



Hidrostática en la Ingeniería

Física
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
36 pag.

Pruébalo gratis!

Document shared from



docsity AI

docsity.com/es/hidrostatica-en-la-ingenieria/11054437/

Genere mapas conceptuales,
resúmenes y más con IA



Física II

AAA234

Semana 09.s1

HIDROSTÁTICA

Capitulo 4: MECÁNICA DE FLUIDOS

Daygord Mendoza

2023 - II



[Haz click aquí](#)



Downloaded by: henry-r-moncada (r-moncada@gmail.com)



¿Porqué los submarinos se hunden y los barco no?



LOGROS

- ✓ Al finalizar la sesión, el estudiante resuelve problemas de densidad de los cuerpos, presión de un fluido y fuerza de empuje, usando el principio de Pascal, la variación de la presión con la profundidad y el principio de Arquímedes de forma correcta.

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

AGENDA

- ✓ Presión en los líquidos.
- ✓ Presión Atmosférica
- ✓ Principio de Pascal.
- ✓ Principio de Arquímedes
- ✓ Resolución de ejercicios.
- ✓ Cierre.



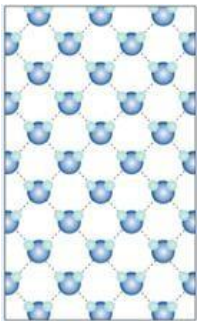
Líquidos

A diferencia de un sólido en un **líquido** las moléculas no están confinadas en posiciones casi determinadas, sino que pueden deslizarse unas sobre otras. Debido a este movimiento que líquidos (y gases) son denominados **fluidos**

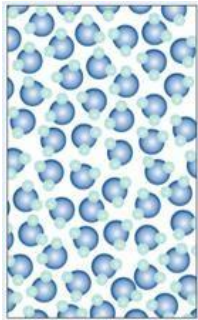
Un líquido adopta la forma del recipiente que lo contiene.

Como en un sólido, un líquido es muy difícil de comprimir, es decir mantiene un volumen prácticamente fijo. Esto no ocurre en los gases.

Sólido



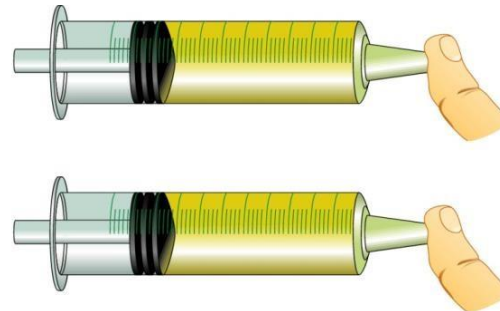
Líquido



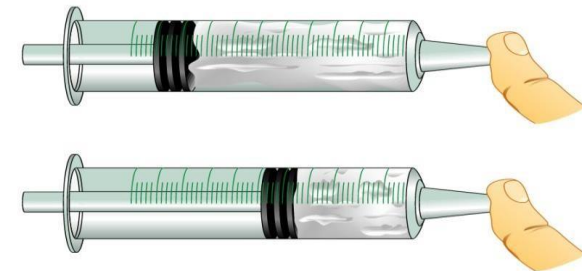
Gaseoso



Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



Líquido



Gaseoso

DENSIDAD

La densidad de cualquier sustancia homogénea se define como su masa por unidad de volumen (densidad media):

NOTA: En general, para materiales no homogéneos:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$\rho = \frac{dm}{dV}$$

La unidad de medición de la densidad en el SI es el kg/m³. (1 g/cm³ = 1000 kg/m³)

Sustancia	Densidad (kg/m ³)
Aire	1,2
Agua	1000
Aluminio	2700
Oro	19300



OBSERVACIÓN: Se define el PESO ESPECÍFICO (γ) de un material como el peso por unidad de volumen y se puede demostrar que es igual a:

$$\gamma = \rho g$$

(g es el módulo de la aceleración de la gravedad)

Densidad de algunas sustancias

Densidades de algunas sustancias comunes a temperatura 0 °C y presión (atmosférica) estándar

sustancia	$\rho = \frac{kg}{m^3}$
Aire	1,29
aluminio	$2,70 \times 10^3$
cobre	$8,92 \times 10^3$
Agua pura	$1,00 \times 10^3$
Glicerina	$1,26 \times 10^3$
Oro	$19,3 \times 10^3$
Hierro	$7,86 \times 10^3$
plomo	$11,3 \times 10^3$
Mercurio	$13,6 \times 10^3$
Plata	$10,5 \times 10^3$

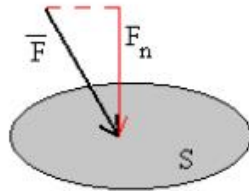
sustancia	$\rho = \frac{kg}{m^3}$
Benceno	$0,879 \times 10^3$
Alcohol etílico	$0,806 \times 10^3$
Helio	$1,79 \times 10^{-1}$
Hielo	$0,917 \times 10^3$
Agua de mar	$1,03 \times 10^3$
Kerosene	$19,3 \times 10^3$

$$\rho = \frac{\text{masa del cuerpo}}{\text{volumen del cuerpo}}; \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma = \frac{dP}{dV} = \frac{(dm)g}{dV} = \rho g; \text{ N/m}^3 (\text{Unidades S.I.})$$

PRESIÓN

Es una magnitud física escalar igual a la fuerza normal ejercida perpendicularmente sobre la superficie por unidad de área.



$$P = \frac{F_n}{A}$$

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



<https://entertainment.howstuffworks.com/arts/circus-arts/bed-of-nails.htm>

NOTA: Si una fuerza perpendicular dF actúa sobre una superficie dA , la presión en ese punto es:

➔ Si la presión es la misma en todos los puntos de una superficie plana de área A , la presión es:

$$P = \frac{dF}{dA}$$

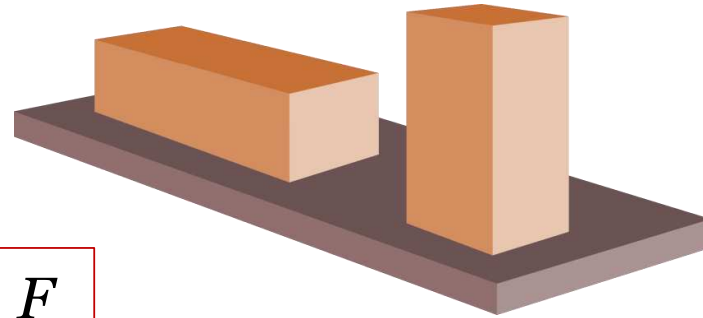
EXPRESIÓN
GENERAL

$$P = \frac{F_n}{A}$$

EXPRESIÓN
PARTICULAR
(INTEGRANDO)

Presión en los líquidos

Recordemos el concepto de **presión**.
Pensemos en un ladrillo sobre una mesa.
En que posición el ladrillo ejerce mas **presión** sobre la mesa?



En general definimos la **presión** como:

$$P = \frac{F}{A}$$

Unidad:

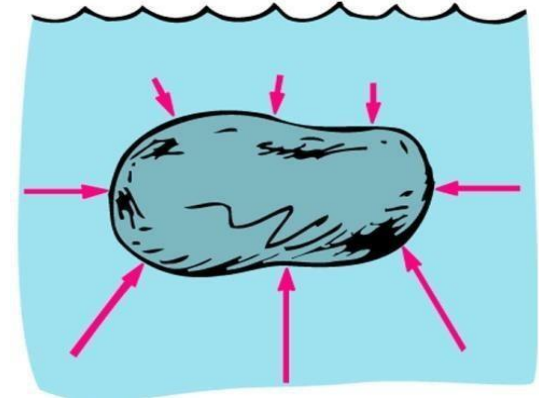
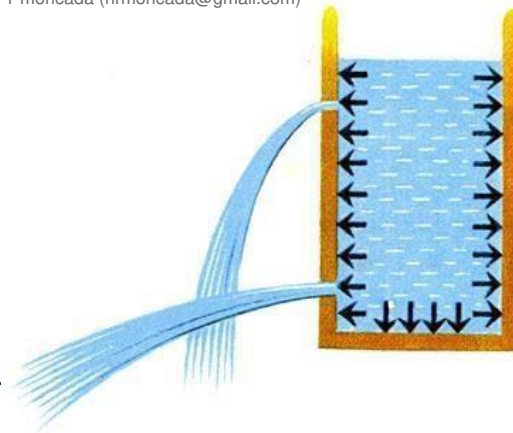
$$1\text{N/m}^2 = 1\text{Pa}$$

Un líquido ejerce **presión** sobre las paredes del recipiente que lo contiene y sobre objetos que se encuentren dentro del líquido. Esta **presión** es siempre **perpendicular** a la superficie del objeto.

A mayor profundidad mayor la presión del líquido.

$$F = \int P dA$$

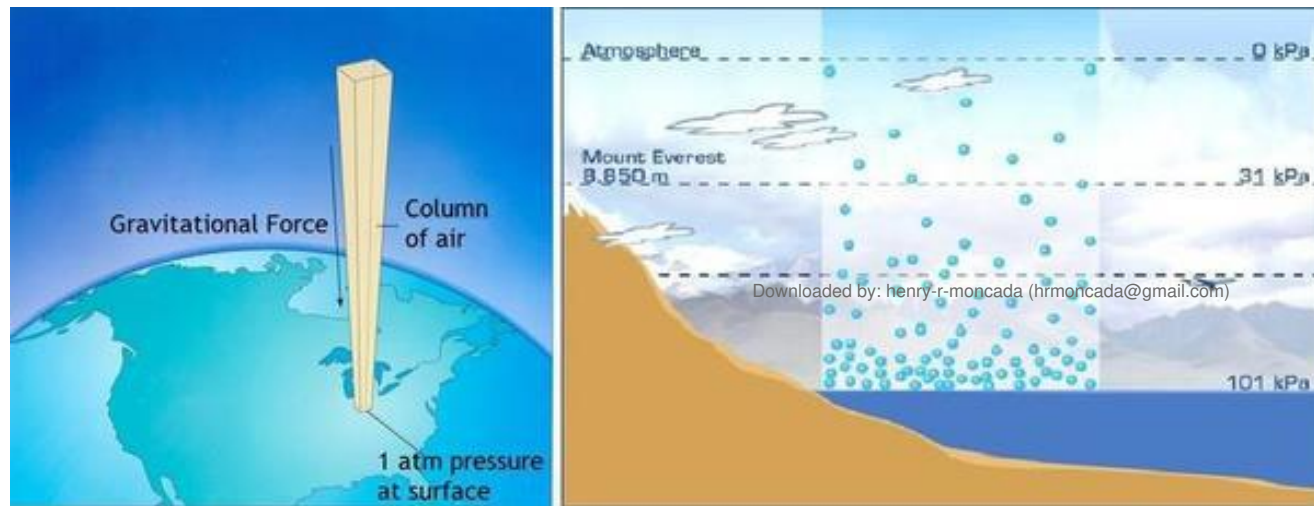
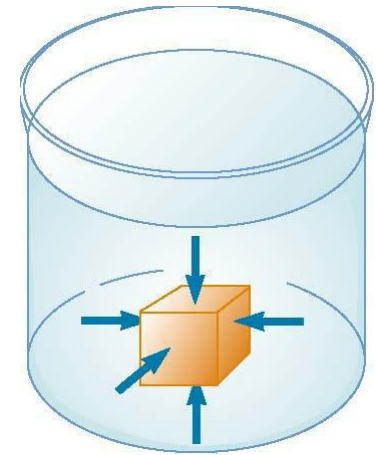
Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow&locale=es_PE

PRESIÓN (en fluidos)

Un fluido, en reposo, ejerce una fuerza que es perpendicular a cualquier superficie en contacto con él.



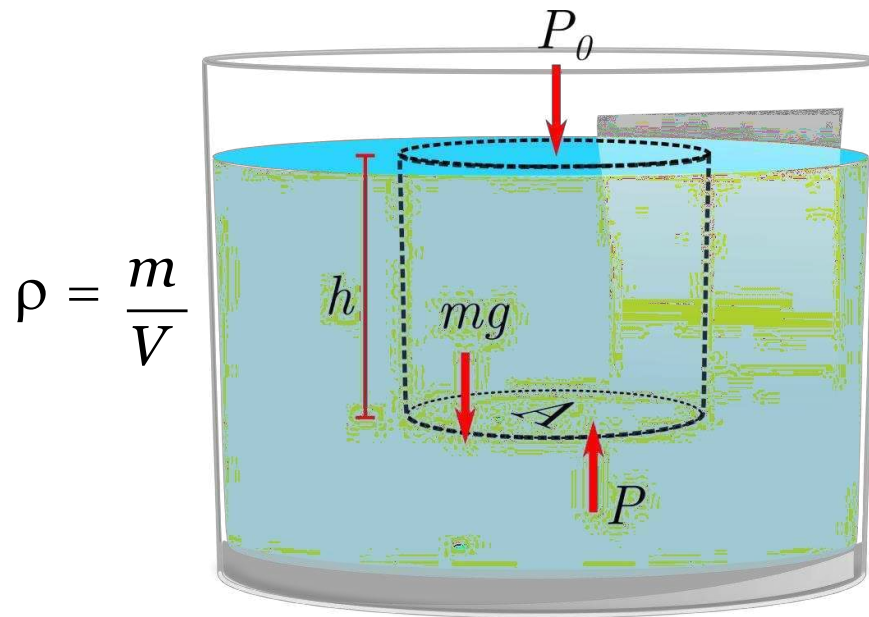
$$P_o = 1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

PRESIÓN ATMOSFÉRICA A
NIVEL DEL MAR

Relación entre presión y profundidad en los líquidos

Cuanto mas sumergido un objeto en un líquido mas presión sentirá. Esto ocurre debido a que la cantidad de agua sobre el objeto aumenta. Además de la profundidad, la presión de un líquido también dependerá del tipo de líquido.

Para encontrar una ecuación que muestre la relación entre profundidad y presión analicemos un bloque cilíndrico de agua dentro de un recipiente. Entonces:



$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\sum F = 0$$

$$P_0 A + mg - PA = 0$$

$$P_0 A + \frac{mV}{V} g - PA = 0$$

$$P_0 A + \rho V g - PA = 0$$

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

$$P_0 A + \rho A h g - PA = 0$$

$$P = P_0 + \rho h g$$

P : presión absoluta

P_0 : Presión atmosférica

$\rho h g$: presión manométrica

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Analizando una porción del fluido en **equilibrio** (ver figura):

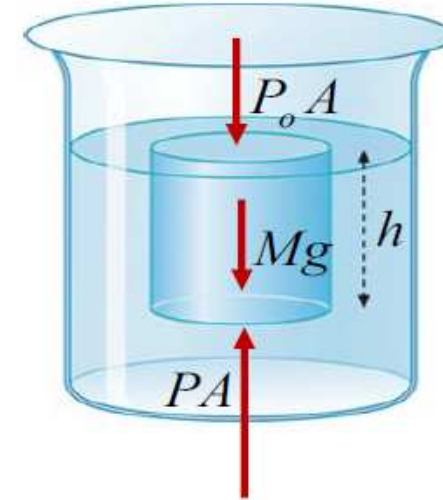
$$\sum F = PA - P_0 A - Mg = 0$$

Reemplazando: $M = \rho h A$

se puede concluir que la presión varía como:

$P = P_0 + \rho h g$	{	PRESIÓN HIDROSTÁTICA
		Po: Es la presión atmosférica ρ : Densidad del fluido h: Profundidad

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



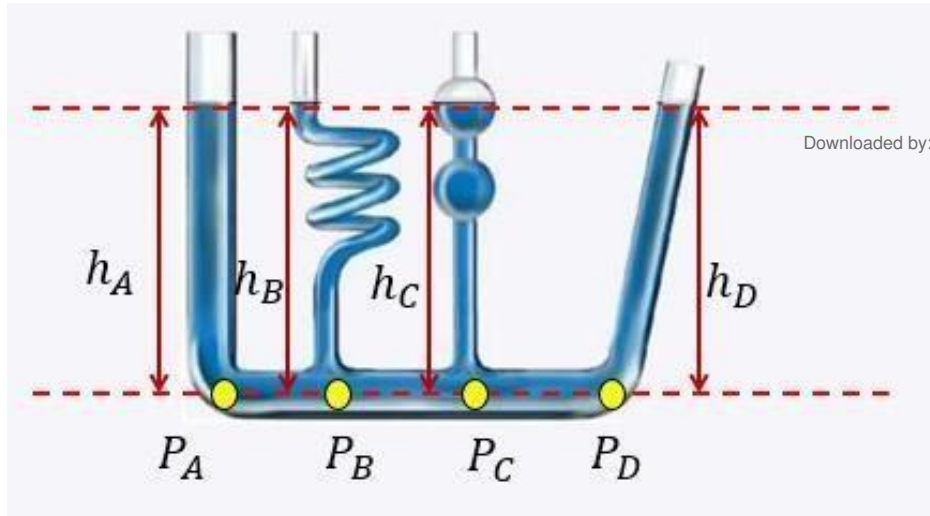
En un fluido, de densidad constante y en equilibrio, la presión aumenta linealmente con la profundidad.

Relación entre presión y profundidad en los líquidos

Vasos comunicantes:

Independiente de la forma del recipiente del líquido la presión del líquido dependerá solo de la profundidad a la cual está siendo medida.

$$P_A = P_B = P_C = P_D$$

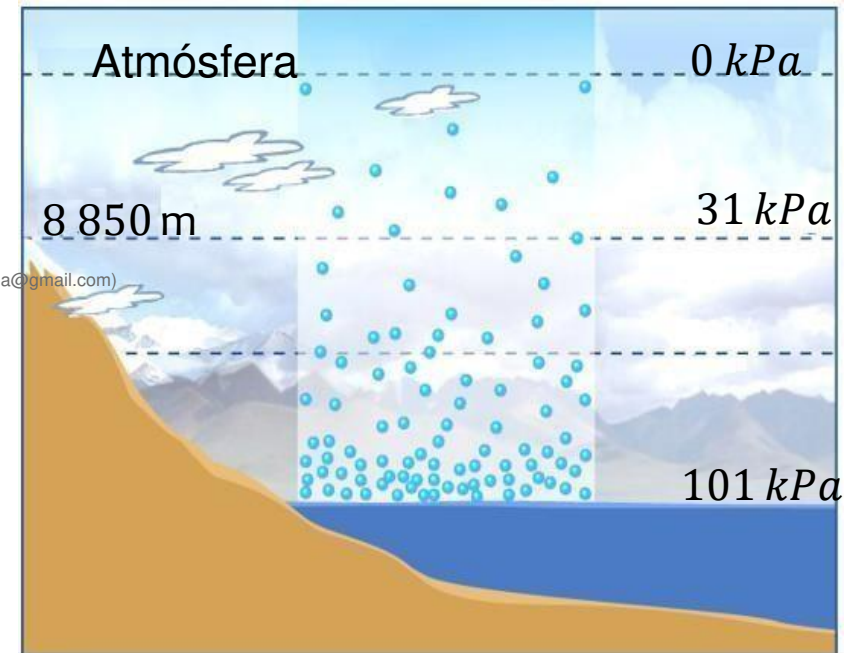


https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_es_PE.html

Otra medida de presión muy usada es la atmósfera (**atm**)

$$1 \text{ atm} \approx 101 \text{ kPa}$$

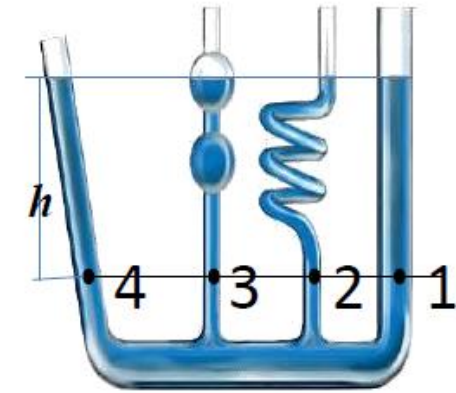
A nivel del mar se considera que la presión es 1 atm.



VASOS COMUNICANTES

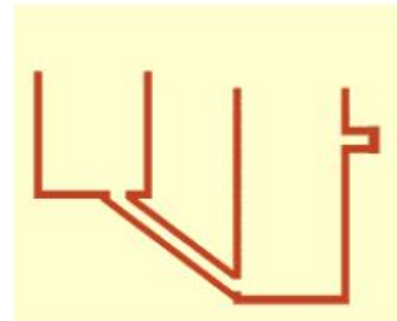
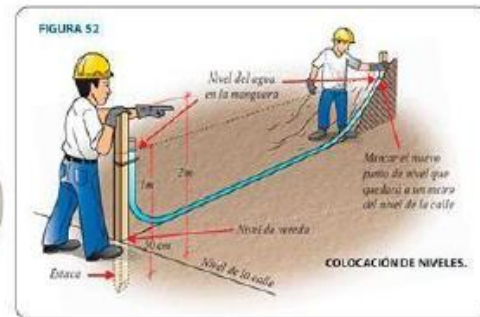
La presión sólo depende de la altura, no de la forma del recipiente.

➔ **Todos los puntos a una misma profundidad en un mismo líquido se encuentran a la misma presión, sin importar la forma del recipiente.**

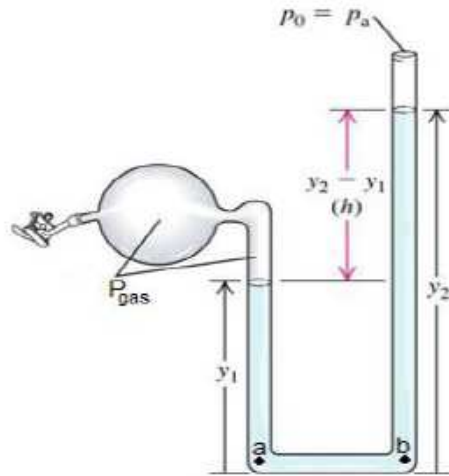


$$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = P_0 + \rho gh$$

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



MANÓMETRO DE TUBO ABIERTO



$$P_a = P_b$$

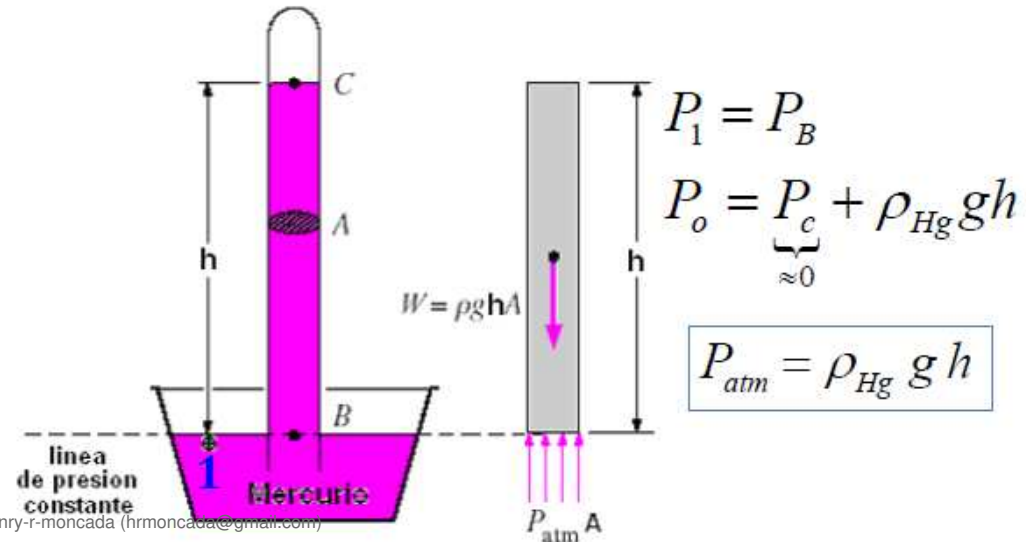
$$P_{gas} + \rho g y_1 = P_0 + \rho g y_2$$

$$P_{gas} - P_0 = \rho g (y_2 - y_1)$$

$$P_{gas} = P_0 + \rho g h$$

$$P_{manométrica} = \rho g h$$

BARÓMETRO DE TORRICELLI



Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

$$P_{atm} = \rho_{Hg} g h = (13600)(9,8)(0,76)$$

$$P_{atm} = 1,013 \times 10^5 Pa$$

NOTA: Otra manera de calcularlo.

$$\sum F = P_{atm} A - P_{man} A = 0$$

$$\sum F = P_{atm} A - \rho_{Hg} g h A = 0$$

PRESIÓN MANOMÉTRICA

Presión ABSOLUTA: La presión P debido a todas las fuerzas que actúan sobre una superficie por unidad de área.



Presión MANOMÉTRICA: La presión manométrica trata de indicar que tanto se está por encima o por debajo de la presión atmosférica.

$$P_m = P - P_o$$

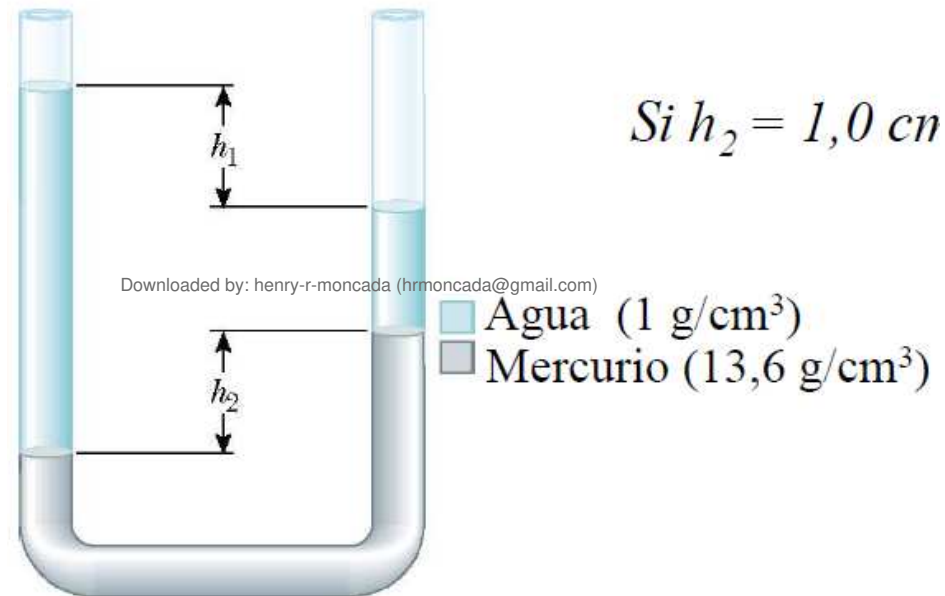
Indica en cuánto la presión del fluido es mayor o menor que la atmosférica. Por ejemplo:

$p_m = 300 \text{ Pa}$ indica que el fluido tiene una presión de 300 Pa por encima de la atmosférica.

$p_m = -500 \text{ Pa}$ indica que el fluido está sometido a una presión de 500 Pa menos que la atmosférica.

PROBLEMA 1

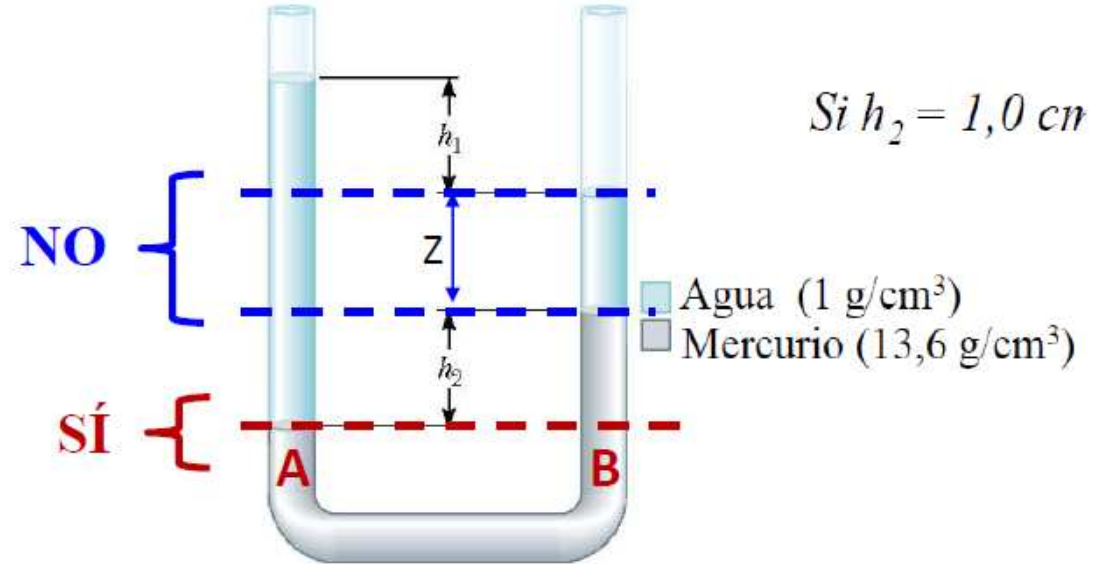
Se tiene un tubo en U de área transversal constante donde se vierte agua y mercurio. Si la diferencia de alturas del mercurio, h_2 es de 1 cm, determina el valor de h_1



Solución:

Mientras sea el mismo líquido comunicado la presión absoluta es la misma.

Para los puntos A y B la presión absoluta es la misma.



➔ $\underline{P_A} = \underline{P_B}$

$P_o + \rho_{\text{agua}} g(h_1 + Z + h_2) = P_o + \rho_{\text{agua}} g(Z) + \rho_{\text{mercurio}} g(h_2)$

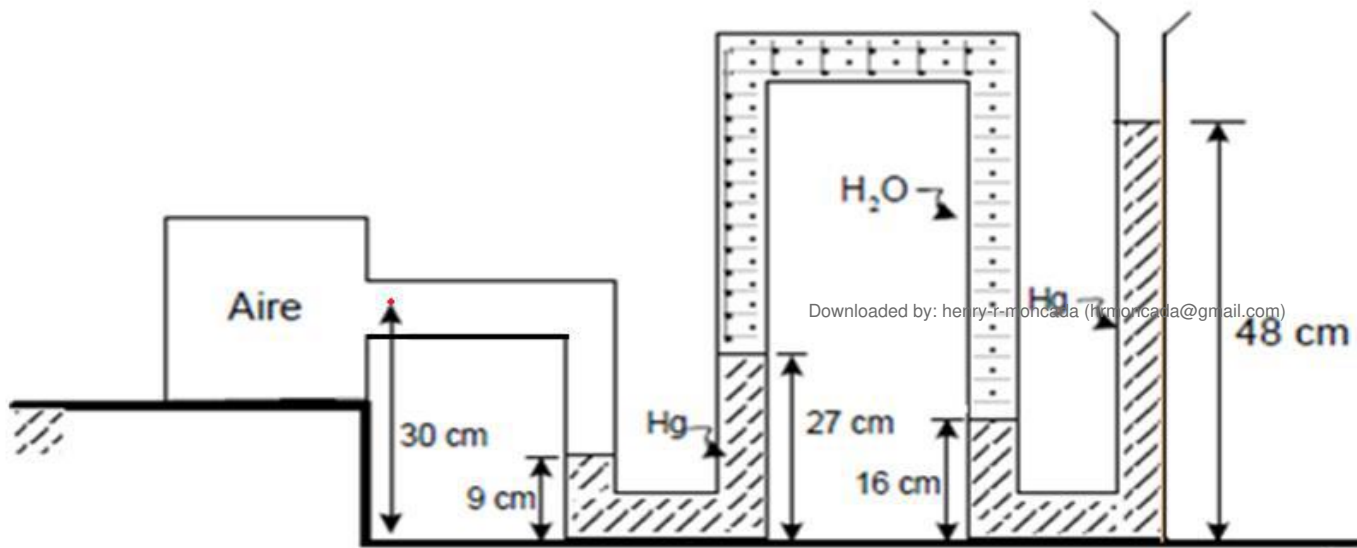
Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

$$\rho_{\text{agua}}(h_1 + h_2) = \rho_{\text{mercurio}}(h_2)$$

$$h_1 = \frac{\rho_{\text{mercurio}}(h_2)}{\rho_{\text{agua}}} - h_2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{h_1 = \frac{13,6(1)}{1} - 1 = 12,6 \text{ cm}}$$

PROBLEMA 2

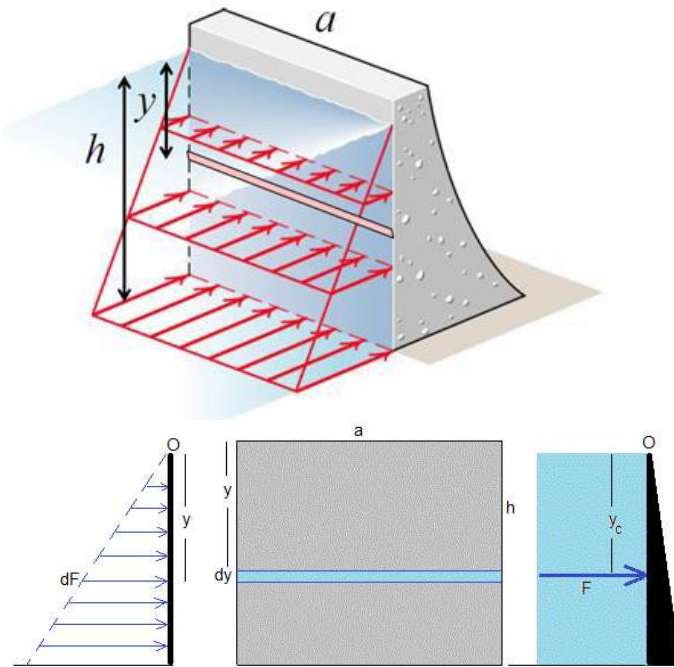
En el siguiente sistema determine la presión manométrica del aire contenido en el interior del tanque



$$\begin{aligned}\rho_{\text{Hg}} &= 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{Agua}} &= 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{Aire}} &= 1,3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

PROBLEMA 3

Calcule la fuerza debido al líquido sobre el dique de dimensiones mostradas. No considere los efectos de la presión atmosférica.



<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/fluidos/ecuacion/ecuacion.html>

Solución:

$$dF = P dA$$

$$F = \int_0^h P dA$$

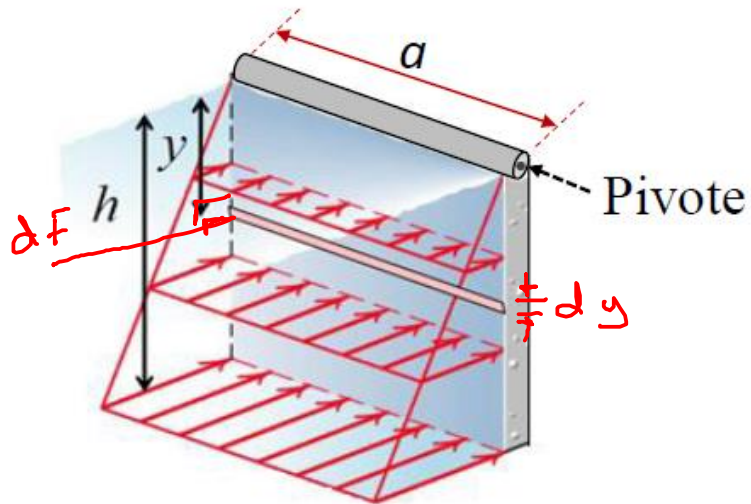
Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

$$F = \int_0^h \rho g y a dy$$

$$F = \frac{1}{2} \rho g h^2 a$$

PROBLEMA 4

Calcule el torque con respecto al eje mostrado, debido al líquido sobre la compuerta. No considere los efectos de la presión atmosférica.



Solución:

$$dF = P dA$$

$$d\tau = y dF$$

$$d\tau = \int_0^h y \underbrace{\rho g y}_{P} \underbrace{a dy}_{dA}$$

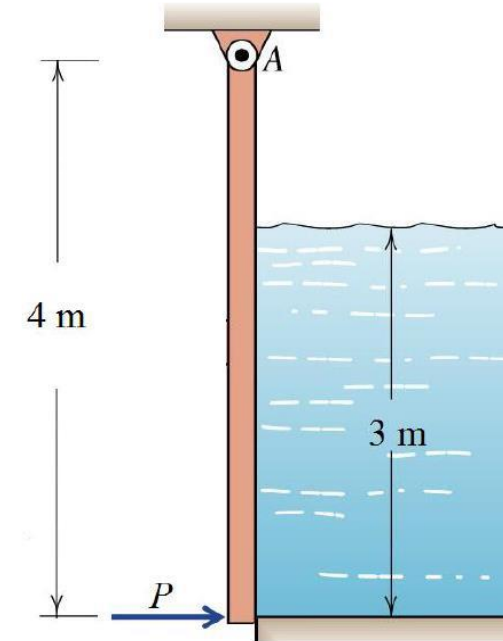
$$\tau = \int_0^h y \rho g y a dy$$

$$\tau = \rho g a \frac{h^3}{3}$$

PROBLEMA 5

La compuerta de la figura tiene 4 m de alto y 6 m de ancho. La densidad del agua es 1000 kg/m^3 .

- Hallar la fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta.
- Hallar la fuerza P requerida para mantener la compuerta cerrada.

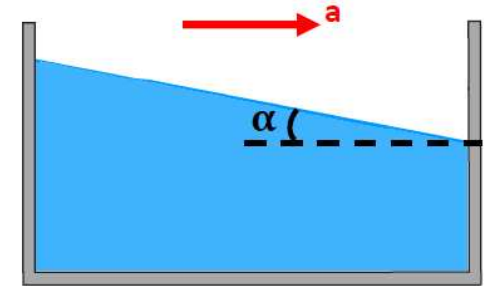


Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

PROBLEMA 6

Demuestre que el ángulo de inclinación α que tiene un recipiente de líquido que acelera hacia la derecha con magnitud a , tiene la siguiente relación:

$$\tan \alpha = \frac{a}{g}$$



Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

PRINCIPIO DE PASCAL

Un cambio de presión aplicado a un fluido incompresible en reposo y confinado dentro de un recipiente se transmite con igual magnitud a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen.



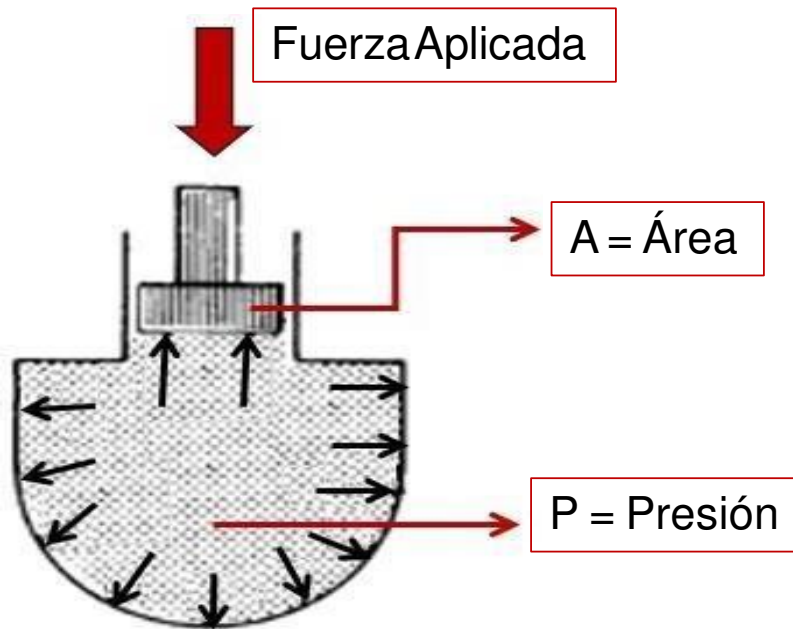
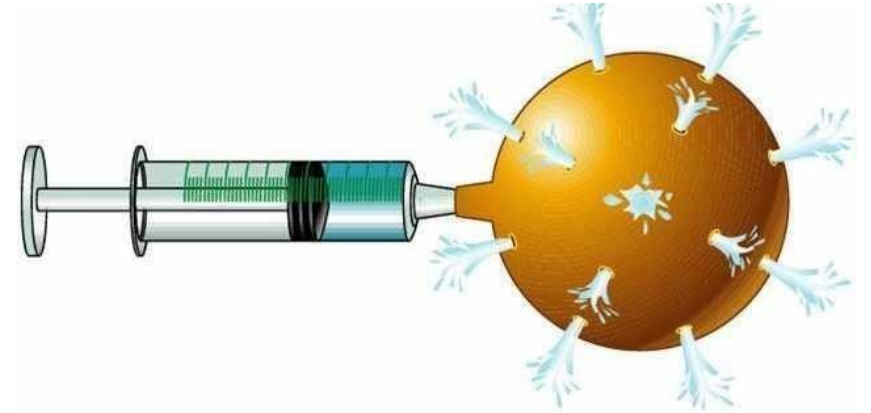
La causa de que la presión ejercida en un líquido se transmita íntegramente en todas direcciones es debida a que los líquidos son incompresibles. Por tanto, al aplicarles una presión y no poder reducir su volumen, la transmiten en todas direcciones y de forma perpendicular a la pared del recipiente que los contiene.

Principio de Pascal

¿Que sucede si aplicamos una fuerza sobre un fluido? El aumento en la presión debido a la fuerza que estamos aplicando se transmitirá a todos los puntos del líquido. Esto constituye el **principio de Pascal**.

Aumento de presión

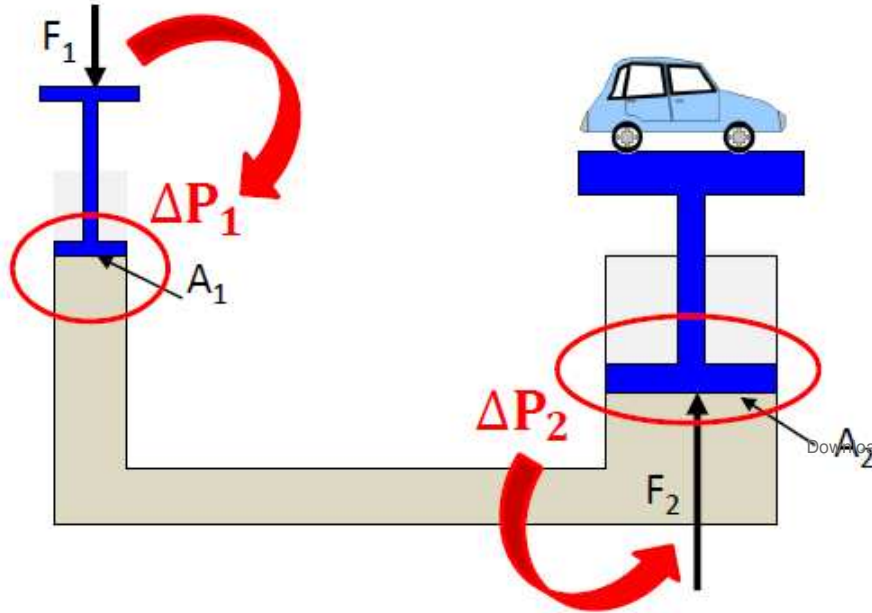
$$P = P' + P_0 + \rho hg$$



Por ejemplo si la presión del agua potable aumenta en la estación que bombea el líquido hacia los hogares entonces este aumento de presión se sentirá en todos los tubos del sistema que están conectados, inclusive en nuestros hogares.

Aplicaciones del principio de Pascal

PRENSA HIDRÁULICA



El cambio de presión ΔP se transmite en todo el fluido encerrado

Por el principio de Pascal: $\Delta P_1 = \Delta P_2$

$$\Delta P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Por geometría:
 $\Delta V_1 = \Delta V_2$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\Delta x_2}{A_1} = \frac{\Delta x_1}{A_2} \end{array} \right.$$

En el pistón pequeño se aplica una fuerza F_1 con la cual el pistón ejerce una presión sobre el líquido. Esta presión se transmite, de acuerdo al principio de Pascal, a todos los puntos del líquido por lo que en el pistón grande la fuerza que se ejerce hacia arriba es F_2 . Dicha fuerza que se aplica en el pistón grande es calculada como F_1 multiplicada por el factor amplificador ($A_2/A_1 > 1$). NOTA: Despreciando cualquier pérdida por calor, el trabajo realizado por F_1 es igual a menos el trabajo realizado por F_2 .

Principio de Arquímedes

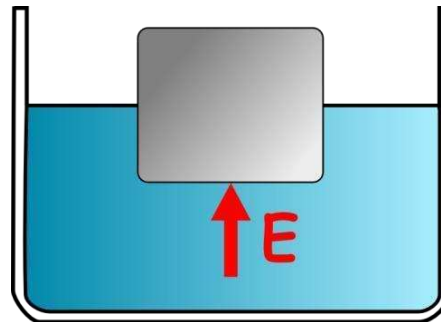
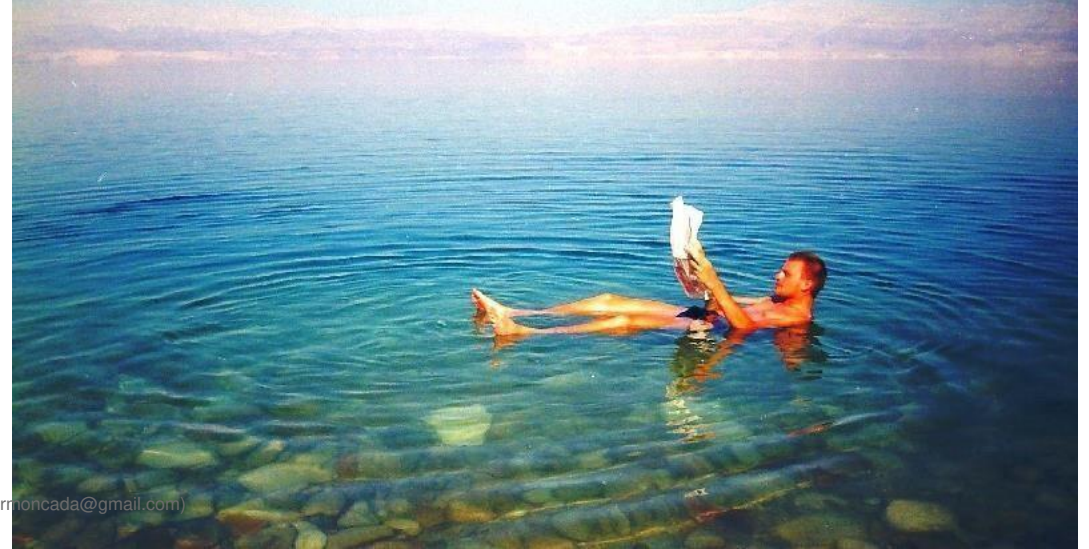
"Todo cuerpo sumergido en un fluido estático experimenta una fuerza vertical hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja"

A esta fuerza se le llama **empuje**.

Esto ocurre porque la presión resultante sobre el objeto es mayor en la parte que está más sumergida en el agua.

El **empuje** puede ser calculado usando el principio de Arquímedes.

Downloaded by: henry-r-moncada (hrrmoncada@gmail.com)

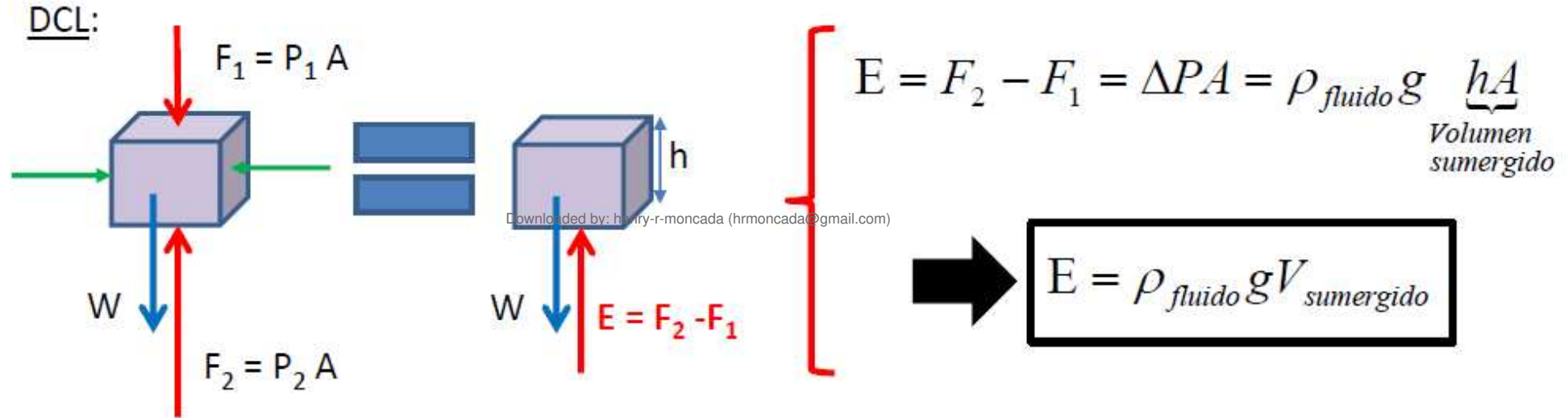
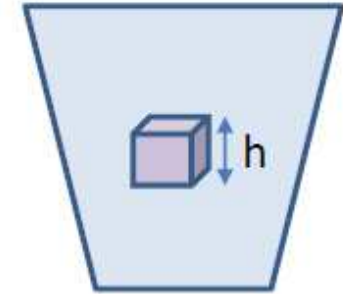


*Fluido que desaloja:
parte del fluido que el
objeto desplaza para
ocupar ese espacio

<https://www.geogebra.org/m/TfJnAKA6>

EMPUJE

Si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido en reposo, éste ejerce una fuerza neta vertical hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo. A esta fuerza se le denomina fuerza de flotación o empuje (E).



NOTA: Sea W el peso real, es decir, el peso medido en presencia de aire (despreciando el empuje del aire); se define el termino de PESO APARENTE:

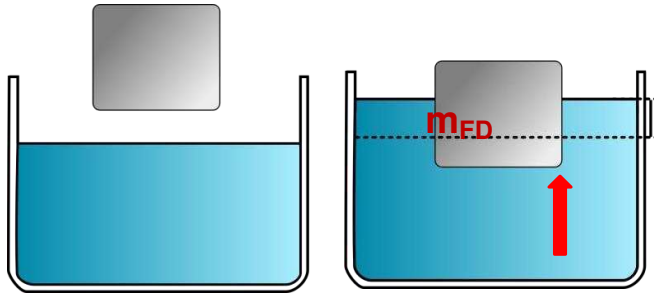
$$W_{\text{aparente}} = W_{\text{real}} - \text{Empuje}$$

Principio de Arquímedes

“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un **empuje** vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado o desplazado”

Peso aparente = Peso - Empuje

$$E = W_{FD} = m_{FD} g = \rho_{FD} V g$$



Fluido
desplazado

Downloaded by: designmunka@ihmonca.com@gmail.com

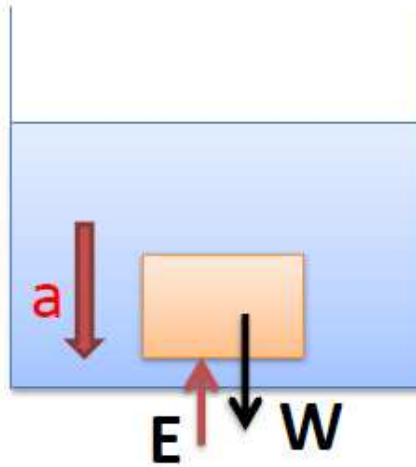
Al volumen V se le llama volumen desplazado. Este volumen es igual al volumen del objeto que está sumergido.

Si el objeto se sumerge totalmente en el líquido, entonces el volumen de agua desplazado será igual al volumen del objeto. Esto puede ser usado para medir el volumen de un objeto.

$$E = \rho_{liquido} \cdot V_{sumergido} \cdot g$$

Analicemos

SE HUNDE



$$V_{Desplaz.} = V_{Cuerpo}$$

$$W > E$$

$$\rho_{Cuerpo} > \rho_{Fluido}$$

TOTALMENTE
SUMERGIDO



Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

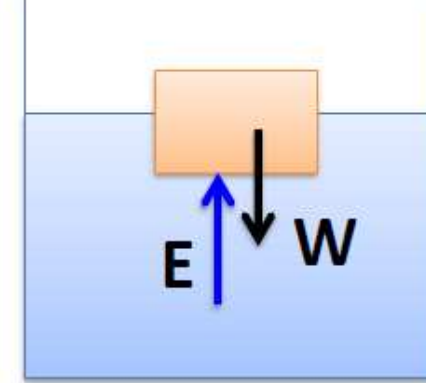
EN EQUILIBRIO

$$V_{Desplaz.} = V_{Cuerpo}$$

$$W = E$$

$$\rho_{Cuerpo} = \rho_{Fluido}$$

FLOTA



EN EQUILIBRIO

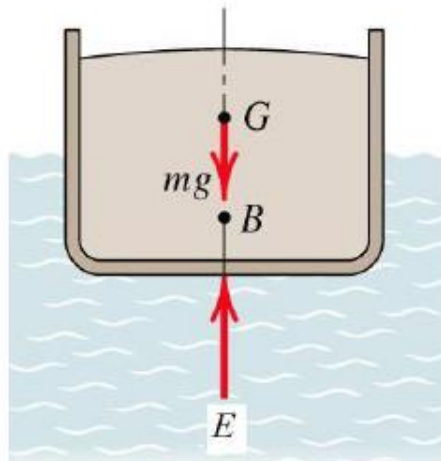
$$V_{Desplaz.} < V_{Cuerpo}$$

$$W = E$$

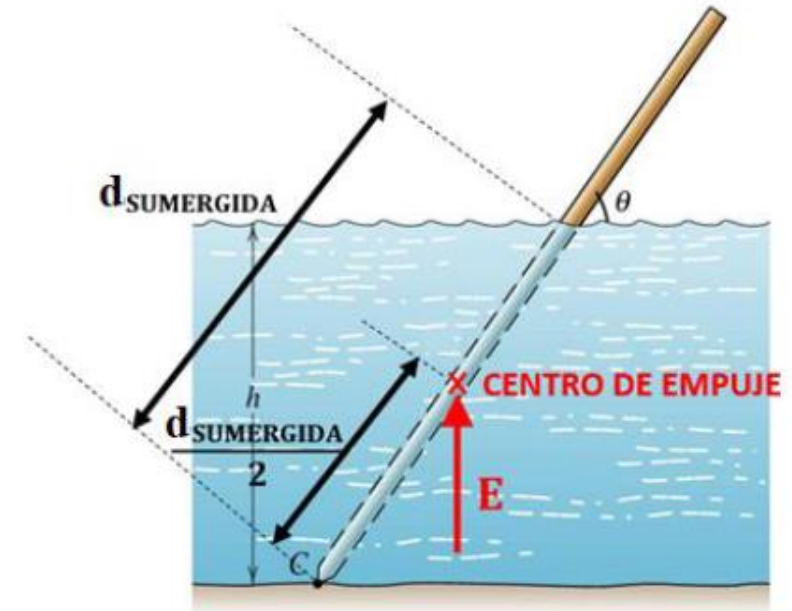
$$\rho_{Fluido} > \rho_{Cuerpo}$$

CENTRO DE EMPUJE

La línea de acción de la fuerza de flotación (empuje) pasa por el centroide del fluido desplazado (B), que no necesariamente coincide con el centro de gravedad del cuerpo (G). Solo si el cuerpo es homogéneo y está totalmente sumergido, su centro de gravedad (G) coincide con el centro de empuje (B).



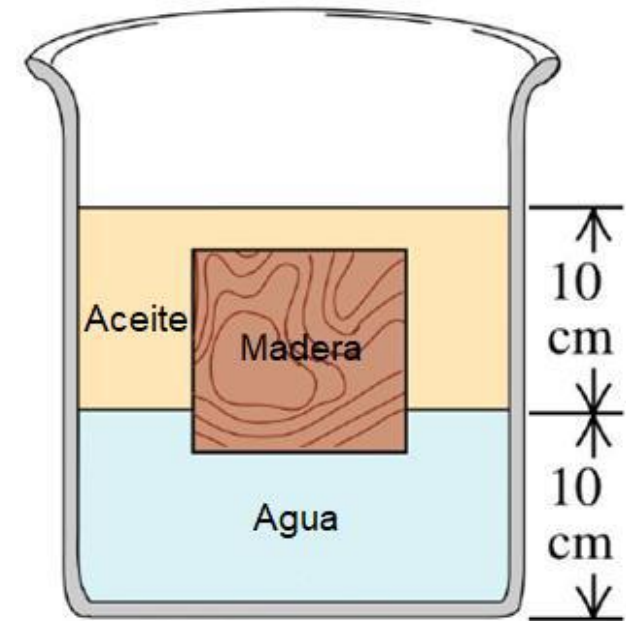
Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)



PROBLEMA 7

Un bloque cúbico de madera de 10 cm de arista flota tal como se muestra en la figura. La base del bloque está 1.5 cm debajo del nivel del agua. La densidad del aceite es 790 kg/m^3 .

- a) ¿Qué presión manométrica hay en la cara superior y en la cara inferior del bloque?
- b) ¿Cuáles la densidad del bloque?

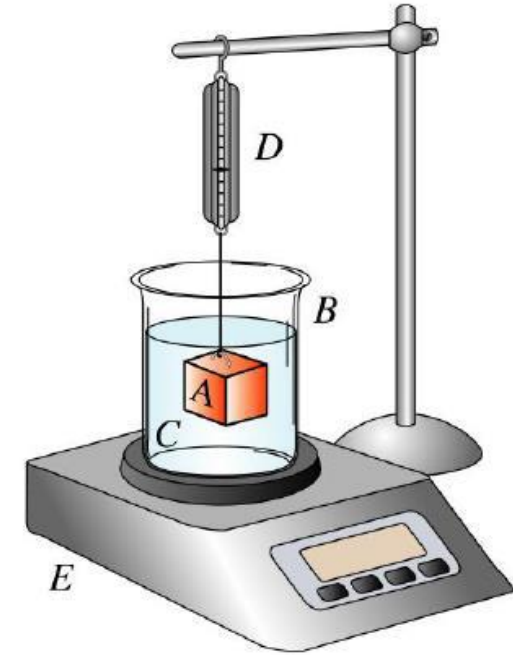


Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

PROBLEMA 8

El bloque A cuelga mediante una cuerda del dinamómetro D y se sumerge en el líquido C contenido en el vaso B. La masa del vaso es de 1 kg, la del líquido es 1,8 kg. El dinamómetro marca 34,3 N y la balanza E marca 73,5 N. El volumen del bloque A es de $3,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

- a) ¿Cuánto pesa el bloque A?
- b) ¿Qué densidad tiene el líquido?



Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

PROBLEMA 9

Un cubo de lado de 16 cm y densidad $\rho=0,8 \text{ g/cm}^3$ se deja libre en el fondo de un recipiente que contiene agua y cuya profundidad es de 50 cm.

Calcule

- a) ¿Cuánto tiempo tarda el cubo en aparecer por la superficie?
- b) ¿Cuál es la longitud de arista que sobresale al quedar en equilibrio?

Downloaded by: henry-r-moncada (hrmoncada@gmail.com)

BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA

- ✓ Serway, R. y Jewett, J.W.(2015) Física para ciencias e ingeniería. Volumen II. México. Ed. Thomson.
- ✓ Halliday, D., Resnick, R. y Krane, K.S.(2008) Física. Volumen II. México. Ed. Continental.
- ✓ Sears F., Zemansky M.W., Young H. D., Freedman R.A. (2016) Física Universitaria Volumen II Undécima Edición. México. Pearson Educación.

COMPLEMENTARIA

- ✓ Tipler, P., Mosca, G. (2010) Física para la ciencia y la tecnología. Volumen II. México Ed. Reverté .
- ✓ Feynman, R.P. y otros. (2005) Física. Vol. II. Panamá. Fondo Educativo interamericano.

