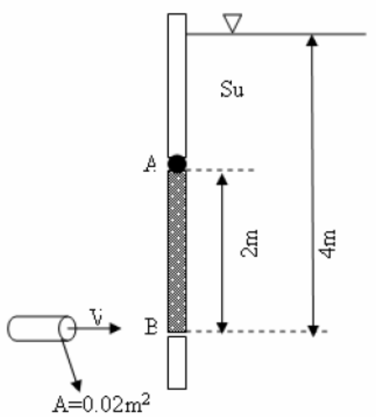
4. Bir haznenin duvarında bulunan ve A noktasından mafsallı 2 m yüksekliğindeki AB dikdörtgen şeklindeki kapağın B noktasına 0.02 m^2 kesitli borudan fışkıran su çarpmaktadır. Bu kapağın kapalı kalması için bu borudan fışkıran suyun debisi ne olmalıdır (Kapağın genişliği 1m'dir).



$$F = \rho g h_c A = 1000 * 9.81 * 3 * 2 * 1 = 58860N$$

$$y_p = y_c + \frac{I_{xx,c}}{y_c A} \qquad I_{xx,c} = \frac{bh^3}{12} = \frac{1*2^3}{12} = 0.666$$

$$y_p = 3 + \frac{0.666}{3*2*1} = 3.111m$$

A noktasına göre moment;

$$58860 * 1.11 = F_{jet} * 2 \Rightarrow F_{jet} = 32696N$$

$$F_{jet} = \dot{m} V = \rho A V^2 = 1000 * 0.02 * V^2 = 32696$$

$$V = 40.4m/s$$

7. 40cm çapında ve 90cm yüksekliğindeki düşey silindirik tank 60cm yüksekliğine kadar suyla doludur. Tanktan suyun taşmaması istenildiğine göre tankın maksimum dönme açısal hızını devir/dakika cinsinden bulunuz.

$$\frac{w^2 R^2}{2g} = h \Rightarrow \frac{w^2 * 0.4^2}{2*9.81} = 60$$

$$w = 85.77rad/s \Rightarrow n = 819.1dev/dk$$

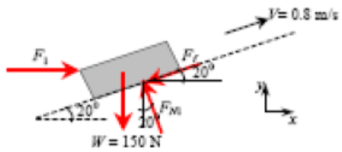
$$z = h_0 - \frac{w^2}{4g}(R^2 - 2r^2)$$

$$\text{veya } 90 = 60 - \frac{w^2}{4g}(0.4^2 - 2*0.4^2)$$

$$w = 85.77rad/s \Rightarrow n = 819.1dev/dk$$

4- 50x30x20-cm^3 boyutlarında ve 150 N ağırlığında olan bir blok, sürtünme katsayısı 0.27 olan bir eğik yüzey boyunca 0.8 m/s sabit hızla hareket ettirilecektir, *(a)* Yatay yönde uygulanması gereken *F* kuvvetini belirleyiniz. *(b)* Blok ile yüzey arasında dinamik viskozitesi 0.012 Pa•s olan 0.4 mm kalınlığında bir yağ filmi bulunursa, bu durumda uygulanması gereken kuvvetteki yüzde azalmayı belirleyiniz.

a)



$\Sigma F_x = 0$: $F_1 - F_f \cos 20° - F_{N1} * \sin 20° = 0$ (1)

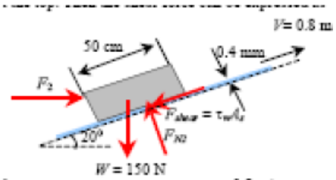
$\Sigma F_y = 0$: $F_{N1} * \cos 20° - F_f * \sin 20° - G = 0$ (2)

Kayma gücü : $F_f = f * F_{N1}$ (3)

F_{N1} = G / (cos 20°- f* sin 20°) =150/ (cos 20°-0,27* sin 20°) = 177,0 N

$F_1 = F_f \cos 20° + F_{N1} * \sin 20°$ =(0,27-177 N)* cos 20°+(177 N)* sin 20°= 105.5 N

b)



$F_{kayma} = \tau * A = \mu * A * (V/h)$ =(0.012)*(0,5*0,2)*[(0,8) /(4*10^{-4})]=2,4 N

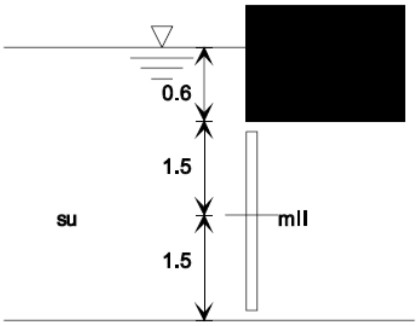
$\Sigma F_x = 0$: $F_2 - F_{kayma} * \cos 20° - F_{N2} * \sin 20° = 0$ (4)

$\Sigma F_y = 0$: $F_{N2} * \cos 20° - F_{kayma} * \sin 20° - G = 0$ (5)

F_{N2}= (F_{kayma}*sin 20°+G) / cos 20° =[(2,4 N)* sin 20°+(150 N)] / cos 20°=160,5 N

$F_2 = F_{kayma}$*cos 20°+ F_{N2}*sin 20° = =(2,4 N)*cos 20°+(160,5 N)* sin 20°=57,2 N

Yüzde azalma =[(F_1-F_2)/F_1]*100=[(105,5-57,2)/105,5]*100 =%45,8



3- Dairesel kesitli bir kelebek vananın çapı 3 m'dir. Yatay bir mil etrafında dönebilen vananın bir tarafında su dolu diğer taraf boştur. Buna göre vananın açılmaması için tabana etki etmesi gereken kuvveti bulunuz.

$$F = \rho g h_G A; \qquad A = \pi R^2 = \pi.(1.5)^2 = 7.07\,m^2$$

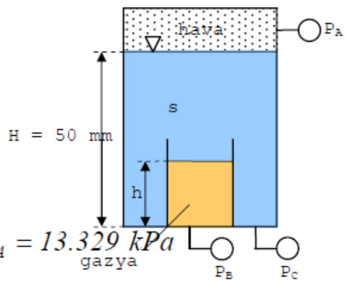
$$h_G = 1.5 + 0.6 = 2.1m, \quad F = 9810x2.1x7.07 = 145,649kN$$

$$I = \frac{\pi R^4}{64} = \frac{\pi(3)^4}{64} + 7.07x(2.1)^2 = 35.15\,m^4$$

$$y = \frac{35.15}{7.07x2.1} = 2.37\,m; \qquad e = 2.37 - 2.1 = 0.27\,m$$

$$145,649x0.27 - Kx1.5 = 0, \qquad K = 26,216\,kN$$

3- Silindirik depo 50 mm yüksekliğinde su içermektedir. İçteki küçük silindir depo ise h yüksekliğinde, özgül ağırlığı 0.8 olan gaz yağı içermektedir. P_A'nın ölçülen basıncı ve gazyağının ölçülen yüksekliği nedir? (Gazyağının deponun üstüne çıkmasının önlendiği kabul edilecektir.)
(P_B = 13.80 kPa; P_C = 13.82 kPa)



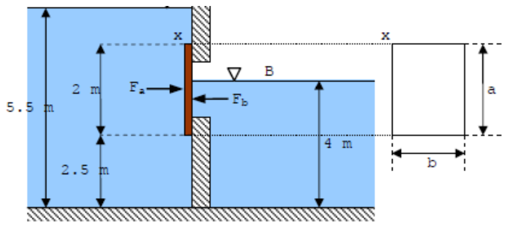
$$P_A = \rho_s \cdot g \cdot H + P_C = -1000 \cdot 9.81 \cdot 50 \cdot 10^{-3} + 13.82 \cdot 10^{-3} \Rightarrow P_A = 13.329\ kPa$$

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

$$h = \frac{(P_B - P_A) - \rho_s \cdot g \cdot H}{-g \cdot (\rho_g - \rho_s)} = \frac{(13.80 - 13.329) - 1000 \cdot 9.81 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{-9.81 \cdot (800 - 1000)}$$

$$h = 1.987 \cdot 10^{-3}\ m \Rightarrow h \cong 2\ mm$$

4- A ve B haznelerini birbirinden ayıran duvar üzerinde xx′ yatay ekseni etrafında dönerek açılabilen dikdörtgen şeklinde bir kapak mevcuttur. Kapağı açmak için gerekli momenti bulunuz? (a = 2 m; b = 1.5 m)



A haznesinden doğan itme kuvveti;

$$P_A = \rho \cdot g \cdot h_A \cdot (a \cdot b) = 1000 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1.5 \Rightarrow P_A = 6000\ kg$$

Bu kuvvetin tatbik noktasının x eksenine olan uzaklığı;

$$l_a = e + 1$$

$$l_a = \frac{I_a}{z_G \cdot A} + 1 = \frac{a^2}{24} + 1 \Rightarrow l_a = \frac{7}{6}\ m$$

B haznesindeki suyun itme kuvveti;

$$P_B = \gamma \cdot h_B \cdot b \cdot 1.5 = 0.75 \cdot 1000 \cdot (1.5)^2 \Rightarrow P_B = 1687.5\ kg$$

$$l_b = 0.5 + 1.5 \cdot \frac{2}{3} \Rightarrow l_b = 1.5\ m$$

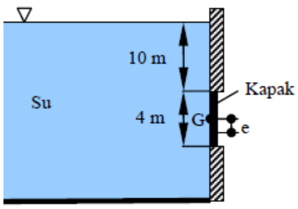
kapağı açmak için gerekli moment;

$$M = 6000 \cdot l_a - 1687.5 \cdot l_b \Rightarrow M = 4468.5\ kg \cdot m$$

3- Dikdörtgen kesitli bir kapak 3 m genişliğinde olup şekilde görüldüğü gibi dik olarak suyun içine yerleştirilmiştir. Suyun derinliği 10 m'ye ulaştığında kapağın otomatik olarak açılması istenmektedir.

a) Sürtünmesiz yatay şaft hangi noktaya yerleştirilmelidir?

b) Kapağın açılabilmesi için uygulanması gerekli kuvvet ne olur?



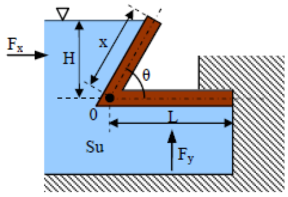
$$I_{GY} = \frac{1}{12}(Taban) \cdot (Yükseklik)^3$$

a) $$e = \frac{I_{GY}}{z_G \cdot A} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 4^3}{(10+2) \cdot (3 \cdot 4)} \Rightarrow e \cong 0.111\ m$$

b) $$F = P_G \cdot A = \rho \cdot g \cdot h \cdot A = 9810 \cdot 12 \cdot (4 \cdot 3)$$

$$F = 1412.64\ kN$$

1- Şekilde görülen V şeklindeki dikdörtgen kapak 0 ekseni etrafında dönerek açılmaktadır. Kapağın kendi ağırlığını ihmal ederek, kapağın açılmaması için H derinliğinin ne olması gerektiğini bulunuz? (L = 2 m; θ = 60^0)



$$x = \frac{H}{\sin\theta}$$

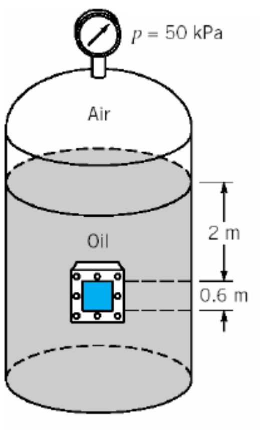
$$F_x = \rho \cdot g \cdot \frac{H}{2} \cdot (b \cdot x) = \rho \cdot g \cdot \frac{H}{2} \cdot b \cdot \frac{H}{\sin\theta} \Rightarrow F_x = \rho \cdot g \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{H^2}{\sin\theta}$$

$$F_y = \rho \cdot g \cdot H \cdot L \cdot b$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow F_x \cdot \frac{H}{3 \cdot \sin\theta} - F_y \cdot \frac{L}{2} = 0$$

$$\rho \cdot g \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{H^2}{\sin\theta} \cdot \frac{H}{3 \cdot \sin\theta} - \rho \cdot g \cdot H \cdot L \cdot b \cdot \frac{L}{2} = 0$$

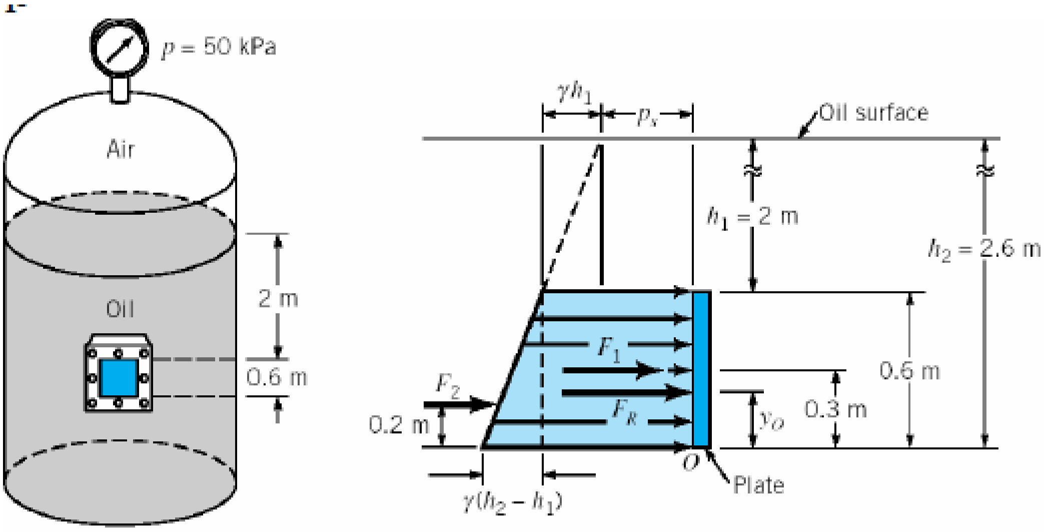
$$\frac{H^2}{3 \cdot \sin^2\theta} = L^2 \Rightarrow H^2 = 3 \cdot L^2 \cdot \sin^2\theta = 3 \cdot 2^2 \cdot \sin^2 60 \Rightarrow H = 3\ m$$



Şekil 1

1- Bir basınç tankı, bağıl yoğunluğu 0.9 olan yağ içermektedir. Bu tankın yan yüzünde 0.6 m x 0.6 m boyutlarında, şekilde görüldüğü gibi cıvatalanmış bir plaka mevcuttur. Yağın üst kısmında bulunan havanın basıncı basınç ölçer yardımıyla 50 kPa olarak ölçüldüğünde, alttaki plakaya etki eden kuvvetin büyüklüğünü ve etki noktasını tespit ediniz?

1-



(a) (b)

$$F_1 = (p_s + \gamma h_1)A$$
$$= [50 \times 10^3\ \mathrm{N/m^2} + (0.90)(9.81 \times 10^3\ \mathrm{N/m^3})(2\ \mathrm{m})](0.36\ \mathrm{m^2})$$
$$= 24.4 \times 10^3\ \mathrm{N}$$

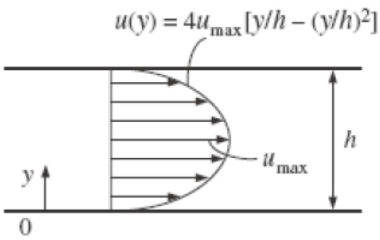
$$F_2 = \gamma\left(\frac{h_2 - h_1}{2}\right)A$$
$$= (0.90)(9.81 \times 10^3\ \mathrm{N/m^3})\left(\frac{0.6\ \mathrm{m}}{2}\right)(0.36\ \mathrm{m^2})$$
$$= 0.954 \times 10^3\ \mathrm{N}$$

$$F_R = F_1 + F_2 = 25.4 \times 10^3\ \mathrm{N} = 25.4\ \mathrm{kN}$$

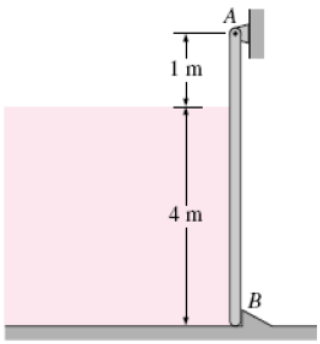
$$F_R y_O = F_1(0.3\ \mathrm{m}) + F_2(0.2\ \mathrm{m})$$

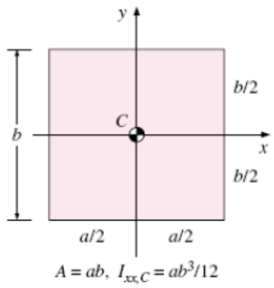
$$(25.4 \times 10^3\ \mathrm{N})\, y_O = (24.4 \times 10^3\ \mathrm{N})(0.3\ \mathrm{m}) + (0.954 \times 10^3\ \mathrm{N})(0.2\ \mathrm{m})$$
$$y_O = 0.296\ \mathrm{m}$$

Soru 1. İki plaka arasında vizkozitesi μ olan Newton tipi bir akışkanın laminer akışını ele alınız. Akış bir boyutlu ve hız profili $u(y) = 4u_{max}\left[y/h - (y/h)^2\right]$ olarak verilmiştir. Burada y alt yüzeyden olan düşey koordinatı, h iki plaka arasındaki mesafeyi ve U_{max} orta düzlemde oluşan maksimum hızı göstermektedir. Her iki plaka üzerine akışkanın birim plaka alanı başına akış yönünde uyguladığı direnç kuvveti için bir bağıntı geliştiriniz.



Soru 2. 5 metre yüksekliğinde ve 5 metre genişliğindeki dikdörtgensel bir plaka, şekilde gösterildiği gibi 4 metre derinliğindeki tatlı su ağzını kapatmaktadır. Plaka, üst kenarında A noktasından geçen yatay bir eksen boyunca mafsallanmış olup B noktasındaki sabit bir çıkıntı ile açılması engellenmektedir. Çıkıntı tarafından plakaya uygulanan kuvveti bulunuz.





$$y_p = y_c + \frac{I_{xx,c}}{y_c A}$$

Soru 5. a) Bir akış alanı içinde hız ifadesi, V = f(x,y,z,t) olduğuna göre Kartezyen koordinatlardaki ivme bileşenlerini denklem şeklinde tanımlayarak, yerel ivme ve advektif (taşımsal) ivme terimlerini açıklayınız.

b) Daimi, sıkıştırılamaz, iki boyutlu bir hız alanı $\vec{V} = (u,v) = (1 + 2{,}5x + y)\vec{i} + (-0{,}5 - 1{,}5x - 2{,}5y)\vec{j}$ Şeklinde verilmektedir. Buna göre x = 2 m ve y = 3 m noktasındaki maddesel ivmeyi hesaplayınız.

Cevap 1.

$$\tau_w = \mu \frac{du}{dy}\bigg|_{y=0} = 4\mu u_{\max} \frac{d}{dy}\left(\frac{y}{h} - \frac{y^2}{h^2}\right)\bigg|_{y=0} = 4\mu u_{\max}\left(\frac{1}{h} - \frac{2y}{h^2}\right)\bigg|_{y=0} = \frac{4\mu u_{\max}}{h}$$

$$F_D = 2\tau_w A_{plate} = \frac{8\mu u_{\max}}{h} A_{\text{plate}}$$

$$F_D / A_{\text{plate}} = \frac{8\mu u_{\max}}{h}$$

Cevap 2.

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

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

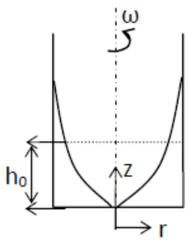
$$F_R = P_{\text{avg}} A = \left(19.62 \text{ kN/m}^2\right)(4 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = 392 \text{ kN}$$

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

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

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

Soru 4. 10 cm çapında 40 cm yüksekliğindeki düşey bir silindir 15 cm yüksekliğine kadar sıvıyla doldurulmuştur. Silindir eksen etrafında sabit bir hızla döndürülerek silindir eksenindeki (r = 0 ve z = 0) sıvı serbest yüzeyinin taban seviyesine düşürülmesi sağlanmaktadır. Buna göre devir sayısı en az kaç olmalıdır? Sıvı yoğunluğu 850 kg/m3



Silindir tabanının merkezi orijin alındığında sıvı serbest yüzeyinin denklemi

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

h_0 = 15 cm
ω: Radyal hız
R: Yarıçap
Zs : r' ye bağlı sıvı yüksekliği

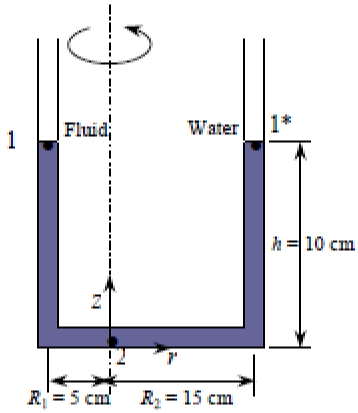
$$z_s(r) = h_0 - \frac{\omega^2}{4g}(R^2 - 2r^2)$$

$r=0$ ve $z_s(0) = 0$ için

$$\omega = \sqrt{\frac{4gh_0}{R^2}} = \sqrt{\frac{4*9,81*0,15}{(0,05\ )^2}} = 48,5 \text{ rad/s}$$

$$\dot{n} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{48.5 \text{ rad/s}}{2\pi \text{ rad/rev}}\left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right) = \mathbf{463 \text{ rpm}}$$

3-144 A U-tube that contains water in right arm and another liquid in the left is rotated about an axis closer to the left arm. For a known rotation rate at which the liquid levels in both arms are the same, the density of the fluid in the left arm is to be determined.



Assumptions 1 Both the fluid and the water are incompressible fluids. 2 The two fluids meet at the axis of rotation, and thus there is only water to the right of the axis of rotation.

Properties We take the density of water to be 1000 kg/m^3.

Analysis The pressure difference between two points 1 and 2 in an incompressible fluid rotating in rigid body motion (the *same* fluid) is given by

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

where $\omega = 2\pi\dot{n} = 2\pi(30\text{ rev/min})\left(\frac{1\text{ min}}{60\text{ s}}\right) = 3.14\text{ rad/s}$ (for both arms of the U-tube).

Pressure at point 2 is the same for both fluids, so are the pressures at points 1 and 1* ($P_1 = P_1{}^* = P_{atm}$). Therefore, $P_2 - P_1$ is the same for both fluids. Noting that $z_2 - z_1 = -h$ for both fluids and expressing $P_2 - P_1$ for each fluid,

$$\textit{Water:}\quad P_2 - P_1{}^* = \frac{\rho_w\omega^2}{2}(0 - R_2^2) - \rho_w g(-h) = \rho_w(-\omega^2 R_2^2/2 + gh)$$

$$\textit{Fluid:}\quad P_2 - P_1 = \frac{\rho_f\omega^2}{2}(0 - R_1^2) - \rho_f g(-h) = \rho_f(-\omega^2 R_1^2/2 + gh)$$

Setting them equal to each other and solving for ρ_f gives

$$\rho_f = \frac{-\omega^2 R_2^2/2 + gh}{-\omega^2 R_1^2/2 + gh}\rho_w = \frac{-(3.14\text{ rad/s})^2(0.15\text{ m})^2 + (9.81\text{ m/s}^2)(0.10\text{ m})}{-(3.14\text{ rad/s})^2(0.05\text{ m})^2 + (9.81\text{ m/s}^2)(0.10\text{ m})}(1000\text{ kg/m}^3) = 794\text{ kg/m}^3$$

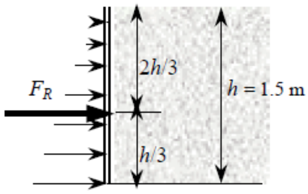
Discussion Note that this device can be used to determine relative densities, though it wouldn't be a very practical.

3-62 An above the ground swimming pool is filled with water. The hydrostatic force on each wall and the distance of the line of action from the ground are to be determined, and the effect of doubling the wall height on the hydrostatic force is to be assessed.

Assumptions The atmospheric pressure acts on both sides of the wall of the pool, and thus it can be ignored in calculations for convenience.

Properties We take the density of water to be 1000 kg/m^3 throughout.

Analysis The average pressure on a surface is the pressure at the centroid (midpoint) of the surface, and is determined to be



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

$$= (1000\,\text{kg/m}^3)(9.81\,\text{m/s}^2)(1.5/2\,\text{m})\left(\frac{1\,\text{N}}{1\,\text{kg}\cdot\text{m/s}^2}\right)$$

$$= 7357.5\,\text{N/m}^2$$

Then the resultant hydrostatic force on each wall becomes

$$F_R = P_{ave}A = (7357.5\,\text{N/m}^2)(4\,\text{m}\times 1.5\,\text{m}) = 44{,}145\,\text{N} \cong \mathbf{44.1\ kN}$$

The line of action of the force passes through the pressure center, which is $2h/3$ from the free surface and $h/3$ from the bottom of the pool. Therefore, the distance of the line of action from the ground is

$$y_P = \frac{h}{3} = \frac{1.5}{3} = \mathbf{0.50\ m} \quad \text{(from the bottom)}$$

If the height of the walls of the pool is doubled, the hydrostatic force **quadruples** since

$$F_R = \rho g h_C A = \rho g(h/2)(h\times w) = \rho g w h^2/2$$

and thus the hydrostatic force is proportional to the square of the wall height, h^2.