ESTÁTICA DE FLUIDOS

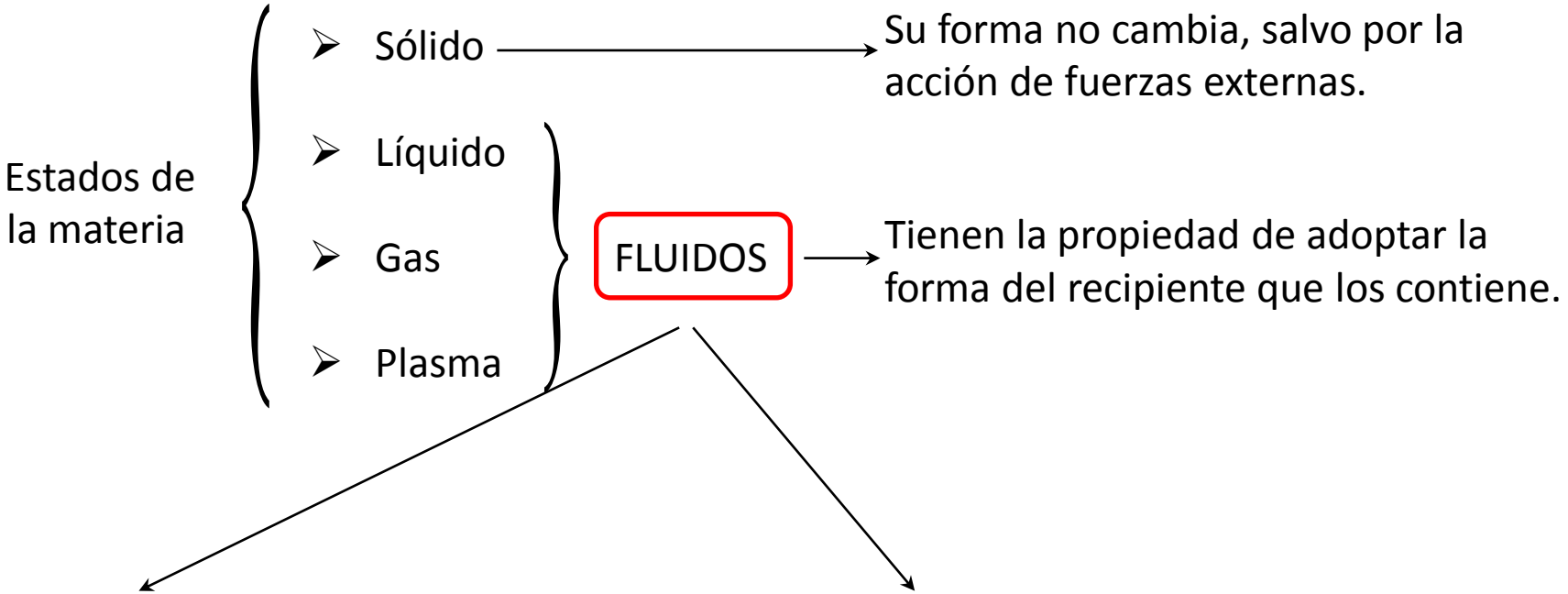
ÍNDICE

1. Concepto de fluido
2. Densidad
3. Presión en un fluido estático
4. Medida de la presión
5. Fuerza sobre una presa
6. Principio de Arquímedes

BIBLIOGRAFÍA:

Cap. 13 del Tipler–Mosca, vol. 1, 5ª ed.
Cap. 14 del Serway–Jewett, vol. 1, 7ª ed.
Cap. 15 del Gettys-Frederick-Keller.

1. CONCEPTO DE FLUIDO



Líquidos: Son muy poco compresibles, al igual que los sólidos, pero les diferencia de éstos su fácil adaptación al recipiente que los contiene, adoptando su forma.

Gases y plasmas: Muy compresibles (ocupan todo el espacio disponible).

2. DENSIDAD

Se define como el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa:

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

Dimensiones de densidad: $[\rho] = [m/V] = \mathrm{ML}^{-3}$

Unidades en el S. I. : kg/m^3.

Los sólidos y líquidos son muy poco compresibles. $\Longleftrightarrow$ En sólidos y líquidos, la densidad apenas varía con la presión y/o la temperatura.

Los gases (y plasmas) son muy compresibles. $\Longleftrightarrow$ En gases, la densidad depende fuertemente de la presión y/o la temperatura.

2. DENSIDAD

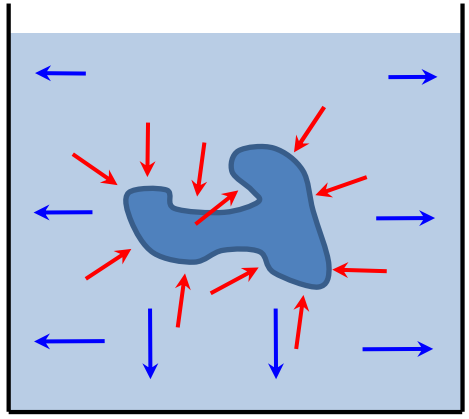
Tabla de densidades de diferentes materiales:

Material	Densidad (kg/m^3)
Aceite	920
Acero	7850
Agua (4^o C)	1000
Agua de mar	1027
Agujero negro (valor teórico)	4×10^{17}
Aire (25^o C, 1atm)	1.2
Alcohol etílico	780
Aluminio	2700
Bronce	8400
Cobre	8940
Cuerpo humano	950
Diamante	3515
Espacio interestelar	3×10^{-22}
Gasolina	680
Glicerina	1260

Material	Densidad (kg/m^3)
Helio	0.179
Hidrógeno	0.09
Hielo	920
Hormigón	2400
Hueso	1800
Madera	700
Mercurio	13600
Oro	19300
Platino	21400
Plomo	11300
Roca (promedio)	2800
Sangre	1070
Sol (promedio)	1400
Tierra (promedio)	5500
Vapor de agua (100^o C)	0.6

3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

Se define presión como el cociente entre la componente normal de la fuerza sobre una superficie y el área de dicha superficie:



La fuerza que ejerce un fluido en equilibrio sobre un cuerpo sumergido en cualquier punto es perpendicular a la superficie del cuerpo.

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

Dimensiones de presión: $[P] = [F/S] = \mathrm{ML^{-1}T^{-2}}$

Unidades S. I. : kg/(ms^2) = N/m^2 = Pascal (Pa).

Presión en función de la profundidad:
(en líquidos)

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

Ecuación fundamental de la hidrostática.

- ρ es la densidad del líquido.
- g es la aceleración de la gravedad.
- h es la distancia vertical entre el punto a presión P_0 (en la parte superior) y el punto a presión P (en la parte inferior).

Otras unidades de presión:

1 bar = 10^5 Pa (1 mbar = 10^3 Pa).
1 atmósfera = 101300 Pa.
1 atmósfera = 1.013 bar = 1013 mbar.
1 atmósfera = 760 mm Hg = 760 torr.

3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

Problema

¿Cuánto vale la presión hidrostática en el mar a una profundidad de 100 metros?

Datos: Densidad del agua marina: ρ = 1.027 g/cm^3.
g = 9.8 m/s^2.
Suponer que la presión en la superficie es de 1 atm = 101300 Pa.

3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

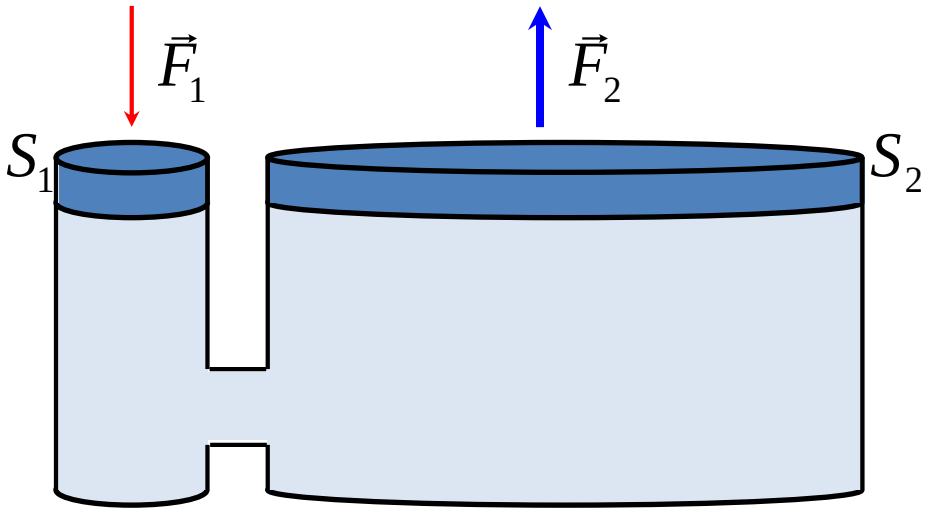
Principio de Pascal

Un cambio de presión aplicado a un líquido encerrado en el interior de un recipiente se transmite por igual a todos los puntos del líquido y a las propias paredes del recipiente.

1623-1662

Ejemplo: Prensa hidráulica.

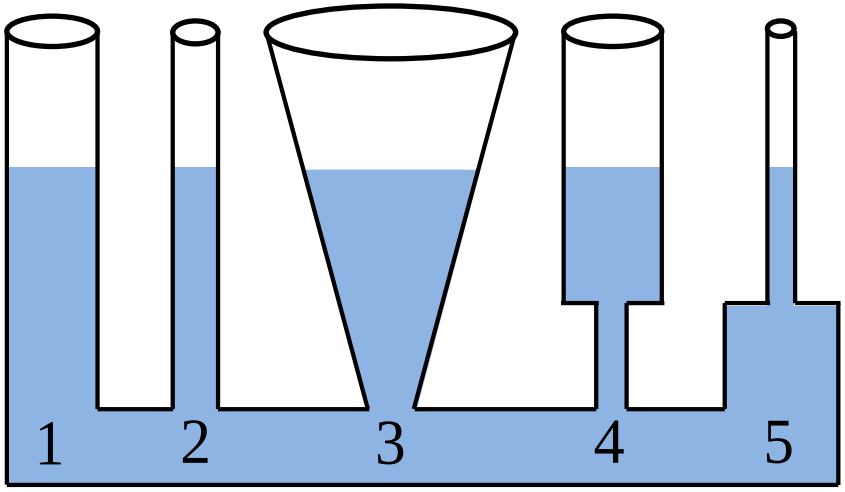
El émbolo grande de la prensa tiene un radio de 50 cm. ¿Qué radio debe tener el émbolo pequeño para poder elevar una masa de 2000 kg aplicando sobre él una fuerza de 200 N?



3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

Paradoja hidrostática:

En un recipiente formado por secciones de diferentes formas, la presión sólo depende de la profundidad del agua, no de la forma del recipiente.

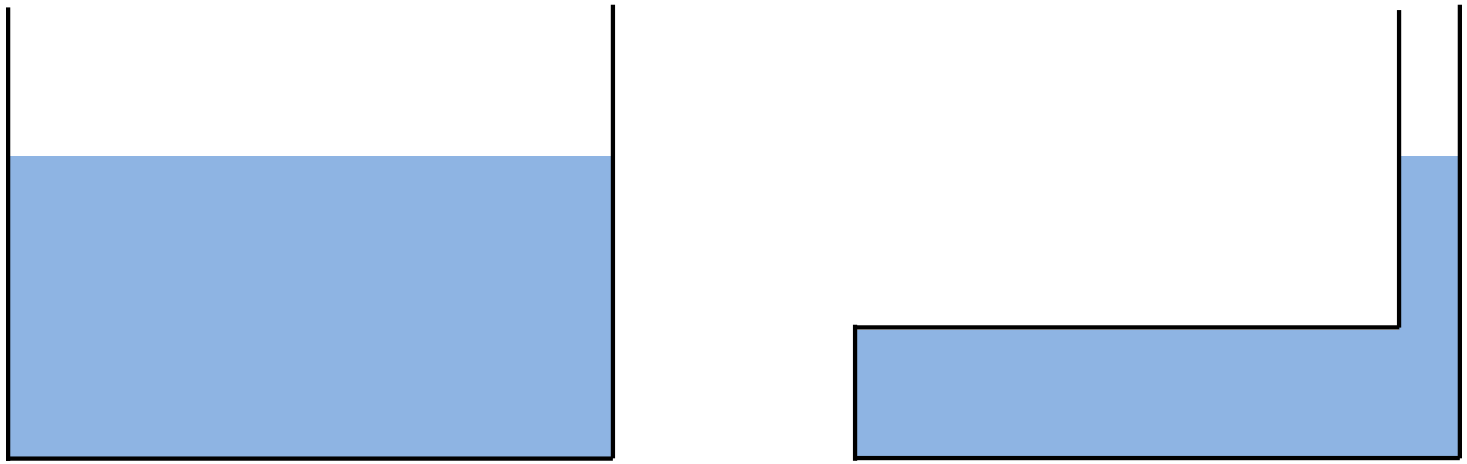


$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$$

3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

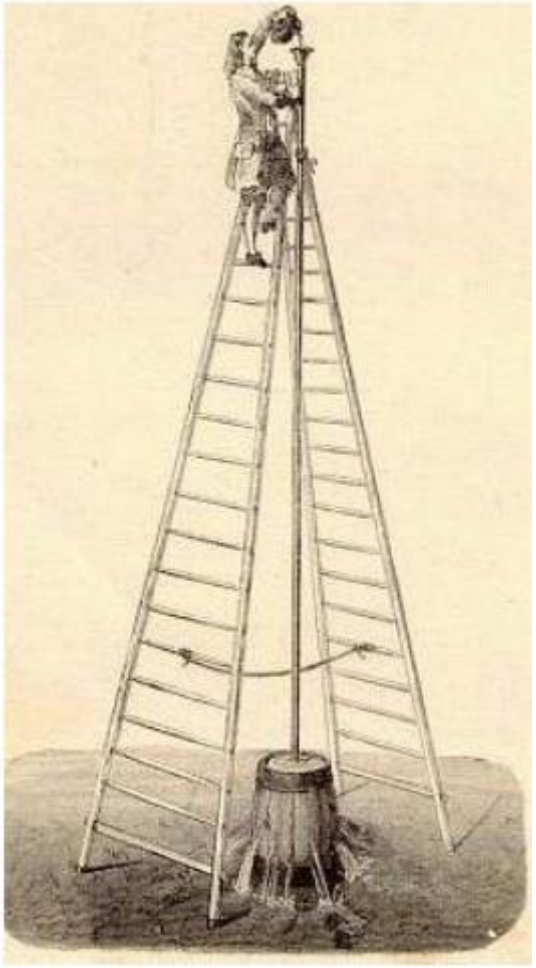
Ejercicio

¿En cual de los recipientes es mayor la presión sobre el fondo?



3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

El barril de Pascal



http://www.profisica.cl/fisica-en-lo-cotidiano/fisica-bien-condimentada/189-el-barril-de-pascal

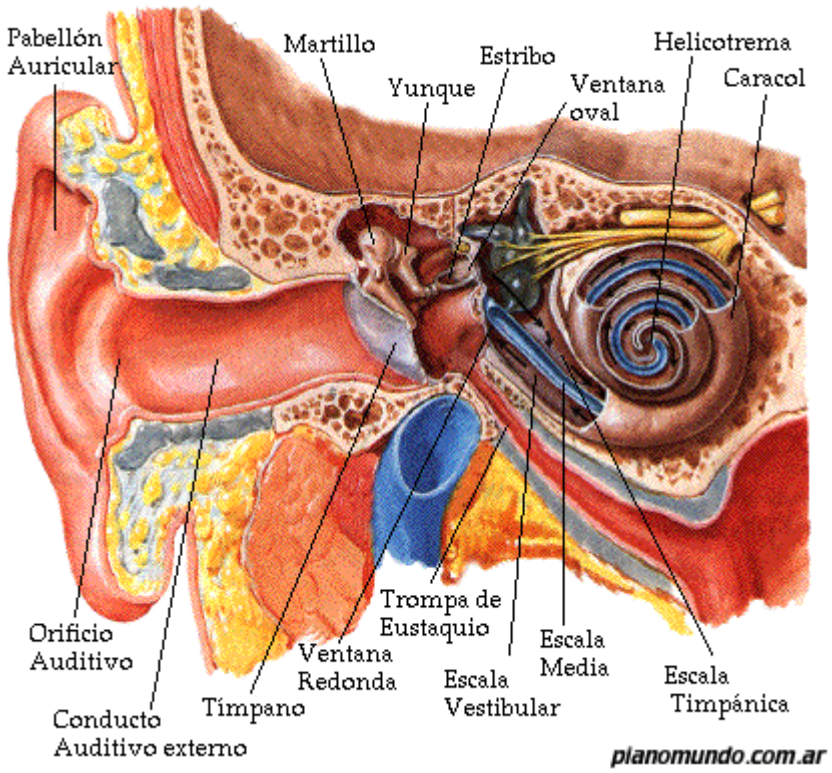
3. PRESIÓN EN UN FLUIDO ESTÁTICO

Problema

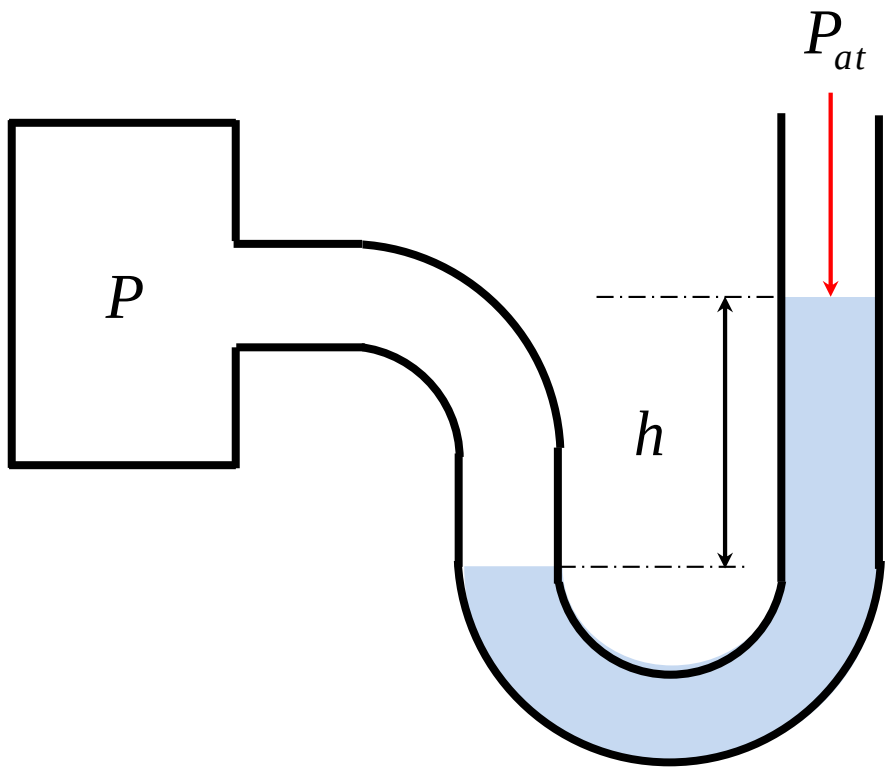
El tímpano separa herméticamente el oído externo del oído medio. Si en el oído medio el aire está encerrado a la presión atmosférica a nivel del mar:

a) ¿cuál es la fuerza sobre el tímpano si subimos a 2000 m de altura?
b) ¿Qué sistema utiliza el cuerpo humano para evitar este problema?

Densidad del aire: ρ_{aire} = 1.2 kg/m^3.
Área del tímpano: A = 1 cm^2.



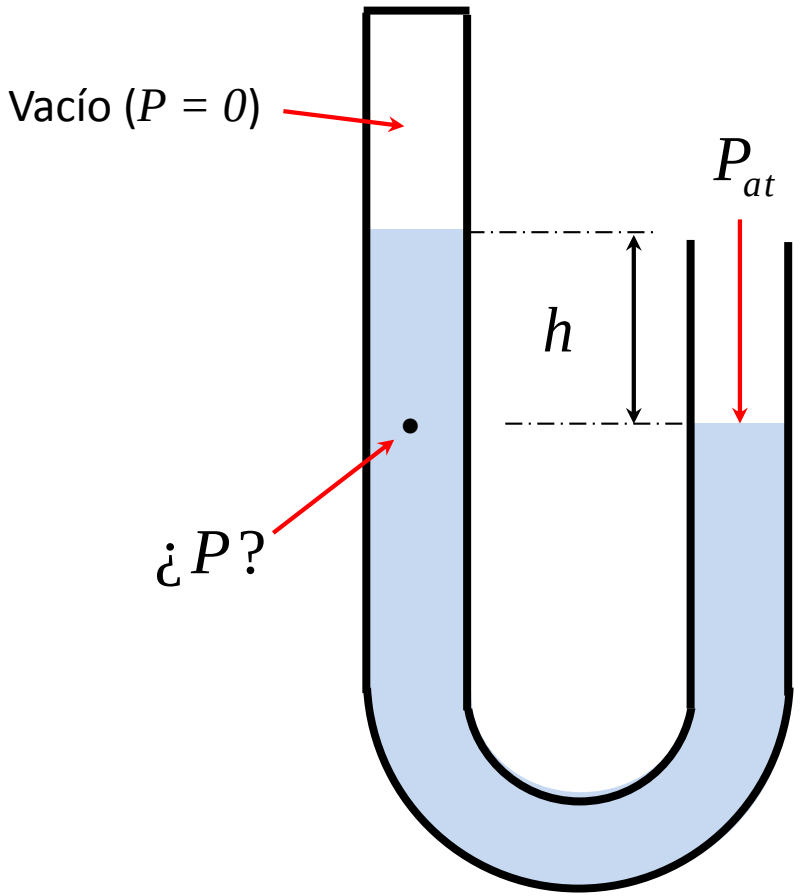
4. MEDIDA DE LA PRESIÓN



$$P = P_{at} + \underbrace{\rho g h}$$

Presión manométrica

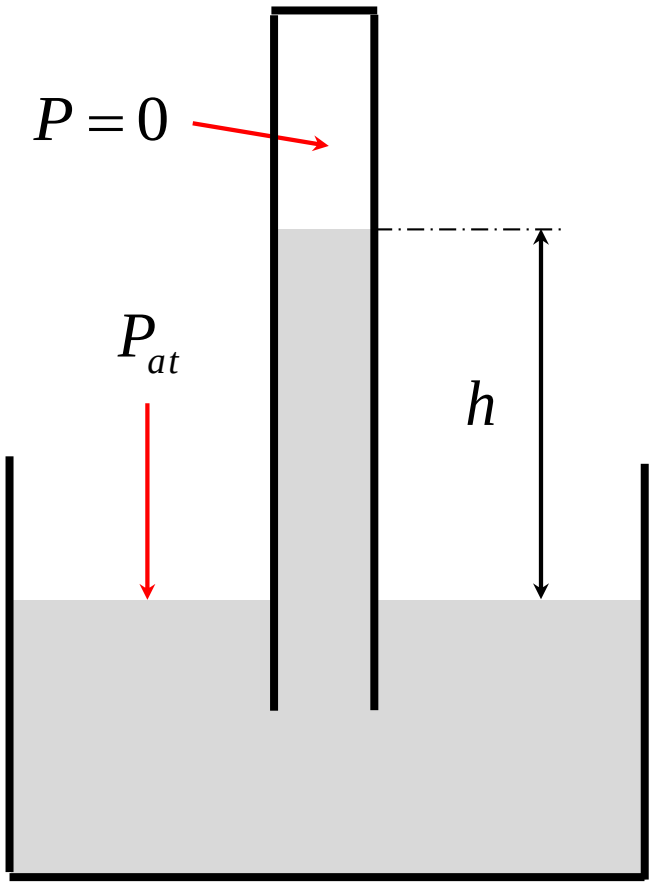
4. MEDIDA DE LA PRESIÓN



$$P = P_{atm} = \rho g h$$

4. MEDIDA DE LA PRESIÓN

Experiencia de Torricelli



1608-1647

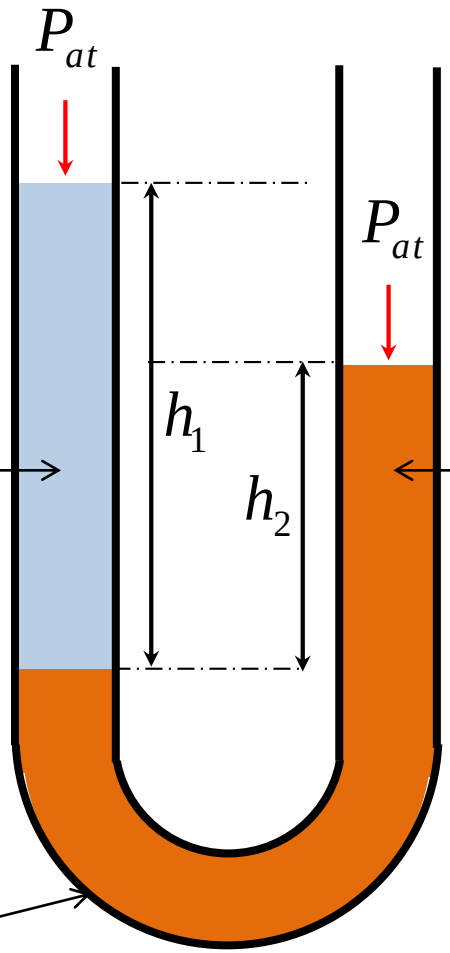
h = 76 cm de Hg al nivel de mar.

$\rho_{Hg} = 13.6\ \text{g/cm}^3$

$P_{at} = \rho g h = 13600 \times 9.8 \times 0.76 = 101300$ Pa.

4. MEDIDA DE LA PRESIÓN

Líquidos no miscibles en un tubo en forma de U



Líquido 1
(menos denso)

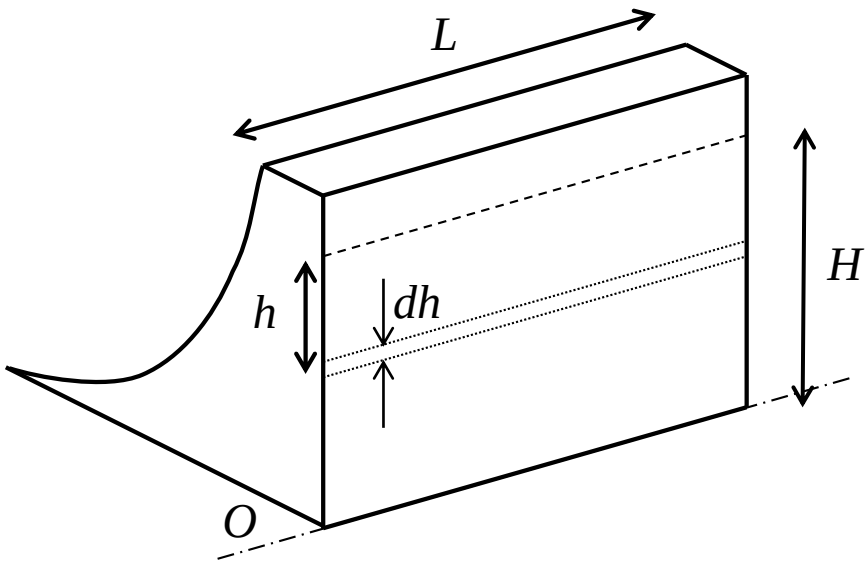
Líquido 2
(más denso)

$\rho_2 > \rho_1$

Separación
entre líquidos

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

5. FUERZA SOBRE UNA PRESA



¿Cuanto vale la fuerza horizontal sobre la presa?

$$dF = PdS = \rho g h L dh$$

$$\left\{ \begin{matrix} P = \rho g h \\ dS = L dh \end{matrix} \right\}$$

$$F = \int_{h=0}^{h=H} \rho g h L dh = \frac{1}{2} \rho g L H^2$$

¿Cuanto vale el momento de la fuerza respecto al eje que pasa por el punto *O* y es paralelo al ancho de la presa?

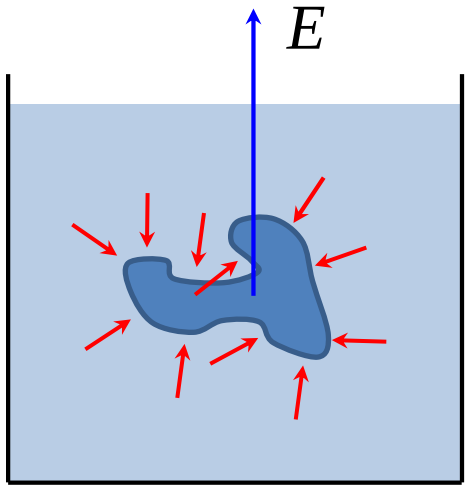
$$dM = (H-h) PdS = (H-h) \rho g h L dh \quad \Rightarrow \quad M = \int_{h=0}^{h=H} dM = \frac{1}{6} \rho g L H^3$$

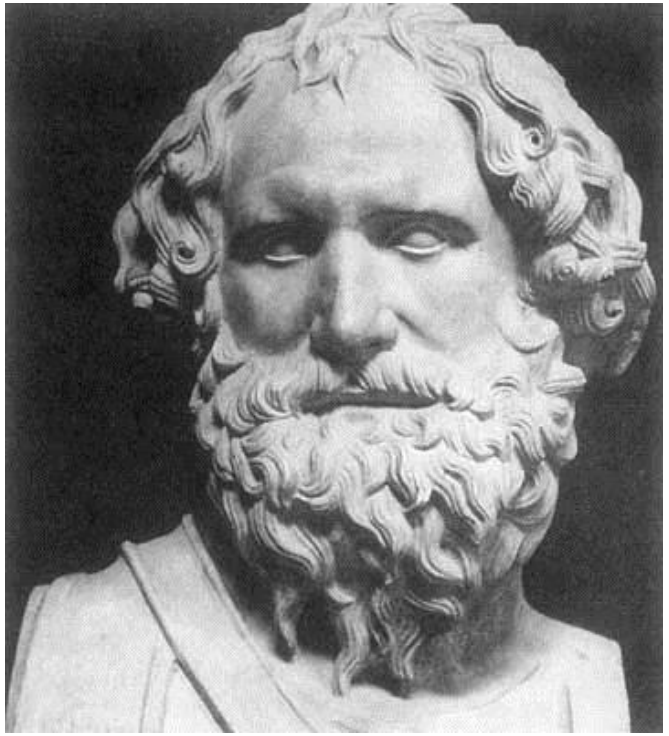
¿Dónde se encuentra la línea de acción de la fuerza equivalente?

$$F d_p = M \quad \Rightarrow \quad d_p = H/3$$

6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascensional igual al peso del fluido que desaloja.





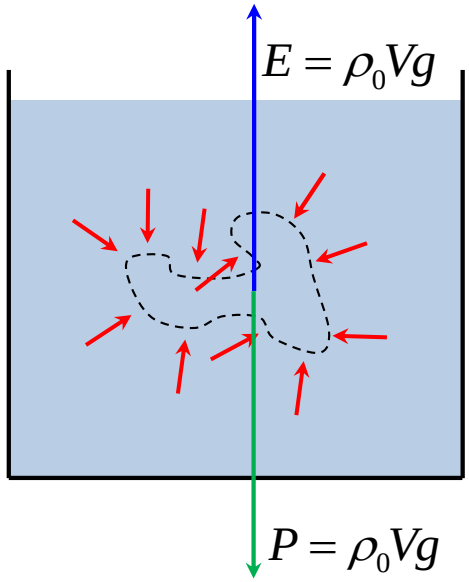
287 a. C.-212 a. C.

Empuje

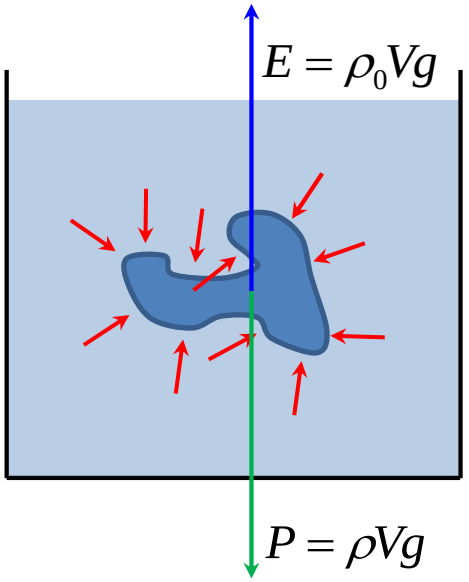
$$E = \rho_{\text{fluido}} V_{\text{cuerpo}} g$$

La fuerza de empuje se aplica en el centro de gravedad del fluido desalojado.

6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES



La superficie cerrada discontinua contiene un determinado volumen del líquido.



La misma superficie cerrada contiene un cuerpo cualquiera (en el mismo volumen).

$$P_a = P - E = \rho Vg - \rho_0 Vg = (\rho - \rho_0)Vg$$

El peso aparente (P_a) es el peso que tiene el cuerpo sumergido en el fluido.

1) $\rho > \rho_0 \Rightarrow P > E \Rightarrow$ se hunde

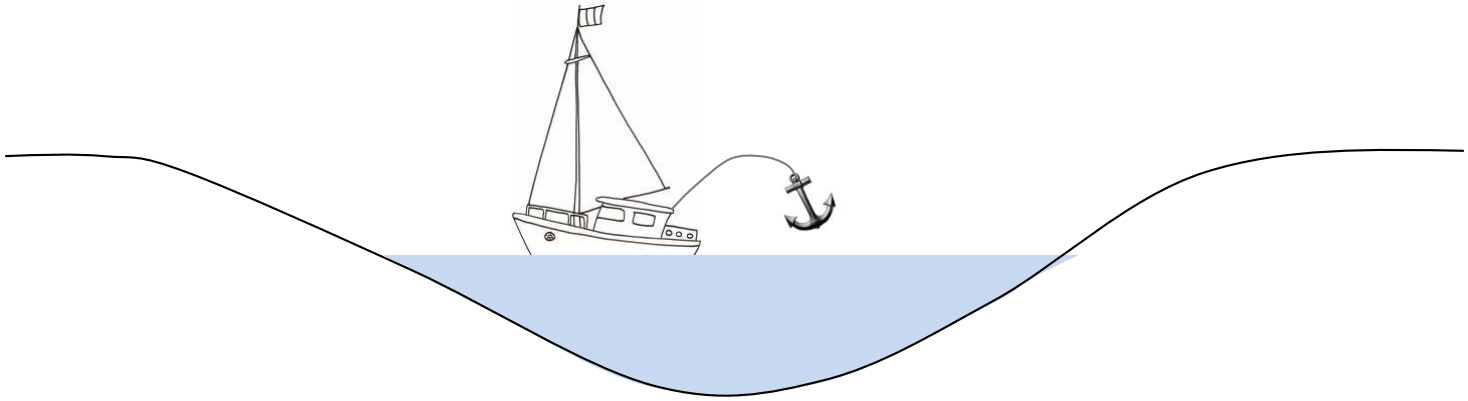
2) $\rho < \rho_0 \Rightarrow P < E \Rightarrow$ flota

3) $\rho = \rho_0 \Rightarrow P = E \Rightarrow$ equilibrio

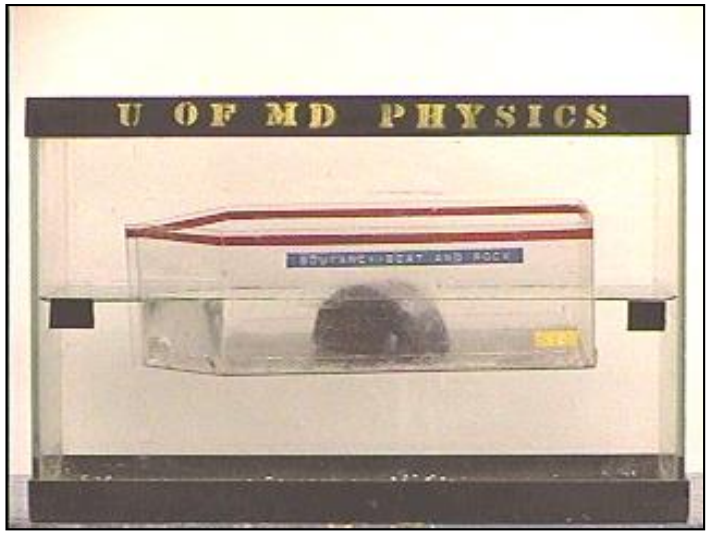
6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

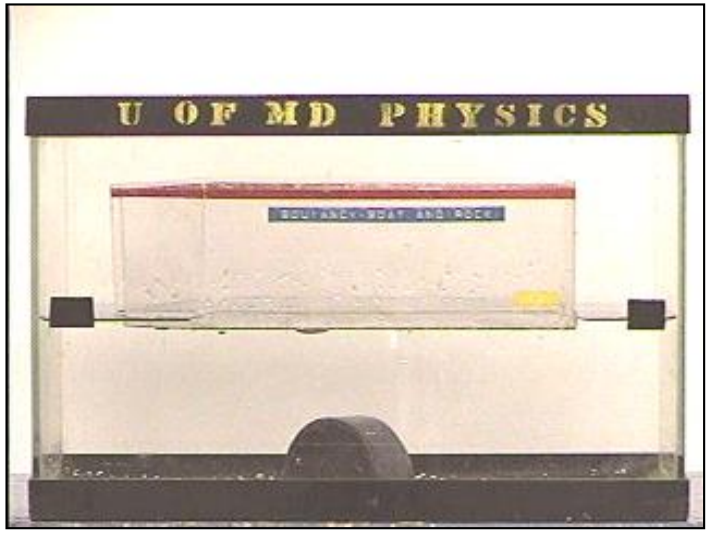
Ejercicio

Un pescador tiene en su bote un ancla de hierro y se encuentra en un lago muy pequeño. Si lanza el ancla al fondo, ¿asciende, desciende o permanece igual el nivel del agua en el lago?



6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

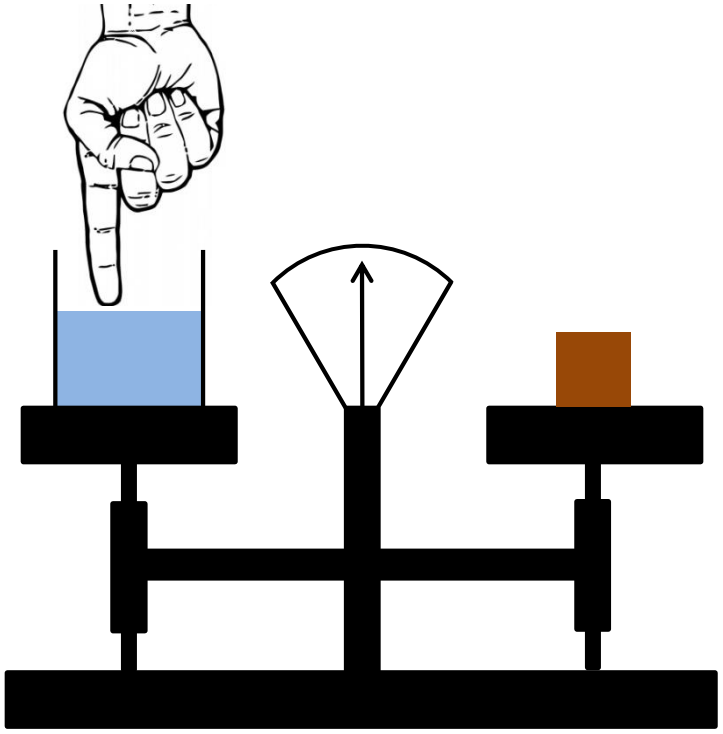




6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Ejercicio

Un vaso con agua se encuentra en equilibrio con una pesa, ¿se mantiene el equilibrio al introducir un dedo en el agua?



6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Problema

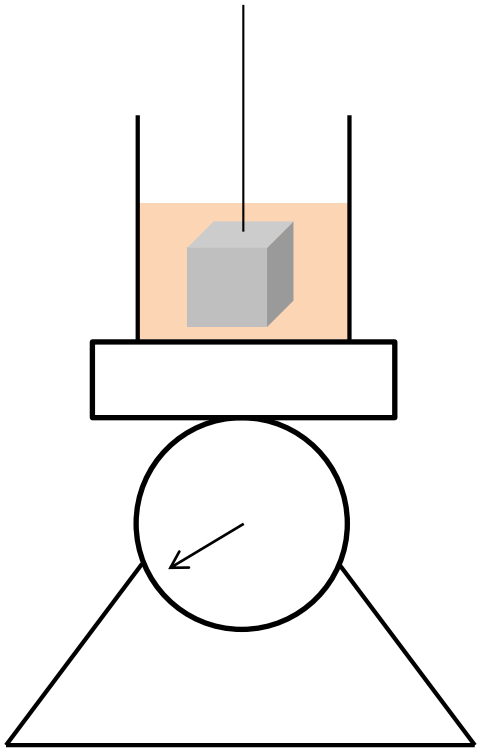
Un depósito que contiene aceite pesa 160 Kp al colocarlo sobre una báscula. Se sumerge en el aceite colgado de un hilo un cubo de aluminio de 20 cm de arista, tal como se muestra en la figura.

1) ¿Cuál será el valor de la tensión de la cuerda?

2) ¿Qué lectura indicará la báscula?

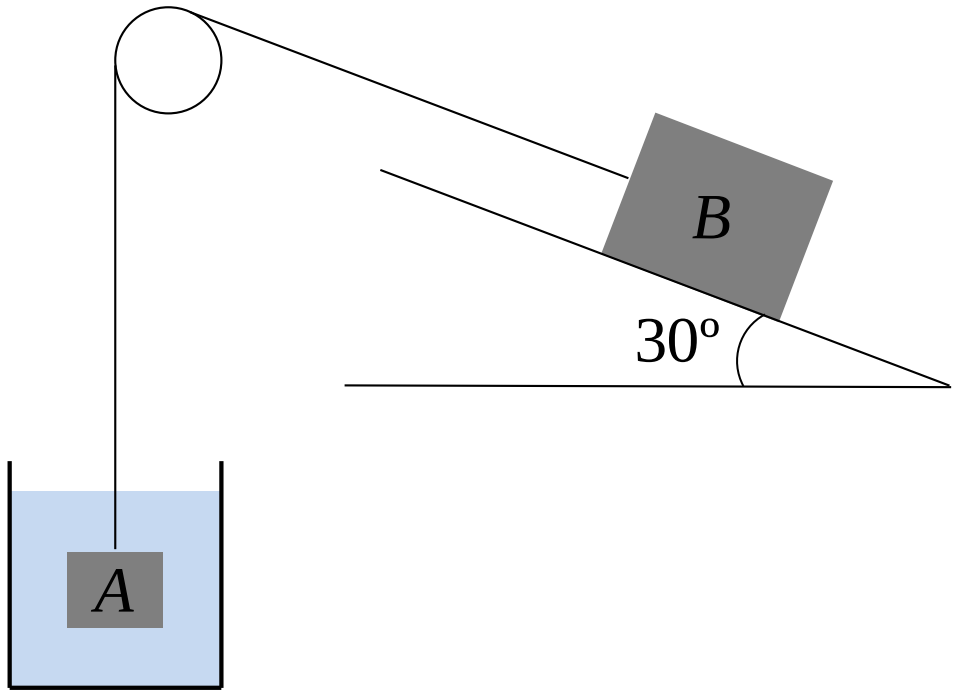
Densidad del aire: ρ_{aceite} = 800 kg/m^3.

Densidad del aluminio: $\rho_{aluminio}$ = 2700 kg/m^3.



6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Problema

Hallar la aceleración de B y la tensión de la cuerda que tira del cuerpo A mientras éste se mueve dentro del agua. Suponer que no hay rozamiento entre el bloque B y el plano inclinado. Cuando el cuerpo A salga del agua, ¿aumentará o disminuirá dicha tensión?

M_A = 2 kg.
M_B = 10 kg.
M_{Polea} = 4 kg.
$\rho_A = 2\rho_{Agua}$