UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Año: **4º** Diseño Curricular 1995 adecuado - ORDENANZA N°1029

Asignatura: **Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas**

Cátedra:

Prof. Asoc. Ord. Simple Ing. Silvina Zamar
Prof. Adj. Int. Simple Ing. Alejandro Folla

UNIDAD 2: ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS

TRABAJO PRÁCTICO N° 2: HIDROSTÁTICA

UNIDAD 2: ESTATICA DE LOS FLUIDOS
TEMA: Hidrostática

FÓRMULAS BÁSICAS Y UNIDADES

PRESIÓN = FUERZA / ÁREA

$$Pr = F / A$$

PESO FLUIDO = PESO ESPECIFICO x VOLUMEN

$$Wf = \gamma \times V$$

PRESIÓN HIDROSTÁTICA = PESO FLUIDO / ÁREA

$$Ph = Wf / A$$

PRESIÓN EN UN PUNTO DEL FLUIDO = PROFUNDIDAD x PESO ESPECIFICO

$$Pa = Ha \times \gamma$$

PRESIÓN EN PUNTOS SUPERFICIE IGUAL PROFUNDIDAD

$$P1 = Ha \times \gamma \ ; \ P2 = Ha \times \gamma$$

FUERZA SOBRE UNA SUPERFICIE SUMERGIDA = PRESIÓN HIDROSTÁTICA x ÁREA

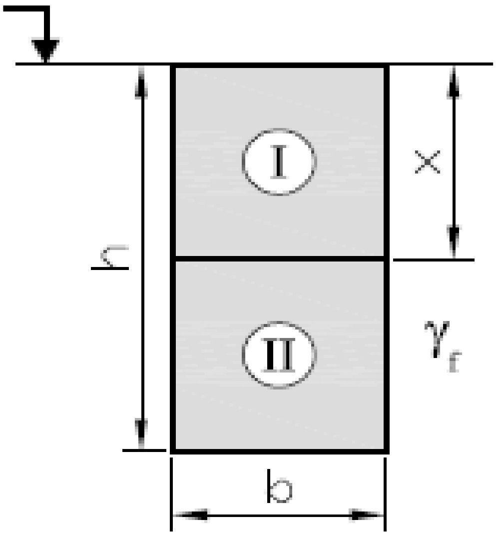
$$F = H \times \gamma \times A$$

UNIDAD 2: ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS
TEMA: Hidrostática

Ejemplo 2.1

Dada la figura representada, determinar el valor de X tal que los empujes sobre las dos secciones resultantes sean iguales.

Solución:
Igualando:



$$E = \gamma \cdot h_G \cdot A$$

$$E_I = \gamma \cdot \frac{x}{2} \cdot xb = \gamma \cdot b \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$E_{II} = \gamma \cdot \left(x + \frac{h-x}{2} \right) \cdot (h-x)b =$$

$$= \gamma \cdot b \cdot \left(\frac{h+x}{2} \right) \cdot (h-x) = \gamma \cdot b \cdot \left(\frac{h^2 - x^2}{2} \right)$$

$$E_I = E_{II}$$

$$\gamma \cdot b \cdot \frac{x^2}{2} = \gamma \cdot b \cdot \left(\frac{h^2 - x^2}{2} \right)$$

$$x^2 = h^2 - x^2$$

$$2x^2 = h^2$$

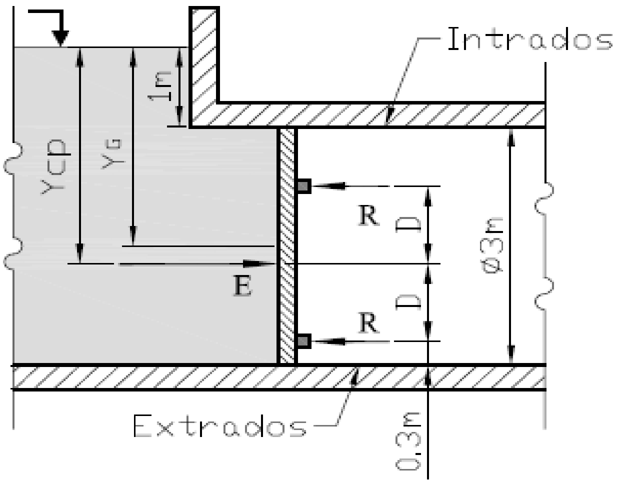
$$x = \frac{1}{\sqrt{2}} h$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}} h$$

Ejemplo 2.2

Un conducto circular de 3m de diámetro se va a cerrar con un muro de contención soportado por dos vigas horizontales. El fluido tiene un peso específico γ =1tn/m^3 y se encuentra a un lado del muro, manteniendose con un nivel de 1m por encima del intrados del conducto. Si una de las vigas está a 0.30m del extrados del conducto, centrar la posición de la otra viga de tal manera que soporten la misma carga.

Solución:



La fuerza resultante que actúa sobre el muro es:

$$E = \gamma \cdot h_G \cdot A$$

$$\gamma = 1\frac{tn}{m^3}$$

$$h_G = y_G = 1m + 3m/2 = 2.5m$$

$$A = \pi \cdot D^2 / 4 = \pi \cdot (3m)^2 / 4 = 7.069m^2$$

$$E = 1\frac{tn}{m^3} \cdot 2.5m \cdot 7.069m^2$$

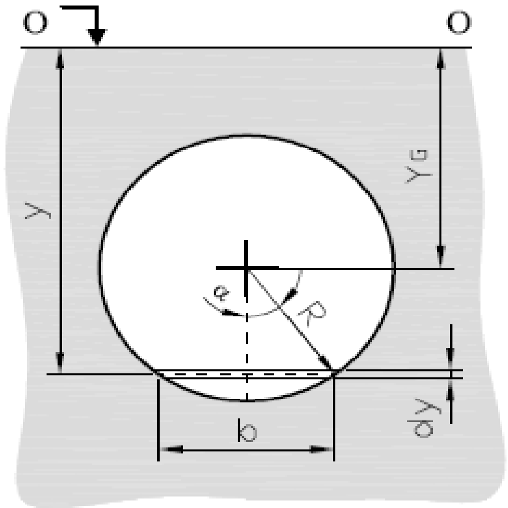
$$E = 17.671tn$$

La fuerza que debe soportar cada viga es:

$$\sum F_X = 0 = E - 2R \Rightarrow R = E/2$$

$$\Rightarrow R = 8.835tn$$

Entonces para hallar la distancia D primero se debe conocer el punto de aplicación de la fuerza resultante E. Para ello se plantea primero:



$$\sum M_O = 0 = E \cdot y_{CP} - \int_A p \cdot b \cdot y \cdot dy$$

$$\Rightarrow y_{CP} = \frac{\int_A p \cdot b \cdot y \cdot dy}{E}$$

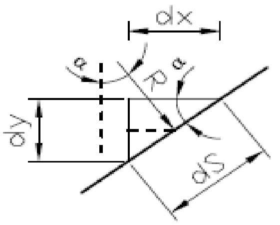
Pero

$$E = \gamma \cdot y_G \cdot \pi \cdot R^2$$

$$b = 2R \cdot sen\alpha$$

$$y = y_G - R \cdot \cos\alpha$$

$$p = \gamma \cdot y = \gamma \cdot (y_G - R \cdot \cos\alpha)$$



$$dy = ds \cdot sen\alpha$$

$$s = R \cdot \alpha$$

$$ds = R \cdot d\alpha$$

$$\Rightarrow dy = R \cdot sen\alpha \cdot d\alpha$$

$$\Rightarrow y_{CP} = \frac{\int_0^{\pi} \gamma \cdot (y_G - R \cdot \cos\alpha) \cdot (y_G - R \cdot \cos\alpha) \cdot 2R \cdot sen\alpha \cdot R \cdot sen\alpha \cdot d\alpha}{\gamma \cdot y_G \cdot \pi \cdot R^2} =$$

$$= \frac{\gamma \cdot 2R^2}{\gamma \cdot y_G \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \int_0^{\pi} \left(y_G{}^2 - 2y_G R \cdot \cos\alpha + R^2 \cdot \cos^2\alpha \right) \cdot sen^2\alpha \cdot d\alpha =$$

$$= \frac{2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} \left(y_G{}^2 \cdot sen^2\alpha - 2y_G R \cdot sen^2\alpha \cdot \cos\alpha + R^2 \cdot sen^2\alpha \cdot \cos^2\alpha \right) \cdot d\alpha =$$

$$= \frac{2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} y_G{}^2 \cdot sen^2\alpha \cdot d\alpha - \frac{2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} 2y_G R \cdot sen^2\alpha \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha + \frac{2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} R^2 \cdot sen^2\alpha \cdot \cos^2\alpha \cdot d\alpha =$$

$$= \frac{2y_G}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot d\alpha - \frac{4R}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha + \frac{2R^2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot \cos^2\alpha \cdot d\alpha$$

$$\frac{2y_G}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot d\alpha = \frac{2y_G}{\pi} \cdot \left| \frac{\alpha - sen\alpha \cdot \cos\alpha}{2} \right|_0^{\pi} = \frac{2y_G}{\pi} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - 0 \right) = y_G$$

$$-\frac{4R}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha = -\frac{4R}{\pi} \cdot \left| \frac{sen^3\alpha}{3} \right|_0^{\pi} = 0$$

$$\frac{2R^2}{y_G \cdot \pi} \cdot \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot \cos^2\alpha \cdot d\alpha = \frac{2R^2}{y_G \cdot \pi} \cdot \left(\left| \frac{sen^3\alpha \cdot \cos\alpha}{4} \right|_0^{\pi} + \frac{1}{4} \int_0^{\pi} sen^2\alpha \cdot d\alpha \right) = \frac{2R^2}{y_G \cdot \pi} \cdot \frac{1}{4} \left(0 + \frac{\pi}{2} \right) = \frac{R^2}{4y_G}$$

$$y_{CP} = y_G + \frac{R^2}{4y_G} = 2.5m + \frac{(1.5m)^2}{4 \cdot 2.5m} = 2.725m$$

$$D = 1m + 2 \cdot R - 0.30m - y_{CP} = 1m + 2 \cdot 1.5m - 0.30m - 2.725m = 0.975m$$

$$\Rightarrow D = 0.975m$$

Otra forma de calcular es:

$$y_{CP} = \frac{I_G}{y_G \cdot A} + y_G$$

$$A = \pi \cdot R^2$$

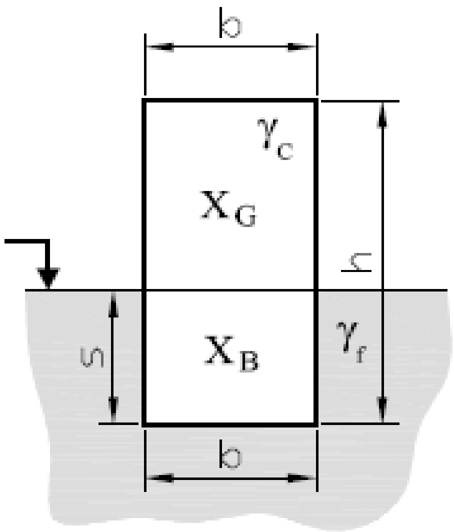
$$I_G = \frac{\pi \cdot R^4}{4}$$

$$\Rightarrow y_{CP} = \frac{\pi \cdot R^4}{y_G \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2} + y_G = \frac{R^2}{y_G \cdot 4} + y_G$$

Que conduce al mismo resultado obtenido anteriormente.

Ejemplo 2.3

Determinar las condiciones de estabilidad de un prisma sumergido



Solución:

Primero se supone que la densidad del cuerpo es uniforme y menor a la densidad del fluido.

γ_f = densidad del fluido

γ_C = densidad del cuerpo

En condiciones de equilibrio estático:

$$b^2 \cdot h \cdot \gamma_C = b^2 \cdot s \cdot \gamma_f$$

$$\Rightarrow \frac{s}{h} = \frac{\gamma_C}{\gamma_f} \Rightarrow s = \frac{\gamma_C}{\gamma_f} \cdot h$$

Con referencia a la base del prima.

El centro de gravedad del cuerpo esta a:

$$Y_G = \frac{h}{2}$$

El centro de carena esta a:

$$Y_B = \frac{s}{2} = \frac{\gamma_C}{\gamma_f} \cdot \frac{h}{2}$$

$$\therefore Y_G > Y_B$$

Entonces el cuerpo se encuentra en equilibrio inestable.

El metacentro se ubica:

$$\overline{MB} = \frac{I_S}{V_C}$$

$$I_S = \frac{b^4}{12} \wedge V_C = b^2 \cdot s = b^2 \cdot \frac{\gamma_C}{\gamma_f} \cdot h$$

$$\Rightarrow \overline{MB} = \frac{\gamma_f}{\gamma_C} \frac{b^2}{12 \cdot h}$$

UNIDAD 2: ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS
TEMA: Hidrostática

PROBLEMA 2.0

Describir cada uno de los conceptos a) a f) a partir del gráfico presentado y lo explicado en la bibliografía. Indicar valores para los ítems g) a j).

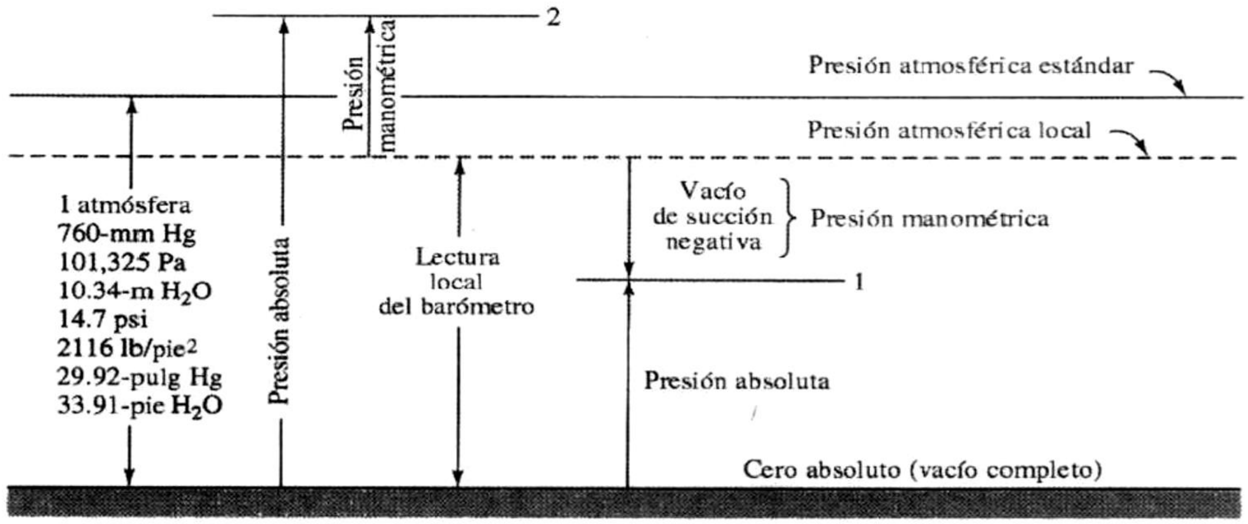


Figura 2.8 Unidades y escalas para la medida de la presión.

		Equivalencias	
a)	Presión atmosférica estándar	101,325	Pa=N/m^2
b)	Presión atmosférica local	1,013	hPa
c)	Lectura local de un barómetro	101	kPa
d)	Presión manométrica positiva	**1.03**	**kgf/cm^2**
e)	Presión manométrica negativa (vacío)	**1.01**	**Bar**
f)	Cero absoluto (vacío completo)		

Indicar valores.

g) Lectura de un vacuómetro sometido a cero absoluto
h) Lectura de un manómetro sometido a cero absoluto
i) Que error supone la medición de un barómetro de mercurio P abs = 760 mmHg (tensión de vapor Mg a 20°C 0.00120 mmHg)
j) Que error supone la medición con barómetro de agua a 20°C, P abs = 10.34 m.c.a.

PROBLEMA 2.1

Que presión soporta la base de un tambor de glicerina a 20°C que contiene 0,21 m3, siendo el diámetro del mismo de 50 centímetros.

PROBLEMA 2.2
Determinar la presión que recibe la pared de una pileta cargada con agua, en los siguientes niveles de profundidad:

a) 0.00 m
b) 0.60 m
c) 1.50 m
d) Realizar el diagrama de presión

PROBLEMA 2.3
Convertir en equivalente de altura, la presión de 1 atmósfera estandar, para los siguientes líquidos:

a) agua,
b) mercurio,
c) gasolina,
d) glicerina

PROBLEMA 2.4
Representar gráficamente las presiones manométricas y absolutas, referidas a los siguientes puntos. Expresar en kg/cm2 y en columna de agua. Considerar densidad del aire 20°C:

a) -600 m. debajo del nivel del mar;
b) al nivel del mar;
c) a 1000 m sobre el nivel del mar.

PROBLEMA 2.5
Determinar la presión en el fondo de un depósito cerrado que contiene una capa de 1 metro de glicerina, estando la misma bajo presión de 2,74 kgf/cm^2

PROBLEMA 2.6
Graficar el diagrama de presiones sobre las caras de un depósito cilíndrico de 5 metros de diámetro y 2,2 metros de altura apoyado en el suelo. En su parte superior se encuentra conectado a un tubo de 0,40 m de diámetro presentando una columna de agua cuyo nivel se sitúa a 5 metros desde el piso.

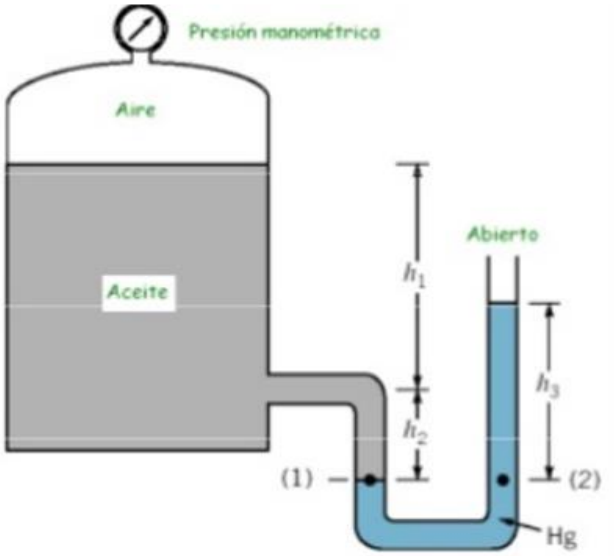
PROBLEMA 2.7
Para el depósito del problema anterior:

a) Hallar la fuerza que soporta interiormente el piso del depósito.
b) Hallar la fuerza que soporta interiormente el techo del depósito.
c) Hallar el peso del fluido,
d) Hallar la fuerza ejercida sobre el suelo,
e) Hallar la presión ejercida sobre el suelo.
f) Justificar.

PROBLEMA 2.8

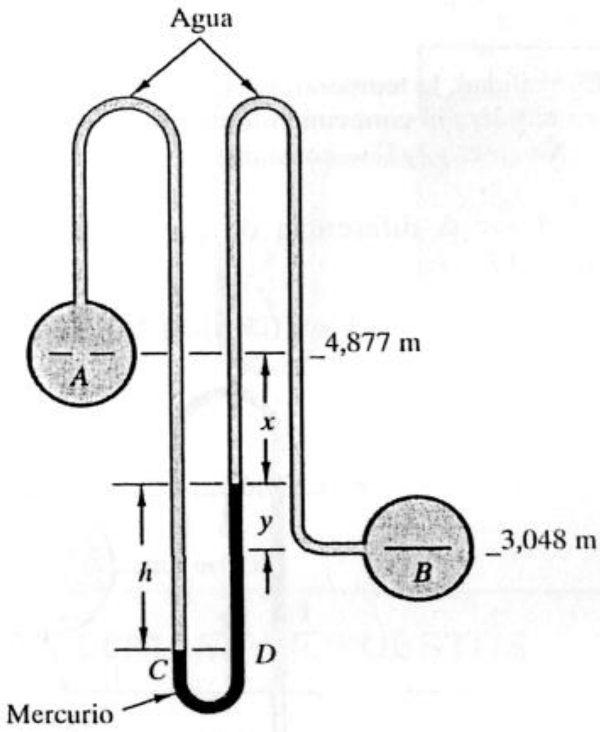
Un depósito cerrado contiene aire comprimido y aceite de densidad 0,90. Al depósito se conecta un manómetro de tubo U de mercurio. Para las siguientes alturas de columnas halle la lectura de presión que medirá el manómetro [en kgf/cm²]

a) h1= 880 mm.,
b) h2= 150 mm,
c) h3= 260 mm.,

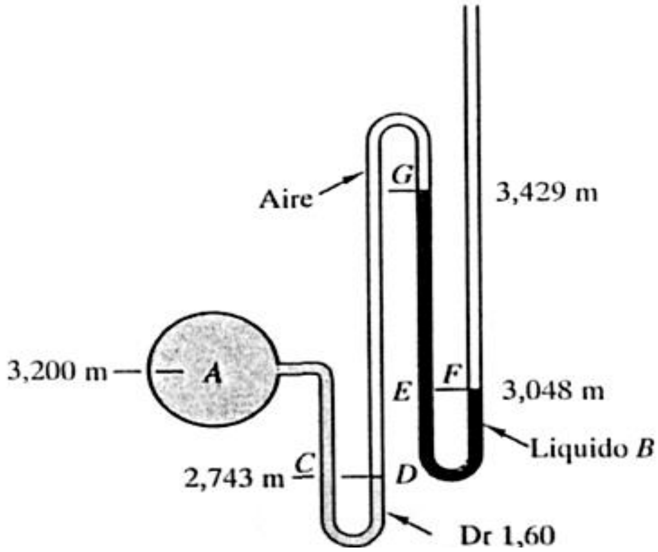


PROBLEMA 2.9

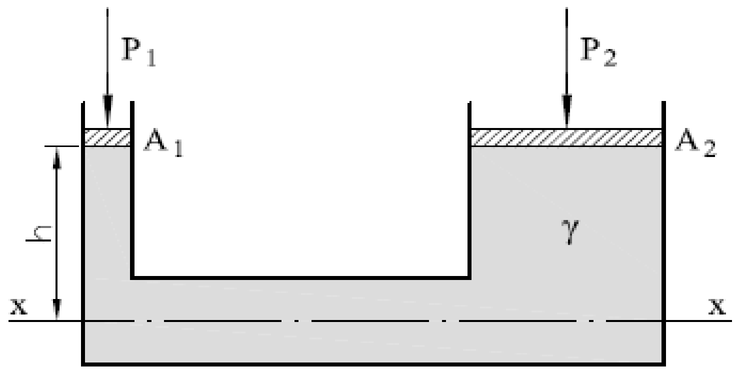
Los recipientes A y B contienen agua a las presiones respectivas de 276 kPa y 138 kPa. ¿Cuál es la lectura en el manómetro diferencial de mercurio mostrado en la Figura?



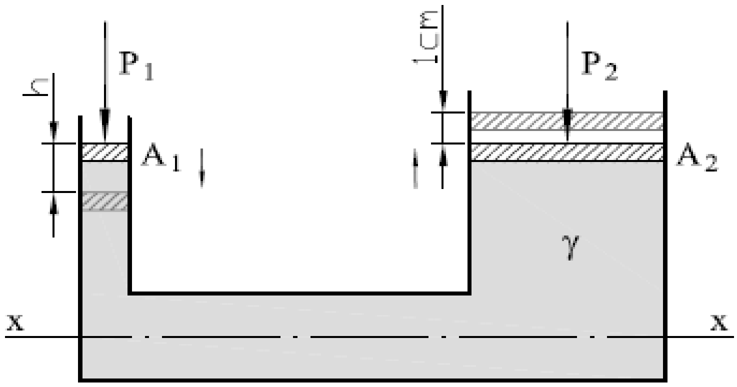
PROBLEMA 2.10
Para una presión manométrica en A de -10,89 kPa, encontrar la densidad relativa (Dr) del líquido manométrico B de la Figura.



PROBLEMA 2.11
Determinar el valor de la fuerza P1 que es necesario aplicar en el cilindro menor de la figura para equilibrar la fuerza P2 aplicada en el cilindro mayor.
A1= 10 cm²
A2= 10000 cm²
P2= 10tn
γ=1tn/m3ura.



PROBLEMA 2.12
Considerando el problema anterior, cuanto valdrá P1 para elevar P2 en 1cm?

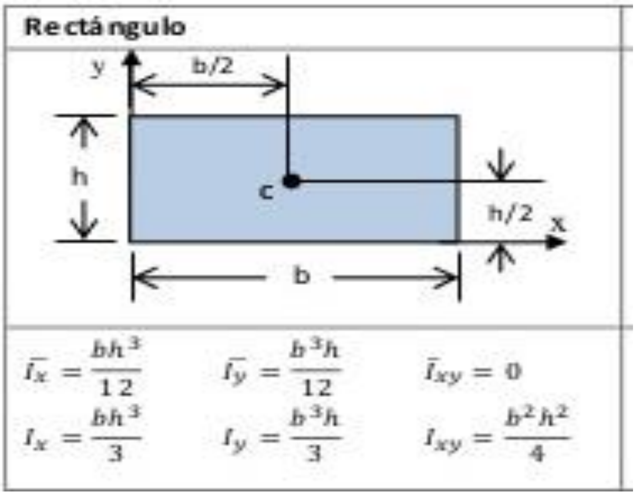


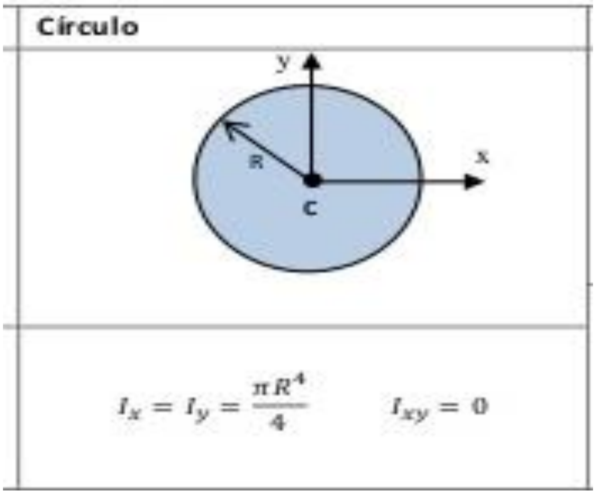
PROBLEMA 2.13

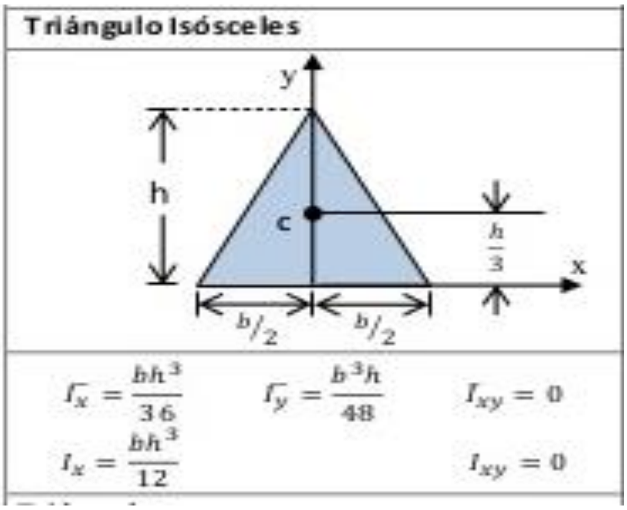
Para una carga hidráulica de 4,0 metros de columna de agua, (20°C), calcular la fuerza que soportan cada una de las superficies indicadas. Todas tienen igual área de 0,30 m² y se hallan en posición vertical.

El borde inferior de cada superficie corresponde al nivel 0 m desde donde se mide la altura de carga hidráulica.

a) un cuadrado,
b) un círculo,
c) un triángulo equilátero,
d) un rectangulo tal que h = 2 x b,



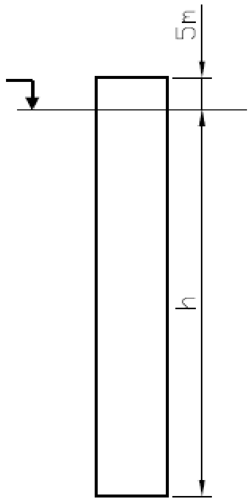




PROBLEMA 2.14
Un paralelepipedo tiene 20 cm de espesor, 30 cm de ancho y 50 cm de longitud tiene un peso de 15 kilos. Determinar cuantos centímetros emerge:

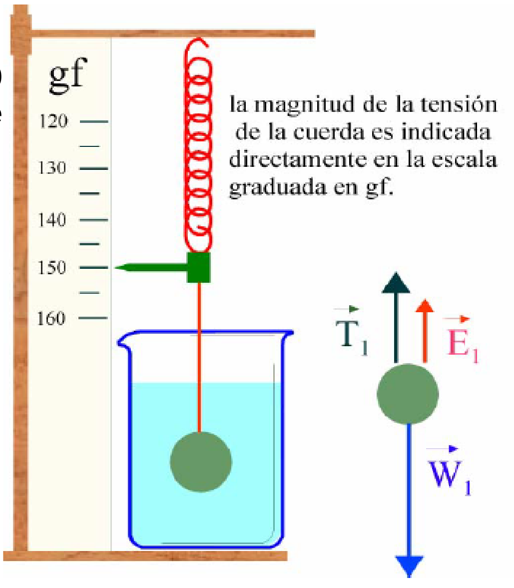
a) si se lo introduce en una cuba de agua,
b) si se lo introduce en una cuba de aceite de densidad relativa 0,85.

PROBLEMA 2.15
Un témpano de hielo sobresale 5 m por encima de la superficie del agua. Suponer que es un paralelpípedo cuya base tiene 2500 m².
Determinar el calado del mismo.



PROBLEMA 2.16
Un objeto de 160 gramos de masa y densidad desconocida, se pesa sumergido en agua registrando 150 gramos fuerza. Se lo sumerge de nuevo en otro liquido de densidad descnocida registrando 138 gramos fuerza.

a) Determinar la densidad del objeto,
b) Determinar la densidad del segundo liquido.



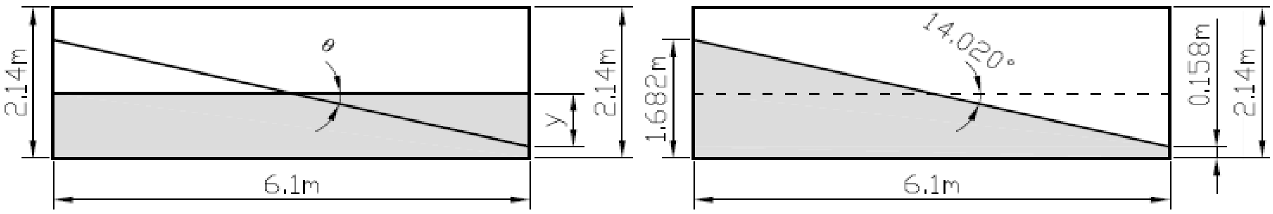
PROBLEMA 2.17
Del cuerpo flotante del problema N°2.11 cuando se inclina sobre su eje longitudinal 10 grados, determinar:
a) a que distancia se ubica el metacentro,
b) verificar si es estable
c) que par adrizante se genera

PROBLEMA 2.18

Un depósito rectangular de 6,10 m de longitud, 1,83 m de profundidad y 2,14 m de anchura contiene 0,92 m de agua. Si está sometido a una aceleración horizontal en la dirección de su longitud de 2,45 m/s2.

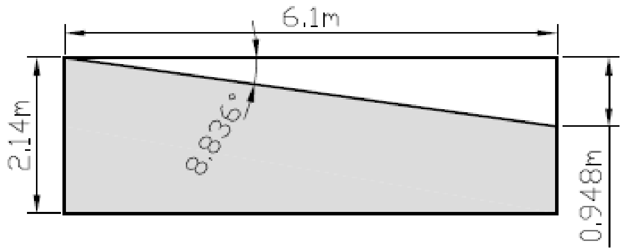
a) Calcular la fuerza total sobre cada uno de los extremos del depósito debido a la acción del agua

b) Demostrar que la diferencia entre estas fuerzas es igual a la fuerza no equilibrada, necesaria para acelerar la masa líquida



PROBLEMA 2.19

Si el depósito del anterior se llena de agua y se acelera en la dirección de su longitud a 1,525 m/s2, ¿Cuántos litros de agua se verterán del depósito?



PROBLEMA 2.20

Desarrollar la ecuación de la superficie del fluido contenido en cilíndro abierto de 2,50 metros de alto y 1,20 metros de diámetro, cuando es sometido a un giro de velocidad angular de 8 radianes/segundo. En su estado sin movimiento el nivel estático es de 1,5 metros.