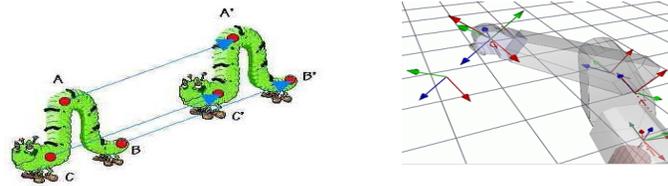


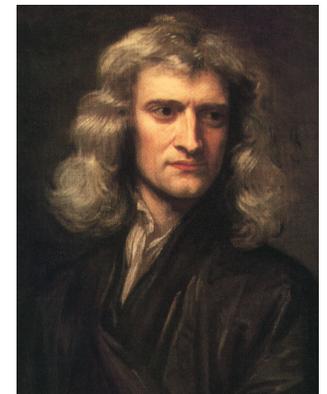
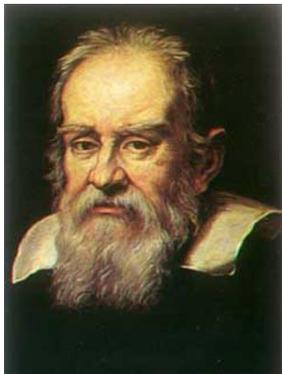


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE FISICA

FISICA GENERAL FIS1503



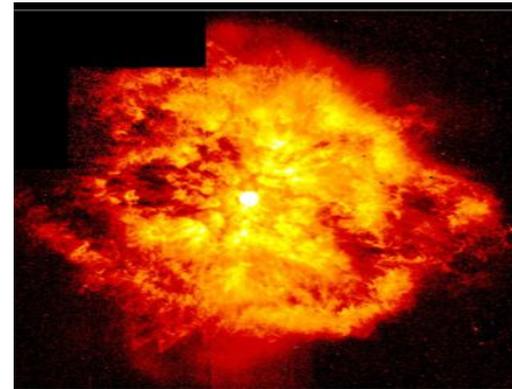
Dr. José Mejía López
Física Teórica, segundo piso
Anexo 7149
jmejia@puc.cl



Capítulo 9

Fluidos

Se entiende por fluido a las sustancias que tienen la capacidad de escurrir, de fluir, que no posee la capacidad de conservar su forma ante la presencia de fuerzas cortantes (líquidos y gases).



Existe otra fase en la que se puede encontrar a una sustancia, denominada plasma; en esta fase, los átomos están ionizados

Existen hoy día un número elevado de aplicaciones tecnológicas del plasma, en sistemas de iluminación, en sistemas de televisión y computación (display), etc,

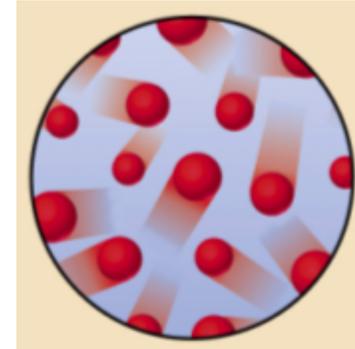
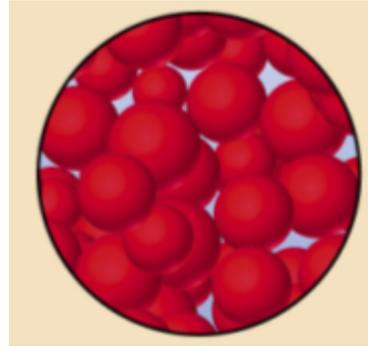
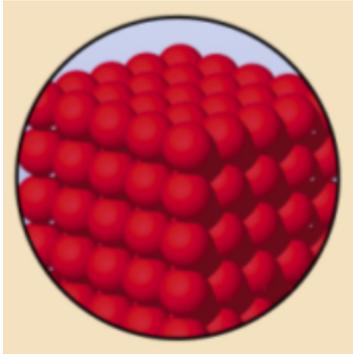


Lámpara de arco de plasma de alta intensidad de OSRAM



“Plasmavision SlimScreen” modelo PDS4222 de Fujitsu

La explicación de las características de cada fase está dada por la magnitud de las fuerzas de interacción entre sus moléculas, las que a su vez, dependen de la separación entre ellas.



**Fuerzas
intermoleculares**

**Resisten fuerzas
externas**

sólidos

**Grandes (cristalinos o
amorfos)**

**Normales y
tangenciales**

líquidos

**Pequeñas
(incompresibles)**

**Solo
normales**

fluidos

gases

**muy débiles
(compresibles)**

densidad

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

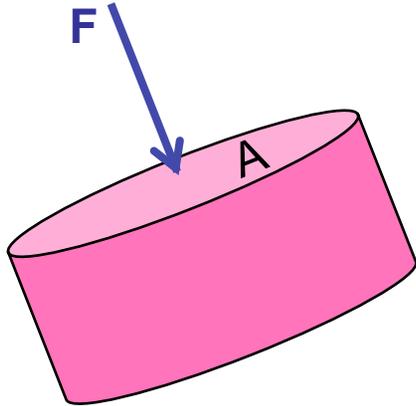
En el caso de densidad homogénea (constante)

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

sólidos y otros	ρ g/cm ³	líquidos	ρ g/cm ³	gases	ρ g/cm ³ ($\times 10^{-3}$)
Aluminio	2,7	Mercurio	13,6	Hidrógeno	0,0899
Hierro, Acero	7,8	Agua de mar	1,025	Oxígeno	1,43
Cobre	8,9	Agua (100°C, 1 atm)	0,958	Helio	0,179
Plomo	11,3	Agua (0°C, 50 atm)	1,002	Anhídrido carbónico	1,977
Oro	19,3	Glicerina	1,26	Aire	1,293
Platino	21,4	Alcohol etílico	0,81	Aire (100°C, 1 atm)	0,95
Núcleo tierra	9,5	Aceite de oliva	0,92		
Núcleo del sol	1600	Gasolina	0,66		
Plata	10,5	Benceno	0,90		
Hielo	0,92	Sangre (25 °C)	1,060		
Granito	2,6				
Madera (pino)	0,42				

Presión

Se entiende por presión sobre una superficie a la fuerza por unidad de área que actúa perpendicularmente a la superficie

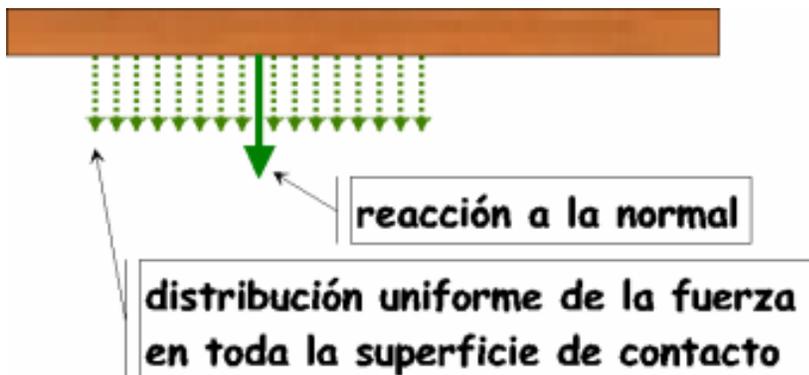
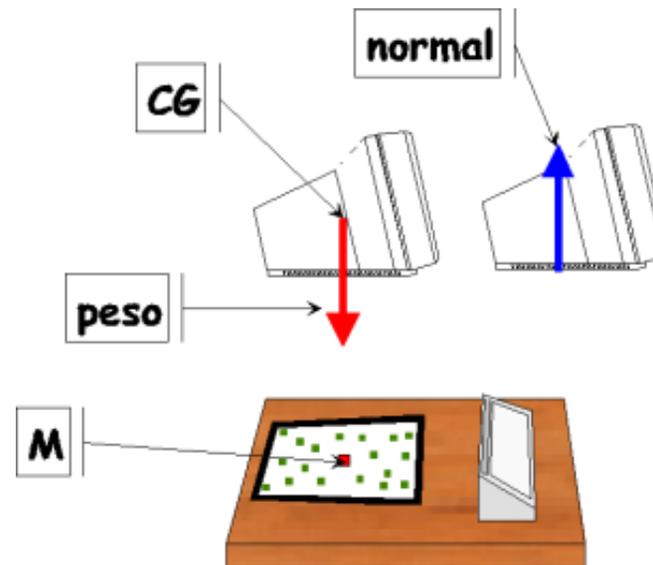


$$P = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

$$[P] = \frac{N}{m^2} = \text{Pascal}$$

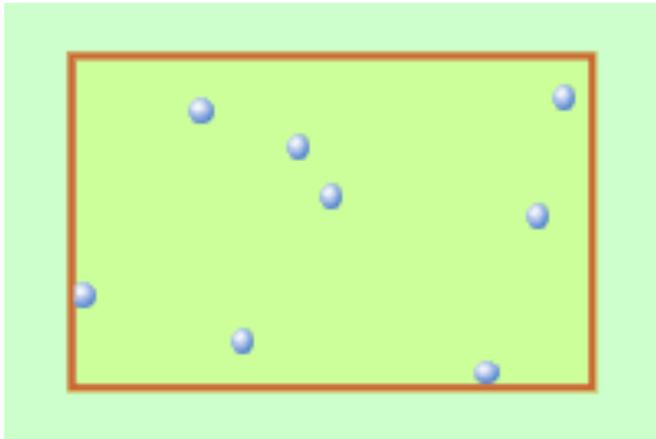
1 Pa = 1 N/m ²
1 psi = 6,9 X 10 ³ Pa
1 mm Hg = 132,89 Pa
1 atm = 1,01 X 10 ⁵ Pa = 14,7 psi
1 bar = 10 ⁵ Pa
1 kf/cm ² = 14,2 psi = 0,976 X 10 ⁵ Pa
1 torr = 133,32 Pa

Presión en sólidos

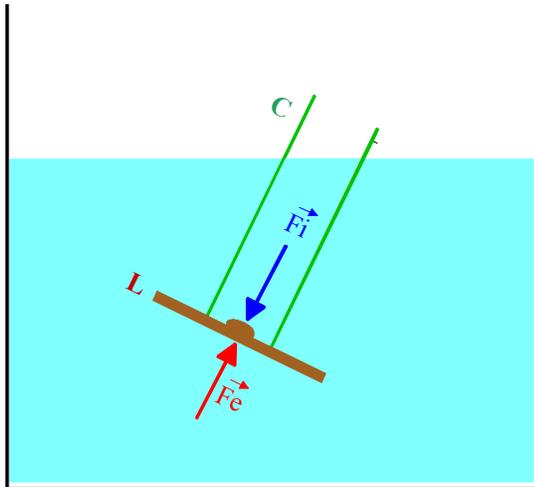


$$P_{\text{sobre la mesa}} = \frac{F_{\text{sobre la mesa}}}{A_{\text{de contacto}}}$$

Presión en líquidos



Microscópicamente, la presión ejercido por un fluido sobre una superficie en contacto con él es causada por colisiones de moléculas del fluido con la superficie.

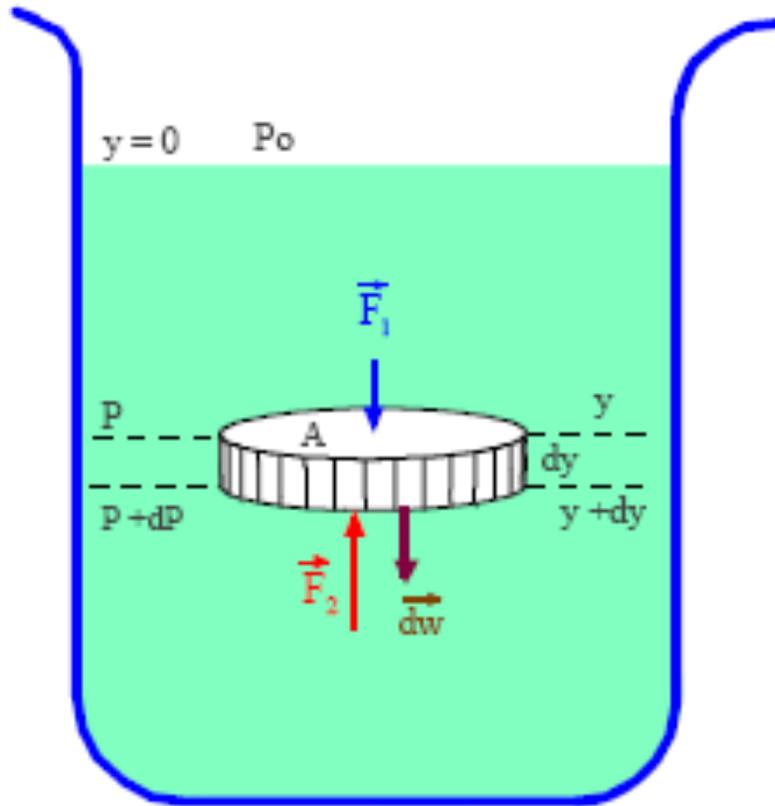


En el interior de un fluido sobre cualquier superficie S muy pequeña existen dos fuerzas normales iguales y contrarias (producto de la acción de la masa de fluido sobre una de sus caras, y de la reacción de la masa de fluido en la otra cara) **independientes de la orientación de la superficie** alrededor de un punto determinado

=> cuando un **fluido está en reposo**, la **presión en un punto determinado, debe ser igual en todas direcciones**

Si no lo fuera así, habría una fuerza neta sobre el elemento del fluido en ese punto y por tanto fluiría, lo que no ocurre.

Hidrostática: Variación de la presión con la profundidad



$$F_1 = PA$$

$$F_2 = (P + \Delta P)A$$

$$\Delta w = (\Delta m)g = \rho g \Delta V = \rho g A \Delta y$$

Primera ley de Newton:

$$(P + \Delta P)A - PA - \rho g A \Delta y = 0$$

$$\Rightarrow \Delta P = \rho g \Delta y$$

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

Presión manométrica

$$P - P_0 = \rho g y$$

Atmósfera

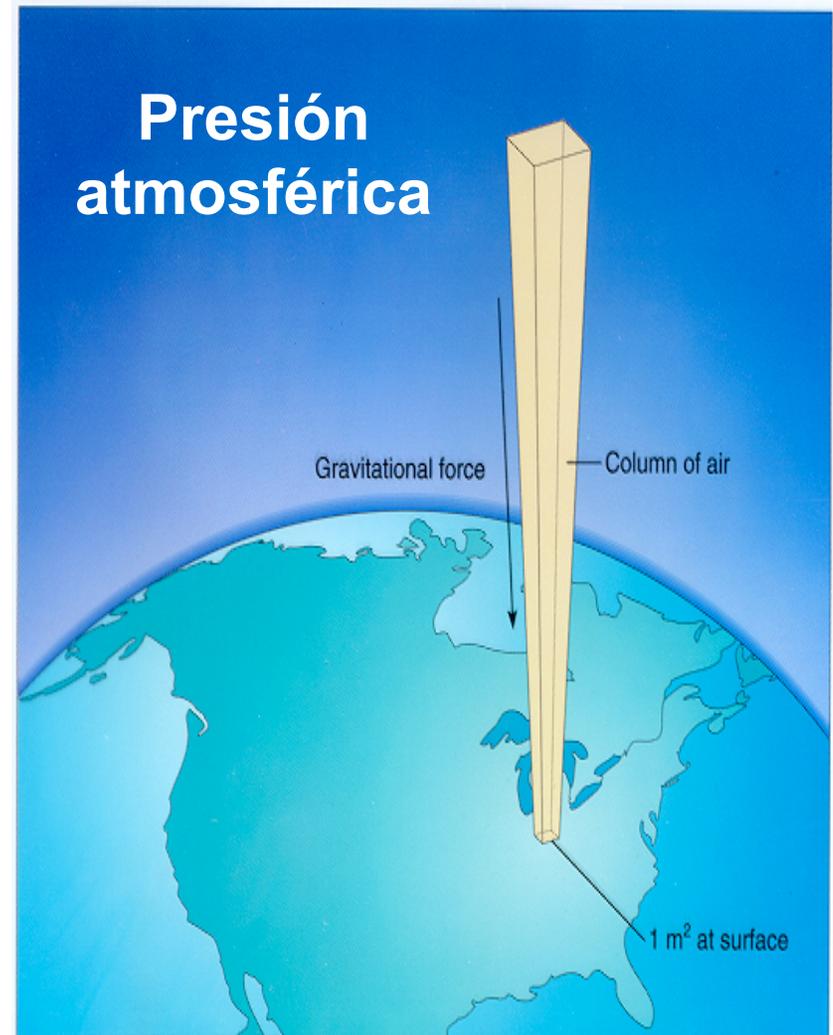
Nitrógeno (N_2) : 78%

Oxígeno (O_2) : 21%

Argón (Ar) : 0,93%

Dióxido de Carbono (CO_2) : 0,03%

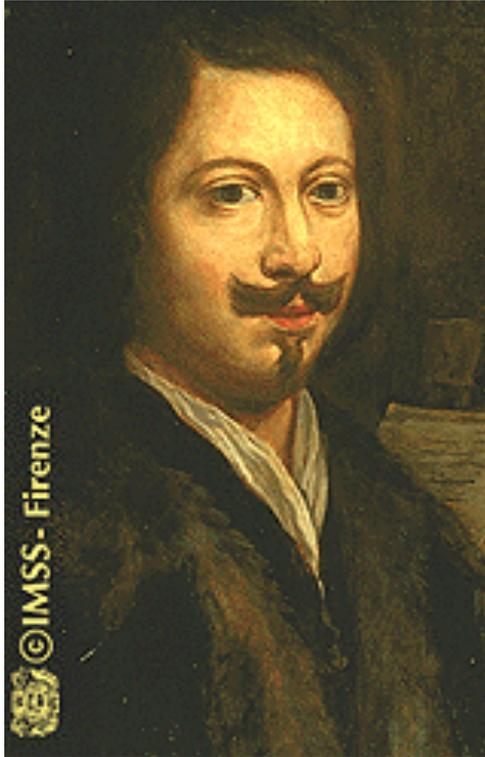
Cantidades muy pequeñas (trazas) de Hidrógeno (H_2), Ozono (O_3), Metano (CH_4), Monóxido de Carbono (CO), Helio (He), Neón (Ne), Kriptón (Kr). Xenón (Xe) y cantidades variables de vapor de agua.



Presión Atmosférica Standard

Presión	Altura aproximada	Temperatura aproximada
Nivel del mar	0 m	15°C
1000 mb	100 m	15 °C
850 mb	1500 m	05 °C
700 mb	3000 m	-05 °C
500 mb	5000 m	-20 °C
300 mb	9000 m	-45 °C
200 mb	12000 m	-55 °C
100 mb	16000 m	-56 °C

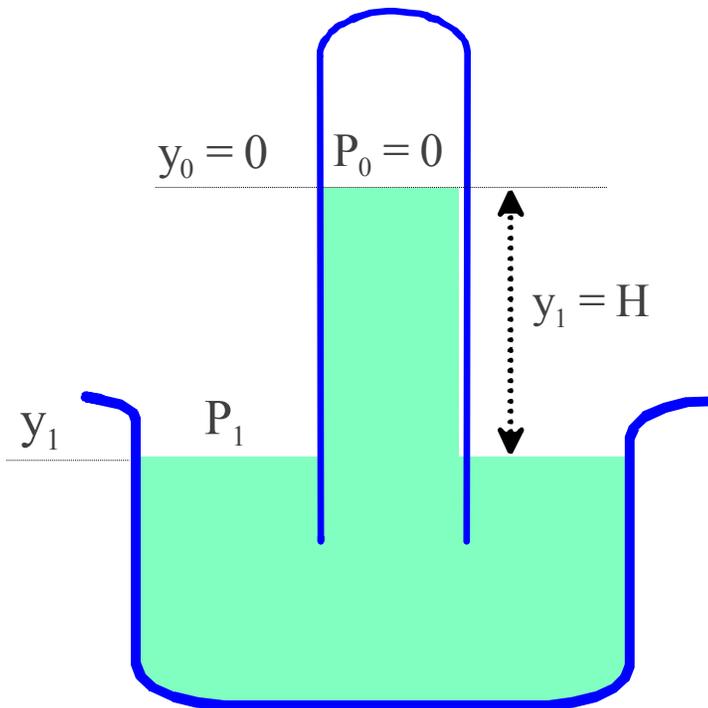
Instrumentos para medir presión



Evangelista Torricelli
(estudiante de Galileo)
en 1643.

Barómetros





$$P_1 = P_0 + \rho g y_1$$

$$P_1 = \rho g H$$

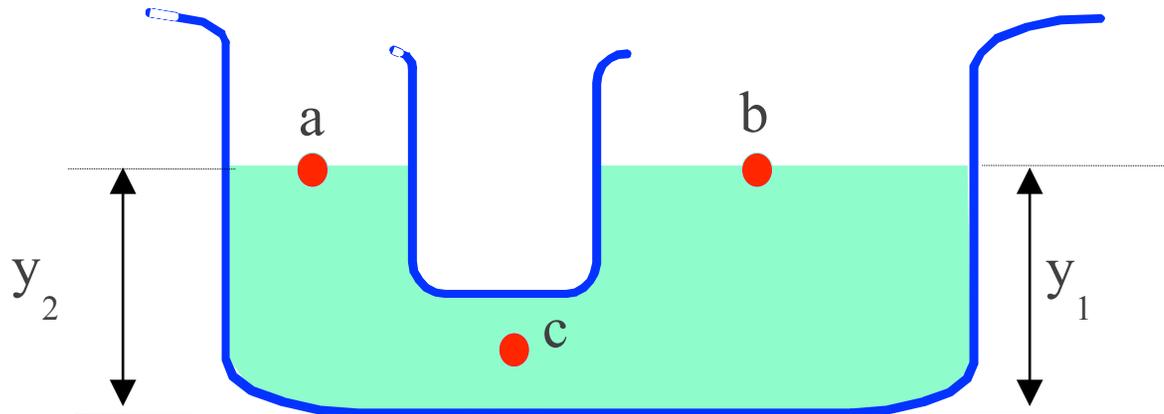
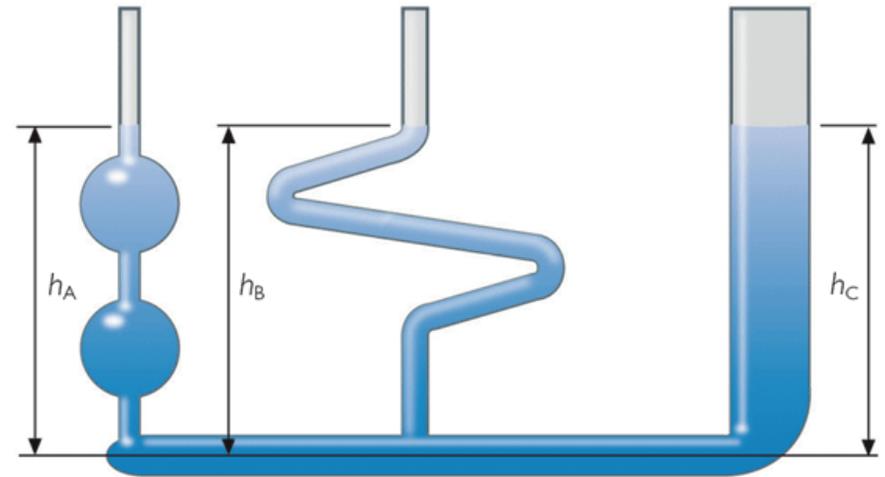
$$H = \frac{P_1}{\rho g}$$

A nivel del mar

$$H = \frac{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}}{\left(13,6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}$$

$$H = 0,76 \text{ m}$$

Vasos comunicantes

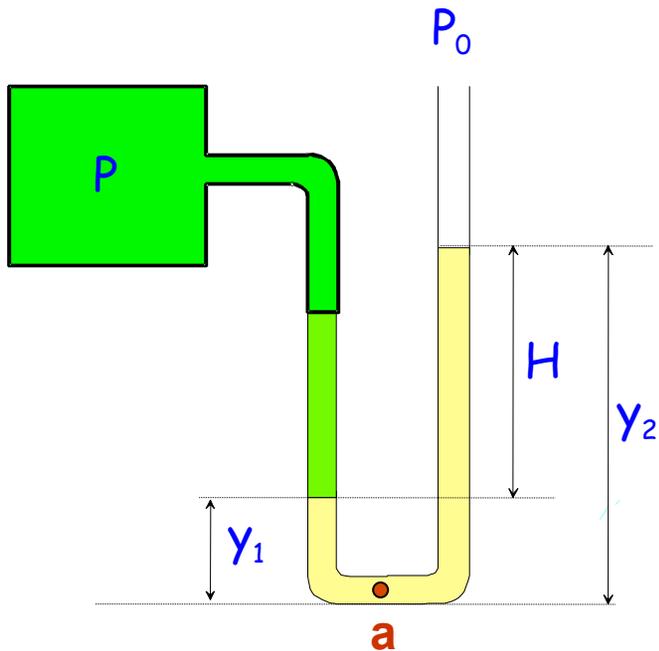


$$P_c = P_b + \rho g y_1$$

$$P_c = P_a + \rho g y_2$$

$$\text{Si } P_a = P_b \Rightarrow y_1 = y_2$$

Manómetros



$$P_a = P + \rho g y_1$$

$$P_a = P_0 + \rho g y_2$$

$$\Rightarrow P + \rho g y_1 = P_0 + \rho g y_2$$

$$\Rightarrow P - P_0 = \rho g (y_2 - y_1) = \rho g H$$

Ejercicio

En el tubo de la figura existen 3 líquidos que no se mezclan. El brazo de la izquierda está cerrado y tiene aire a una presión desconocida. El brazo de la derecha está abierto. Las densidades de los líquidos son: $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3$; $\rho_3 = 600 \text{ kg/m}^3$. La presión atmosférica en el lugar es $P_{\text{at}} = 10^5 \text{ Pa}$. Determinar: (a) La presión absoluta en el punto A en pascales. (b) La presión absoluta del aire encerrado en el brazo izquierdo del tubo, en pascales.

la presión absoluta en el punto A en pascales.

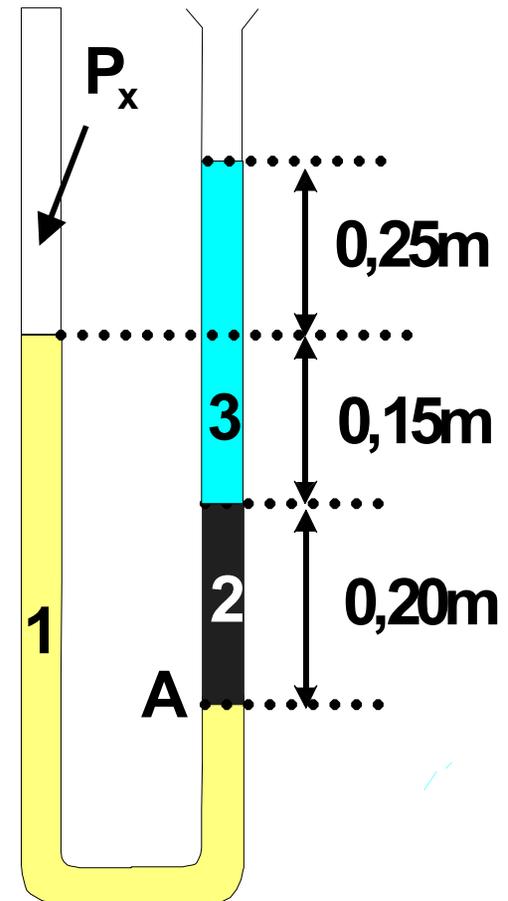
$$P_A = P_{\text{atm}} + \rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2$$

$$P_A = 1.039 \times 10^5 \text{ Pa}$$

La presión absoluta del aire encerrado en el brazo izquierdo del tubo, en pascales:

$$P_A = P_x + \rho_1 g h_1$$

$$P_x = 1.005 \times 10^5 \text{ Pa}$$



Principio de Pascal

" El traite de lequilibre des liqueurs " 1653

Si el fluido es homogéneo e incompresible, un aumento de la presión en un punto producirá un aumento equivalente en todos los puntos del fluido

$$P = P_0 + \rho gh$$

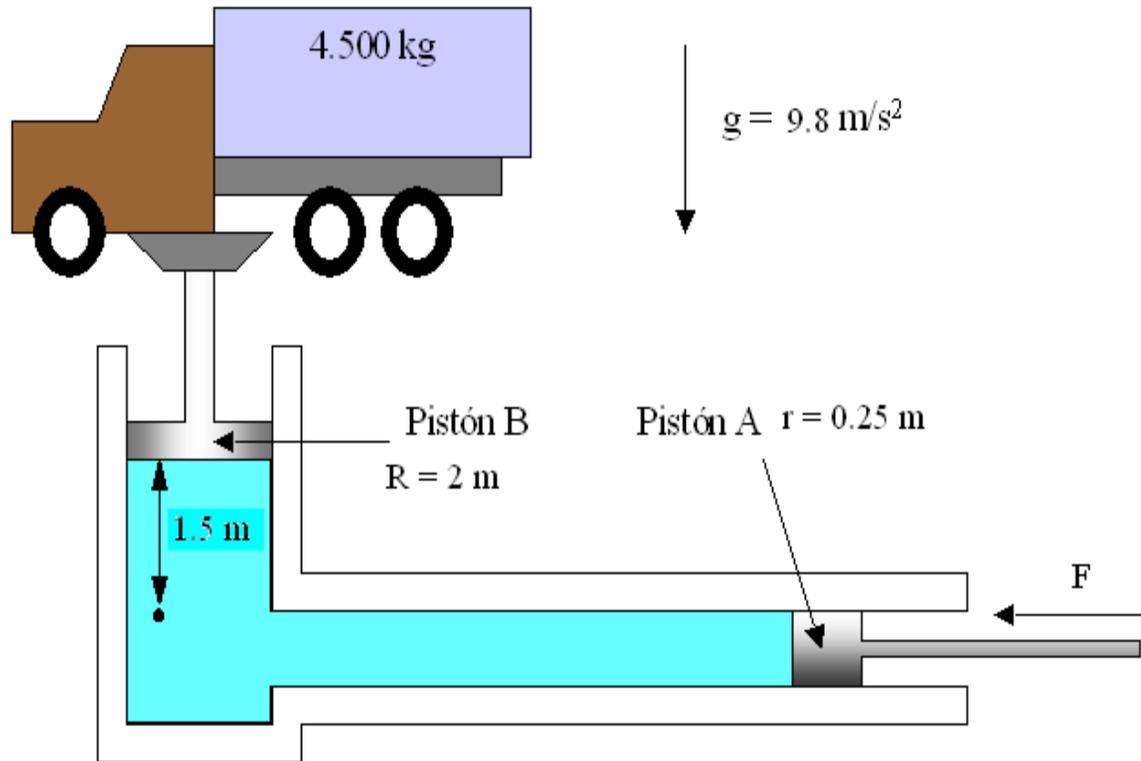
$$P' = (P_0 + \Delta P) + \rho gh = P + \Delta P$$

- Una consecuencia del principio de pascal: **La prensa hidráulica**

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$

Ejemplo

Calcular la fuerza que se necesita aplicar para levantar el camión mostrado en la figura



$$P = \frac{mg}{\pi R^2} + P_0 + \rho gh$$

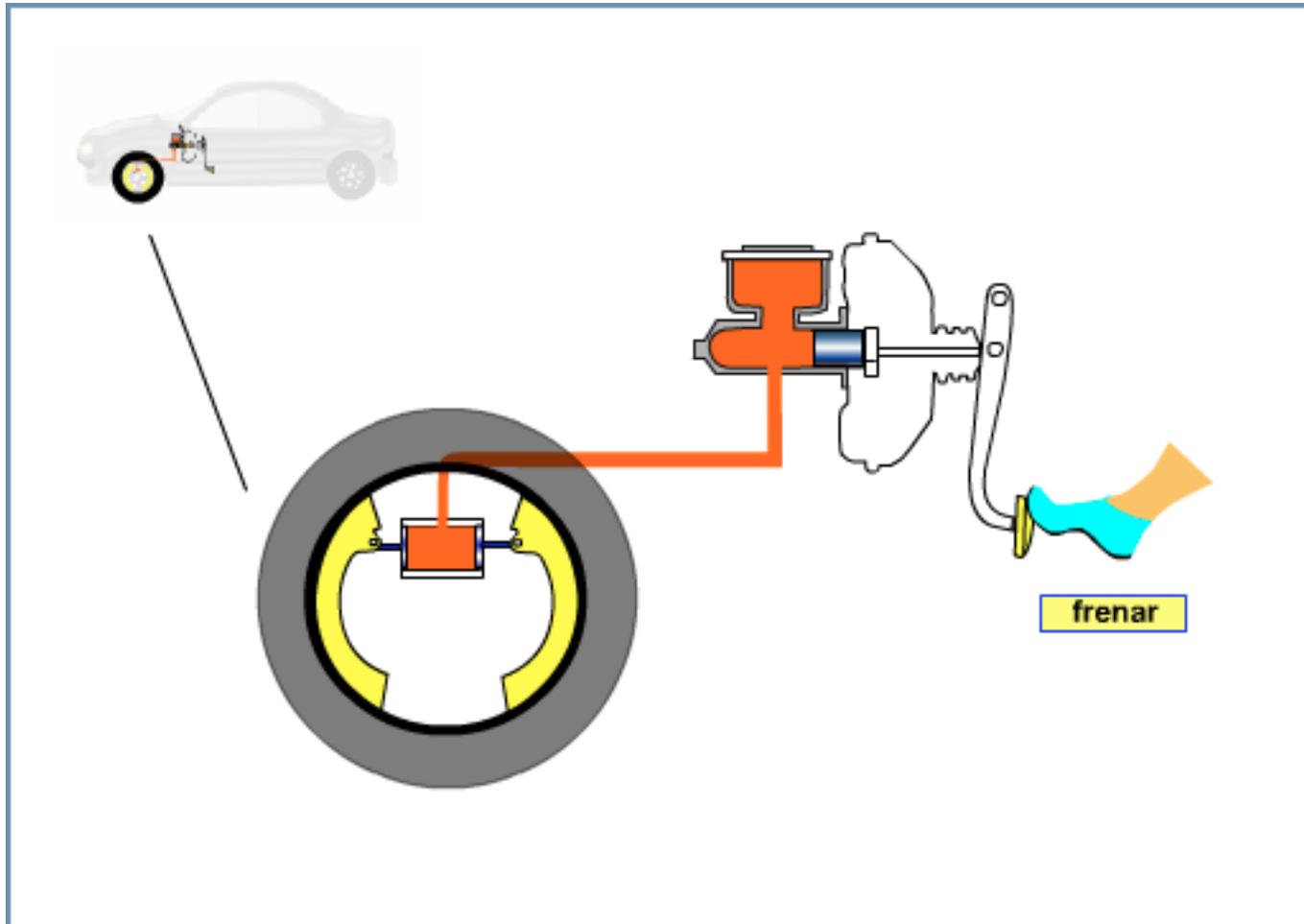
$$P = \frac{F}{\pi r^2} + P_0$$

$$F = \frac{(m + \pi R^2 \rho h) r^2 g}{R^2}$$

$$F = 2998 \text{ N}$$

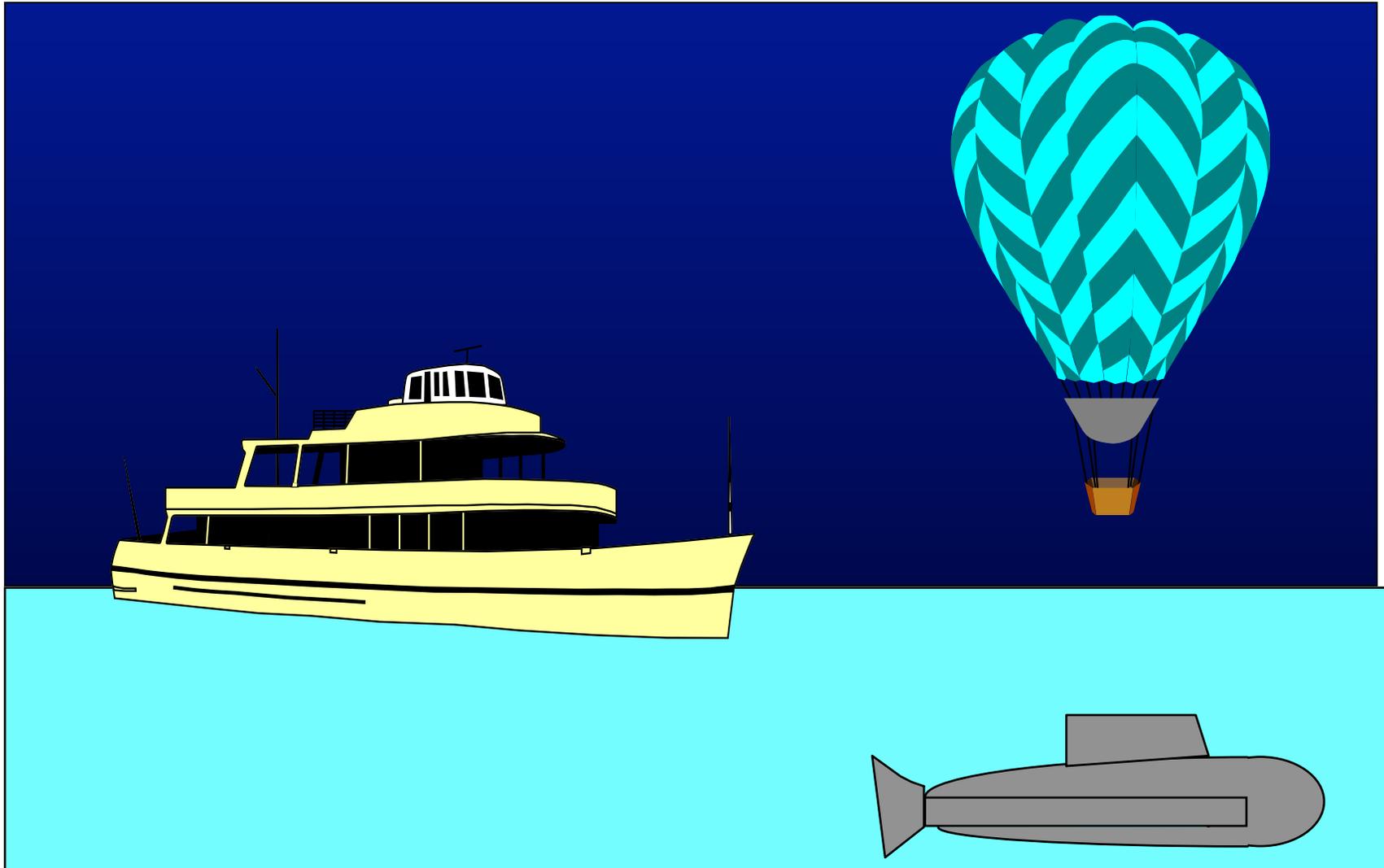
Equivalente a una masa de **305.9 Kg**

Frenos hidráulicos

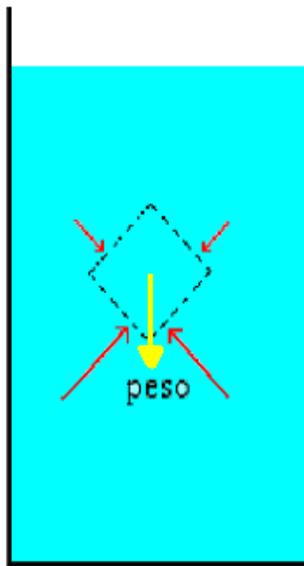


$$F_2 = F_1 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$

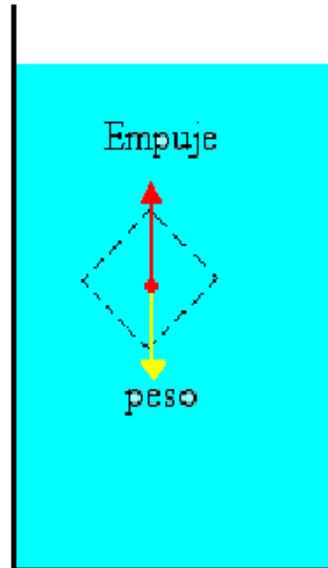
PRINCIPIO DE ARQUIMEDES



PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

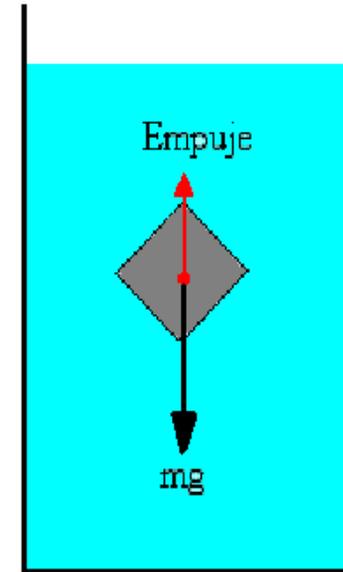


La presión depende solo de la profundidad



Empuje = peso

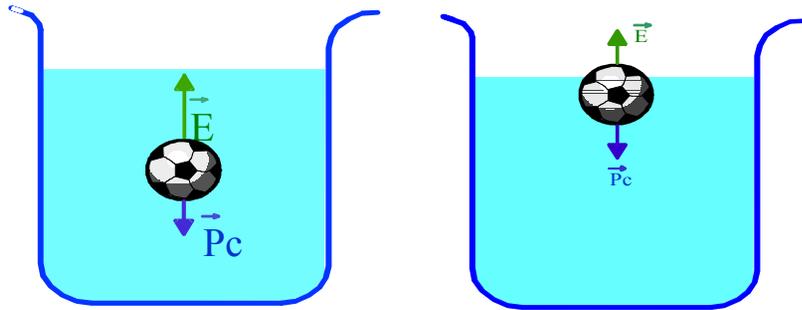
$$F_E = \rho_f V_s g$$



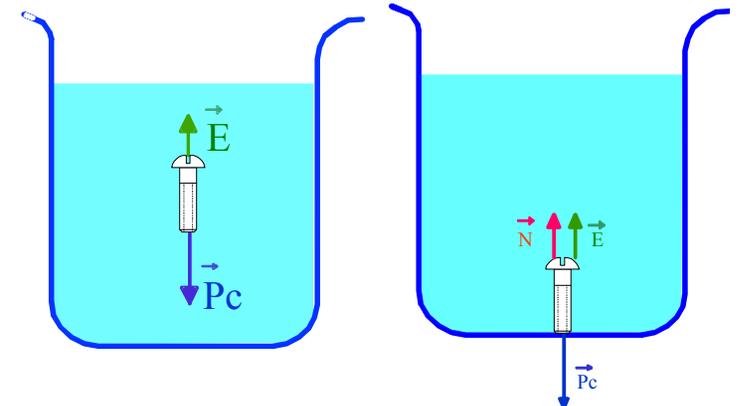
Como el Empuje depende solo del volumen entonces

$$F_E = \rho_f V_s g \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} mg$$

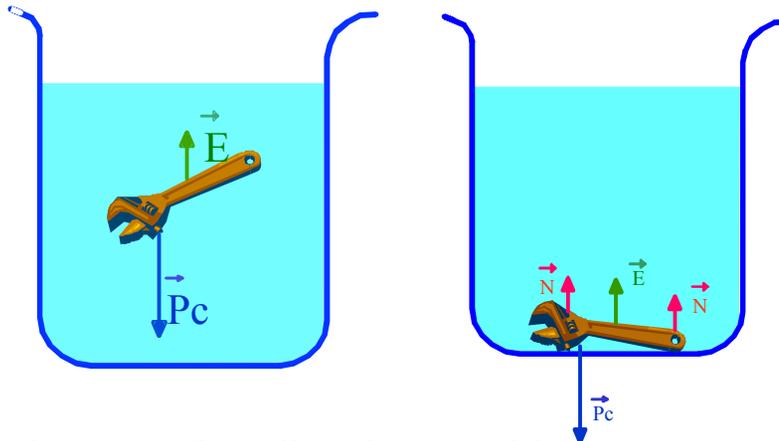
El empuje sobre un cuerpo es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo



El empuje es mayor, el cuerpo sube con MRUA y flota cuando se iguala con el peso



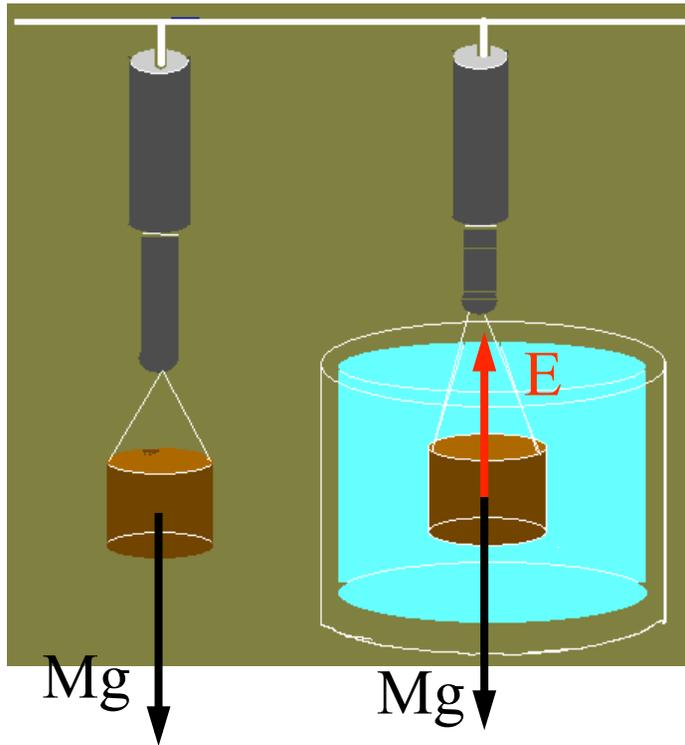
El empuje es menor, el cuerpo descende con MRUA hasta topar el fondo donde la normal equilibra las fuerzas



El empuje estará aplicado en el lugar en que se encontraba el centro de masas del volumen de agua (que fue desplazado de allí por el cuerpo) cuya forma era igual a la forma del cuerpo, pero de densidad homogénea.

=> se genera un torque neto sobre el cuerpo el que bajará girando hasta topar el fondo, lugar en donde se restablece el equilibrio debido a las normales

Peso aparente



$$P^* = Mg - F_E$$

En el caso de la corona y Arquímedes:

$$M = 482.5 \text{ gr} \quad M^* = 453.4 \text{ gr}$$

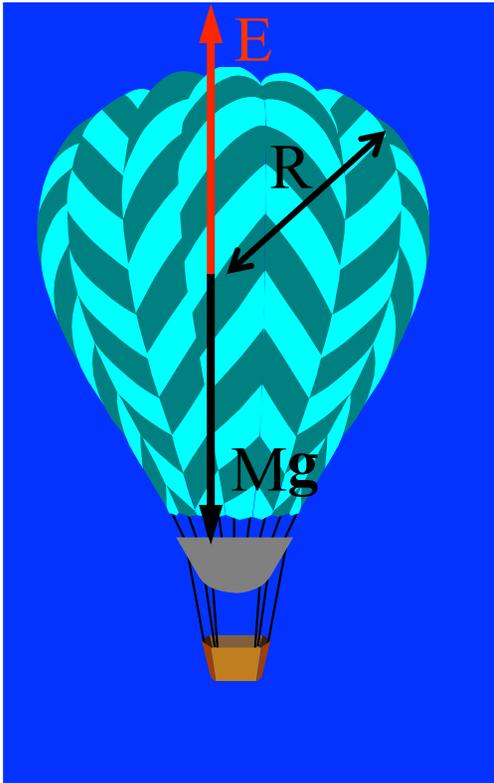
$$F_E = Mg - M^*g = \rho_{\text{agua}} V_s g$$

$$V_s = \frac{M - M^*}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{482.5 \text{ gr} - 453.4 \text{ gr}}{1 \text{ gr} / \text{cm}^3}$$

$$V_s = 29.1 \text{ cm}^3 \Rightarrow \rho_{\text{corona}} = \frac{M}{V_s} = \frac{482.5 \text{ gr}}{29.1 \text{ cm}^3} = 16.58 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

$$\rho_{\text{Au}} = 19.3 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

Globos aéreos



¿Cuál debe ser el radio R del globo para que se eleve, si $M = 2500 \text{ Kg}$?

$$F_E = \rho_{\text{aire}} V_s g = \frac{4}{3} \pi \rho_{\text{aire}} R^3 g = Mg$$

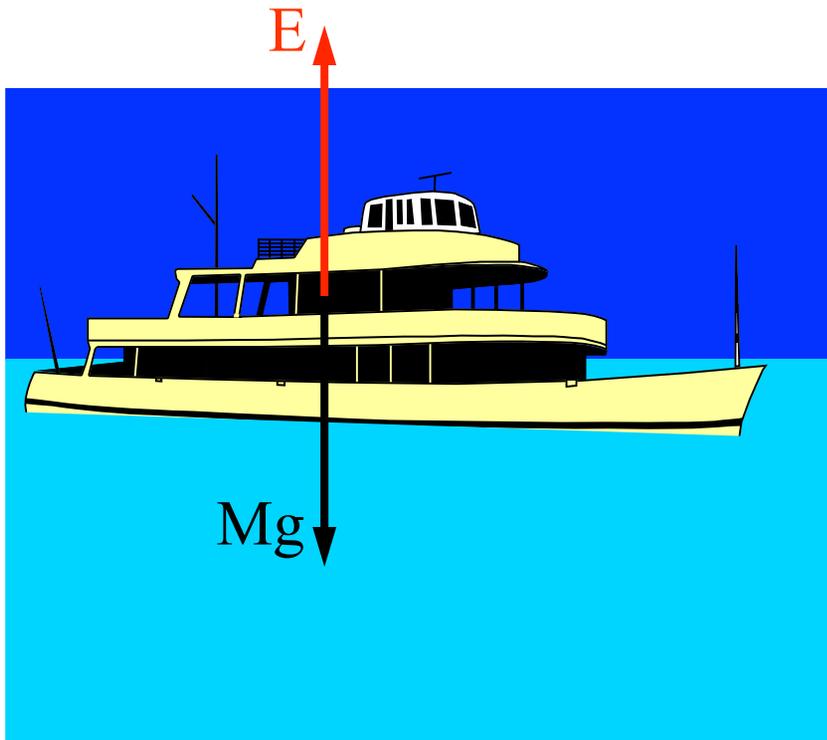
$$R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho_{\text{aire}}}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{3(2500 \text{ Kg})}{4(3.1416)(1.293 \text{ Kg} / \text{m}^3)}}$$

$$R = 7.73 \text{ m}$$

Flotación de un barco

Sea M la masa del barco y A el área de su base, ¿Cuánto se hunde el barco?



$$F_E = \rho_{mar} V_s g = \rho_{mar} A h g = Mg$$

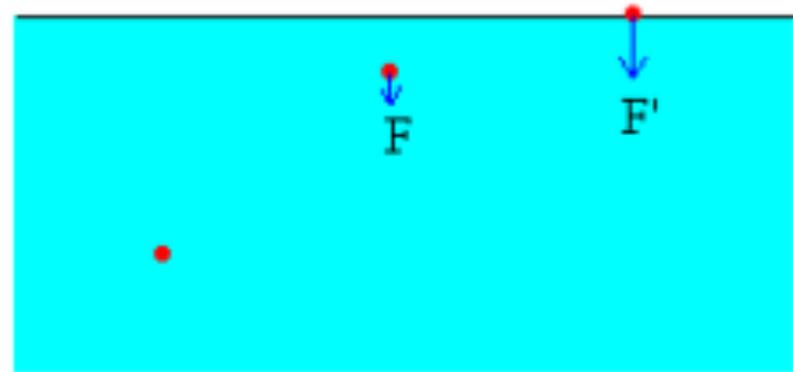
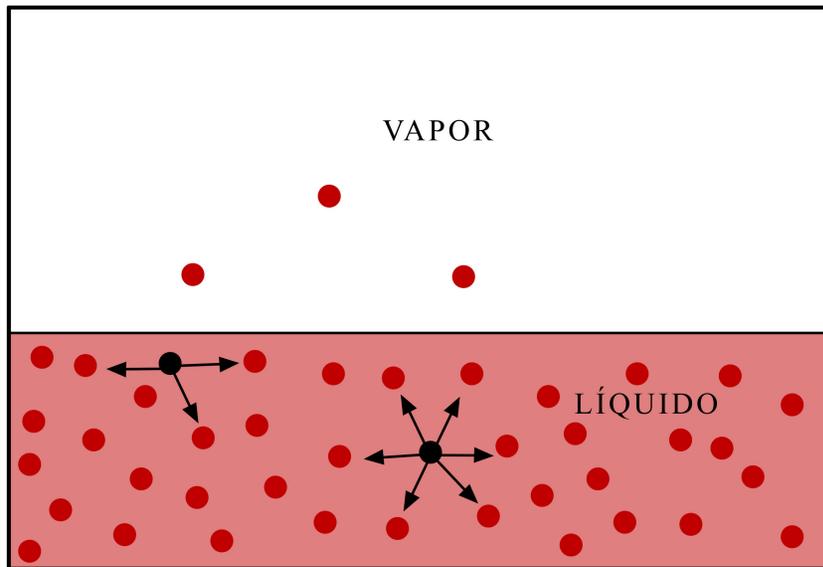
$$h = \frac{M}{\rho_{mar} A}$$

$$= \frac{100000 \text{ Kg}}{(1030 \text{ Kg} / \text{m}^3)(100 \times 40 \text{ m}^2)}$$

$$h = 0.024 \text{ m} = 2.4 \text{ cm}$$

Tensión superficial

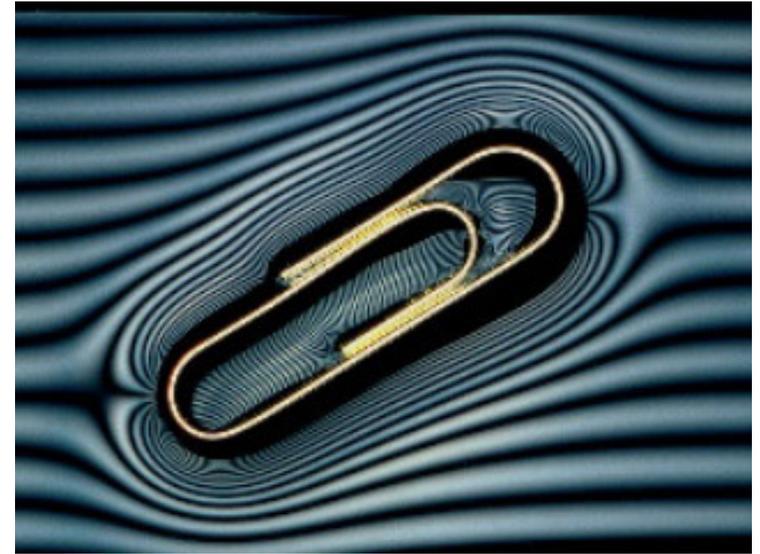
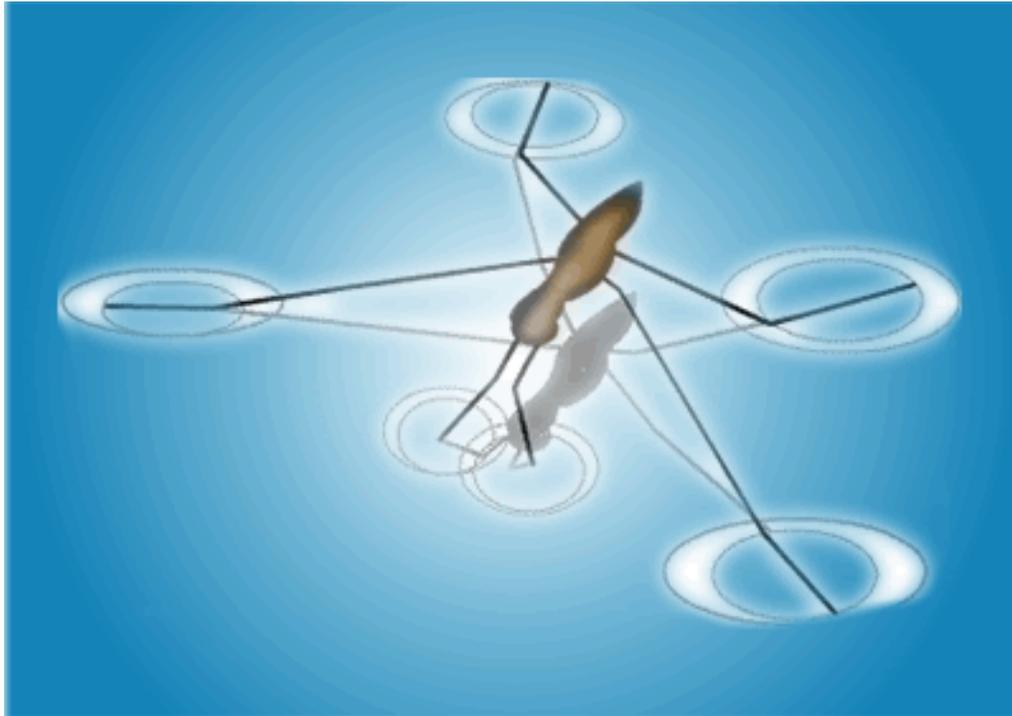
Efecto producido en la superficie de un líquido por las fuerzas de cohesión entre las moléculas del líquido



Las fuerzas de interacción, hacen que las moléculas situadas en las proximidades de la superficie libre de un fluido experimenten una fuerza dirigida hacia el interior del líquido

Como todo sistema mecánico tiende a adoptar espontáneamente el estado de más baja energía potencial, se comprende que los líquidos tengan tendencia a presentar al exterior la superficie más pequeña posible





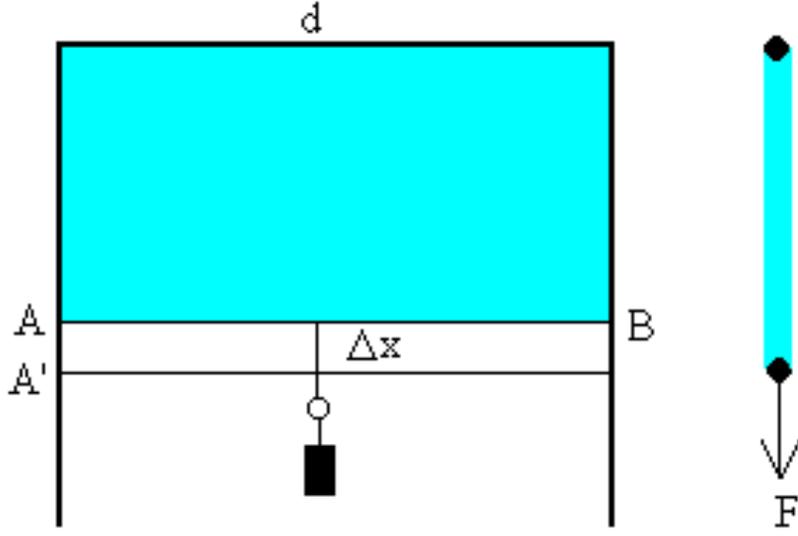
Coeficiente de Tensión superficial

Trabajo debido a las fuerzas exteriores

energía por unidad de área

$$F\Delta x = \gamma\Delta s$$

Cambio en la superficie de la lámina

$$\Delta s = 2d\Delta x$$
$$F\Delta x = \gamma 2d\Delta x$$
$$\gamma = \frac{F}{2d}$$


The diagram shows a rectangular film of width d and length AB . A force F is applied downwards to the center of the film, displacing it by a distance Δx . This displacement creates two new surfaces of length d each, for a total change in surface area of $\Delta s = 2d\Delta x$. The work done by the force is $F\Delta x$, which is equal to the energy increase due to surface tension, $\gamma\Delta s$.

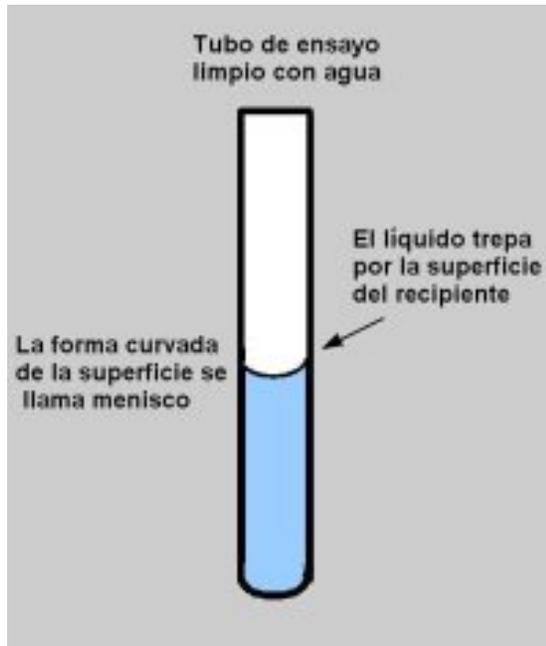
$\gamma =$ Tension superficial

la energía superficial por unidad de área o tensión superficial se mide en J/m^2 o en N/m

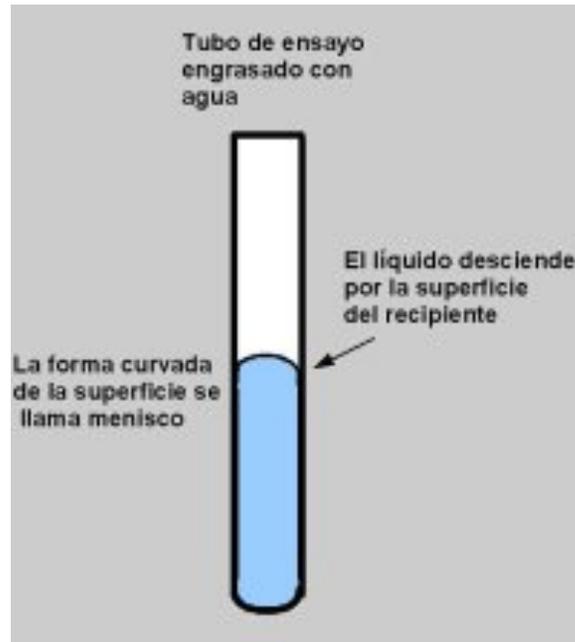
La tensión superficial depende de la naturaleza del líquido, del medio que lo rodea y de la temperatura

Líquido	g (10^{-3} N/m)
Aceite de oliva	33.06
Agua	72.8
Alcohol etílico	22.8
Benceno	29.0
Glicerina	59.4
Petróleo	26.0

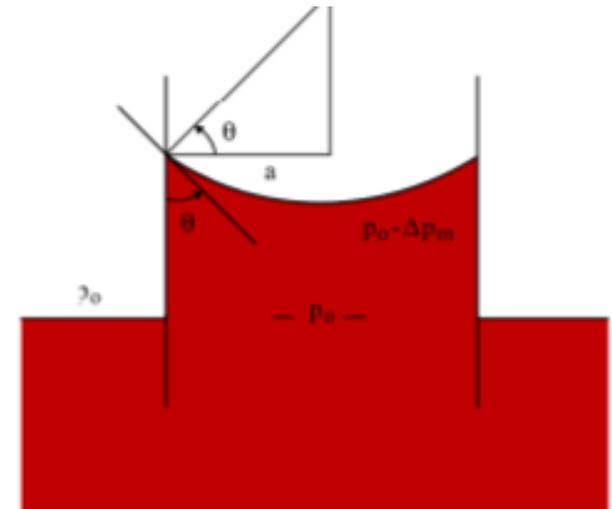
capilaridad



Adhesivas > cohesivas



Cohesivas > adhesivas



$$F_{as} = \mathcal{L} = \gamma 2 \pi a \cos \theta$$

$$F_{peso} = \pi a^2 h \rho g$$

$$\Rightarrow h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho g a}$$

