

# Fluidos

**Un fluido es un líquido o un gas.**

**La característica principal de un fluido es su incapacidad para resistir fuerzas cortantes.**

**En mecánica de fluidos se estudia el comportamiento de líquidos y gases, especialmente los líquidos, en dos condiciones:**

**Líquidos en reposo: hidrostática**

**Líquidos en movimiento: hidrodinámica**

# Conceptos previos

## Volumen

**Este término tiene que ver con un concepto matemático y físico a la vez.**

**Físico: región del espacio que ocupa un cuerpo**

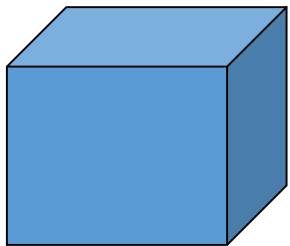
**Matemático: expresión matemática que determina esa región. Se mide en  $m^3$  o en  $cm^3$**

**Para determinar el volumen de un cuerpo se necesita conocer su forma física.**

**Para cuerpos especiales existen fórmulas específicas**

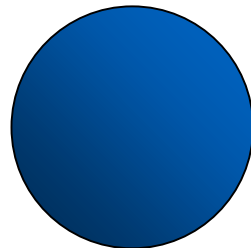
**Cubo de arista a**

$$V = a^3$$



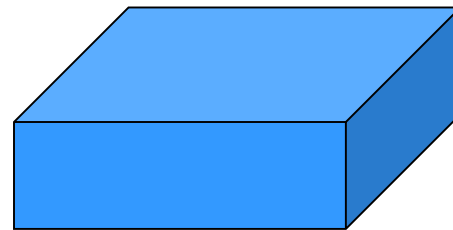
**Esfera de radio R**

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$



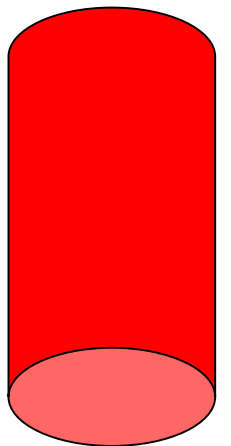
**Paralelepípedo de lados a, b y c**

$$V = abc$$



**Cilindro con base de radio R y altura h**

$$V = \pi R^2 h$$



# Volumen de un cuerpo irregular

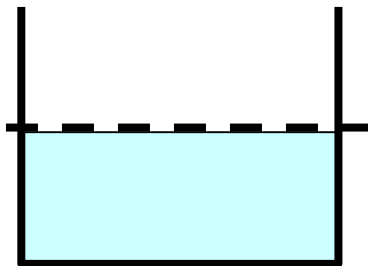
Si un cuerpo es irregular, una piedra por ejemplo, no existe una fórmula matemática que permita determinar su volumen, y si la hay de seguro que es muy compleja



Entonces, ¿cómo se determina su volumen?

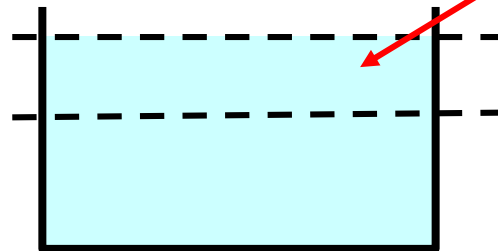
## Procedimiento

1º Un vaso con agua hasta cierto nivel



Se marca el nivel

2º Se coloca el cuerpo en el interior del vaso con agua



Se marca el nuevo nivel

3º El incremento de volumen en el agua, corresponde al volumen del cuerpo

Hay que procurar que el vaso tenga una forma **geométrica** simple para determinar el volumen de agua. Un cilindro por ejemplo.

# Densidad

**Es una medida que representa la cantidad de materia que hay por cada unidad de volumen de un cuerpo**

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Se mide en kg/m}^3 \text{ o en g/cm}^3$$

**En general los sólidos tienen mayor densidad que los líquidos y éstos mayor densidad que los gases. Pero dentro de los sólidos, por ejemplo, hay unos con más y otros con menos densidad.**

## ALGUNOS VALORES DE DENSIDAD

Sustancia	$\frac{kg}{m^3}$	$\frac{g}{cm^3}$	Sustancia	$\frac{kg}{m^3}$	$\frac{g}{cm^3}$
Agua ( 4°C )	1000	1	Agua de mar	1025	1,025
Madera	800	0,8	Tierra	5500	5,5
Aceite	920	0,92	Acero	7800	7,8
Leche	1030	1,03	Mercurio	13600	13,6
Aire	1,3	0,0013	Gasolina	680	0,68

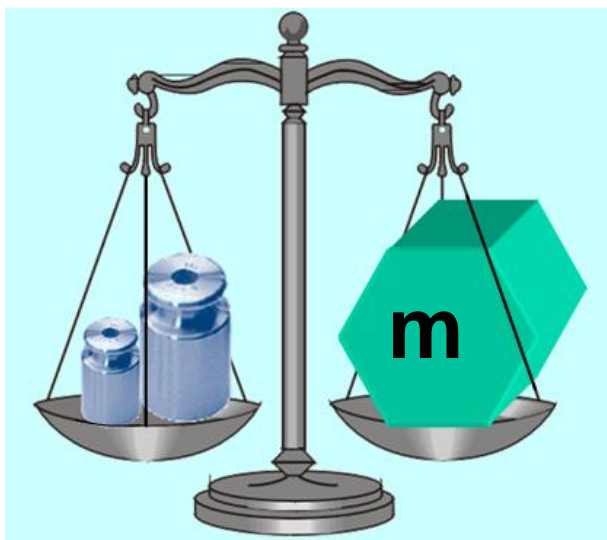
# Cálculo de densidades

En general la forma más simple de determinar la densidad de un cuerpo es dividir su masa por el volumen que tiene:

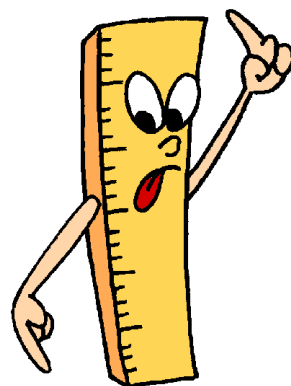
Supongamos un cuerpo cualquiera



1º Determinamos su masa



2º Se determina su volumen



3º Densidad

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

# Presión

La idea más simple que se tiene sobre presión se relaciona con la acción de aplastar algo.

**Y cuando se aplasta algo se ejerce una fuerza sobre una región del objeto.**

**Si la fuerza que se ejerce sobre un objeto es  $F$  y la región sobre la cual actúa es  $A$ , se tiene que la presión que ejerce esa fuerza, es:**

La presión se mide en  $N/m^2$  y se denomina Pascal.

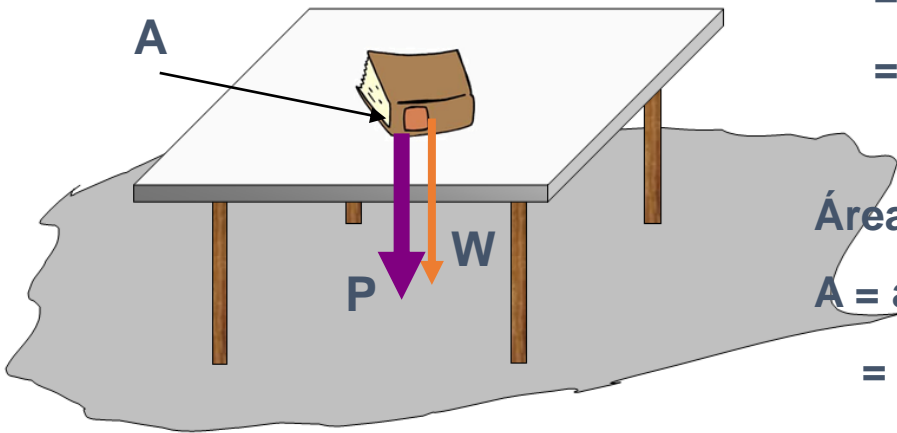
$$1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$

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



# Un ejercicio

Si un libro tiene una masa de 0,4 kg y su portada mide 20 cm por 15 cm y está apoyado sobre una mesa. El peso del libro ejerce una presión sobre la mesa.



Peso del libro:

$$W = mg$$

$$= 0,4 \text{ [kg]} \times 9,8 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$= 3,92 \text{ [N]}$$

Área de contacto:

$$A = ab$$

$$= 0,2 \text{ [m]} \times 0,15 \text{ [m]}$$

$$= 0,3 \text{ [m}^2\text{]}$$

Presión:

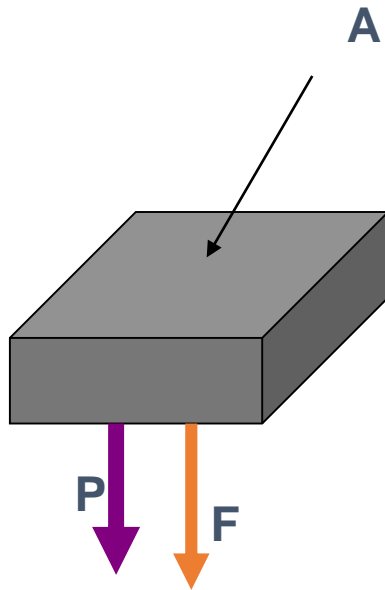
$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{3,92 \text{ [N]}}{0,3 \text{ [m}^2\text{]}}$$

$$P = 13,067 \text{ [Pa]}$$

# Otro ejercicio

Sobre el suelo hay un bloque de aluminio, de medidas 20 cm de alto, 30 cm de ancho y 40 cm de largo. ¿Qué presión ejerce sobre el suelo?



$$V = abc$$

$$m = \rho V$$

Volumen del bloque:

$$V = abc = 0,2 \text{ [m]} \times 0,3 \text{ [m]} \times 0,4 \text{ [m]}$$

$$V = 0,024 \text{ [m}^3\text{]}$$

Área de contacto:

$$A = bc = 0,3 \text{ [m]} \times 0,4 \text{ [m]}$$

$$A = 0,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

La fuerza que actúa sobre el área de contacto, es el peso del bloque:

$$F = mg = \rho Vg$$

$$F = 2.700 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 0,024 \text{ [m}^3\text{]} \cdot 9,8 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$F = 635,04 \text{ [N]}$$

Presión

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

$$P = \frac{635,04 \text{ [N]}}{0,12 \text{ [m}^2\text{]}}$$

$$P = 5.292 \text{ [Pa]}$$

# Presión atmosférica

Es la presión que el aire ejerce sobre la superficie terrestre.



Cuando se mide la presión atmosférica, se está midiendo la presión que ejerce el peso de una columna de aire sobre 1 [m<sup>2</sup>] de área en la superficie terrestre.

La presión atmosférica en la superficie de la Tierra es:

$$P = 101.325 \text{ [Pa]}$$

y se aproxima a:

$$P = 1,013 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

# Experimento de Torricelli

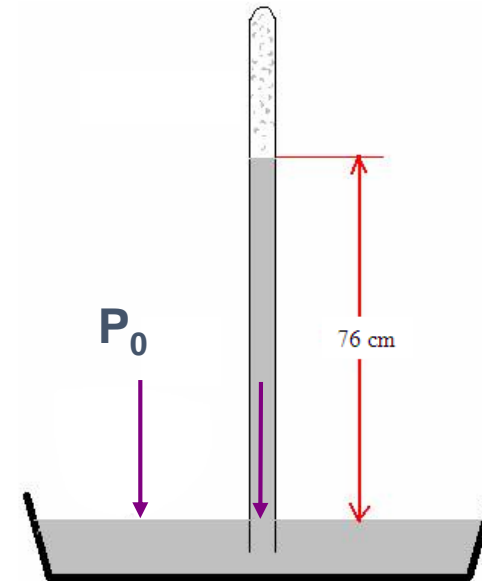
En 1643, Evangelista Torricelli, hizo el siguiente experimento: Llenó un tubo de vidrio, de 1 [m] de longitud, con mercurio (“plata viva”). Tapó el extremo abierto y luego lo dio vuelta en una vasija.

El mercurio empezó a descender pero se estabilizó en el momento que la columna medía 76 cm.

El peso de la columna de mercurio ejerce presión en el nivel en que quedó el mercurio vaciado, y esa presión, para lograr la estabilización, se equilibra con la presión a que está sometido el mercurio por fuera del tubo.

Esa presión, la de fuera del tubo, es la presión atmosférica, cuyo símbolo es  $P_0$ .

Entonces, se tendrá que esa presión es:



$$P_0 = \frac{F}{A}$$

$$P_0 = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A}$$

$$P_0 = \rho gh$$

$$P_0 = 13.600 \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \cdot 9,8 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \cdot 0,76 [m]$$

$$P_0 = 101.292,8 [Pa]$$

# Presión en un líquido

Sumergirse en una piscina o en el mar o en un lago puede ser entretenido, pero también puede ser una experiencia dolorosa e incómoda.

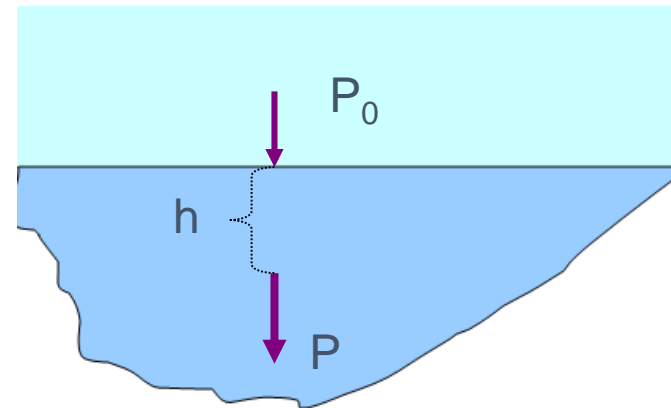
Lo que ocurre es que a medida que uno se sumerge empieza a soportar el peso del agua que va quedando sobre uno, y eso constituye la idea de presión.

La presión aumenta a medida que la profundidad aumenta.

Veamos lo siguiente:

Supongamos que se está en el agua, mar o piscina o lo que sea. Podría ser otro líquido también (de densidad  $\rho$ ).

A nivel de la superficie existe la presión atmosférica  $P_0$  y a una profundidad  $h$  la presión es  $P$ .

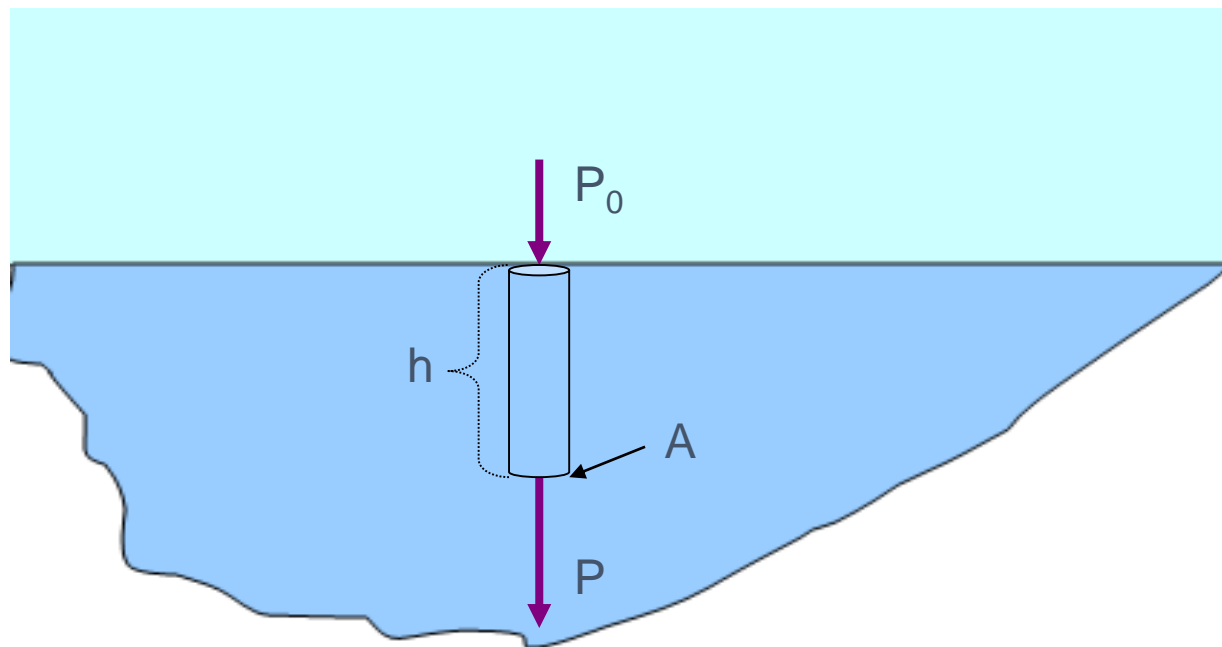


# Presión en un líquido

Como ya se mencionó, en la superficie está actuando la presión atmosférica  $P_0$ .

Si la columna de agua tiene un volumen  $V = Ah$  y densidad  $\rho$ , entonces se tendrá que la presión en la base inferior de la columna de agua, es:

Y a una profundidad  $h$ , bajo una columna de líquido de volumen  $V$ , en forma de cilindro de base  $A$ , se tendrá una presión  $P$ .



$$P = P_0 + \frac{F}{A}$$

$$P = P_0 + \frac{mg}{A}$$

$$P = P_0 + \frac{\rho Vg}{A}$$

$$P = P_0 + \frac{\rho Ahg}{A}$$

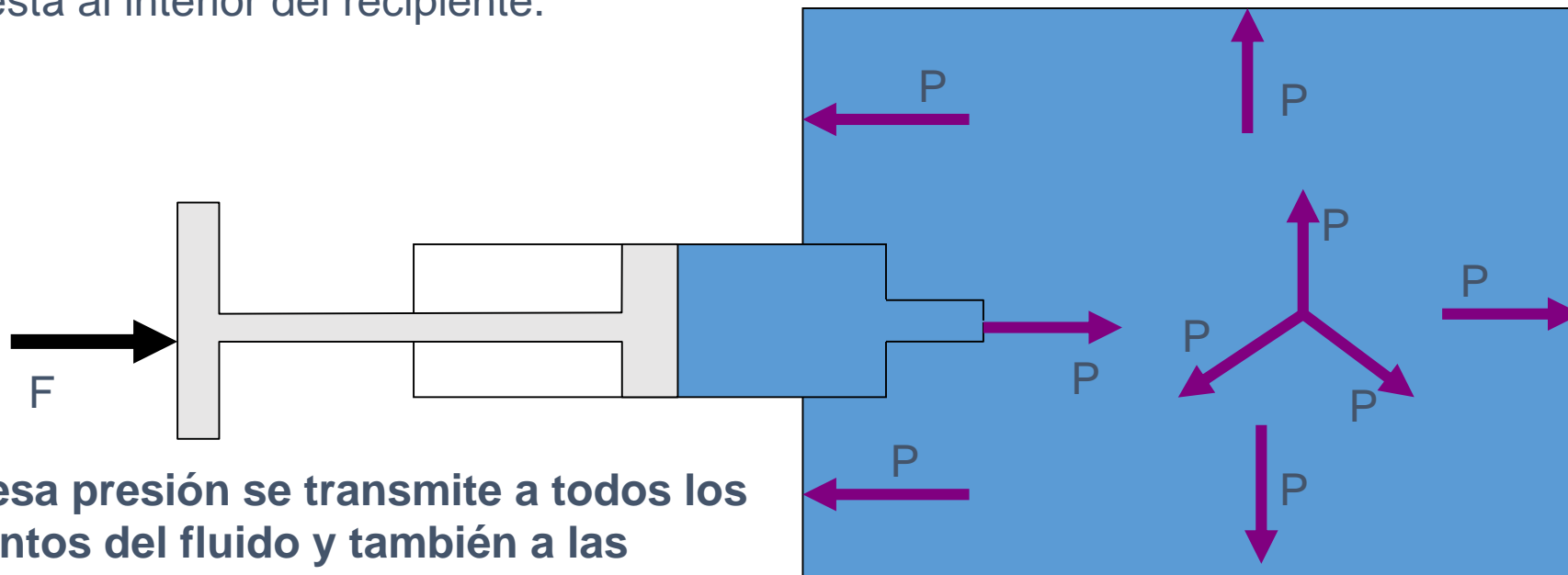
$$P = P_0 + \rho gh$$

# Principio de Pascal

La presión aplicada a un fluido encerrado es transmitida sin disminución alguna a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene.

En la figura que se muestra un líquido confinado en un recipiente y en un costado hay un sistema similar al de una jeringa.

Si empujamos el pistón con una fuerza  $F$ , ejerceremos una presión  $P$  sobre el líquido que está al interior del recipiente.



Y esa presión se transmite a todos los puntos del fluido y también a las paredes del recipiente.

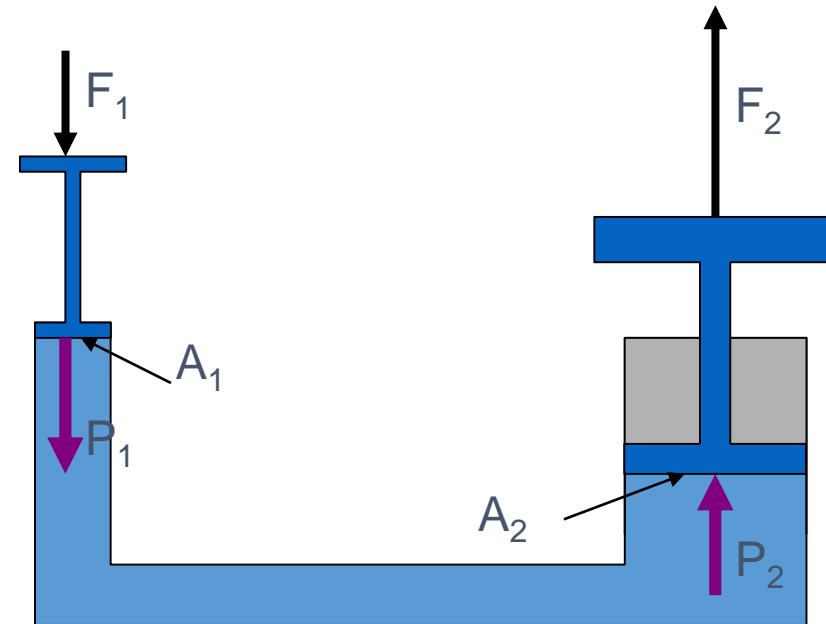
# Prensa hidráulica

Es un dispositivo que se aprovecha del Principio de Pascal para su funcionamiento.

La siguiente figura nos muestra un recipiente que contiene un líquido y en ambos extremos está cerrado por émbolos. Cada extremo tiene diferente área.

Si ejercemos una fuerza  $F_1$  en el émbolo más pequeño, esa fuerza actuará sobre un área  $A_1$  y se estará aplicando una presión  $P_1$  sobre el líquido.

Esa presión se transmitirá a través del líquido y actuará – como  $P_2$  – sobre el émbolo más grande, de área  $A_2$ , y se traducirá en la aplicación de una fuerza  $F_2$ .





# Prensa hidráulica

De acuerdo al Principio de Pascal, la presión  $P_1$  y la presión  $P_2$  son iguales.

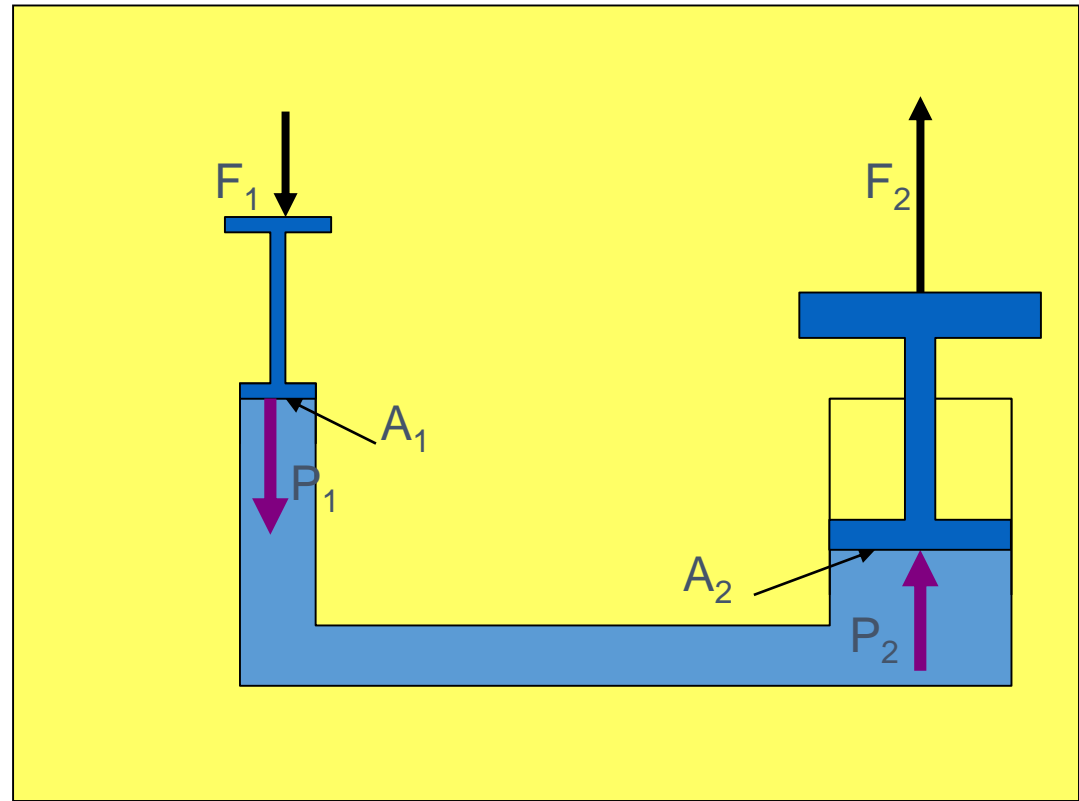
$$P_1 = P_2$$

Y, como:

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

Se tendrá:

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



# Ejemplos de prensas hidráulicas

Son prensas hidráulicas, o máquinas hidráulicas en general, algunos sistemas para elevar vehículos (gata hidráulica), frenos de vehículos, asientos de dentistas y otros.



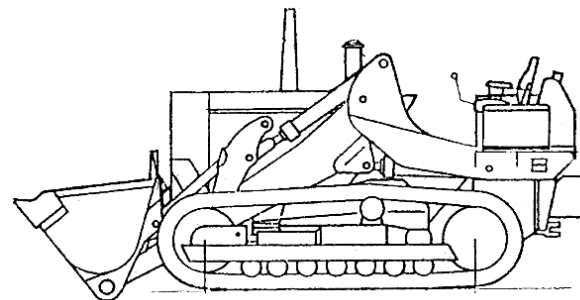
Gata hidráulica



Silla de dentista



Prensa hecha con jeringas

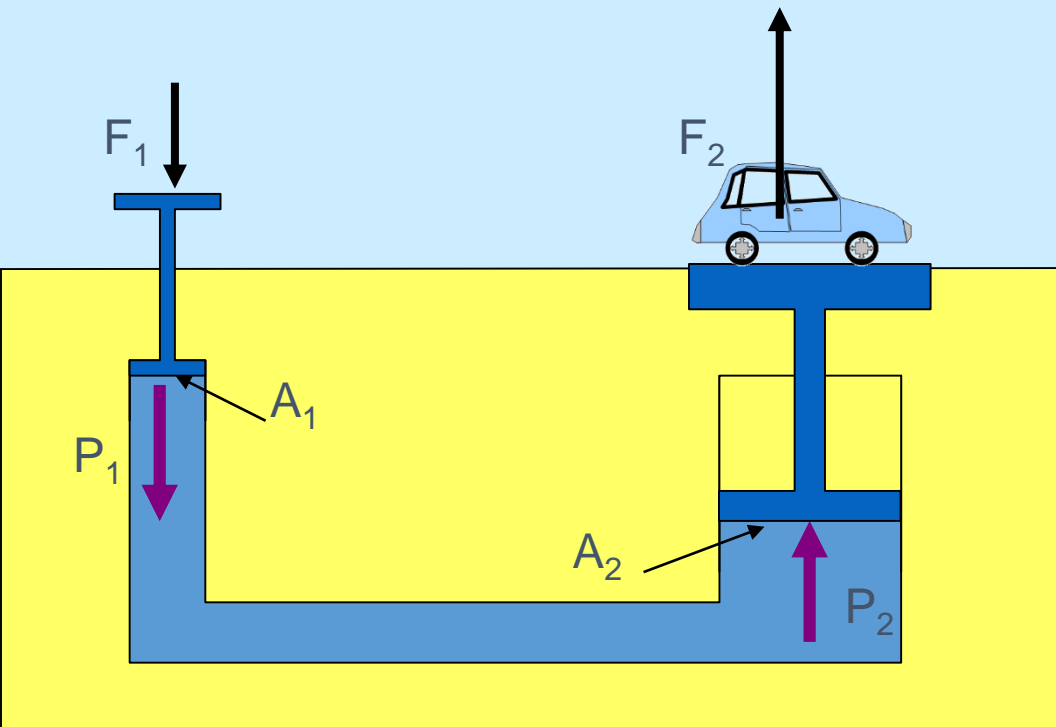


Retroexcavadora

# Un ejercicio

Supongamos que se desea levantar un automóvil, de masa  $m = 1.200 \text{ kg}$ , con una gata hidráulica, tal como se muestra en la figura. ¿Qué fuerza  $F_1$  se deberá aplicar en el émbolo más pequeño, de área  $10 \text{ cm}^2$ , para levantarlo?

Suponga que el área del émbolo más grande es  $200 \text{ cm}^2$ .



De la situación se tiene:

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

Y como  $F_2$  tiene que al menos ser igual al peso del automóvil, se tendrá:

$$F_2 = mg$$

Por lo tanto, se tiene la igualdad:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{mg}{A_2}$$

Y, despejando:

$$F_1 = \frac{A_1 mg}{A_2}$$

Y, reemplazando:

$$F_1 = \frac{10[\text{cm}^2] \cdot 1.200[\text{kg}] \cdot 9,8 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{200[\text{cm}^2]} = 588[\text{N}]$$

# Medición de la presión

Antes, una aclaración conceptual:

Se llama **presión absoluta** a la expresión:

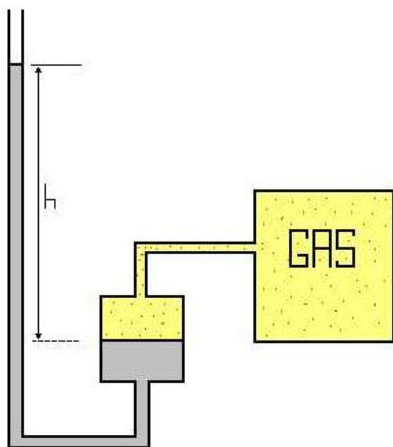
$$P = P_0 + \rho gh$$

Y se llama **presión manométrica** a la expresión:

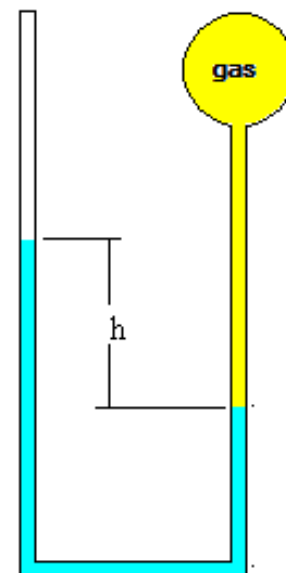
$$P - P_0 = \rho gh$$

El **manómetro** mide la presión absoluta y también la manométrica.

Si es de tubo abierto mide la presión absoluta.



Si es de tubo cerrado mide la presión manométrica

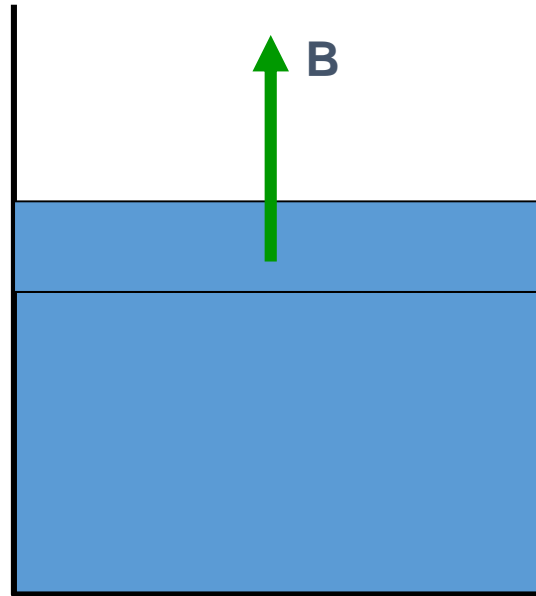


La presión atmosférica se mide con el **barómetro**.

Es un manómetro de tubo cerrado que se expone a la atmósfera.

# Principio de Arquímedes

Un cuerpo sumergido, total o parcialmente, en un fluido, es empujado hacia arriba por una fuerza igual en magnitud al peso del volumen del fluido que desaloja.



Esto representa al volumen del fluido que fue desalojado por el cuerpo.

Y su peso es:

$$mg = \rho Vg$$

Donde  $\rho$  es la densidad del fluido y  $V$  el volumen desplazado.

Por lo tanto:

$$B = \rho Vg$$

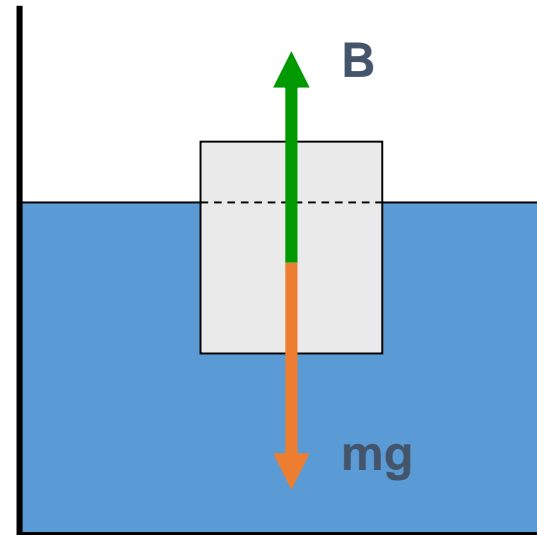
# Fuerza de empuje

La fuerza  $B = \rho Vg$  se conoce como “Fuerza de Empuje” o “Fuerza de flotación”.

Si un cuerpo de masa  $m$  se introduce un fluido quedará sujeto a dos fuerzas verticales: el peso del cuerpo y la fuerza de empuje.

Y pueden ocurrir tres situaciones:

- 1.- Que el peso del cuerpo sea de mayor medida que la fuerza de empuje.
- 2.- Que el peso del cuerpo sea de igual medida que la fuerza de empuje.
- 3.- Que el peso del cuerpo sea de menor medida que la fuerza de empuje.



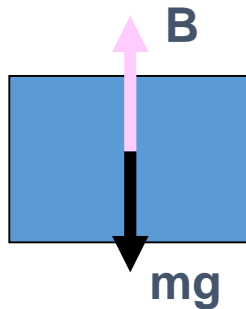
**Conclusiones:**

- 1.- Si  $mg > B$ , entonces el cuerpo se hunde.
- 2.- Si  $mg \leq B$ , entonces el cuerpo flota total o parcialmente en el fluido.

# Peso aparente

Como se mencionó recientemente, cuando un cuerpo está dentro de un fluido está afectado por dos fuerzas: el peso gravitacional y la fuerza de empuje.

Como ambas fuerzas actúan sobre el cuerpo, entonces se pueden sumar o restar.



Se llama peso aparente a la relación:

$$W_a = mg - B$$

## Situaciones concretas:

Cuando estamos sumergidos en el agua nos sentimos más livianos, y las cosas que tomamos bajo el agua también las sentimos más livianas.

Lo anterior ocurre porque el peso que sentimos, no es el peso gravitacional, es el peso aparente.

Un globo aerostático se eleva porque la fuerza de empuje que le afecta es mayor que su peso gravitacional.

En estricto rigor:

El peso que nos medimos en una pesa ¿qué es: peso gravitacional o peso aparente?

# Flotación de barcos

Parece capcioso preguntar ¿por qué un barco flota a pesar que es de metal y el metal tiene mayor densidad que el agua?

Algo muy cierto hay en la pregunta:

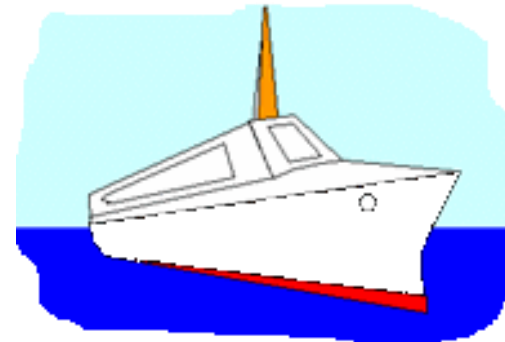
Un cuerpo de menor densidad que el agua siempre flotará. En este caso se verificará que la fuerza de empuje es mayor o igual que el peso gravitacional del cuerpo

La densidad promedio del barco. Eso es lo que interesa. Y esa es menor que la del agua.

Su densidad promedio se determina por:

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

Y el volumen del barco no incluye solo el metal. También incluye el aire en su interior.





# Y ... ¿el submarino?

Un submarino se hunde o flota a discreción: ¿cómo lo hace?

Un submarino se hunde si su peso gravitacional es mayor que el empuje que le afecta.

Para lograr lo anterior se inundan, con agua, compartimientos que antes estaban vacíos. Con ello su densidad promedio aumenta y, en consecuencia, también aumenta su peso gravitacional.

Por lo tanto ocurrirá que

$$mg > B$$

Y el submarino se hundirá.

Para elevarse o flotar, su peso gravitacional debe ser menor que el empuje.

Esto se logra sacando el agua con que se había inundado algunos compartimientos. Así su densidad promedio disminuye y también su peso gravitacional.

Y cuando ocurra que

$$B > mg$$

El submarino se elevará.

Ya que estamos en el agua. Los peces se sumergen o se elevan en el agua inflando o desinflando su vejiga natatoria.