

Hidrostática de fluidos

Física y Química 4º ESO

FLUIDOS

PRESIÓN

La presión ejercida por una fuerza F sobre una superficie S , es igual al cociente entre la intensidad de la fuerza y la superficie

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

PRESIÓN

P: presión
F: fuerza
S: superficie

La unidad de presión en el SI es el Pascal (Pa), otras unidades son el bar, mbar, atm y mm Hg

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg} = 101300 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$$

PRESIÓN DE FLUIDOS

La presión en el interior de un líquido de densidad d a una profundidad h viene dada por

$$P = h \cdot d \cdot g$$

PRESIÓN EN EL INTERIOR DE UN LÍQUIDO

P: presión
h: profundidad
d: densidad del líquido

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Un cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje, vertical y hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado

$$E = V_c \cdot d_L \cdot g$$

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

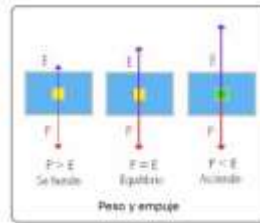
Si $E > p$ el cuerpo flota.

Si $E < p$ el cuerpo se hunde.

Si $E = p$ el cuerpo permanece en equilibrio en cualquier punto del fluido.



Principio de Arquímedes



La resultante del peso y el empuje recibe el nombre de peso aparente.

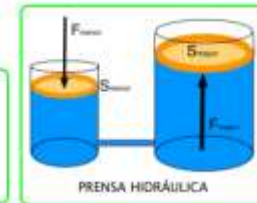
PRINCIPIO DE PASCAL

La presión ejercida en la superficie de un líquido se transmite con la misma intensidad en todas las direcciones

$$P_{\text{MAYOR}} = P_{\text{MENOR}}$$

$$\frac{F_{\text{MAYOR}}}{S_{\text{MAYOR}}} = \frac{F_{\text{MENOR}}}{S_{\text{MENOR}}}$$

PRINCIPIO DE PASCAL



PRESA HIDRÁULICA

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Fuerza por unidad de superficie que ejerce la atmósfera en su interior

CAMBIOS DE UNIDADES QUE DEBES RECORDAR PARA HACER LOS PROBLEMAS

$$1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$$

cambios de unidades

$$p = m \cdot g$$

$$d_c = \frac{m}{V_c}$$

peso y densidad del cuerpo

PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA HIDROSTÁTICA

La diferencia de presión entre dos puntos situados a distinta profundidad en el interior de un líquido viene dada por la siguiente expresión:



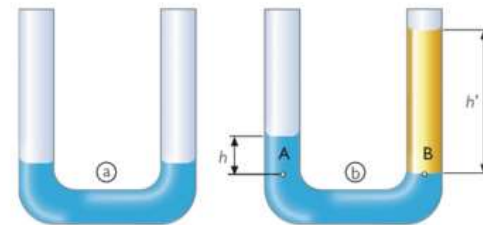
$$P_2 - P_1 = \rho_{Liq} \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

A partir de este principio se deduce que todos los puntos situados a la misma profundidad tendrán la misma presión

$$P_1 = P_2 \rightarrow F_1/S_1 = F_2/S_2 \rightarrow (m_1 \cdot g)/S_1 = (m_2 \cdot g)/S_2$$

$$(d_1 \cdot V_1 \cdot g)/S_1 = (d_2 \cdot V_2 \cdot g)/S_2 \rightarrow (d_1 \cdot h_1 \cdot S_1 \cdot g)/S_1 = (d_2 \cdot h_2 \cdot S_2 \cdot g)/S_2$$

$$(d_1 \cdot h_1) = (d_2 \cdot h_2) \rightarrow \mathbf{d_1 = (d_2 \cdot h_2) / h_1}$$



EJERCICIOS: PRESIÓN

► *¿Qué presión debida a su peso ejerce sobre el suelo una mesa de 20 kg si se apoya sobre una pata central de 1000 cm² de superficie?*

El peso de la persona será:

$$P = m \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 196 \text{ N}$$

Este peso será la fuerza que la mesa hace sobre el suelo, por lo tanto, la presión que ejerce será:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{196 \text{ N}}{0,1 \text{ m}^2} = 1960 \text{ Pa}$$

► *Una caja de 30 kg está apoyada sobre una de sus caras, que tiene 40 cm de ancho y 50 cm de largo. ¿Qué presión ejerce la caja sobre el suelo?*

La fuerza que la caja ejerce será su peso:

$$F = P = m \cdot g = 30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 294 \text{ N}$$

La superficie de la cara será:

$$S = 0,4 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,2 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, la presión que ejerce será:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{294 \text{ N}}{0,2 \text{ m}^2} = 1470 \text{ Pa}$$

EJERCICIOS: PRESIÓN

► Un bloque de hormigón tiene la forma de un paralelepípedo cuyas dimensiones son de 80 x 40 x 30 cm. Si la densidad del hormigón es de 2,4 gr/cm³

Calcula:

- La superficie de cada una de las caras
- La fuerza y la presión que ejerce el bloque sobre el suelo al apoyarse sobre cada una de las tres caras distintas.
- ¿ Cuando se ejerce una presión mayor sobre el suelo ?

a) La superficie de las caras será:

$$S_1 = 0,8 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m} = 0,32 \text{ m}^2 \quad S_2 = 0,8 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2 \quad S_3 = 0,4 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 0,12 \text{ m}^2$$

b) La fuerza que ejerce el bloque será siempre la misma, independientemente de la cara de apoyo, y será igual a su peso. Para poder calcular su peso necesitamos saber la masa que podremos obtenerla a partir de la densidad:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V = 2,4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times (80 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm}) = 230400 \text{ gr} = 230,4 \text{ kg}$$

Luego:

$$F = P = m \cdot g = 230,4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 2257,92 \text{ N}$$

La presión será diferente ya que esta depende de la superficie de la cara de apoyo. Las distintas presiones serán:

$$P_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{2257,92 \text{ N}}{0,32 \text{ m}^2} = 7056 \text{ Pa}$$

$$P_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{2257,92 \text{ N}}{0,24 \text{ m}^2} = 9408 \text{ Pa}$$

$$P_3 = \frac{F}{S_3} = \frac{2257,92 \text{ N}}{0,12 \text{ m}^2} = 18816 \text{ Pa}$$

c) Lógicamente se ejercerá mayor presión cuando la superficie sea menor, es decir, cuando se apoya sobre la tercera cara.

EJERCICIOS: PRESIÓN DE FLUIDOS

► *Calcula la presión que ejerce sobre la base una columna de mercurio de 76 cm de altura y 10 cm² de base. ¿Depende esta presión de la superficie de la base?. $d(\text{Hg}) = 13,6 \text{ gr/cm}^3$*

La presión que ejerce será:

$$P = d \cdot g \cdot h = 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m} = 101292,8 \text{ Pa}$$

No depende de la superficie de la base sino de la altura de mercurio.

► *Determinar el valor de la presión en el fondo de un depósito cilíndrico de 20.000 litros lleno de agua, de 2 m de profundidad, así como la fuerza total que se ejerce sobre el mismo.*

La presión sobre el fondo será:

$$P = d \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 19600 \text{ Pa}$$

La fuerza que ejerce el agua será igual a su peso y teniendo en cuenta que 1 litro de agua tiene 1 kg de masa tendremos:

$$F = P = m \cdot g = 20000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 196000 \text{ N}$$

EJERCICIOS: PRESIÓN DE FLUIDOS

► *El tapón de una bañera tiene 5 cm de diámetro. La altura del agua que contiene es 40 cm. ¿Qué fuerza hay que ejercer para levantar el tapón al vaciar la bañera? ¿Qué fuerza habría que hacer si contuviese mercurio?*

$$d(\text{agua})=1 \text{ gr/cm}^3 \quad d(\text{Hg})=13,6 \text{ gr/cm}^3$$

La superficie del tapón es:

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,025 \text{ m})^2 = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

La presión que ejerce la columna de agua será:

$$P = d \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 3920 \text{ Pa}$$

La fuerza que ejerce el agua hacia abajo sobre el tapón será:

$$F = P \cdot S = 3920 \text{ Pa} \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 7,68 \text{ N}$$

Por lo tanto, para levantar el tapón habría que realizar una fuerza hacia arriba de 7,68 N.

En el caso del mercurio, la presión que ejercería este sobre el tapón sería:

$$P = d \cdot g \cdot h = 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 53312 \text{ Pa}$$

Y la fuerza que ejerce será:

$$F = P \cdot S = 53312 \text{ Pa} \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 104,49 \text{ N}$$

EJERCICIOS: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

► *Un cuerpo de 200 gr de masa y densidad 8'93 gr/cm³ se sumerge en agua. Calcular el empuje que experimenta.*

El volumen del cuerpo será:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{200 \text{ gr}}{8,93 \text{ gr/cm}^3} = 22,39 \text{ cm}^3 = \\ = 0,00002239 \text{ m}^3 = 2,239 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

El empuje será:

$$E = d_{\text{liq}} \cdot g \cdot V_s = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \\ \cdot 2,239 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,219 \text{ N}$$

► *Dos personas de masas 60 y 80 kg se suben a una lancha de masa 100 kg . ¿ Qué volumen de agua debe desplazar esa lancha para que no se hunda ? Explica razonadamente la respuesta .*

Para que la lancha flote el peso y el empuje deben ser iguales. El peso total será:

$$P = m \cdot g = 240 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 2352 \text{ N}$$

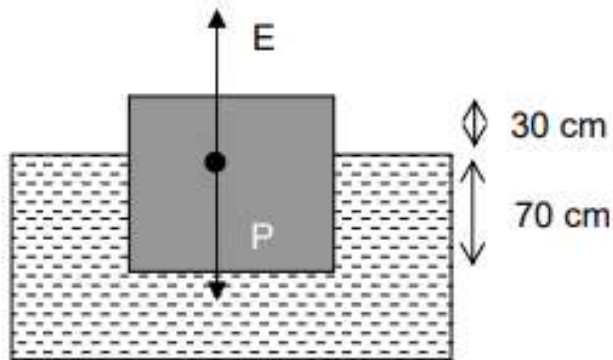
Por lo tanto, el volumen de agua que tendrá que desalojar será:

$$E = d_{\text{liq}} \cdot g \cdot V_s \Rightarrow V_s = \frac{E}{d_{\text{liq}} \cdot g} = \\ = \frac{2352 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,24 \text{ m}^3 = 240 \text{ litros}$$

EJERCICIOS: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

► *Un cubo de madera de un metro de arista se echa en agua y se observa que la longitud de la arista sumergida es igual a 70 cm. Calcular la densidad de esta madera.*

La situación sería la siguiente:



Si la madera está flotando es porque el peso y el empuje deben ser iguales.

El volumen del cuerpo será de 1 m^3 , mientras que el volumen que está sumergido será de $0,7 \text{ m}^3$.

El peso y el empuje podemos expresarlo de la forma:

$$P = d_c \cdot g \cdot V_c \quad ; \quad E = d_{liq} \cdot g \cdot V_s$$

Si al estar flotando los dos son iguales podremos poner que:

$$\begin{aligned} P = E &\Rightarrow d_c \cdot g \cdot V_c = d_{liq} \cdot g \cdot V_s \Rightarrow \\ d_c \cdot V_c &= d_{liq} \cdot V_s \Rightarrow d_c = \frac{d_{liq} \cdot V_s}{V_c} = \\ &= \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,7 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 700 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

EJERCICIOS: PRINCIPIO DE PASCAL

► Los dos émbolos de una prensa hidráulica tienen una sección de 80 cm^2 y 600 cm^2 , respectivamente. Se deposita sobre el más pequeño un cuerpo de 10 kg . Calcular la fuerza que ejercerá el otro émbolo.

La fuerza que ejerce el cuerpo sobre el émbolo pequeño será su peso, es decir:

$$F = P = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 98 \text{ N}$$

Si aplicamos la ecuación de la prensa hidráulica tendremos:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1} = \frac{98 \text{ N} \cdot 600 \text{ cm}^2}{80 \text{ cm}^2} = 735 \text{ N}$$

► La relación entre las superficies de dos émbolos de una prensa hidráulica es $1/1000$. Si la fuerza ejercida sobre el émbolo pequeño es de 100 N .

a) ¿Cuánto vale la fuerza originada en el émbolo grande?.

b) ¿En cuál de los dos émbolos hay más presión?.

a) Sabemos que $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{1000}$ por lo tanto:

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1} = \frac{100 \text{ N} \cdot 1000}{1} = 100000 \text{ N}$$

b) En los dos émbolos se ejerce la misma presión de ahí el fundamento de la prensa hidráulica.

EJERCICIOS: PRINCIPIO DE PASCAL

► *En un aparato elevador de coches los diámetros de los pistones son 5 y 25 cm respectivamente. ¿Cuál es la máxima carga que puede elevarse si el valor máximo de la fuerza que se va a aplicar en el émbolo pequeño es de 600 N?*

Los radios de los pistones son 2,5 cm y 12,5 cm, por lo tanto, las superficies de ellos serán:

$$S_1 = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (2,5 \text{ cm})^2 = 19,63 \text{ cm}^2$$

$$S_2 = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (12,5 \text{ cm})^2 = 490,87 \text{ cm}^2$$

Luego en el émbolo mayor aparecerá una fuerza hacia arriba igual a:

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1} = \frac{600 \text{ N} \cdot 490,87 \text{ cm}^2}{19,63 \text{ cm}^2} = 15003,66 \text{ N}$$

Esta fuerza corresponde a una masa de:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{15003,66 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 1530,98 \text{ kg}$$

Por lo tanto, en el émbolo mayor se podrá elevar una masa máxima de 1530,98 kg.