bir yüzeydeki ortalama basınç yüzeyin alan merkezine uygulanan basınca eşit olacağından:

$$P_{ave} = P_C = \rho g h_C = \rho g (h/2)$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(4/2 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 19.62 \text{ kN/m}^2$$

Duvardaki toplam hidrostatik kuvvet:

$$F_R = P_{ave} A = (19.62 \text{ kN/m}^2)(4 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = \mathbf{392 \text{ kN}}$$

Kuvvetin etkidiği nokta basınç merkezinden yani $2h/3$ yüksekliğinden geçeceği için:

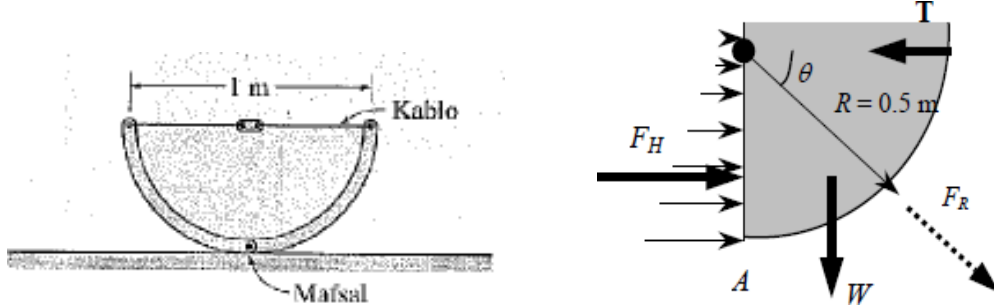
$$y_P = \frac{2h}{3} = \frac{2 \times (4 \text{ m})}{3} = 2.667 \text{ m}$$

A noktasına göre toplam moment sıfır olacağından:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F_R(s + y_P) = F_{ridge} \overline{AB}$$

$$F_{ridge} = \frac{s + y_P}{\overline{AB}} F_R = \frac{(1 + 2.667) \text{ m}}{5 \text{ m}} (392 \text{ kN}) = \mathbf{288 \text{ kN}}$$

11. Yarım daire kesitli 0.5 m yarıçapındaki bir su yalağı şekilde görüldüğü gibi tabanda birbirlerine mafsallanmış iki simetrik parçadan oluşmaktadır. İki parça, yalak boyunca 3 m aralıklarla yerleştirilen gergili bir kablo ile bir arada tutulmaktadır. Yalağın tam dolu olması halinde her bir kablodaki çekme kuvvetini hesaplayınız.



Kablodaki gerilmeyi bulabilmek için yalağın çeyrek daire şeklinde olan yarısını göz önünde bulunduralım. Yatay ve düşey düzlemlerde etkiyen hidrostatik kuvvetler ile su kütlesinin ağırlığını kuvvet denge denklemleri olarak yazalım. Öncelikle yatay kuvvetleri yazarsak:

$$\begin{aligned}
 F_H = F_x &= P_{ave} A = \rho g h_C A = \rho g (R/2) A \\
 &= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.5/2 \text{ m})(0.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
 &= 3679 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Düşey yönde sadece su bloğunun ağırlığı olacağından:

$$\begin{aligned}
 F_V = W &= \rho g V = \rho g [w \times \pi R^2 / 4] \\
 &= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)[(3 \text{ m})\pi(0.5 \text{ m})^2 / 4] \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
 &= 5779 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Böylece 3 m uzunluğundaki yalağın yüzeyinde bir kesitine etkiyen kuvvet ve bu kuvvetin yönü:

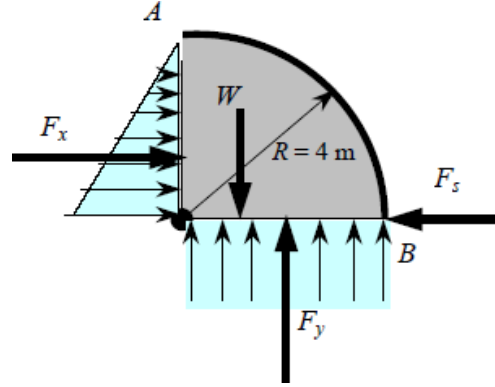
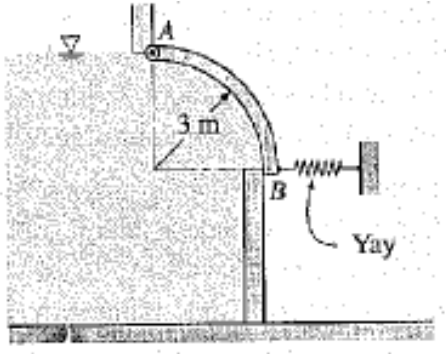
$$\begin{aligned}
 F_R &= \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{(3679 \text{ N})^2 + (5779 \text{ N})^2} = 6851 \text{ N} \\
 \tan \theta &= \frac{F_V}{F_H} = \frac{5779 \text{ N}}{3679 \text{ N}} = 1.571 \rightarrow \theta = 57.5^\circ
 \end{aligned}$$

A noktasına göre moment alırsak:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F_R R \sin(90 - 57.5)^\circ = T R$$

$$T = F_R \sin(90 - 57.5)^\circ = (6851 \text{ N}) \sin(90 - 57.5)^\circ = 3681 \text{ N}$$

12. 4 m boyunda ve 4 m yarıçapına sahip çeyrek daire şeklindeki ağırlıksız kapak üst kenarındaki A noktasından şekilde gösterildiği gibi mafsallanmıştır. Kapak bir yay vasıtasıyla bastırılan B noktasındaki düz kesitten olan su akışını kontrol etmektedir. Su seviyesinin kapağın üst tarafındaki A noktasına ulaşması halinde kapağı kapalı tutabilmek için gerekli minimum yay kuvvetini hesaplayınız.



Düşey yüzeye uygulanan yatay kuvvet:

$$\begin{aligned}
 F_H = F_x &= P_{ave} A = \rho g h_C A = \rho g (R/2) A \\
 &= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(4/2 \text{ m})(4 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
 &= 313.9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Yatay yüzeye uygulanan düşey kuvvet:

$$\begin{aligned}
 F_y &= P_{ave} A = \rho g h_C A = \rho g h_{\text{bottom}} A \\
 &= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(4 \text{ m})(4 \text{ m} \times 4 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
 &= 627.8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Su kütlesinin 4 m uzunluğa uyguladığı kuvvet:

$$\begin{aligned}
 W &= \rho g V = \rho g [w \times \pi R^2 / 4] \\
 &= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)[(4 \text{ m})\pi(4 \text{ m})^2 / 4] \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \\
 &= 493.1 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Yukarı yönde net kuvvet: $F_V = F_y - W = 627.8 - 493.1 = 134.7 \text{ kN}$

Böylece 4 m uzunluğundaki kapağın yüzeyinde bir kesitine etkiyen kuvvet ve bu kuvvetin yönü:

$$F_R = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{(313.9 \text{ kN})^2 + (134.7 \text{ kN})^2} = 341.6 \text{ kN}$$

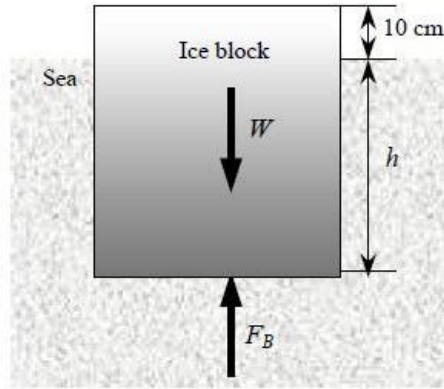
$$\tan \theta = \frac{F_V}{F_H} = \frac{134.7 \text{ kN}}{313.9 \text{ kN}} = 0.429 \rightarrow \theta = 23.2^\circ$$

A noktasına göre moment alınırsa:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F_R R \sin(90 - \theta) - F_{\text{spring}} R = 0$$

$$F_{\text{spring}} = F_R \sin(90 - \theta) = (341.6 \text{ kN}) \sin(90^\circ - 23.2^\circ) = 314.0 \text{ kN}$$

13. Denizde yüzen kübik bir buz bloğunu göz önüne alınız. Buzun ve deniz suyunun bağıl yoğunlukları sırayla 0.92 ve 1.025 olarak verilmektedir. Buz bloğunun 10 cm'lik kısmı su üstünde kaldığına göre su altında kalan kısmını hesaplayınız.



Çözüm: Buz ve deniz suyunun bağıl yoğunlukları sırayla 0.92 ve 1.025 ise bu değerlere karşılık gelen yoğunluklar 920 kg/m^3 ve 1025 kg/m^3 olur. Kuvvetleri birbirine eşitlersek:

$$W = F_B$$

$$\rho_{\text{body}} g V_{\text{total}} = \rho_{\text{fluid}} g V_{\text{submerged}}$$

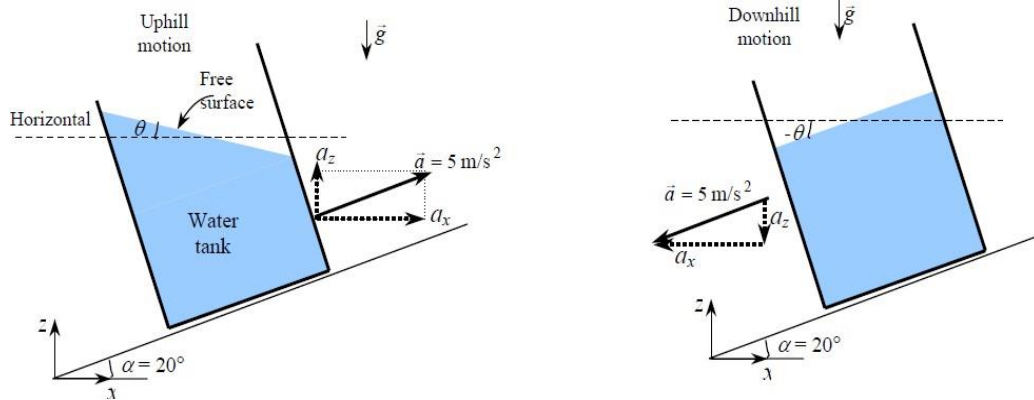
$$\frac{V_{\text{submerged}}}{V_{\text{total}}} = \frac{\rho_{\text{body}}}{\rho_{\text{fluid}}}$$

Batan hacimlerin oranı yüksekliklerin oranı olacağından:

$$\frac{h_{\text{submerged}}}{h_{\text{total}}} = \frac{\rho_{\text{body}}}{\rho_{\text{fluid}}} \rightarrow \frac{h}{h + 0.10} = \frac{\rho_{\text{ice}}}{\rho_{\text{water}}} \rightarrow \frac{h}{h + 0.10} = \frac{0.92}{1.025}$$

$$h = 0.876 \text{ m} = 87.6 \text{ cm}$$

14. Bir su tankı, yatayla 20° açı yapan yokuş yukarı bir yolda hareket yönündeki 5 m/s^2 sabit ivme ile çekilmektedir. Suyun serbest yüzeyinin yatayla yaptığı açığı bulunuz. Aynı yolda ve aynı ivme ile hareket yönü aşağı doğru olsaydı cevabınız ne olurdu?



Kabuller: Suyun hareketinden dolayı kırılması, sıçraması ve üst yüzeye çarpması gibi etkileri ikinci mertebeden terimler getireceği için ihmal edilmiştir. Ayrıca hareket esnasında ivmenin sabit kaldığı kabul edilmiştir.

Çözüm: (a) Geometrik bağıntılardan:

$$a_x = a \cos \alpha$$

$$a_z = a \sin \alpha$$

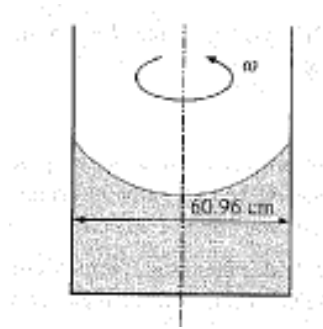
$$\tan \theta = \frac{a_x}{g + a_z} = \frac{a \cos \alpha}{g + a \sin \alpha} = \frac{(5 \text{ m/s}^2) \cos 20^\circ}{9.81 \text{ m/s}^2 + (5 \text{ m/s}^2) \sin 20^\circ} = 0.4078 \rightarrow \theta = 22.2^\circ$$

$$(b) \quad a_x = -a \cos \alpha$$

$$a_z = -a \sin \alpha$$

$$\tan \theta = \frac{a_x}{g + a_z} = \frac{-a \cos \alpha}{g - a \sin \alpha} = \frac{-(5 \text{ m/s}^2) \cos 20^\circ}{9.81 \text{ m/s}^2 - (5 \text{ m/s}^2) \sin 20^\circ} = -0.5801 \rightarrow \theta = -30.1^\circ$$

15. 60.96 cm çapında, atmosfere açık düşey silindirik bir tankta başlangıçta 30.48 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Tank, orta eksen etrafında dönmekte ve su seviyesi ortada düşerken kenarlarda yükselmektedir. Tank tabanının açığa çıkmaya başlayacağı açısal hızı ve bu andaki maksimum su yüksekliğini hesaplayınız.



Çözüm: Silindirin merkezini orijin olarak alıp, serbest su yüzeyi yüksekliği için verilen denklemi yazarsak:

$$z_s(r) = h_0 - \frac{\omega^2}{4g} (R^2 - 2r^2)$$

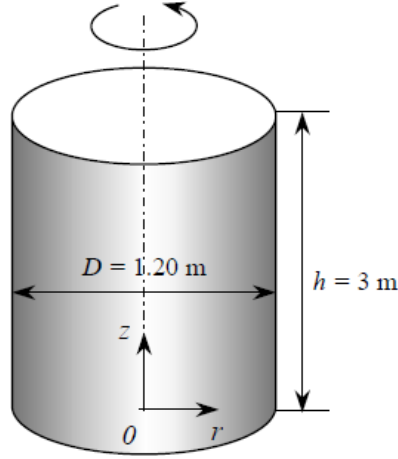
Tank tabanının ortaya çıkmaya başladığı anda merkezdeki su yüksekliği sıfır olur. Yukarıdaki denklemden ω çözülürse:

$$\omega = \sqrt{\frac{4gh_0}{R^2}} = \sqrt{\frac{4(32.2 \text{ ft/s}^2)(1 \text{ ft})}{(1 \text{ ft})^2}} = \mathbf{11.35 \text{ rad/s}}$$

$$\dot{n} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{11.35 \text{ rad/s}}{2\pi \text{ rad/rev}} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = \mathbf{108 \text{ rpm}}$$

$$z_s(R) = h_0 + \frac{\omega^2 R^2}{4g} = (1 \text{ ft}) + \frac{(11.35 \text{ rad/s})^2 (1 \text{ ft})^2}{4(32.2 \text{ ft/s}^2)} = \mathbf{2.00 \text{ ft}}$$

16. 1.2 m çapında ve 3 m yüksekliğindeki sızdırmaz bir düşey silindir, yoğunluğu 740 kg/m^3 olan benzin ile tamamen doldurulmuştur. Silindirik tank düşey eksenli etrafında 70 devir/dakika hızla döndürüldüğüne göre (a) taban merkeziyle tavan merkezi arasındaki basınç farkını (b) taban merkezi ile taban kenarı arasındaki basınç farkını hesaplayınız.



Çözüm: Herhangi iki nokta arasındaki basınç farkı:

$$P_2 - P_1 = \frac{\rho \omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) - \rho g (z_2 - z_1)$$

$$\omega = 2\pi n = 2\pi (70 \text{ rev/min}) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 7.330 \text{ rad/s}$$

1 ve 2 noktalarını tankın taban ve tavan merkezleri olarak alırsak $r_1 = r_2 = 0$ ve $z_1 = 0$, $z_2 = h = 3 \text{ m}$ olur.

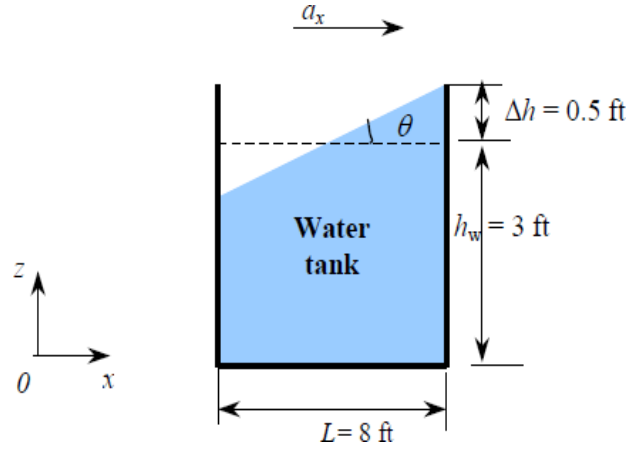
$$\begin{aligned} P_{\text{center, top}} - P_{\text{center, bottom}} &= 0 - \rho g (z_2 - z_1) = -\rho g h \\ &= -(740 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 21.8 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{21.8 \text{ kPa}} \end{aligned}$$

(b) 1 ve 2 noktalarını tabanın merkezi ve kenarı olarak alırsak $z_1 = z_2 = 0$ ve $r_1 = 0$ ve $r_2 = R$ olur.

$$\begin{aligned} P_{\text{edge, bottom}} - P_{\text{center, bottom}} &= \frac{\rho \omega^2}{2} (R_2^2 - 0) - 0 = \frac{\rho \omega^2 R^2}{2} \\ &= \frac{(740 \text{ kg/m}^3)(7.33 \text{ rad/s})^2 (0.60 \text{ m})^2}{2} \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 7.16 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{7.16 \text{ kPa}} \end{aligned}$$

17. 2.44 m boyunda atmosfere açık bir tankta başlangıçta 0.914 m yüksekliğine kadar su bulunmaktadır. Tank düz bir yolda bir kamyon ile çekilirken sürücünün frene basmasıyla beraber yüzeydeki su seviyesi 0.152 m yükselmektedir. Buna göre kamyonun yavaşlama ivmesini hesaplayınız.

Kabuller: Yol düz olduğu için düşey yönde ivme sıfır olacaktır. Serbest yüzeyin şekli doğrusal olarak değişmektedir. Yavaşlama ivmesi sabit alınacaktır.



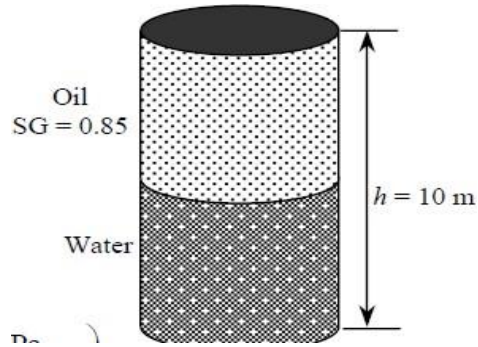
$$\tan \theta = \frac{-a_x}{g + a_z} \quad \rightarrow \quad a_x = -g \tan \theta$$

Geometrik bağıntı olarak:

$$\tan \theta = \frac{\Delta h}{L/2}$$

$$a_x = -g \tan \theta = -g \frac{\Delta h}{L/2} = -(32.2 \text{ ft/s}^2) \frac{0.5 \text{ ft}}{(8 \text{ ft})/2} = -4.08 \text{ ft/s}^2 \quad (-1.22 \text{ m/s}^2)$$

18. 10 m yüksekliğindeki bir silindirik kabın alt yarısı suyla üst yarısı ise bağıl yoğunluğu 0.85 olan yağ ile doludur. Silindirin tabanı ile tavanı arasındaki basınç farkını bulunuz.



$$\rho = SG \times \rho_{H_2O} = (0.85)(1000 \text{ kg/m}^3) = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{total} &= \Delta P_{oil} + \Delta P_{water} = (\rho g h)_{oil} + (\rho g h)_{water} \\ &= \left[(850 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(5 \text{ m}) + (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(5 \text{ m}) \right] \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right) \\ &= 90.7 \text{ kPa} \end{aligned}$$