	CONCEPTO DE PRESIÓN	COLEGIO COOP. ALCÁZAR DE SEGOVIA

Es muy corriente que las fuerzas se ejerzan sobre una superficie. De ahí que se defina la presión como la fuerza ejercida (perpendicularmente) sobre la unidad de superficie:

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

La unidad de presión S.I es el N/m^2 que recibe el nombre de **pascal** (en honor de Blaise Pascal, 1623-1662) y se abrevia como **Pa.**

La presión puede darnos una medida del efecto **deformador** de una fuerza. *<u>A mayor presión mayor efecto deformador.</u>*

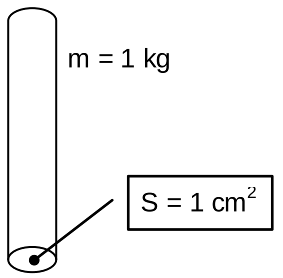
Ejemplos:

- La fuerza ejercida sobre un cuchillo se concentra en una superficie muy pequeña (el filo) produciendo una elevada presión sobre los objetos deformándolos (corte)
- Un esquiador, ejerce una presión baja sobre la nieve debido a que su peso se distribuye sobre la superficie de los esquís. De esta manera el efecto deformador de su peso disminuye y no se hunde.

El concepto de presión es muy útil cuando se estudian los fluidos. Éstos ejercen una fuerza sobre las paredes de los recipientes que los contienen y sobre los cuerpos situados en su seno.

Las fuerzas, por tanto, no se ejercen sobre un punto concreto, sino sobre superficies.

Una unidad muy usada para medir la presión (aunque no es unidad SI) es el "**kilo**" (de presión), que es la presión ejercida por **una masa de 1 kg sobre una superficie de 1 cm^2**



$$P = \frac{F}{S} = \frac{m.g}{S} = \frac{1\,kg.10\,m.s^2}{1\,cm^2} = \frac{10\,N}{1\,\cancel{cm^2}}\frac{10^4\,\cancel{cm^2}}{1\,m^2} = 10^5\,\frac{N}{m^2}$$

$$\boxed{1\text{ “kilo”} = 10^5 = 100.000\ N/m^2\ \ (Pa)}$$

Ejemplo 1.

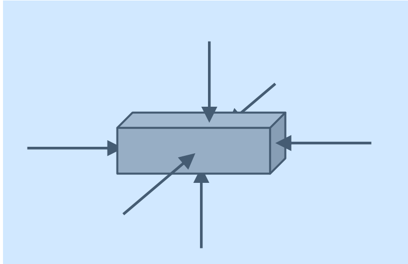
Calcular la presión ejercida sobre la mesa por un bloque de 5 kg si la superficie sobre la que se apoya tiene 50 cm^2.

Solución:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{m.g}{S} = \frac{5\,kg.10\,m/s^2}{50\,\cancel{cm^2}}\frac{10^4\,\cancel{cm^2}}{1\,m^2} = 10^4\ Pa$$

$$10^4\ \cancel{Pa}\ \frac{1\,kilo}{10^5\,\cancel{Pa}} = 0{,}1\,kilos$$

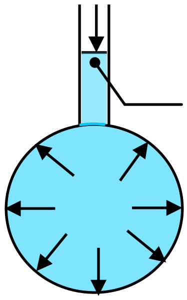
Los fluidos (líquidos y gases) ejercen sobre las paredes de los recipientes que los contienen y sobre los cuerpos contenidos en su seno fuerzas que (se puede comprobar experimentalmente) actúan siempre **perpendicularmente** a las superficies.



Principio de Pascal

Si en un punto de un fluido se ejerce una presión, ésta se transmite de **forma instantánea y con igual intensidad** en todas direcciones.

Una aplicación del Principio de Pascal es la **prensa hidráulica.**



La presión ejercida en este punto, se transmite en todas direcciones.

Blaise Pascal (1623-1662)
Clermond Ferrand (Francia)

Inventó la primera calculadora en 1642 (llamada Pascalina)

Realizó importantes contribuciones a la hidrodinámica e hidrostática. Inventó la jeringa y la prensa hidráulica.

Estudió las secciones cónicas y a él se deben importantes teoremas de la geometría descriptiva. En colaboración con Fermat fundó las bases de la Teoría de Probabilidad.

Principio fundamental de la Hidrostática

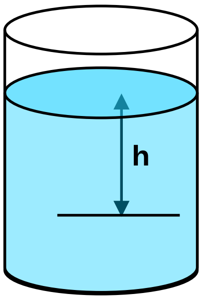
La presión ejercida por un fluido de densidad ***d*** en un punto situado a una profundidad ***h*** de la superficie es numéricamente igual a la presión ejercida por una columna de fluido de altura h y vale:

$$\boxed{P = h\, d\, g}$$

A la hora de sustituir los datos numéricos hay que tener cuidado que todos ellos estén expresados en un unidades **SI**

De aquí se deduce que la presión, para un fluido dado, **depende únicamente de la profundidad.**

Si consideramos fluidos distintos, la presión, a una profundidad dada, dependerá de la naturaleza del fluido (**densidad**)



Ejemplo 2.

Calcular la presión que existe en un punto situado a 10 m bajo la superficie de la mar, sabiendo que la densidad del agua de mar es 1,03 g/cm^3.

Solución:

Aplicando el Principio Fundamental de la Hidrostática: P = h.d.g (ó si quieres d.g.h)

Para poder sustituir los datos los expresamos en el S.I :

$$1{,}03\,\frac{\cancel{g}}{\cancel{cm^3}}\,\frac{1\,kg}{10^3\,\cancel{g}}\,\frac{10^6\,\cancel{cm^3}}{1\,m^3} = 1{,}03\,10^3\,\frac{kg}{m^3}$$

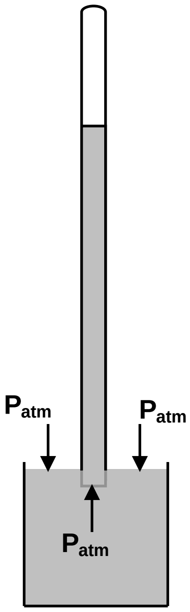
$$P = d\,g\,h = 1{,}03\,10^3\,\frac{kg}{m^3}\,10\,\frac{m}{s^2}\,10\,m = 1{,}03\,10^5\ Pa$$

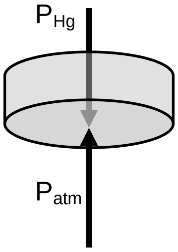
Nosotros vivimos inmersos en un fluido: **la atmósfera** que ejerce sobre nosotros una presión llamada **presión atmosférica.** Esta presión, según el Principio Fundamental de la Hidrostática varía, siendo mayor a nivel del mar que en una montaña.

Torricelli en 1643 fue el primero que logró medir la presión atmosférica mediante un curioso experimento consistente en llenar de **mercurio** un tubo de 1 m de largo, (cerrado por uno de los extremos) e invertirlo sobre un cubeta llena de mercurio. Sorprendentemente la columna de mercurio descendió unos centímetros permaneciendo estática a unos 76 cm (760 mm) de altura.

Torricelli razonó que la columna de mercurio no caía debido a que la presión atmosférica ejercida sobre la superficie del mercurio (y transmitida a todo el líquido y en todas direcciones) era capaz de equilibrar la presión ejercida por su peso.

Evangelista Torricelli
Faenza (Italia)
1608 - 1647





$$P_{atm} = P_{Hg} = \frac{W_{Hg}}{S} = \frac{m_{Hg}\, g}{S} = \frac{V_{Hg}\, d_{Hg}\, g}{S} = \frac{\cancel{S}\, h\, d_{Hg}\, g}{\cancel{S}}$$

$$\boxed{P_{atm} = d_{Hg}\, g\, h}$$

Como según se observa la presión era directamente proporcional a la altura de la columna de mercurio (h), se adoptó como medida de la presión **el mm de mercurio**. Así la presión considerada como normal se correspondía con una columna de altura 760 mm.

La presión atmosférica se puede medir también en atmósferas (atm):

1 atm = 760 mm = 101.325 Pa = 1,0 "kilo" (kgf/cm^2)

Otras unidades de presión comúnmente utilizadas, sobre todo en meteorología, son el **bar** y su submúltiplo el **milibar (mb),** que es igual a 100 Pa o **hectopascal (hPa)**

760 mm = 1 atm = 101. 325 Pa = 1,013 bar

1 mb = 10^{-3} bar

1 mb = 100 Pa = 1 hPa

Teniendo en cuenta estas equivalencias la presión "normal" equivaldrá a:

$$101.325\ \cancel{Pa}\ \frac{1\,mb}{100\ \cancel{Pa}} = 1013\ mb$$

Ejemplo 3

La consulta de la presión atmosférica en la prensa da como dato para el día considerado 1.023 mb. Expresar la presión en Pa , mm de mercurio, atmósferas y "kilos"

Solución:

Cálculo en Pa: $1.023\ \cancel{mb}\ \dfrac{100\ Pa}{1\ \cancel{mb}} = 1.023\ 10^2\ Pa = 1{,}023\ 10^5\ Pa$

Cálculo en mm. de mercurio: $1.023\ \cancel{mb}\ \dfrac{100\ \cancel{Pa}}{1\ \cancel{mb}}\ \dfrac{760\ mm}{101.325\ \cancel{Pa}} = 767\ mm$

Cálculo en atm: $1.023\ \cancel{mb}\ \dfrac{100\ \cancel{Pa}}{1\ \cancel{mb}}\ \dfrac{1\ atm}{101.325\ \cancel{Pa}} = 1{,}01\ atm$

Cálculo en "kilos": como 1 atm = 1 "kilo" ; 1,o1 atm = 1,01 "kilos"

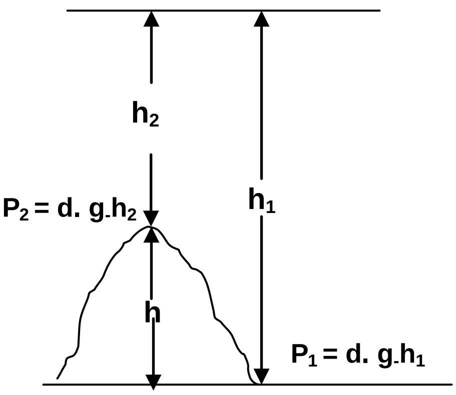
Nota: a la hora de efectuar los cálculos se parte siempre (excepto en el paso de atm a "kilos", debido a su simplicidad) del dato suministrado en el enunciado en vez de apoyarse sobre un resultado anterior con el fin de evitar posibles errores.

Ejemplo 4

Si a nivel del mar la presión es de 760 mm y en una montaña 635 mm. Calcular la altura de la montaña sobre el nivel del mar. Suponer que la densidad del aire es constante e igual a 1,3 g/litro

Solución:

Partiendo de la expresión: P = d .g. h la aplicamos a nivel del mar y en lo alto de la montaña:



Lo que deseamos calcular es **h**, es decir la altura de la montaña desde el nivel del mar:

$$h = h_1 - h_2$$

Restando las dos expresiones anteriores se obtiene:

$$P_1 - P_2 = d.\ g.h_1 - d.\ g.h_2 = d.\ g\ (h_1 - h_2) = d\ .\ g.\ h$$

Despejando la altura: $h = \dfrac{P_1 - P_2}{d\ g}$

Ahora tenemos que tener en cuenta que al sustituir los datos deben estar expresados en unidades S.I:

$P_1 - P_2 = (760 - 635)\ mm = 125\ mm$; $125\ \cancel{mm}\ \dfrac{101.325\ Pa}{760\ \cancel{mm}} = 16.665\ Pa$

$$d = 1{,}3\ \frac{\cancel{g}}{\cancel{litro}}\ \frac{1\ kg}{10^3\ \cancel{g}}\ \frac{10^3\ \cancel{litros}}{1\ m^3} = 1{,}3\ \frac{kg}{m^3} \qquad h = \frac{16.665\ Pa}{1{,}3\ \frac{kg}{m^3}\ 10\ \frac{m}{s^2}} = 1282\ m$$

Los altímetros usados por los montañeros calculan la altura de las montañas basándose en este mismo principio.

Nota: Si quieres comprobar que efectivamente salen metros como resultado final puedes verificarlo echando un vistazo al cálculo siguiente:

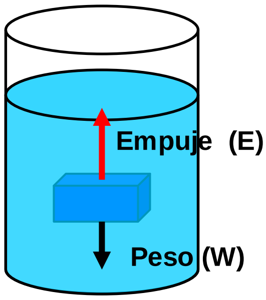
$$\frac{Pa}{\frac{kg}{m^3}\ \frac{m}{s^2}} = \frac{\frac{N}{m^2}}{\frac{kg}{m^3}\ \frac{m}{s^2}} = \frac{\frac{kg\frac{m}{s^2}}{m^2}}{\frac{kg}{m^2}\ \frac{1}{s^2}} = \frac{\frac{\cancel{kg}\ m}{\cancel{m^2}\ \cancel{s^2}}}{\frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^2}\ \cancel{s^2}}} = m$$

Los fluidos ejercen **fuerzas ascensionales** sobre los objetos situados en su seno. La naturaleza y valor de estas fuerzas quedan determinados en el Principio de Arquímedes

Arquímedes.
Siracusa (Sicilia)
289 – 212 a.C.

Principio de Arquímedes

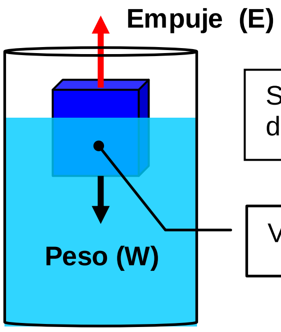
Todo cuerpo sumergido en un fluido (líquido o gas), experimenta una fuerza (empuje) vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado.



$$E = W_{liq} = m_{liq}\, g = V_{liq}\, d_{liq}\, g$$

Si el cuerpo está totalmente sumergido ocurre que el volumen de líquido desalojado es el volumen del cuerpo $V_{liq} = V_{cuerpo}$.

$$E = W_{liq} = m_{liq}\, g = V_{liq}\, d_{liq}\, g = V_{cuerpo}\, d_{liq}\, g$$

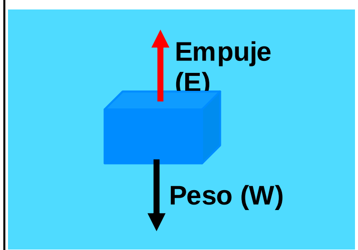


Si el cuerpo está flotando quedando sumergido sólo una parte de él, el volumen de líquido desalojado se corresponderá con el volumen sumergido.

Volumen de líquido desalojado (V_{liq}) es igual a volumen sumergido.

Si suponemos un cuerpo totalmente sumergido en un fluido sobre él actuarán el peso y el empuje, pudiendo darse tres casos:

- Que el peso y el empuje sean iguales: **E = W**. El cuerpo estará en equilibrio (fuerza resultante nula) y **"flotará entre aguas".**
- Que le empuje sea mayor que el peso: **E > W.** El cuerpo ascenderá y **quedará flotando**.
- Que el empuje sea menor que el peso : **E < W**. El cuerpo **se hundirá.**



Como: $E = V_{cuerpo} d_{liq}\, g$ y $W = m_{cuerpo}\, g = V_{cuerpo} d_{cuerpo}\, g$

Si E = W, podemos poner: $\cancel{V_{cuerpo}}\, d_{liq}\, \cancel{g} = \cancel{V_{cuerpo}}\, d_{cuerpo}\, \cancel{g}$

Repitiendo el cálculo establecemos las condiciones para que un cuerpo flote entre aguas, flote o se hunda:

- Flotará entre aguas si: $d_{liq} = d_{cuerpo}$
- Flotará si: $d_{liq} > d_{cuerpo}$
- Se hundirá si: $d_{liq} < d_{cuerpo}$

Ejemplo 5.

Calcular el empuje que sufre una bola esférica de 1 cm de radio cuando se sumerge en:

a) Alcohol de densidad d = 0,7 g/cm^3.

b) Agua, d = 1,0 g/cm^3.

c) Tetracloruro de carbono, d = 1,7 g/cm^3.

Solución

Según el Principio de Arquímedes el empuje es igual al peso del líquido desalojado. O sea:

$$\boxed{E = W_{liq} = m_{liq}\, g = V_{liq}\, d_{liq}\, g = V_{cuerpo}\, d_{liq}\, g}$$

El volumen de una esfera es: V = 4/3 π r ^{3}, luego para este caso:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi 1^3 cm^3 = 4{,}19\, cm^3 = 4{,}19.10^{-6}\, m^3$$

a) $E_{Alcohol}$= 4,19. 10 $^{-6}$ m^3 0,7 10 ^{3} kg/m ^{3} 10 m/s^2 = 0,03 N

b) E_{Agua}= 4,19. 10 $^{-6}$ m^3 10 ^{3} kg/m ^{3} 10 m/s^2 = 0,04 N

c) $E_{TetrClo}$= 4,19. 10 $^{-6}$ m^3 1,7 10 ^{3} kg/m ^{3} 10 m/s^2 = 0,07 N

Como se observa el empuje aumenta con la densidad del líquido.

Ejemplo 6.

Mediante un dinamómetro se determina el peso de un objeto de 10 cm^3 de volumen obteniéndose 0,72 N. A continuación se introduce en un líquido de densidad desconocida y se vuelve a leer el dinamómetro (peso aparente) que marca ahora 0,60 N. ¿Cuál es la densidad del líquido en el que se ha sumergido el objeto?

Solución:

El dinamómetro marca menos cuando se introduce el objeto en el líquido debido a que éste ejerce una fuerza (empuje) hacia arriba. El empuje lo podemos calcular estableciendo la diferencia entre el peso en el aire y lo que marca el dinamómetro cuando el objeto se encuentra sumergido en el líquido (peso aparente)

$E = P_{aire} - P_{aparente}$ = (0,72 – 0,60) N = 0,12 N

Utilizando ahora la ecuación: $E = V_{cuerpo}\, d_{liq}\, g$, despejamos la densidad del líquido:

$$d_{liq} = \frac{E}{V_{cuerpo}\, g} = \frac{0{,}12\, N}{10.10^{-6}\, m^3 10\, \frac{m}{s^2}} = 1{,}2.10^3\, \frac{kg}{m^3} = 1{,}2\, \frac{g}{cm^3}$$

Como se puede comprobar uno de los métodos utilizados en el laboratorio para determinar la densidad de líquidos está basada en el Principio de Arquímedes.