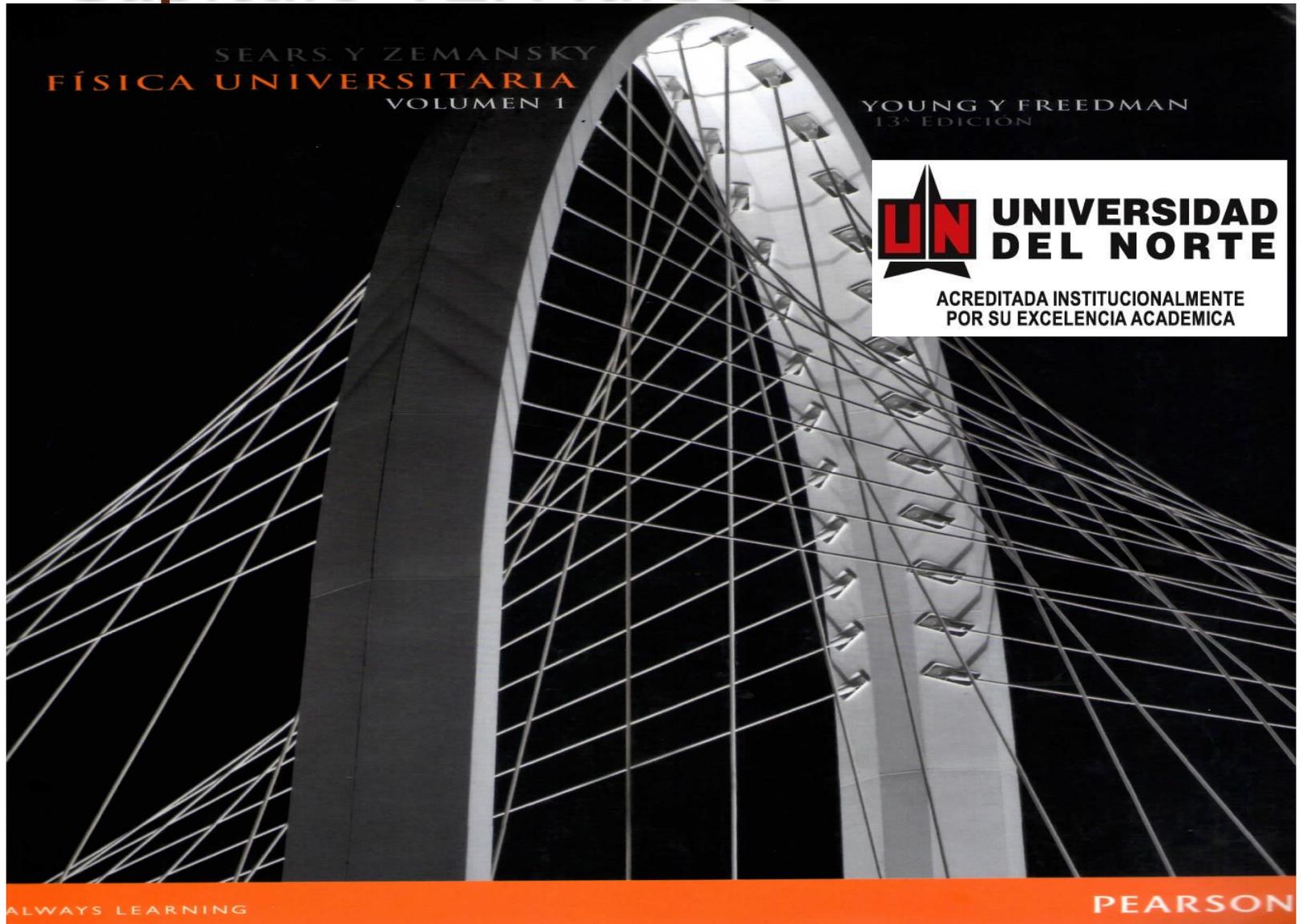


Capítulo 12: Fluidos



SEARS Y ZEMANSKY
FÍSICA UNIVERSITARIA
VOLUMEN 1

YOUNG Y FREEDMAN
13ª EDICION

UN UNIVERSIDAD
DEL NORTE

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
POR SU EXCELENCIA ACADEMICA

ALWAYS LEARNING

PEARSON

UN
UNIVERSIDAD
DEL NORTE

Pensar en esto!!!!



En Uninorte un
TRAMPOSOSO
No tiene lugar



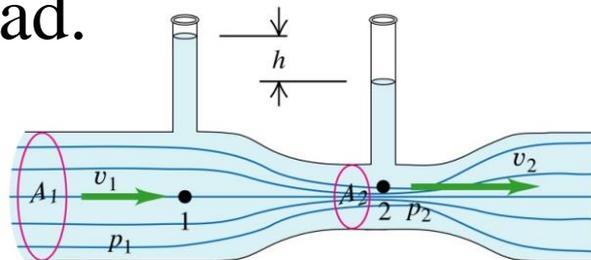
“Saber mucho no es lo mismo que ser inteligente. La inteligencia no es sólo información, sino también juicio, la manera en que se recoge y maneja la información.”

– *Carl Sagan*

Metas del Capítulo 12



- Interpretar densidad y presión
- Considerar la presión en un fluido en reposo.
- Comprender los efectos de la presión Atmosférica
- Explicar el principio de Arquímedes y la fuerza de Flotación
- Analizar los fluidos en movimiento y los efectos de cambios en el área de aberturas, altura, presión y velocidad.



Fluidos en general

- Es una manifestación de algunos estados de la materia y se caracteriza por:
 - No poseer un volumen definido, ya que adoptan la forma del recipiente que los contiene
 - La distancia promedio entre sus moléculas constituyentes es mayor comparada con la de los sólidos
 - La resistencia que oponen a los esfuerzos cortantes es casi nula
- Se clasifican en:
 - **Líquidos**: Son prácticamente incomprensibles
 - **Gases**: Son comprensibles
 - **Plasma**: Es esencialmente un gas ionizado con igual número de cargas positivas y negativas.

Densidad

Definición

- La densidad (ρ) es una característica de cualquier sustancia o material y se define como el cociente de su masa entre el volumen que ocupa

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

- Dimensionalmente $[\rho] = \frac{M}{L^3}$, además $\rho \equiv Kg/m^3$ en el SI

Pregunta: ¿el aire pesa? ¿ será mayor tu masa que la masa de aire que hay en tu cuarto? Observa los siguientes videos.

Hidrostatica : <http://www.youtube.com/watch?v=XDUMfFYalec>

Experimentos sobre la densidad del agua con sal

<http://www.youtube.com/watch?v=rRwtKxQTeTY>

Densidad

PREGUNTA DE ANALISIS:

Si introducimos 4 bloquitos de: Hierro, Aluminio, hielo y madera, de igual tamaño en un mismo recipiente con agua, *¿qué pasará con cada uno de ellos y por qué?*

Si tenemos un vaso con agua y otro con alcohol (whiskey), y los ponemos en contacto, se mezclarán o se intercambian sin mezclarse?

Ver Trasvasar Líquidos

<http://www.youtube.com/watch?v=hSUcLIuoV0w>

TABLE 15.1 Densities of Some Common Substances at Standard Temperature (0°C) and Pressure (Atmospheric)

Substance	ρ (kg/m ³)	Substance	ρ (kg/m ³)
Air	1.29	Ice	0.917×10^3
Aluminum	2.70×10^3	Iron	7.86×10^3
Benzene	0.879×10^3	Lead	11.3×10^3
Copper	8.92×10^3	Mercury	13.6×10^3
Ethyl alcohol	0.806×10^3	Oak	0.710×10^3
Fresh water	1.00×10^3	Oxygen gas	1.43
Glycerine	1.26×10^3	Pine	0.373×10^3
Gold	19.3×10^3	Platinum	21.4×10^3
Helium gas	1.79×10^{-1}	Seawater	1.03×10^3
Hydrogen gas	8.99×10^{-2}	Silver	10.5×10^3

Presión

- Definimos la presión (p) en un punto como la fuerza normal por unidad de área

$$p = \frac{dF_{\perp}}{dA}$$

- Dimensionalmente

$$[p] = \frac{M}{LT^2}$$

- La unidad en el SI de la presión es

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

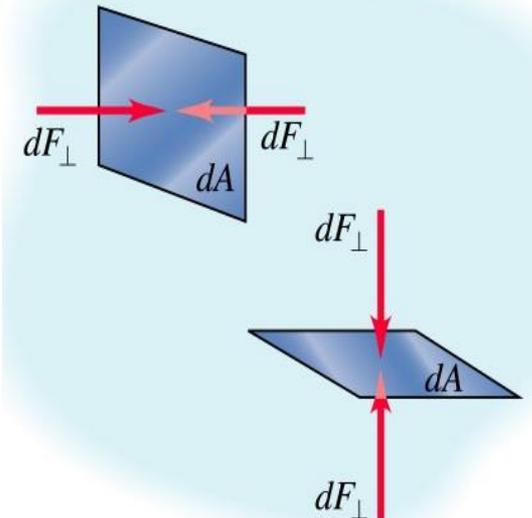
- **Presión atmosférica Pa** se define como

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- = 1.013 bar = 1013 milibares = 14.70 lb/in²

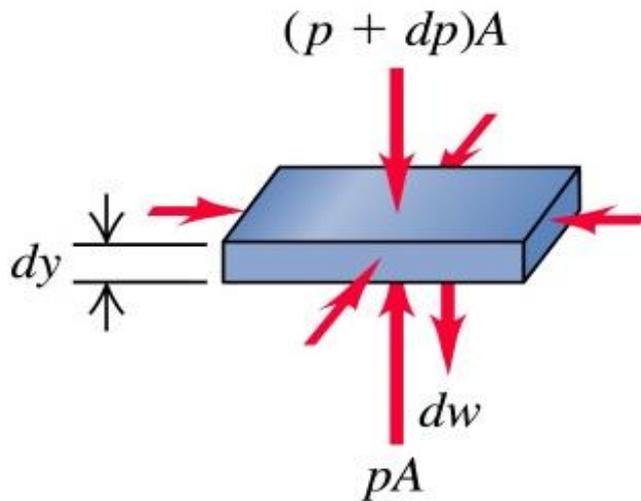
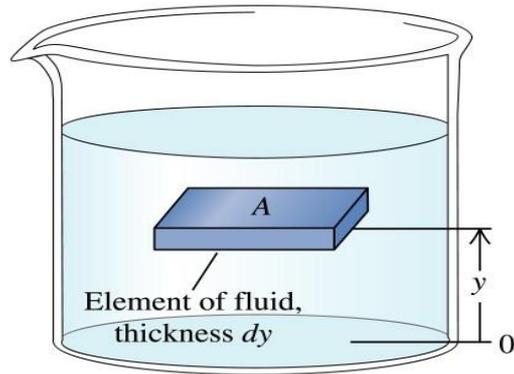
- = 760 mm Hg (milímetros de mercurio)

Pressure does not have a direction of its own: it can produce a force $dF_{\perp} = p dA$ in any direction



Presión

Profundidad y Ley de Pascal



Tenemos que

$$dV = A dy \quad dm = \rho dV = \rho A dy$$

$$dw = dm g = \rho g A dy$$

Como $\sum F_y = 0$, entonces

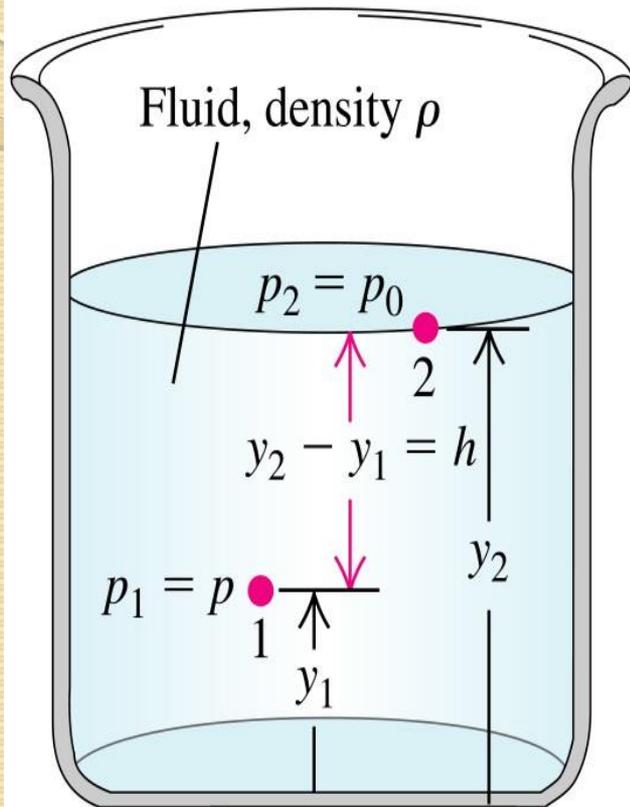
$$pA - (p + dp)A - \rho g A dy = 0$$

Dividiendo entre A , obtenemos

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g \quad (1)$$

Presión

Profundidad y Ley de Pascal



Integrando (1), tenemos

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1)$$

Si reemplazamos $p_2 = p_0$ y $h = y_2 - y_1$

$$p_0 - p = -\rho g(y_2 - y_1) = -\rho gh$$

Despejando y reacomodando

$$p = p_0 + \rho gh$$

Pregunta: Puedo controlar el ascenso y descenso de un objeto sumergido dentro de un recipiente de agua?

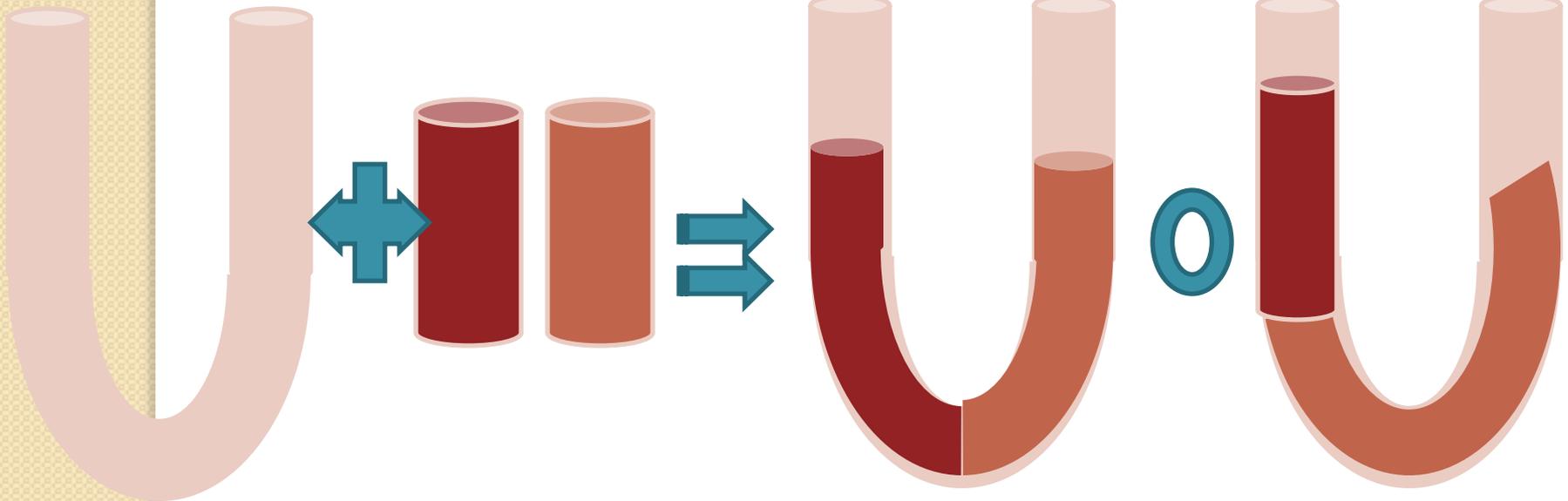
Ver : Principio de Arquímedes - Principio de Pascal

<http://www.youtube.com/watch?v=nDJzfvMk-MA>

Problema

Glicerina $\rho = 1,26 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Etanol $\rho = 0,81 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$



Vol de cada recipiente = 300 cm^3

$A_{\text{tubo}} = 20 \text{ cm}^2$

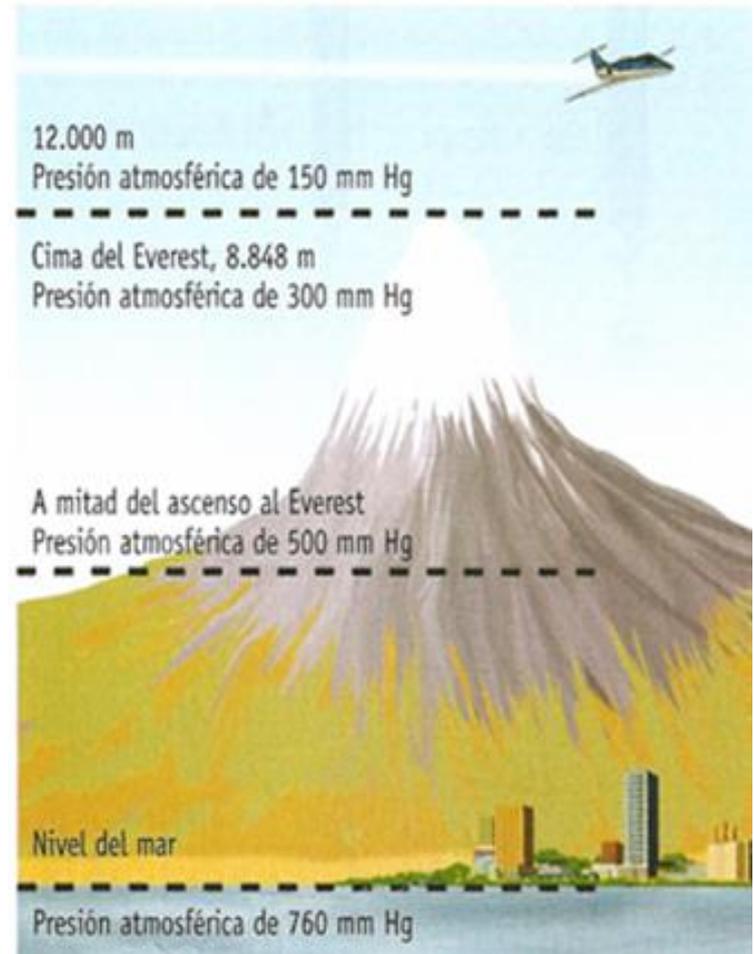
Hallar la altura de cada lado

A

B

Presión Atmosférica

- Se llama **presión atmosférica** a la presión ejercida por la atmósfera sobre los cuerpos situados sobre la superficie de la Tierra. Todas las caras de los sólidos experimentan la presión atmosférica. El físico italiano **Torricelli** determinó experimentalmente el valor de la presión atmosférica. La presión atmosférica de Bogotá es de 560 mm Hg, esto se debe a que Bogotá se encuentra a 2.600 m sobre el nivel del mar y, en consecuencia, la columna de aire que queda por encima de los cuerpos en Bogotá es de menor longitud que la columna de aire al nivel del mar. La presión atmosférica disminuye a medida que aumentamos la altura con respecto al nivel del mar.
- Los valores de la presión atmosférica cambian en función de las condiciones meteorológicas.

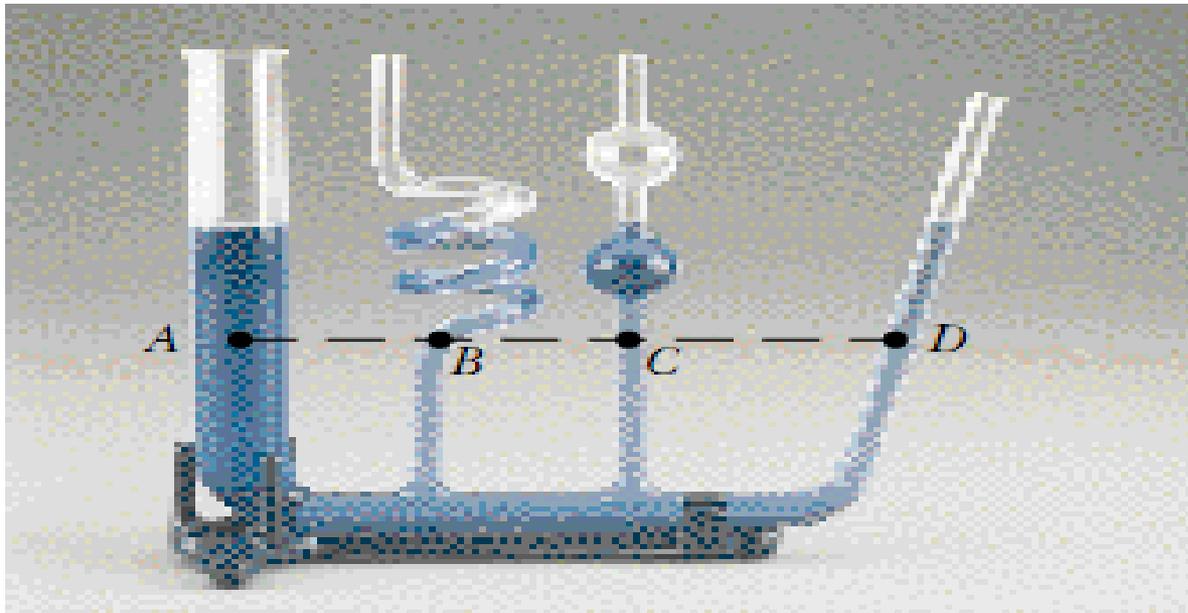


Presión

Profundidad y Ley de Pascal

➤ La paradoja hidrostática

En recipientes de áreas con bases iguales, el líquido de la misma altura ejerce la misma presión, independientemente del líquido presente



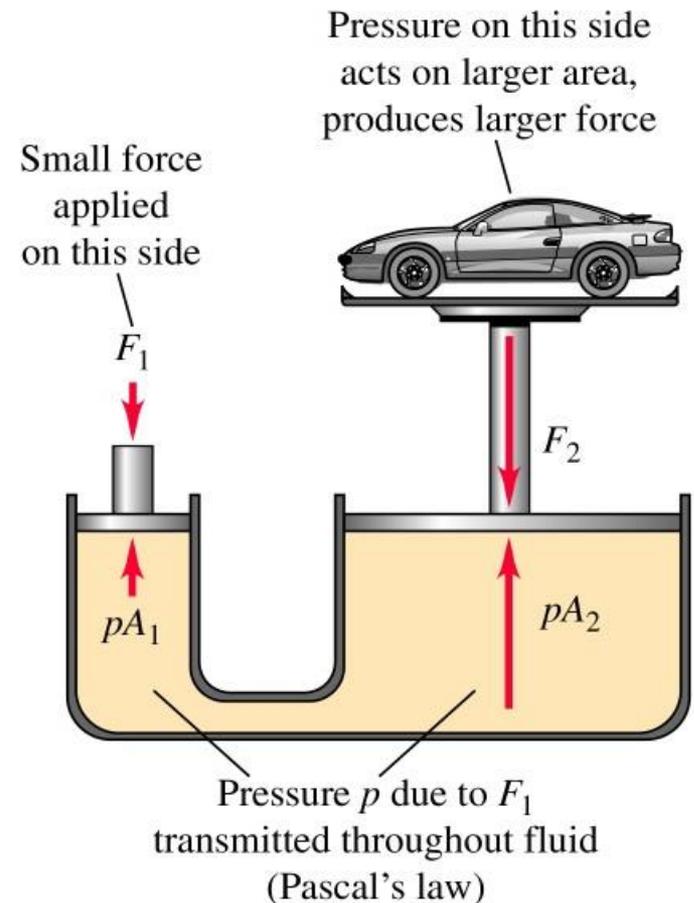
Presión

Profundidad y Ley de Pascal

➤ Ley de Pascal

En un fluido en reposo y encerrado en un recipiente, los cambios en la presión se transmiten por igual a todos sus puntos y a las paredes del recipiente que lo contiene.

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

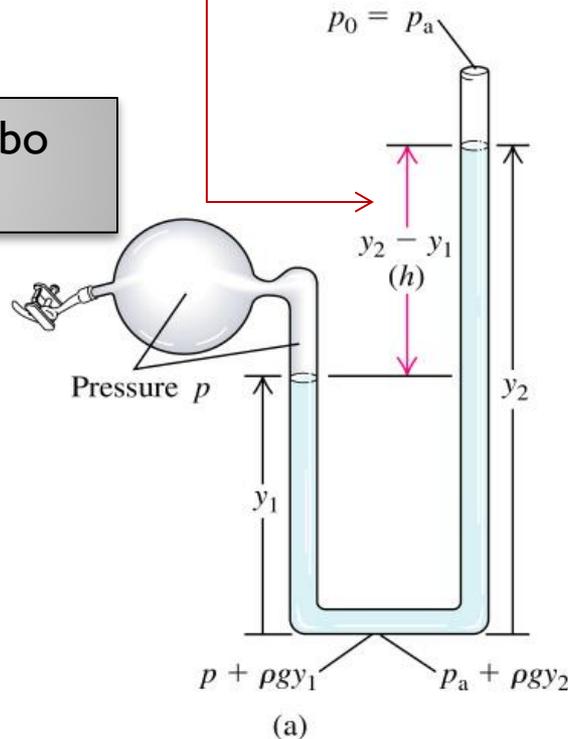


Presión

Absoluta y Manométrica

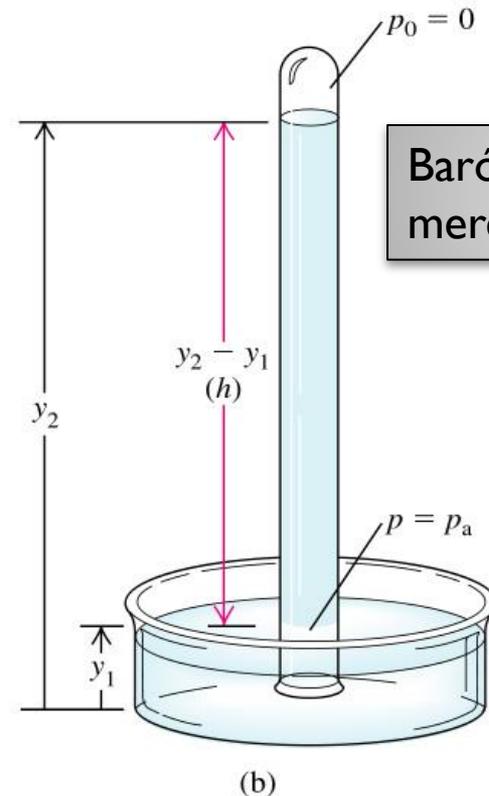
El exceso de presión más allá de la atmosférica se denomina *presión manométrica* y la presión total se llama *presión absoluta*

Manómetro de tubo abierto

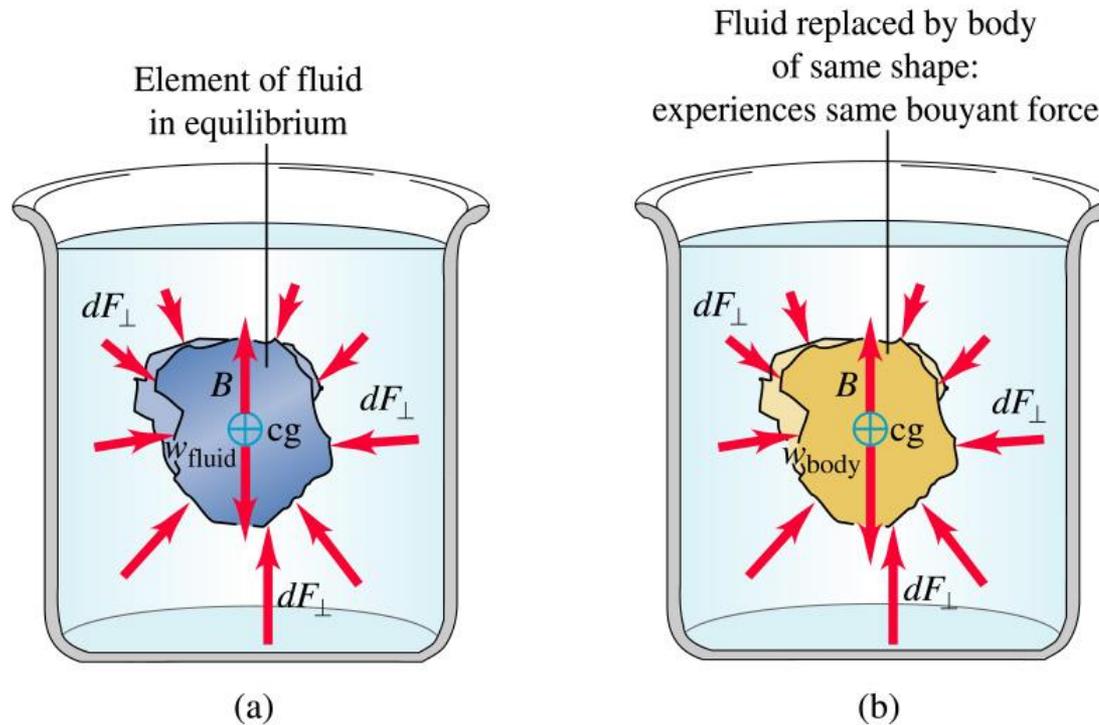


$$p = p_0 + \rho gh$$

Barómetro de mercurio



Flotación.

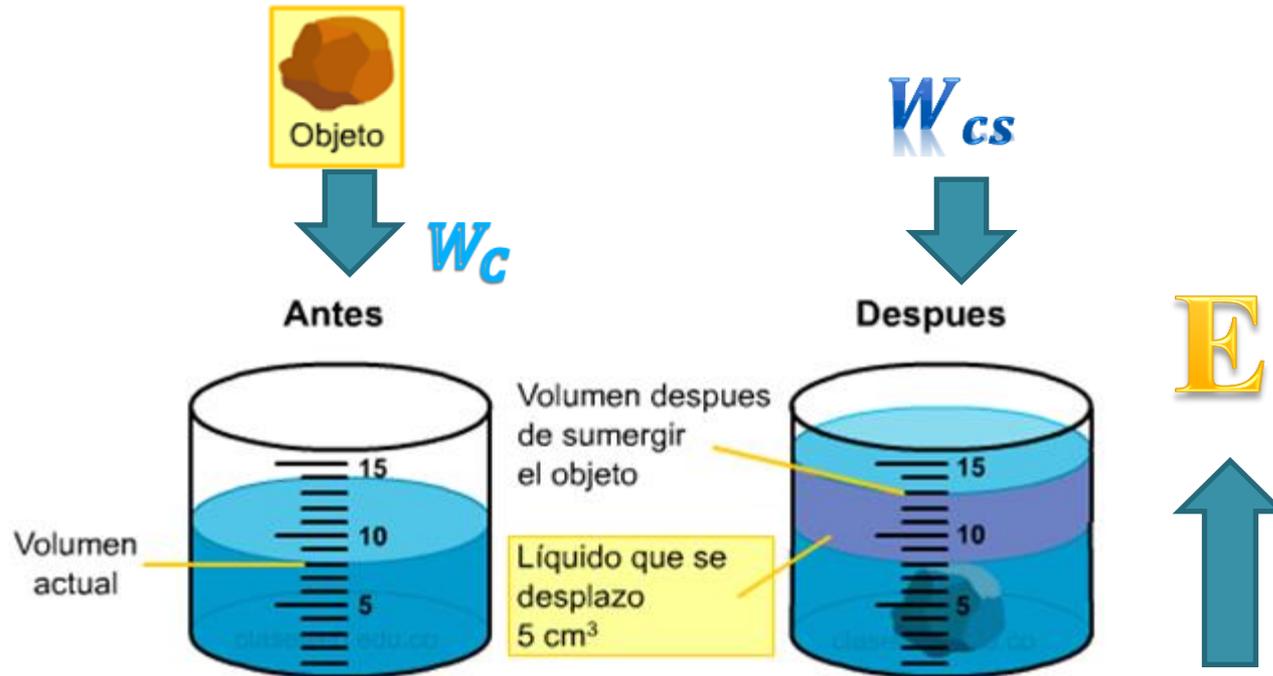


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

Fuerza de Flotación: B

Si un cuerpo esta parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejercerá una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo. ***Principio de Arquímedes***

Fuerza de Empuje = Peso del volumen del líquido desplazado

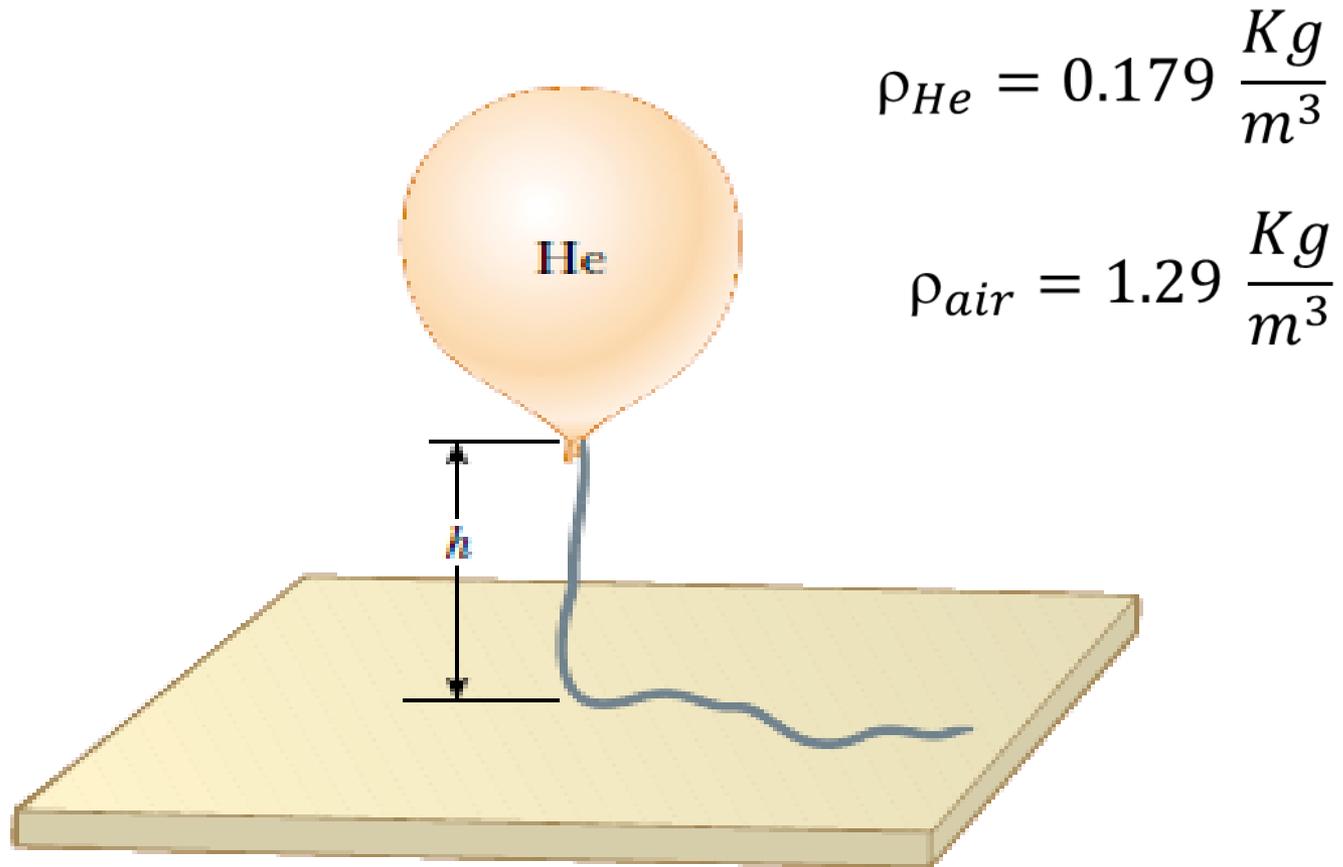


$$W_c - W_{cs} = E$$

$$E = W_f = mg = V_s \rho_f g$$

4)

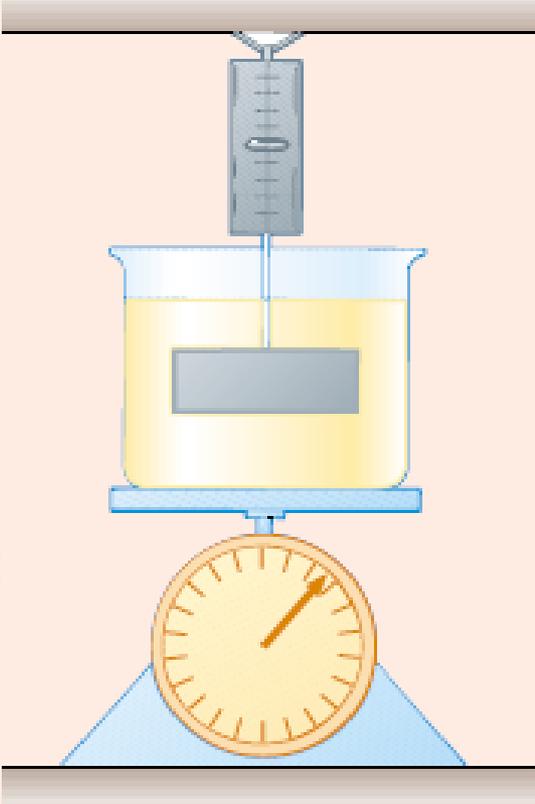
A helium-filled balloon is tied to a 2.00-m-long, 0.0500-kg uniform string. The balloon is spherical with a radius of 0.400 m. When released, it lifts a length h of string and then remains in equilibrium, as in Figure 14-55. Determine the value of h . The envelope of the balloon has mass 0.250 kg.



R/ 1.91 m

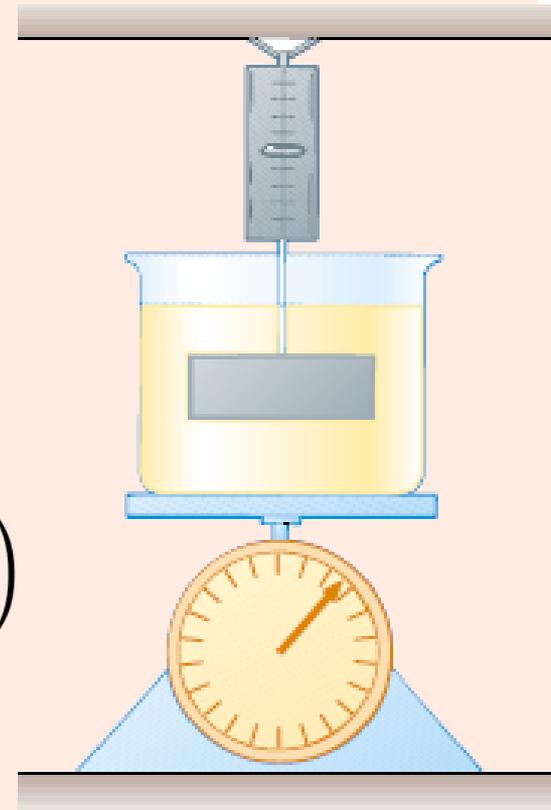
Serway 6th Edition N° 14-55

5)

A beaker of mass m_{beaker} containing oil of mass m_{oil} (density = ρ_{oil}) rests on a scale. A block of iron of mass m_{iron} is suspended from a spring scale and completely submerged in the oil as in Figure . Determine the equilibrium readings of both scales.

a) $m_{\text{iron}}g \left(1 - \frac{\rho_{\text{oil}}}{\rho_{\text{iron}}} \right)$

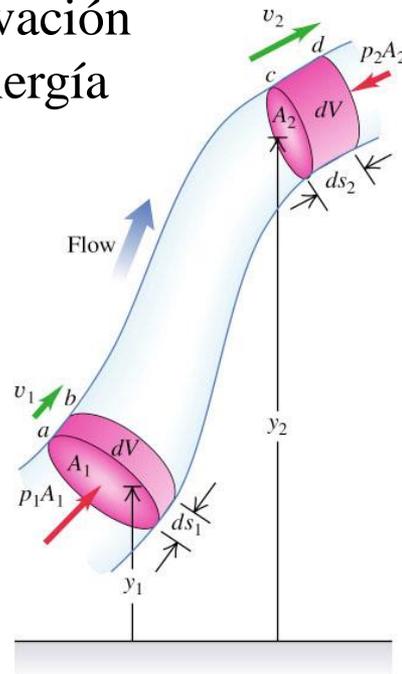
b) $g \left(m_{\text{iron}} + m_{\text{beaker}} + m_{\text{oil}} + \frac{\rho_{\text{oil}}}{\rho_{\text{iron}}} m_{\text{iron}} \right)$



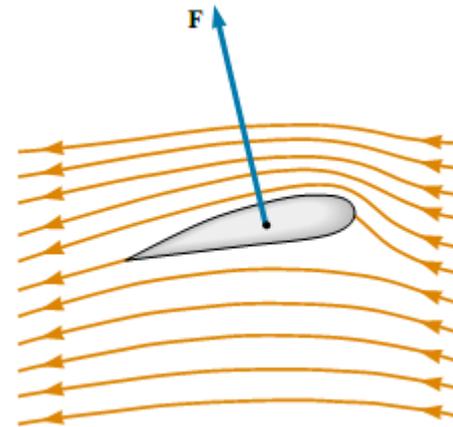
Bernoulli

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (\text{Bernoulli's equation}) \quad (14.17)$$

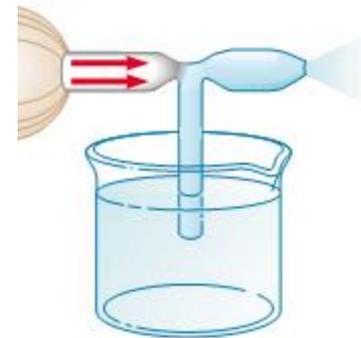
Una forma de
Conservación
de la energía



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.



Flujo
laminar



15.26 A stream of air
g over a tube dipped into a
liquida causes the liquid to rise in
the tube.

Demostración

Dado la ley de la conservación de la energía:

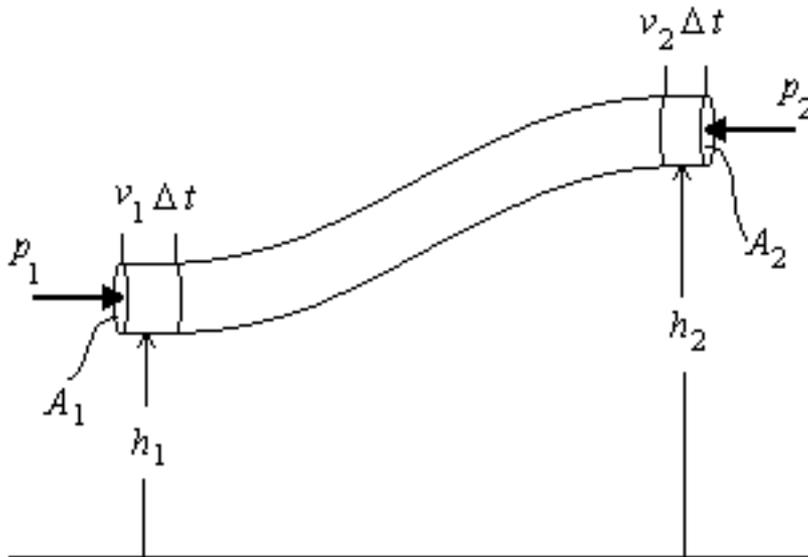
$$W_{\text{neto}} = \Delta K + \Delta U = \Delta E$$

La fuerza ejercida por la presión p_1 es: $p_1 A_1$, y el trabajo realizado por esta fuerza es:

$$W_1 = F_1 \Delta x = p_1 A_1 \Delta x_1 = p_1 V$$

similarmente para el lado derecho

$$W_2 = -F_2 \Delta x_2 = -p_2 A_2 \Delta x_2 = -p_2 V,$$



El trabajo neto es

$$W_1 + W_2 = p_1 V - p_2 V = (p_1 - p_2) V$$

ΔK es

$$\Delta K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} \rho V v_2^2 - \frac{1}{2} \rho V v_1^2$$

ΔU es

$$\Delta U = m g h_2 - m g h_1$$

simplificando

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

En otras palabras:

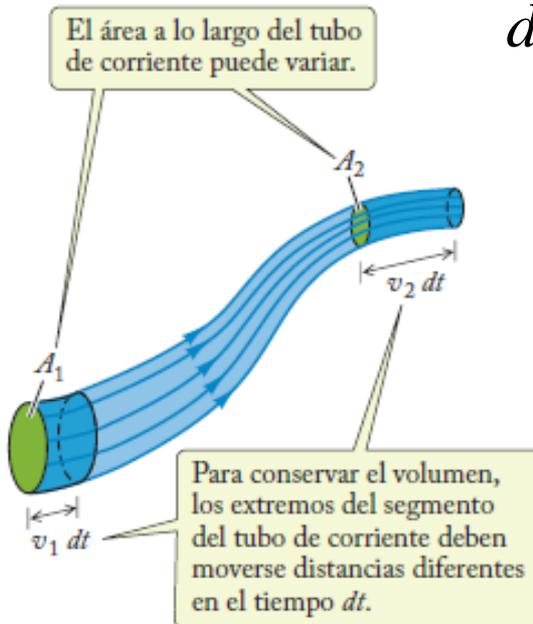
$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{constante}$$

La ecuación de Bernoulli establece que: “la suma de la presión, (p), la energía cinética por unidad de volumen ($\frac{1}{2} \rho v^2$) y la energía potencial gravitacional por unidad de volumen ($\rho g h$) tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.”

Flujo de Fluidos

Conservación de la masa

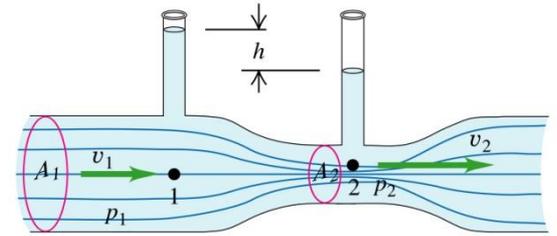
Las diversas velocidades con que circula un fluido por un tubo de corriente en régimen estacionario son inversamente proporcionales a las secciones de éste.



Razón de flujo de volumen

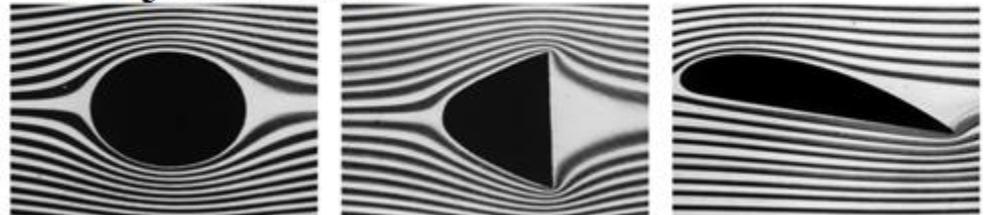
$$Q = \frac{dV}{dt} = A \cdot v$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$$



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley.

Flujo laminar



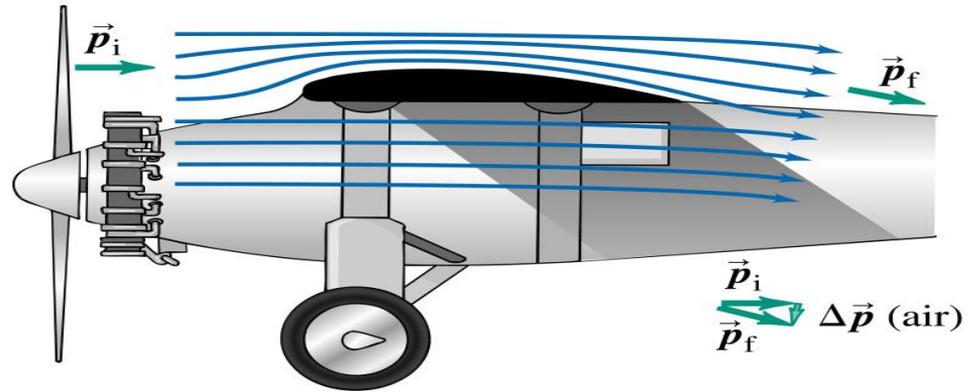
Aplicaciones

Leer sobre sustentación en el ala de un avión

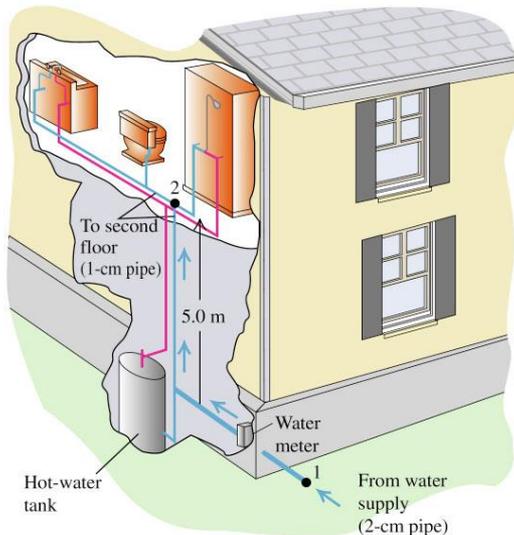
Video interesante.

Efecto Magnus/ Fútbol :

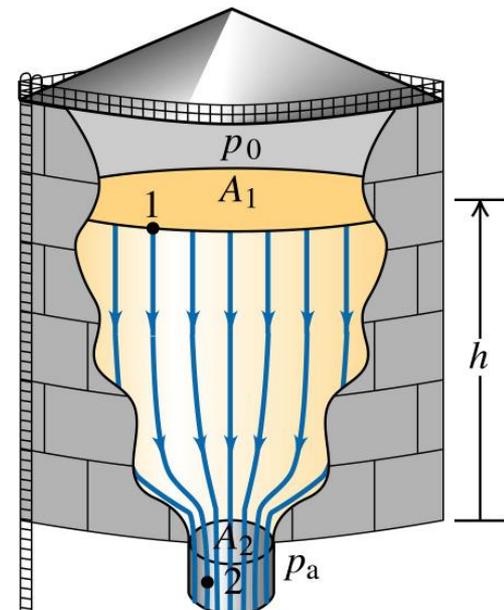
<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=qogaVPtFgr8&NR=1>



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

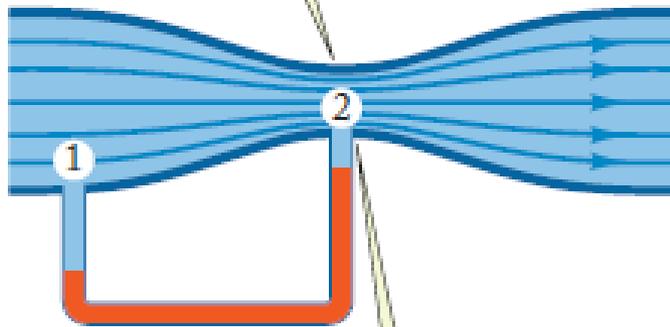


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

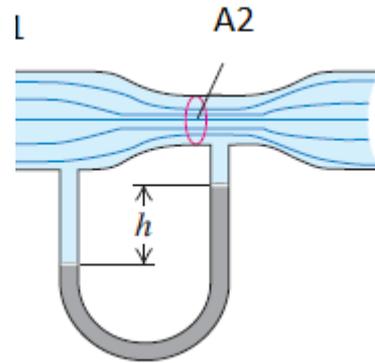
Example 1

Medidor de flujo de Venturi

La mayor velocidad en el estrechamiento (mayor densidad de líneas de corriente) implica que la presión es menor en 2 que en 1.



El manómetro mide la diferencia de presión entre los puntos 1 y 2.



$$h = \frac{\Delta P}{(\rho_1 - \rho_2)g}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_1 \left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}}$$

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

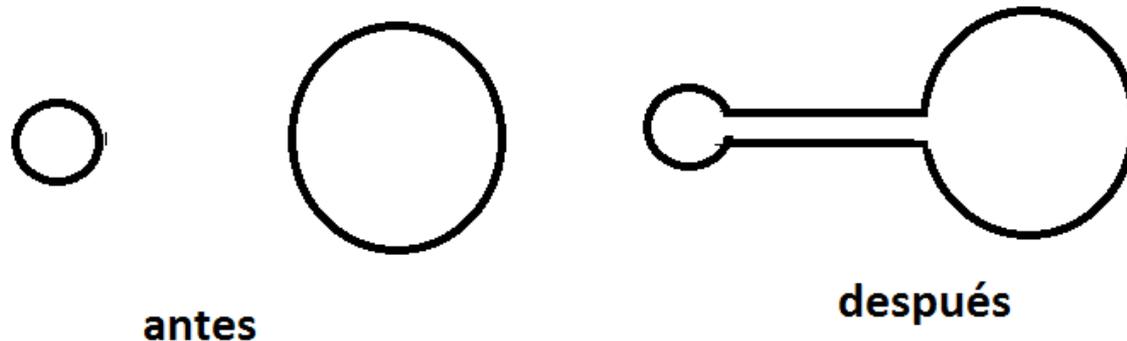
Hans C. Ohanian
Tercera edición

Pregunta: Un vaso con agua contiene un cubo de hielo flotando. Cuando el hielo se derrita, el nivel del agua:
A. Sube B. Baja C. Queda igual



Dos globos idénticos se inflan, uno más que otro. Al conectar los dos globos mediante un tubo corto (ver figura), de tal forma que no se escape el aire :

- A. Los dos globos quedan iguales
- B. El globo más pequeño se inflará y el grande se desinflará
- C. El globo más grande se inflará y el pequeño se desinflará



Ejemplo

EXAMPLE 15.10 Torricelli's Law

An enclosed tank containing a liquid of density ρ has a hole in its side at a distance y_1 from the tank's bottom (Fig. 15.23). The hole is open to the atmosphere, and its diameter is much smaller than the diameter of the tank. The air above the liquid is maintained at a pressure P . Determine the speed at

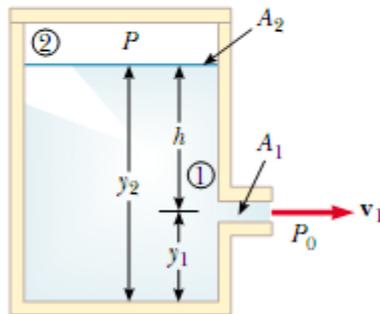


Figure 15.23 When P is much larger than atmospheric pressure P_0 , the liquid speed as the liquid passes through the hole in the side of the container is given approximately by $v_1 = \sqrt{2(P - P_0)/\rho}$.

which the liquid leaves the hole when the liquid's level is a distance h above the hole.

Solution Because $A_2 \gg A_1$, the liquid is approximately at rest at the top of the tank, where the pressure is P . Applying Bernoulli's equation to points 1 and 2 and noting that at the hole P_1 is equal to atmospheric pressure P_0 , we find that

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P + \rho g y_2$$

But $y_2 - y_1 = h$; thus, this expression reduces to

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

When P is much greater than P_0 (so that the term $2gh$ can be neglected), the exit speed of the water is mainly a function of P . If the tank is open to the atmosphere, then $P = P_0$ and $v_1 = \sqrt{2gh}$. In other words, for an open tank, the speed of liquid coming out through a hole a distance h below the surface is equal to that acquired by an object falling freely through a vertical distance h . This phenomenon is known as **Torricelli's law**.

Ejercicios

14.53 Un lanchón abierto tiene las dimensiones que se muestran en la figura 14.35. Si el lanchón está hecho con placa de acero de 4.0 cm de espesor en sus cuatro costados y el fondo, ¿qué masa de carbón (densidad aproximada 1500 kg/m^3) puede llevar el lanchón sin hundirse? ¿Hay espacio en el lanchón para contener ese carbón?

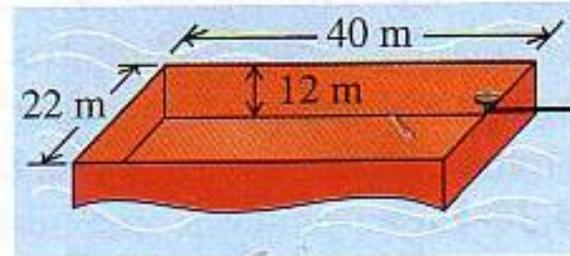


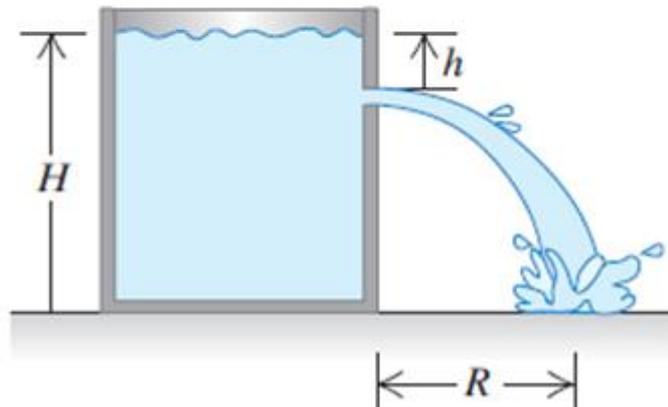
Figura 14.35 Problema 14.53.

14.56 Un cubo de hielo de 9.70 g flota en un vaso totalmente lleno con 420 cm^3 de agua. Desprecie la tensión superficial del agua y su variación de densidad con la temperatura (mientras siga líquida). a) ¿Qué volumen de agua desplaza el hielo? b) Una vez derretido el hielo, se habrá desbordado algo de agua? Si así fue, ¿cuánta? Si no, explique por qué no. c) Suponga que el agua del vaso era muy salada, con densidad de 1050 kg/m^3 . ¿Qué volumen de agua salada desplazaría el cubo de hielo de 9.70 g? d) Repita la parte (b) para el cubo de agua dulce en agua salada.

Ejercicios

Hay agua hasta una altura H en un tanque abierto grande con paredes verticales (figura). Se perfora un agujero en una pared a una profundidad h bajo la superficie del agua. a) ¿A qué distancia R del pie de la pared tocará el piso el chorro que sale?

b) ¿Para qué valor de “ h ” R es máxima?



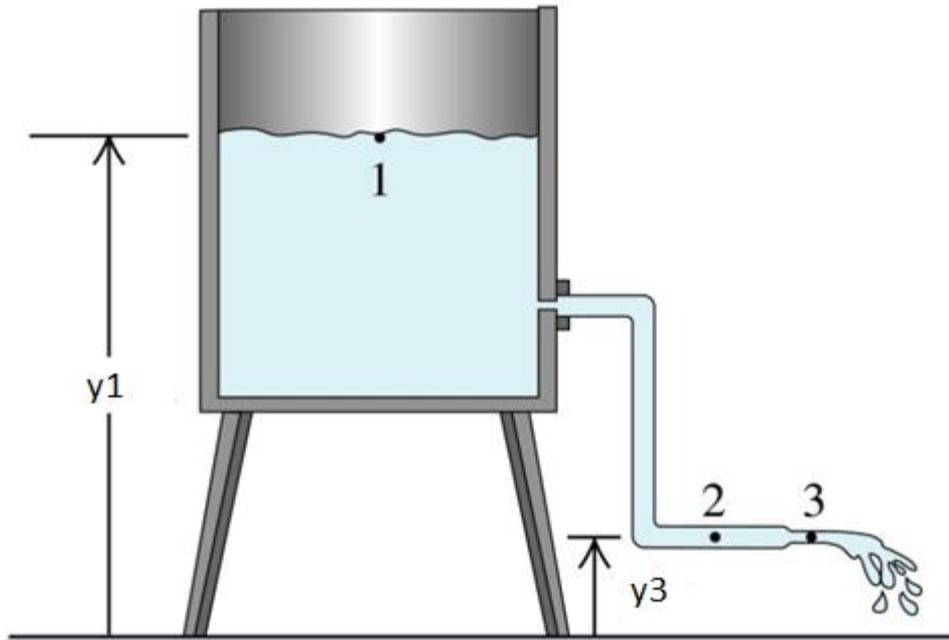
$R/$

$$2\sqrt{h(H-h)}.$$

b) $H/2$

Ejercicios

Fluye agua continuamente de un tanque abierto como en la figura. La altura del punto 1 es de “ y_1 ”, y la de los puntos 2 y 3 es de “ y_3 ”. El área transversal en el punto 2 es de A_2 ; en el punto 3 es de $A_3=A_2/3$. El área del tanque es muy grande comparada con el área transversal del tubo. Suponiendo que puede aplicarse la ecuación de Bernoulli, calcule a) la rapidez de descarga en m^3/s ; b) la presión manométrica en el punto 2



$$\text{a) } v_3 A_3 = \sqrt{2g(y_1 - y_3)} A_3 :$$

$$\text{b) } p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_3^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} \rho v_3^2 \left(1 - \left(\frac{A_3}{A_2} \right)^2 \right) = \frac{8}{9} \rho g (y_1 - y_3)$$