CAPITULO 4. ESTATICA DE FLUIDOS (HIDROSTATICA)

Se llama fluidos a los líquidos y gases los cuales tienen la propiedad de escurrir fácilmente y no tienen forma propia.
La hidrostática estudia sus propiedades mecánicas macroscópicas.

4.1. CANTIDADES ASOCIADAS A LOS FLUIDOS

4.1.1 DENSIDAD (ρ). [ρ] = kg/m^3

Es una propiedad de la materia que se define como la masa por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{masa}{volumen} \text{ -- } (4.1)$$

Tabla 4.1 Densidad para algunas sustancias

SUSTANCIA	DENSIDAD (kg/m^3)
Oro	$19{,}3\text{x}10^3$
Mercurio	$13{,}6\text{x}10^3$
Cobre	$8{,}93\text{x}10^3$
Aluminio	$2{,}7\text{x}10^3$
Agua	$1{,}0\text{x}10^3$
Hielo	$0{,}92\text{x}10^3$
Madera (Roble)	$0{,}70\text{x}10^3$
Aire	1,293
Vapor de agua (100 ˚C)	0,60

EJEMPLO 4.1
Se tiene 5,20 kg de aluminio y 1,50 kg de madera, ¿cuál de los dos tiene mayor volumen?

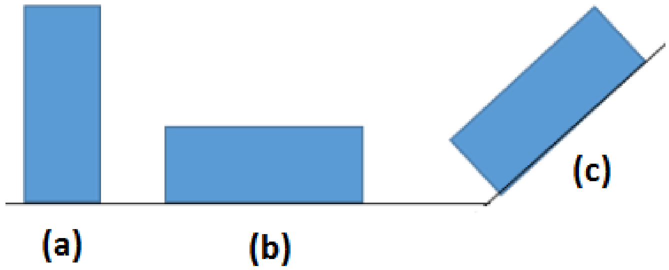
4.1.2 PRESION (p)

Es una cantidad escalar que se define como la componente normal de la fuerza aplicada a una superficie entre el área.

Presión (p) = Fuerza normal = (F_n)/superficie(S)
Unidades: [p] = [F]/ [S] = N/m^2 = Pascal (Pa) en el S.I.
Otras unidades:

1 atmósfera = 1,013x10^5 Pa
1 atmósfera = 76 cm de Hg =10,3m de agua.
La Fig.4.1 nos muestra que un mismo cuerpo puede ejercer diferentes presiones sobre una superficie dependiendo del área de apoyo de su peso y de la fuerza normal que ejerce sobre una superficie.

Fig.4.1. El mismo bloque apoyado de tres formas diferentes (a), (b) y (c). $p_A > p_B > p_C$



La presión ejercida sobre una superficie también genera una fuerza normal.

$$Fuerza\,normal = F_n = \int pds \quad \text{------------------------------------} \; (4.2)$$

En la Fig.4.2 se muestra que la presión sobre una superficie se manifiesta a través de una fuerza normal o perpendicular a la superficie lo que nos permite que al incrementar la presión del aire dentro del globo, este ejerce una fuerza normal que lo expande.

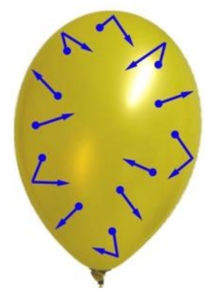


Fig. 4.2. La presión ejercida por el aire sobre la superficie del globo, genera una fuerza normal que permite expandir al globo.

4.1.3 PRESION ATMOSFERICA

La atmósfera es una sustancia gaseosa de cierta masa y por efecto gravitatorio tiene peso, Este peso es la fuerza normal que ejerce presión sobre la superficie de la tierra, a esta presión se le conoce como Presión Atmosférica.

Presión atmosférica a nivel del mar: 1 atm = $1{,}013 \times 10^5$ Pa

Tabla 4.2 Presión atmosférica aproximada y altitud en diferentes ciudades del Perú

Ciudad	Altitud (m)	Presión atmosférica ($\times 1{,}013 \times 10^5$ Pa)
Lima	0	1,00
Morropón	1475	0,840
Cajamarca	2750	0,714
Tarma	3050	0,692
Cerro de Pasco	4338	0,580

La presión atmosférica depende de la altura sobre el nivel del mar y por lo general se le representa matemáticamente por una ecuación exponencial: $p = p_0 e^{-\gamma z}$; donde p_0 es la presión atmosférica a nivel del mar, γ es un coeficiente que representa la atenuación de la presión atmosférica en función de la altitud y z es la altura con respecta al nivel del mar; siendo z=0 en la superficie del mar. Sin embargo la gráfica de la presión atmosférica en función de la altitud para alturas no de dimensión astronómica sino para ciudades, es de forma aproximadamente lineal. Ver Fig. 4.3

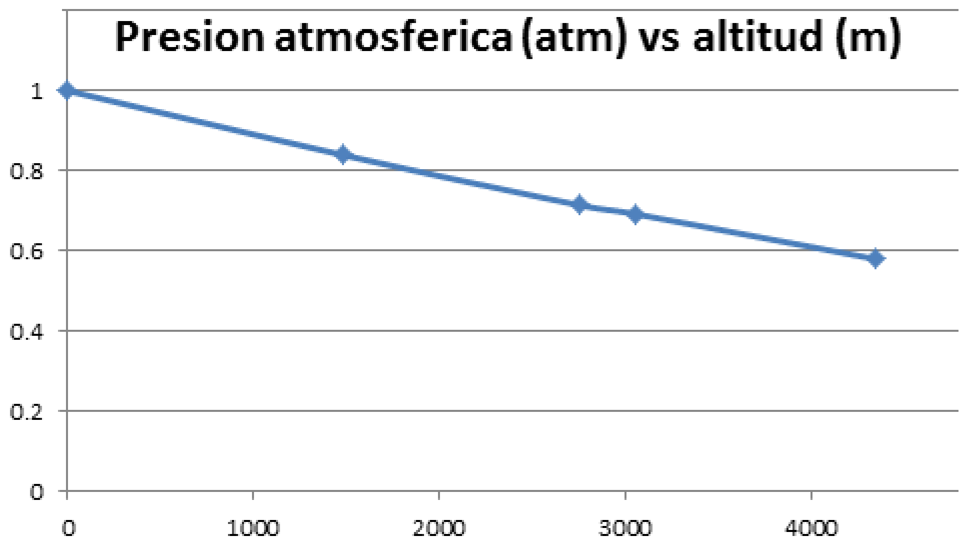


Fig.4.3 A mayor altitud sobre el nivel del mar menor presión atmosférica

4.1.4 PRESION EN EL INTERIOR DE UN LÍQUIDO

En el interior de un líquido existe una presión llamada hidrostática debido al peso del líquido.

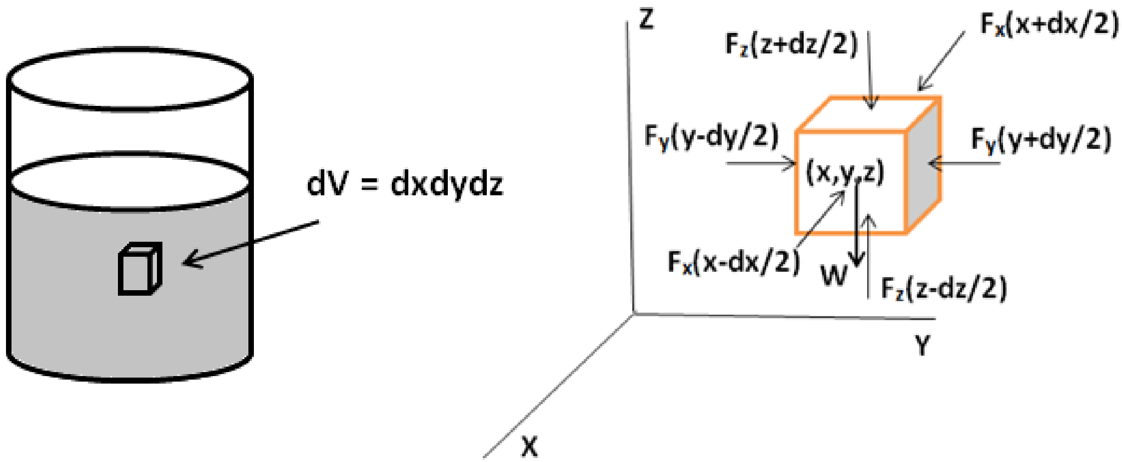


Fig.4.4. Diagrama de cuerpo libre de las fuerza actuantes sobre un diferencial de volumen cubico al interior de un líquido

Para deducir una expresión de la presión al interior de un fluido, tomamos un diferencial de volumen representativo del fluido y analizamos las fuerzas actuantes sobre él. Ver Fig. 4.4

Las fuerza actuantes sobre este elemento de volumen son:

$F_x(x+dx/2) = p(x+dx/2)\ dydz$

$F_x(x-dx/2) = p(x-dx/2)\ dydz$

$F_y(y+dy/2) = p(y+dy/2)dxdz$

$F_y(y-dy/2) = p(y-dy/2)dxdz$

$F_z(z+dz/2) = p(z+dz/2)dxdy$

$F_z(z-dz/2) = p(z-dz/2)dxdy$

Peso: $W = mg = \rho gdxdydz$

Apliquemos la 2da Ley de Newton: $\Sigma \vec{F_\iota} = m\vec{a}$

Eje X: $[p(x-dx/2) - p(x+dx/2)]dydz = ma_x$

Eje Y: $[p\ (y-dy/2) - p\ (y+dy/2)]dxdz = ma_y$

Eje Z: $[p\ (z-dz/2) - p\ (z+dz/2)]dxdy -\rho gdxdydz = (\rho dxdydz)a_z$;

Resultando la ecuación de Euler para fluidos ideales (no viscosos e incompresibles),

$$-\vec{\nabla}p + \rho\vec{g} = \rho\vec{a} \text{ -- } (4.3)$$

Siendo $\vec{g} = -g\vec{k}$

En el caso de un fluido en reposo correspondiendo a la hidrostática, obtenemos la siguiente ecuación fundamental de la hidrostática:

$$\frac{1}{\rho}\vec{\nabla}p - \vec{g} = 0 \quad \text{-------------------------------------} \ (4.4)$$

Consideremos un recipiente cilíndrico abierto de área S con cierto líquido de densidad ρ y altura h como el mostrado en la Fig. 4.5. La presión en el fondo del recipiente se calcula a partir de la ec. (4.4).

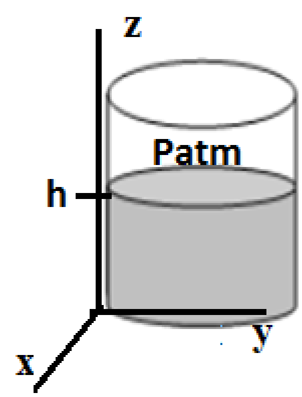


Fig.4.5. Recipiente abierto a la atmósfera con cierto líquido de densidad ρ hasta una altura h

Considerando la Fig.4.5, y a partir de la ec. (4.4) se obtiene:

Eje X: $\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = 0$; p(x) = cte

Eje Y: $\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} = 0$; p (y) = cte

Eje Z: $\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + g = 0$;

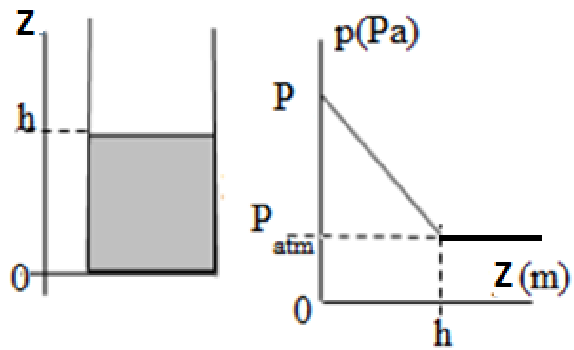
$$\frac{dp}{dz} = -\rho g \quad \text{-------------------------------------} \ (4.5)$$

Integrando y considerando las condiciones: z= h; p=p_{atm}, resulta la presión al interior de un líquido.

$$p(z) = \rho g(h - z) + p_{atm} \quad \text{--} \ (4.6)$$

La Fig.4.6 nos muestra una gráfica de la presión al interior del fluido siendo la presión mayor en la base del recipiente (z=0)

Fig.4.6. Presión al interior de un fluido expuesto a la presión atmosférica en términos de las coordenadas del eje Z.



Se puede concluir lo siguiente:

a) A mayor profundidad (menor z) mayor es la presión al interior del liquido
b) Puntos a la misma altura dentro de un mismo fluido tienen igual presión.

EJEMPLO 4.2

Una presa de agua tiene altura H y ancho w. Fig.4.7. Determinar:

a) la fuerza resultante sobre la presa.

b) El torque con respecto a la base

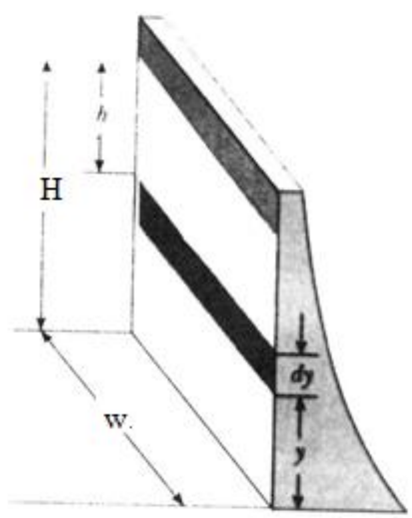


Fig.4.7. Agua almacenada en una represa y que ejerce presión y fuerza sobre las paredes

4.1.5 MEDIDA DE LA PRESION. Medidores.

Son instrumentos que permiten medir la presión en los fluidos para lo cual utilizan diferentes fluidos de referencia o elementos mecánicos y/o electrónicos.

Barómetro

Es un dispositivo mide la presión atmosférica en términos de la altura de un fluido y de su densidad.

En la Fig.4.8, al colocar el tubo de ensayo dentro de un fluido luego de habérsele hecho vacío, el fluido sube por el tubo hasta cierta altura cuando la presión de la altura del fluido se iguala a la presión atmosférica.

La presión en los puntos "a" y "b" son iguales por estar a la misma altura en el mismo fluido:

$p_a = p_{atm}$; $p_b = \rho gh$; concluyendo:

$$p_{atm} = \rho gh \quad \text{-----------------------------------} \quad (4.7)$$

A nivel del mar:

Mercurio: p_{atm} = 76,0 cm de mercurio = 10,3 m de agua

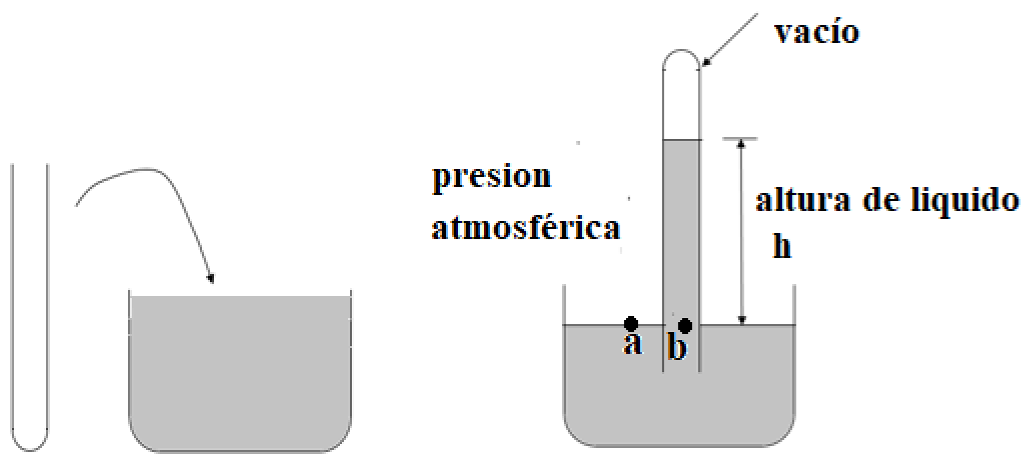


Fig.4.8. Barómetro que mide la presión atmosférica en función de la altura de un líquido.

Manómetros

Es un dispositivo que se utiliza para medir la presión en lugares cerrados como por ejemplo (a) la presión del aire dentro de la llanta de un carro, la presión sanguínea, etc. A la lectura de un manómetro se le llama presión manométrica y es un valor relativo respecto a la presión atmosférica. La Fig. 4.9 muestra la presión manométrica del aire encerrado.

Los puntos "a" y "b" que se encuentran a la misma altura dentro de un mismo líquido, tienen igual presión: $p_a = p_b$.

Siendo:

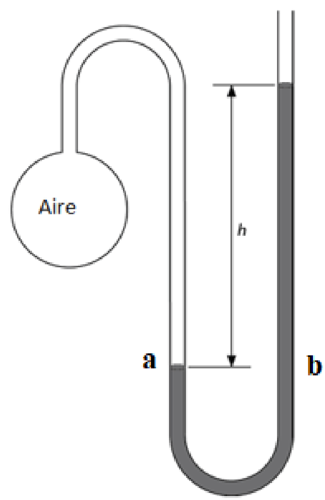
p_a = presión del aire encerrado en la ampolla

$p_b = p_{atm} + \rho gh$;

Igualando se obtiene: $pa = p_{atm} + \rho gh$

Presión manométrica $(p_m) = pa - p_{atm} = \rho gh$

Fig. 4.9. Manómetro midiendo la presión de un aire encerrado

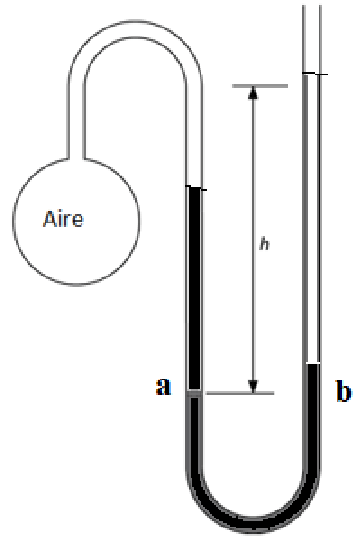


La presión manométrica puede ser positiva o negativa.

Cuando la presión del aire es mayor que la presión atmosférica, la presión manométrica es positiva. Fig. 4.9. $p_m = p_a - p_{atm} > 0$

Cuando la presión del aire es menor que la presión atmosférica, la presión manométrica es negativa. Fig. 4.10.

Fig. 4.10 La presión del aire encerrado en la ampolla es menor que la presión manométrica. $p_m = pa - p_{atm} < 0$.



EJEMPLO 4.3

Se tiene un manómetro de tubo en U con mercurio de densidad $13{,}6 x 10^3$ kg/m^3. Si se desea medir la presión del aire encerrado en una ampolla en la que se ha hecho un vacío parcial, se pide:

a) la presión manométrica si el desnivel es de 30,0 cm

b) el desnivel si la presión manométrica de 2,50 kPa

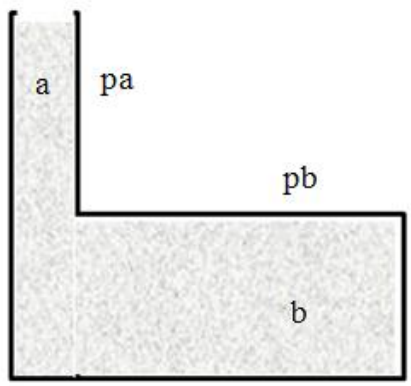
Cuan se mide la presión al interior de un fluido con un manómetro, a esta medida se le llama presión manométrica.

La presión real es la presión manométrica más la atmosférica. A este valor también se le suele llamar presión absoluta o presión total.

$$p = p_{manometrica} + p_{atmosferica} = p_{absoluta} \quad \text{---------------------------------} \quad (4.8)$$

4.2 PRINCIPIO DE PASCAL

El incremento de la presión dentro de un fluido en reposo, se transmite íntegramente a todos los puntos del fluido. En la Fig.4.11 se muestra que al añadir una presión adicional a un fluido en reposo, este incremento (Δp) ocurre en todos los puntos al interior del fluido así como también en los puntos (a) y (b).



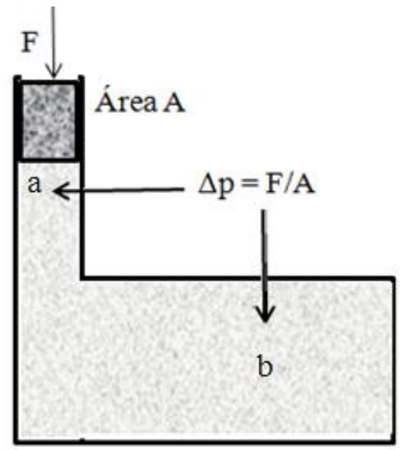


Fig.4.11. El incremento de presión (Δp) en un punto del fluido es igual en todos los puntos,

APLICACION (PRENSA HIDRAULICA)

La prensa hidráulica es un dispositivo que permite amplificar los efectos de una fuerza aplicada.
En la Fig. 4.12 se muestra un modelo de prensa hidráulica en la que se ejerce una fuerza (F_1) sobre un embolo en el brazo de menor diámetro. La presión ejercida se propaga por todo el fluido según se establece en el principio de Pascal, lo que conlleva a que se ejerzan fuerzas sobre todas las paredes del recipiente y en particular sobre el embolo del brazo con mayor diámetro, donde finalmente se ejerce una fuerza (F_2).

- F_1=fuerza aplicada
- Incremento de la presión debido a F_1: $\Delta p = F_1/A_1$
- Fuerza obtenida: $F_2 = (\Delta p)\, A_2 = F_1\, (A_2/A_1)$

Si de acuerdo con el diseño de una prensa hidráulica se tiene: $A_1 \ll A_2$, resulta que $F_2 \gg F_1$; es decir, con una fuerza pequeña (F_1) podemos levantar un peso grande (F_2).

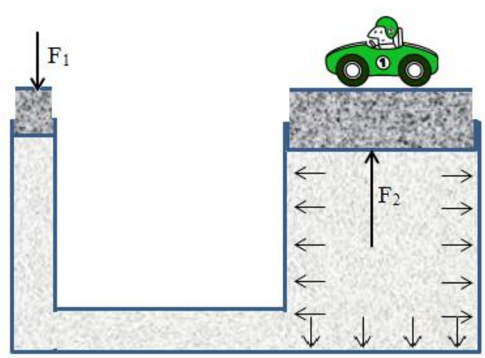


Fig.4.12.Mdelo sencillo de una prensa hidráulica aplicando una fuerza F_1, se obtiene una fue F_2 mayor que permite levantar cargas mayores.

EJEMPLO 4.4

Se desea frenar la faja, que tiene cierta velocidad, con el pedal hidráulico, sabiendo que la fuerza de fricción necesaria sobre dicha faja debe ser de 120N. La relación entre las áreas es $A_2/A_1=20$ y $\mu=0,600$. Hallar:

a) la fuerza F_1 que debe aplicarse
b) el cociente entre los desplazamientos de los pistones.

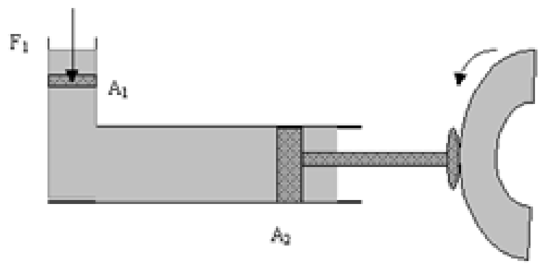


Fig. 4.13. Modelo sencillo de freno hidráulico. Ejemplo 4.4

4.3 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

Cualquier cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido, es empujado hacia arriba por una fuerza llamada Empuje, la cual es la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan en el contorno del cuerpo sumergido. La magnitud de esta fuerza es igual al peso del fluido desplazado. En la Fig. 4.14 se muestra el DCL de las fuerzas actuantes sobre un cuerpo solido sumergido al interior de un fluido sin considerar el peso del cuerpo.

- ρ_l = densidad del líquido
- V_d = volumen de líquido desplazado
- V_c= volumen del cuerpo
- Empuje (E) = $\rho_l V_d g$

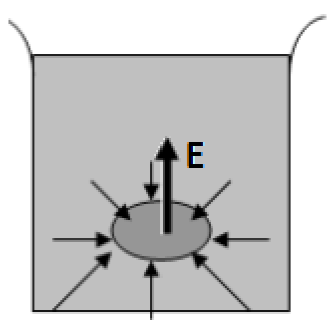


Fig.4.14. Fuerza de Empuje actuante sobre un cuerpo sumergido en un fluido

Podemos obtener une expresión para la fuerza resultante sobre un cuerpo sumergido en el fluido. De la Fig.4.5, podemos escribir:

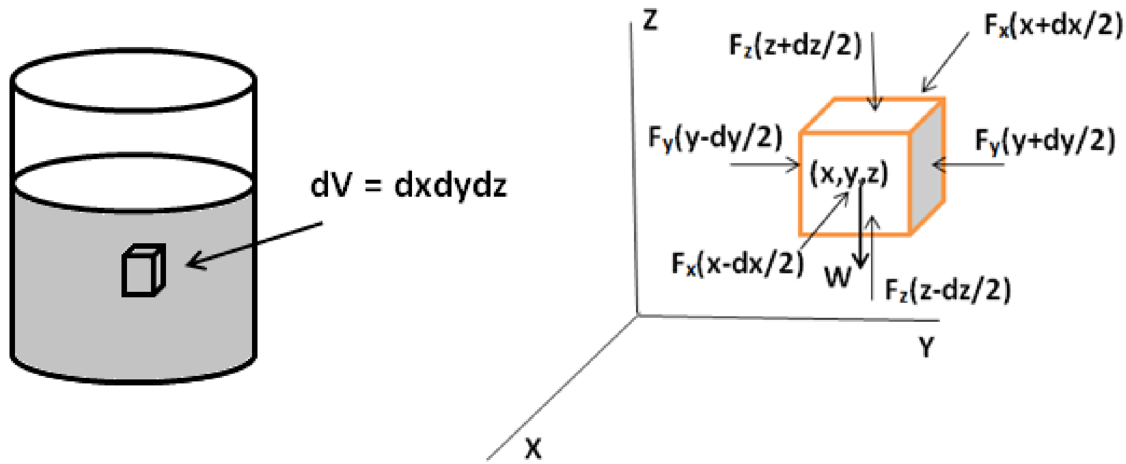


Fig.4.15 Elemento de volumen al interior de un fluido en reposo y el DCL de las fuerza actuantes

Eje X: $\Sigma \mathrm{d}F_x = [p(x - dx/2) - p(x + dx/2)]dydz = -\frac{\partial p}{\partial x}dxdydz = -\frac{\partial p}{\partial x}dV$

Eje Y: $\Sigma \mathrm{d}F_y = [p(y - dy/2) - p(y + dy/2)]dxdz = -\frac{\partial p}{\partial y}dxdydz = -\frac{\partial p}{\partial y}dV$

Eje Z: $\Sigma \mathrm{d}F_z = [p(z - dz/2) - p(z + dz/2)]dxdy = -\frac{\partial p}{\partial z}dxdydz = -\frac{\partial p}{\partial z}dV$

Sumando vectorialmente para obtener la fuerza resultante y considerando la ec. (4.4), resulta:

$$\vec{F} = F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k} = \iiint -\overrightarrow{\nabla p}dV = \iiint -\rho\vec{g}dV = -m\vec{g} \text{ ------------------------- (4.9)}$$

Quedando demostrado que para fluidos incompresibles en reposo, la Fuerza de empuje es igual al peso del líquido que ocupa el volumen V del cuerpo (volumen desplazado)

Los cuerpos menos densos que el fluido flotan y los más densos se hunden, sin importar el tamaño de los cuerpos y de la cantidad de fluido. En la Fig.4.16 se muestran los DCL de tres casos de cuerpos inmersos en un líquido.

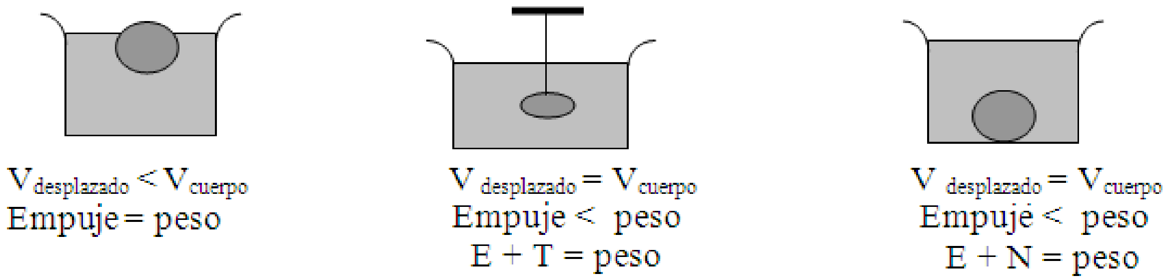


Fig. 4.16. DCL de tres cuerpos inmersos en fluido

EJEMPLO 4.5

Un bloque de madera (ρ_m=0,700g/cm^3) de la Fig.4.17 cuelga de un resorte de constante k=350N/m y se observa que el resorte se estira 20cm. Si después el bloque cuelga del resorte y al mismo tiempo está sumergido en agua como indica la figura. Determine:

a) El diagrama de cuerpo libre.
b) El volumen del cuerpo.;
c) El empuje.;
d) La deformación del resorte.

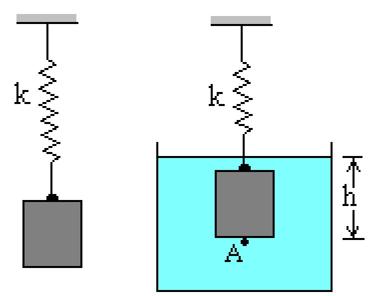


Fig.4.17 Cuerpo atado a un resorte en dos situaciones diferentes. Ejemplo 4.5

EJERCICIOS DE APLICACION

EJERCICIO 4.1.

Un tubo vertical de 12,5cm de diámetro, une dos depósitos que contienen agua a distinto nivel. Se cierra el tubo en la posición M, según se muestra en la figura. Determinar:

a) La presión en el punto A al fondo del recipiente.
b) Las presiones justo encima y debajo del punto M
c) la fuerza resultante que actúa sobre la superficie de cierre en M

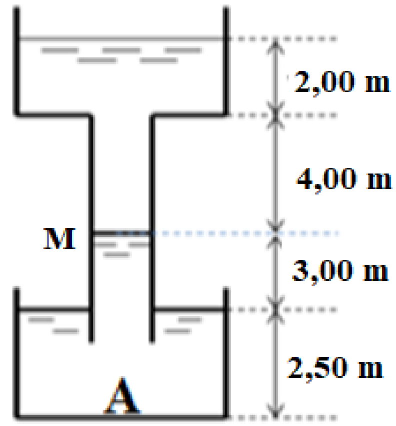


Fig. 4.18. Fluido en reposo dentro de una tubería vertical. Ejercicio 4.1

Solución

a) Considerando el recipiente inferior:
Presión en el punto A: p_A = patm + ρgh = $1,013x10^5$ $+10^3$x9, 81x5, 0 = $1,26x10^5$ Pa
b) Presión justo encima de M: Recipiente superior: p_{M1} = patm + ρgh = $1,013x10^5$ $+10^3$x9, 81x6, 0 =$1,60x10^5$ Pa
Recipiente Inferior: $p_A = p_{M2}$ +ρgh; Presión justo debajo de M: p_M = $1,26x10^5$ – 10^3x9, 81x5, 5 = $0,72x10^5$ Pa
c) Fuerza por debajo de M: $F_2 = p_{M2}S$ = $0,72x10^5$xπ $(0,125/2)^2$ = 884 N
Fuerza por encima de M: $F_1 = -p_{M1}S$ = -$1,60x10^5$xπ $(0,125/2)^2$ = -1963 N
Fuerza resultante que actúa sobre la superficie de cierre en M: R = ΣF_i = 884 – 1963 = $1,08x10^3$ N

EJERCICIO 4.2.

Considere el sistema de la figura donde el tubo U está lleno de aceite de densidad 0,900 g/cm^3. Uno de los recipientes está abierto a la atmósfera y el otro está cerrado conteniendo aire a cierta presión. Determine:

a) La presión en el punto A (parte superior dentro del tubo en U) y en el aire encerrado, siendo h_1 = 1,80 m y h_2 = 0,700m.
b) La presión en el punto C, considerando que se encuentra dentro del tubo en U a cierta altura "y". Grafique p_C vs y.

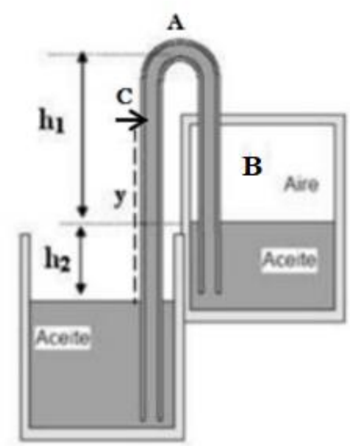


Fig. 4.19 Aceite en reposo dentro de dos recipientes conectados. Ejercicio 4.2

Solución

a) Patm = $p_A + \rho g(h_1 + h_2)$;
Presión en el punto A: p_A = $1,013x10^5$ – 900x9, 81x (1,80+0,700) = $0,792x10^5$ Pa.
En el aire encerrado: $p_B = p_A + \rho gh_1$ = $0,792x10^5$ +900x9, 81x1, 80 = $0,951x10^5$ Pa

b) Presión en el punto C: $p_C = pA + \rho g(h_1 + h_2 - y) = 0{,}792 \times 10^5 + 900 \times 9{,}81 \times (1{,}80 + 0{,}700 - y) = 0{,}792 \times 10^5 + 8{,}83 \times 10^3\ (2{,}50 - y)$

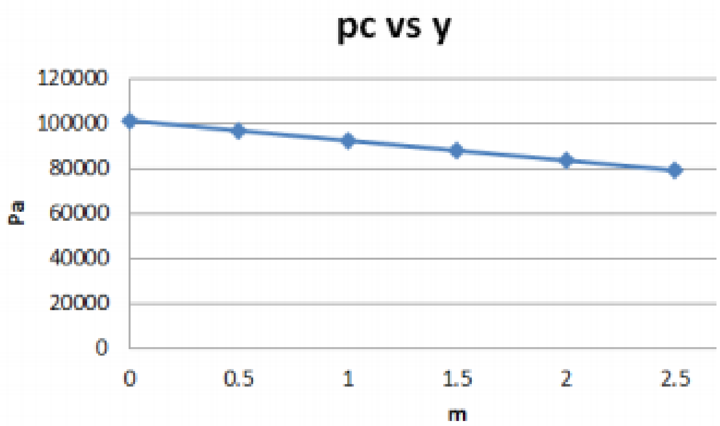


Fig. 4.20. Grafica de la presión en el pinto (C) en función de la altura y. Ejercicio 4.2

EJERCICIO 4.3.

Una persona aplica una fuerza F en el punto b. (oa = 12,0 cm, ob= 35,0 cm), siendo "o" punto fijo. Si las áreas de los émbolos son $A_1 = 25{,}0\ cm^2$ y $A_2 = 130\ cm^2$, hallar:

a) La fuerza ejercida sobre ambos émbolos en función de F
b) Si el embolo menor desciende 2,00 cm, cuánto asciende el embolo mayor
c) La fuerza F necesaria para levantar una carga de 800N ubicada sobre el embolo mayor.

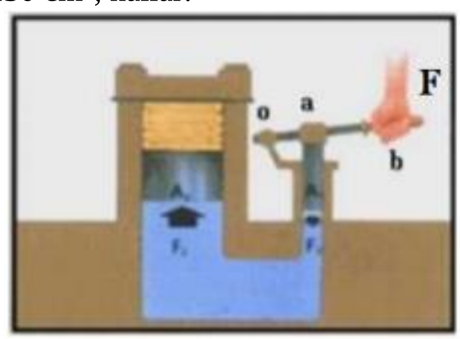


Fig. 4.21 Prensa hidráulica. Ejercicio. 4.3

Solución

a) $\Sigma\tau o = F\ (ob) - F_1\ (oa) = 0$; Fuerza sobre el embolo (1). $F_1 = 2{,}92\ F$;
Fuerza sobre el embolo (2): $p = F_1/A_1 = F_2/A_2$; $F_2 = 15{,}2\ F$.
b) V = 25,0x2, 00 = 130h; altura que asciende el embolo mayor: h = 0,385 cm
c) $F_2 = 15{,}2F = 800$; F = 52,6 N

EJERCICIO 4.4.

Se tiene un gran tanque cerrado similar al de la figura; en la parte superior del tanque hay aire encerrado a presión manométrica de $0{,}950 \times 10^5$ Pa. Repentinamente el agua escapa por un tubo delgado vertical abierto a la atmosfera. La altura de agua dentro del tanque es H = 1,20 m (asumir aproximadamente constante). Se pide:

a) Una expresión para la velocidad (v) de ascenso del agua por el tubo en función de la altura h.
b) Grafique v vs h
c) La velocidad (v) y la presión en la base del tubo cuando h = 1,40 m
d) Encuentre la altura máxima que asciende el agua por el tubo.

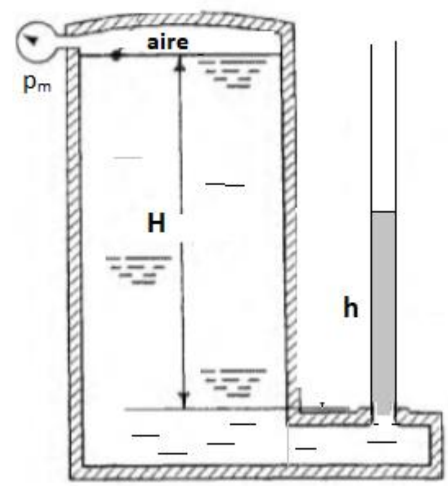


Fig. 4.22 Gran tanque. Ejercicio. 4.4

Solución

a) $p_m + p_{atm} + \rho gH = p + \rho v^2/2$ ----------- (4.10)

$p + \rho v^2/2 = p_{atm} + \rho v^2/2 + \rho gh$ ------------- (4.11)

$p_m + \rho gH = \rho v^2/2 + \rho gh$ --------------- (4.12)

resolviendo las ecuaciones (4.10), (4.11) y (4,12) se obtiene:

$v = (214 – 19,6h)^{1/2}$ ---------------------------- (4.13)

b) Grafica v vs h

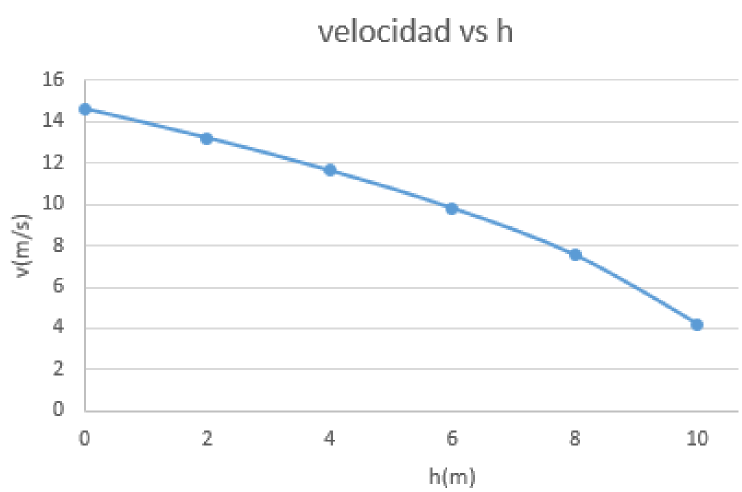


Fig. 4.23 Grafica velocidad vs altura. Ejercicio. 4.4

c) Reemplazando en ec(4.13): $v = (214 – 19,62*1,40)^{1/2} = 13,7$ m/s

$p = 1{,}013x10^5 + 10^3*9{,}81*1{,}40 = 1{,}15x10^5$ Pa

d) $v = 0$; $h = 214/19{,}62 = 10{,}9$ m

EJERCICIO 4.5.

En la figura se muestra un dispositivo en forma de U donde ambas ramas están cerradas. En la base del recipiente se tiene cierta cantidad de mercurio. Determine la presión del gas encerrado en el recipiente esférico si el sistema se encuentra en equilibrio hidrostático.

$\rho_{aceite} = 800$ kg/m^3; $\rho_{Hg} = 13600$ kg/m^3

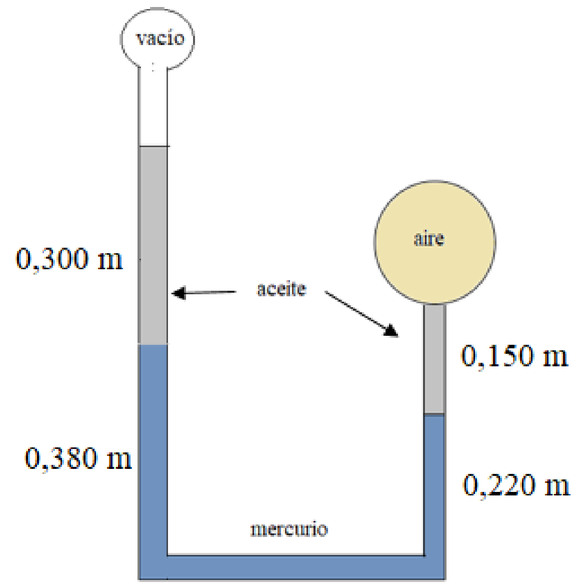


Fig. 4.24 Tubo en U. Ejercicio. 4.5

EJERCICIO 4.6

Un cascaron esférico de cobre pesa 120 N en el aire. Se le sumerge en agua y flota hasta la mitad de su volumen. Determinar el volumen del espacio vacío.

$\rho_{cobre} = 8{,}93x10^3$ kg/m^3

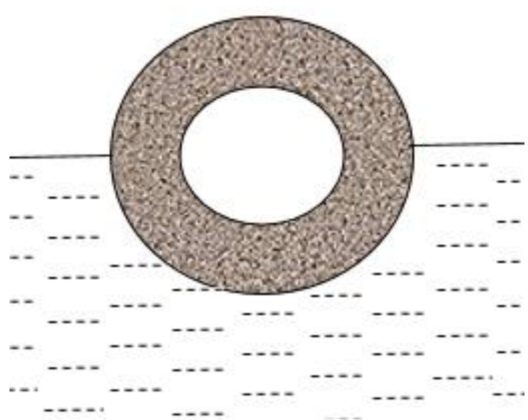


Fig. 4.25 Cascaron esférico. Ejercicio. 4.6

EJERCICIO 4.7

La figura muestra un tubo de vidrio conteniendo aire a cierta presión, el cual está sumergido en una fuente con mercurio. Debido a la diferencia de presiones entre el aire encerado y al presión atmosférica, la columna de mercurio asciende hasta una altura de 35,0 cm con respecto al nivel de mercurio en la fuente. Calcule la presión del aire encerrado.

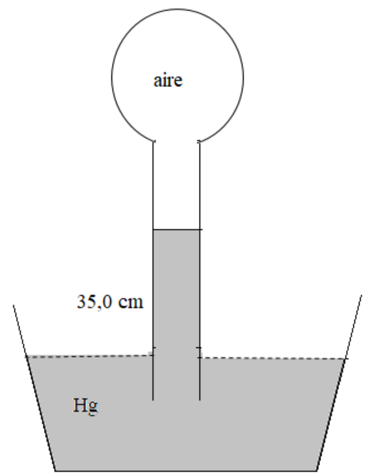


Fig. 4.26 Tubo de vidrio. Ejercicio. 4.7

EJERCICIO 4.8

El dispositivo mostrado en la figura, mide la presión del aire encerrado en el bulbo de vidrio. El tubo en U contiene mercurio cuya densidad es 13600 kg/m^3. Calcular la presión del aire encerrado.

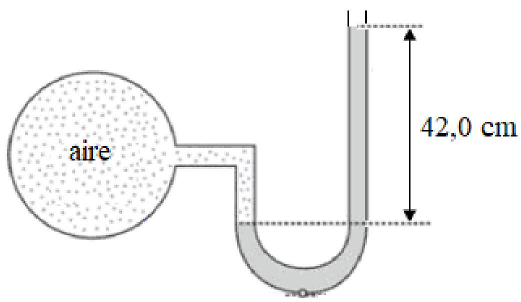


Fig. 4.27 Medidor de presion. Ejercicio. 4.8

EJERCICIO 4.9

Un gato se posa sobre un paralelepípedo de polietileno con área de base 1,20 m^2 y altura 0,900 cm. Al estar el paralelepípedo en equilibrio en el agua como se muestra en la figura. Calcular el peso del gato.

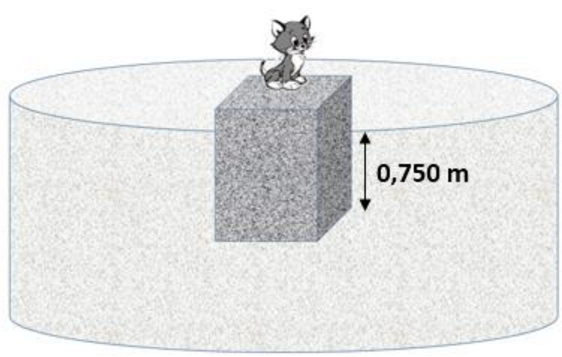


Fig. 4.28 Paralelepípedo flotando. Ejercicio. 4.9

EJERCICIO 4.10

Una foca de 350 kg se encuentra sobre un bloque de hielo flotando en un lago. A medida que pasa el tiempo el hielo se derrite y la foca desciende más. Determine el volumen mínimo al que puede llegar el bloque hasta antes que la foca toque agua.

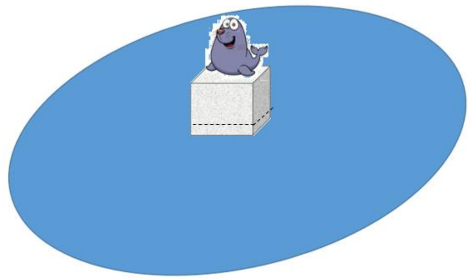


Fig. 4.29 Foca flotando. Ejercicio. 4.10

EJERCICIO 4.11

Un tubo en U de secciones transversales en sus ramales de 1,20 cm^2 y 2,40 cm^2 abierto a la atmosfera en sus dos ramales, contiene Mercurio (Hg) hasta cierto nivel. En el ramal mas grueso, se coloca un embolo un embolo de 1,50 kg y sobre el cual actúa una fuerza F. Se pide:

a) Una expresión para el desnivel h generado en función de la fuerza F
b) Graficar h vs F
c) La altura conseguida si aplicamos una de 25,0 N

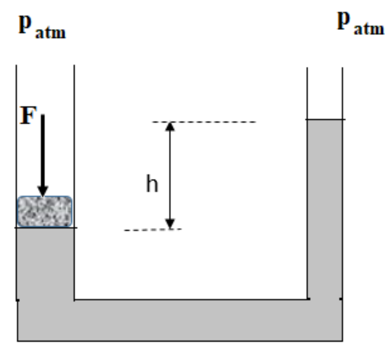


Fig. 4.30 Tubo en U. Ejercicio. 4.11

EJERCICIO 4.12

Un tanque con agua tuene un orificio en la parte inferior. Se le aplica una fuerza F a través de un embolo de 80,0 cm^2 lo cual logra que el nivel de agua alcanzado sea h. Determine:

a) la altura de agua alcanzada (h) en función de F
b) graficar h vs F
c) Que fuerza se debe aplicar para alcanzar una altura de 1,20 m

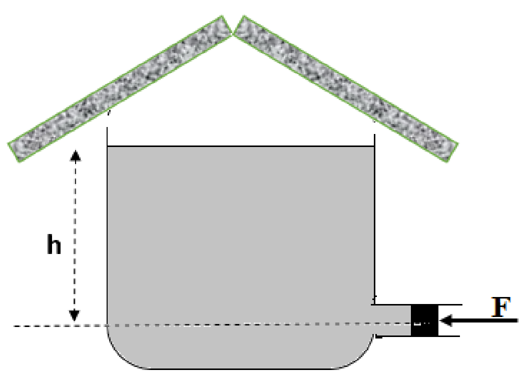


Fig. 4.31 Tanque de agua. Ejercicio. 4.12

EJERCICIO 4.13

Al disparar un proyectil con un fusil, este recorre el cañón 0,800 cm en 23,0 ms. Si el proyectil tiene un diámetro de 1,20 cm y 120 g de masa calcular:

a) La aceleración del proyectil
b) La fuerza resultante actuando sobre el proyectil
c) La presión ejercida por los gases sobre la base del proyectil

EJERCICIO 4.14

Un bloque de 8,90 kg se encuentra suspendido de un dinamómetro e inmerso en 12,0 L de agua como se muestra en la figura. Todo el sistema se encuentra sobre una balanza electrónica cuya lectura es 23,0 kg. Se pide:

a) La densidad del bloque
b) La marcación del dinamómetro

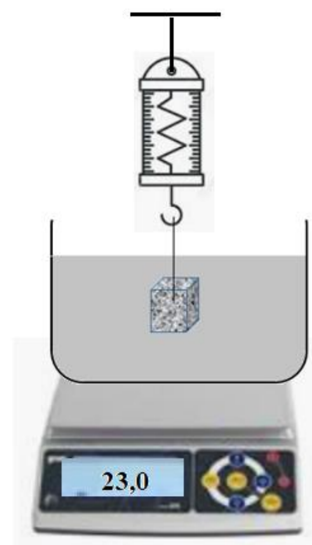


Fig. 4.32 Dinamómetro. Ejercicio. 4.14

EJERCICIO 4.15

Se tiene 3,00 L de agua en una cubeta de 35,0 cm de diámetro. Se le aplica cierta Fuerza F logrando mover a la cubeta. Calcular la presión que ejerce la cubeta sobre el agua en la base en los siguientes casos:

a) Loa cubeta sube a razón de 2,50 m/s^2
b) La cubetas baja a razón de 2,50 m/s^2

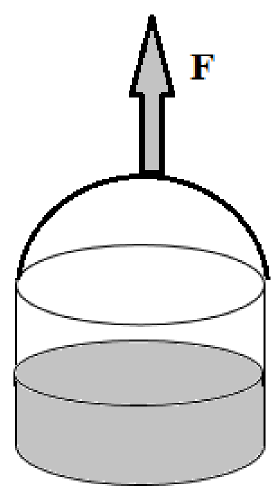


Fig. 4.33 Fuerza sobre cubeta. Ejercicio. 4.15

PROBLEMAS PROPUESTOS

PROBLEMA 4.1

Una empresa posee un tanque en donde recolecta aceite mineral procedente de su proceso productivo. La altura de la capa de aceite mineral es de 12,0 m. Determínese:
(Densidad del aceite: 950 kg/m^3, peso de la compuerta es de 5,60x10^3 N. La compuerta de ancho 4,00 m, posee un eje en el fondo del estanque.)

a) Una expresión para la presión en función de la profundidad en el aceite mineral
b) La fuerza resultante que ejerce el aceite sobre la compuerta
c) La tensión del cable de seguridad, el cual mantiene la compuerta cerrada.

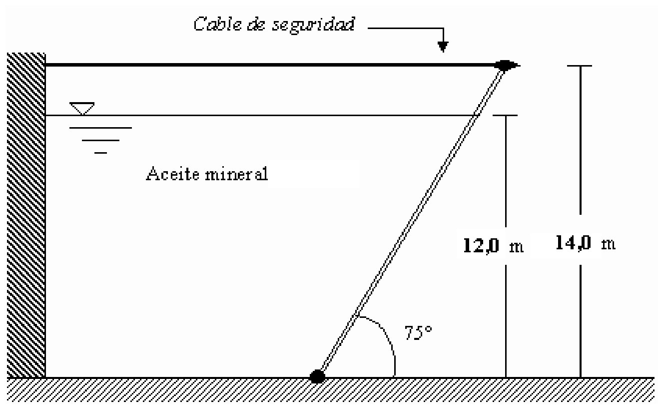


Fig. 4.34 Tanque de aceite. Problema 4.1

PROBLEMA 4.2

Se desea mantener a la misma altura los émbolos de áreas transversales A_1 = 2,20 cm2 y A_2= 3,50 cm^2 los cuales están inmersos en un recipiente con agua. En qué posición (x) de la viga horizontal de 2,50 kg y 4,20 m de longitud habría que aplicar la fuerza F.

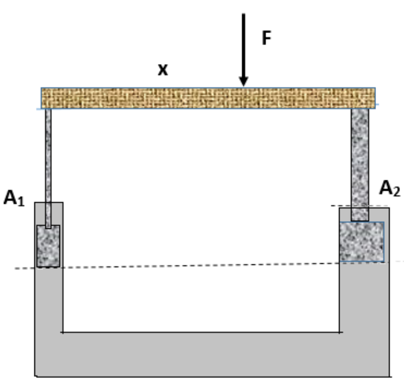


Fig. 4.35 Viga horizontal. Problema 4.2

PROBLEMA 4.3

Un cilindro de 15,0 cm de radio y 35,0 cm de longitud, está sumergido en agua hasta una altura h= 12,0 cm. Calcular:

a) El volumen del cilindro
b) La fuerza de empuje
c) La densidad del cilindro

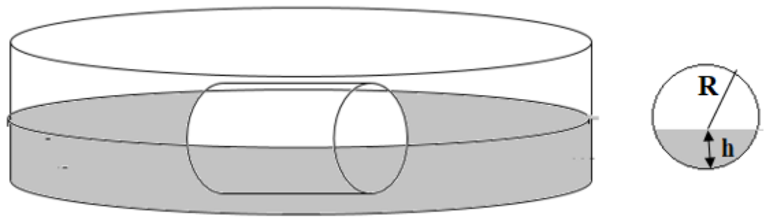


Fig. 4.36 Cilindro en agua. Problema 4.3

PROBLEMA 4.4

Se coloca un cubo de madera dentro de un recipiente con agua quedando sumergido cierta profundidad h. Al colocar encima del cubo: Al aplicarle una fuerza verticalmente hacia arriba de 1,80 N el cubo asciende 2,10 cm. Calcule el volumen del cubo.

PROBLEMA 4.5

Se coloca un cubo de madera dentro de un recipiente con agua quedando sumergido cierta profundidad h. Al colocar encima del cubo: Se le aplicar una fuerza verticalmente hacia abajo hasta quedar completamente sumergido. Calcule el trabajo realizado por el empuje.

PROBLEMA 4.6

Se coloca un cubo de madera (ρ = 890 kg/m^3) de lado 25,0 cm al fondo de un pozo de agua con profundidad de 8,50m. Calcule el tiempo que tarda en llegar a la superficie inmediatamente después de soltarlo.

PROBLEMA 4.7

Una esfera con densidad 2300 kg/m^3 se lanza horizontalmente sobre la superficie de un lago con 12,0 m de profundidad. Determine:

a) El tiempo que tarda en llegar al fondo
b) La velocidad con la que llega al fondo

PROBLEMA 4.8

Un tubo en U que contiene mercurio a un mismo nivel, tiene sus ramales con áreas transversales de 2,50 cm^2 y 8,80 cm^2. Se vierten 850 g de agua en el ramal de mayor área. Calcular el desnivel que se forma en el mercurio.

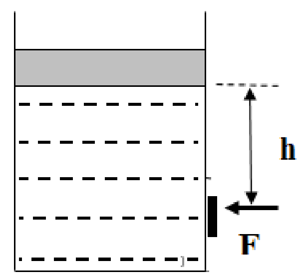
PROBLEMA 4.9

Se quiere construir una balsa de madera para transportar una carga de 480 kg por el rio. El diámetro de los arboles es de 25,0 cm con densidad de 850 kg/m^3. Calcular el número de troncos necesitado.

PROBLEMA 4.10

Un tanque abierto a la atmosfera de área A = 0,0700 m^2 (sección transversal) está lleno de agua. Un pistón con 10 kg de masa total descansa sobre el agua. Se abre un agujero de 1,50 cm de diámetro a una profundidad de 60,0 cm bajo el pistón. Calcular la fuerza necesaria aplicar al pequeño tapón para evitar que salga el agua

Fig. 4.37 Tanque abierto. Problema 4.10



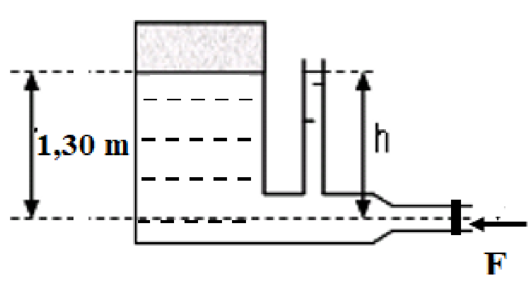
PROBLEMA 4.11

La figura muestra un depósito cerrado que contiene agua. En el depósito existe aire comprimido por encima de la superficie del agua a la presión manométrica de $6{,}00 \times 10^3 N/m^2$. El tubo horizontal de salida una sección de 10,0 cm^2 y 5,00 cm^2 en las partes gruesa y delgada respectivamente y tiene un tapón que evita que salga el agua En el instante mostrado.

a) ¿Qué altura h alcanza el agua en el extremo abierto del tubo

b) Que fuerza mínima se debe aplicar al tapón para evitar que salga el agua

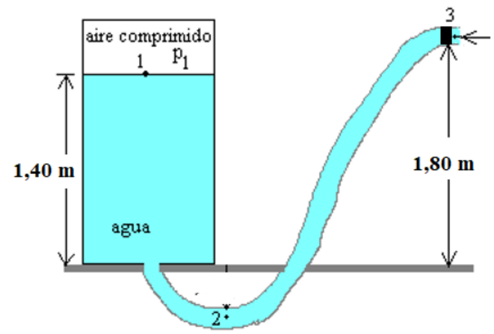
Fig. 4.38 Deposito cerrado. Problema 4.11



PROBLEMA 4.12

Un depósito de agua está cerrado por la parte superior y contiene aire comprimido entre la superficie del agua y la tapa a la presión p_1. Las secciones transversales tienen las áreas $A_3 = 6{,}00\ cm^2$, $A_2 = 10{,}0\ cm^2$ y $A_1 = 1{,}20\ m^2$. Calcule la fuerza que hay que aplicar al embolo en el punto 3 para que el agua alcance la altura de 1.40 m sabiendo que la presión del aire encerrado llega a $1{,}16x10^5$ Pa

Fig. 4.39 Depósito de agua. Problema 4.12

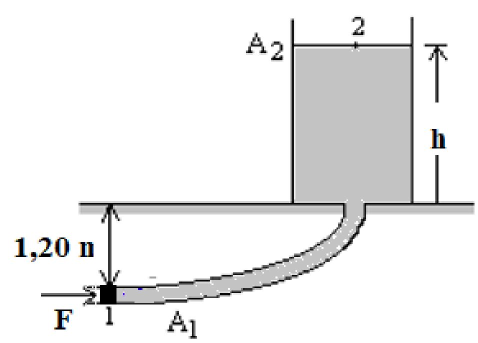


PROBLEMA 4.13

Un tanque se está llenando de agua lentamente mediante una tubería subterránea como indica la figura. La tubería tiene sección transversal uniforme de área $A_1 = 95{,}0\ cm^2$ y la sección transversal del tanque es de área $A_2 = 1{,}80\ m^2$. En el instante mostrado se aplica una Fuerza (F) a la entrada de la tubería subterránea a través de un embolo. Halle:

a) Una expresión de la altura h en función de F
b) Grafique h vs F
c) Con que fuerza (F) se llega a una altura h= 2,00 m

Fig. 4.40 Tanque de agua. Problema 4.13



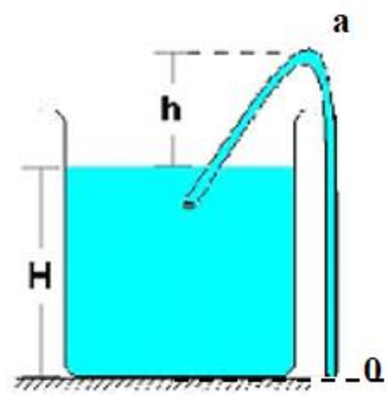
PROBLEMA 4.14

Mediante una manguera curvada (sifón) se quiere sacar agua de un recipiente como se indica en la figura. Hallar:

a) la presión mínima que se debe aplicar en el punto O
b) la presión en el punto más alto (a)

Rpta. (a) 0; b) p_{atm} -ρgh

Fig. 4.41 Recipiente con agua. Problema 4.14



PROBLEMA 4.15

Un cilindro de altura 1,50m se encuentra completamente lleno de agua y abierto a la atmosfera. Se coloca lentamente en el agua un cubo sólido macizo de arista L= 0,10 m y densidad ρ_c = 400 kg/m^3. Con el cubo en el agua, halle:

a) la cantidad de agua que se derrama
b) la presión en el fondo del recipiente