SI ENCUENTRAS ALGÚN ERROR COMUNÍCALO, POR FAVOR, AL CORREO DE LA PÁGINA WEB.

ESTÁTICA DE FLUIDOS.

PRESIÓN. PRESIÓN EN EL INTERIOR DE UN FLUIDO. PRINCIPIO DE PASCAL. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

1. PRESIÓN.

Presión. Si se ejerce una fuerza sobre una determinada superficie, se defina la presión como la relación (cociente) entre la intensidad de la fuerza y la superficie. En el sistema internacional, la presión, se mide en pascales (P).

$$\text{Otras unidades.}\begin{cases}\text{Atmósfera (atm.). } 1 \text{ atm} = 101250 \text{ Pa.}\\ \text{mm de Hg. } 1 \text{ atm.} = 760 \text{ mm de Hg.}\\ \text{Bar. } 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa.}\end{cases}$$

$$\begin{cases}\text{P: presión, pascal (P).}\\ \text{F: fuerza, newton (N).}\\ \text{S: superficie } (\text{m}^2).\end{cases} \rightarrow \mathbf{P} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{S}}$$

1. a. Calcula la presión que ejerce un ladrillo en forma de prisma, de 2 kg de masa, cuando se apoya sobre cada una de sus caras. Siendo las dimensiones del ladrillo 5 x 10 x 15 cm.

b. Calcula la presión que ejerce un ladrillo en forma de prisma, de densidad 2,5 g/cm^3, cuando se apoya sobre cada una de sus caras. Siendo las dimensiones del ladrillo 5 x 10 x 15 cm.

a.

$$\text{Tenemos tres caras distintas: }\begin{cases}C_1 = 5 \text{ x } 10 = 50 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{100^2 \text{ cm}^2} = 0{,}005 \text{ m}^2\\ C_2 = 5 \text{ x } 15 = 75 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{100^2 \text{ cm}^2} = 0{,}0075 \text{ m}^2\\ C_3 = 15 \text{ x } 10 = 150 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{100^2 \text{ cm}^2} = 0{,}015 \text{ m}^2\end{cases}$$

La fuerza será el peso. Peso = m·g = 2·9,8 = 19,6 N.

$$\begin{cases} P_1 = \frac{F}{S} = \frac{19{,}6}{0{,}005} = 3920 \text{ Pa.} \\ P_2 = \frac{F}{S} = \frac{19{,}6}{0{,}0075} = 2613{,}33 \text{ Pa} \\ P_3 = \frac{F}{S} = \frac{19{,}6}{0{,}015} = 1606{,}67 \text{ Pa} \end{cases}$$

b.

La fuerza será el peso. Peso = m·g = d·V·g = $2.5\cdot10^3\cdot0{,}05\cdot0{,}1\cdot0{,}15\cdot9{,}8 = 18{,}375$ N

$$\begin{cases} P_1 = \frac{F}{S} = \frac{18{,}375}{0{,}005} = 3675 \text{ Pa.} \\ P_2 = \frac{F}{S} = \frac{18{,}375}{0{,}0075} = 2450 \text{ Pa} \\ P_3 = \frac{F}{S} = \frac{18{,}375}{0{,}015} = 1225 \text{ Pa} \end{cases}$$

2. PRESIÓN EN EL INTERIOR DE UN FLUIDO.

a. Presión hidrostática.

Presión en el interior de un fluido (líquido o gas). Es la presión en un punto determinado del interior de un fluido debido a la densidad del mismo y a la profundidad a la que se encuentra el punto de estudio.

$$\begin{cases} \text{P: presión, pascal (P).} \\ \rho\text{: densidad, } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}. \\ \text{d: profundidad, m.} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \mathbf{P = \rho \cdot d \cdot g} \text{ (\textbf{debida solo al fluido})} \\ \mathbf{P = \rho \cdot d \cdot g + P_{atmosférica}}. \end{cases}$$

Como características podemos destacar:

- Actúa en todas direcciones.
- Aumenta con la profundidad.
- Depende de la densidad del líquido.

2. a. ¿A qué profundidad dentro de una piscina de agua la presión es de 58800 pascales?
b. A 6 metros de profundidad en el interior de un fluido la presión es de 52920 pascales ¿cuál es la densidad de dicho fluido?
c. Calcula la presión manométrica en un punto del interior de un recipiente, lleno de mercurio, a 30 cm. de la superficie. ρ_{Hg} = 16600 Kg/m^3.

a.

$P = \rho \cdot d \cdot g \rightarrow 58800 = 1000 \cdot d \cdot 9{,}8 \rightarrow d = 6$ m.

b.

$P = \rho \cdot d \cdot g \rightarrow 52920 = \rho \cdot 6 \cdot 9{,}8 \rightarrow \rho = 900$ Kg./m^3.

c.

$P = \rho \cdot d \cdot g \rightarrow P = 16600 \cdot 0{,}3 \cdot 9{,}8 \rightarrow P = 48804$ Pa.

3. a. ¿Qué presión soporta un tapón circular de 5 cm. de radio en el fondo de una piscina de 3 metros de profundidad?
b. ¿Qué fuerza debemos realizar para conseguir quitar el tapón?

a.
$$P = \rho \cdot d \cdot g \rightarrow P = 1000 \cdot 3 \cdot 9{,}8 \rightarrow P = 29400 \text{ Pa.}$$
b.
$$P = \frac{F}{S} \rightarrow F = P \cdot S = 29400 \cdot \pi \cdot 0{,}05^2 = 230{,}91 \text{ N}$$

4. En un recipiente hay una capa de aceite de 2 cm. de espesor flotando sobre 8 cm. de espesor de agua. Calcula la presión hidrostática en el fondo del recipiente debida a los dos líquidos. La densidad de ese aceite es 0,8 g/cm^3. (960 Pa)

$$P = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2 = 800 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}02 + 1000 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}08 = 940{,}8 \text{ Pa}$$

b. Vasos comunicantes. Tubo en U.

5. a. En un tubo en U lleno de agua introducimos por uno de los lados aceite de 900 kg/m^3 de densidad cuya columna tiene una altura de 10 cm. y en la otra parte del tubo 15 cm. de aceite de densidad 860 kg/m^3. Calcula la diferencia de alturas entre las dos superficies de separación agua - aceite en cada parte del tubo en U.
b. En un tubo en U lleno de agua introducimos por uno de los lados aceite de 900 kg/m^3 de densidad cuya columna tiene una altura de 10 cm. y en la otra parte del tubo 15 cm. de aceite de densidad desconocida. La diferencia de alturas entre las dos superficies de separación agua - aceite en cada parte del tubo en U es 0,05 m. Calcula la densidad del segundo aceite.

$860 \cdot 0{,}15 \cdot 9{,}8 = 900 \cdot 0{,}1 \cdot 9{,}8 + 1000 \cdot h \cdot 9{,}8 \rightarrow h = 0{,}039$ m.
$\rho \cdot 0{,}15 \cdot 9{,}8 = 900 \cdot 0{,}1 \cdot 9{,}8 + 1000 \cdot 0{,}05 \cdot 9{,}8 \rightarrow \rho = 933{,}3$ Kg/m^3.

3. EL PRINCIPIO DE PASCAL.

Un aumento de presión en una zona de un líquido encerrado en el interior de un recipiente se transmite con la misma intensidad y en todas direcciones al resto del líquido.

Prensa hidráulica.

$$\mathbf{P_g = P_p \rightarrow \frac{F_g}{S_g} = \frac{F_p}{S_p}}$$

6. a. ¿Qué sección debe tener el émbolo grande de una prensa hidráulica para qué, ejerciendo sobre el pequeño una presión de 20000 Pa pueda elevarse en el grande un peso de 10^5 N.?
b. En una prensa hidráulica el émbolo mayor tiene una sección de 0,04 m^2 y el menor 10 cm^2 si se obtiene una fuerza de 500 newtons en el émbolo mayor ¿qué fuerza se aplicó en el émbolo menor?

a.

$$\frac{F_g}{S_g} = \frac{F_p}{S_p} = P_p \rightarrow S_g = \frac{F_g}{P_p} = \frac{10^5}{20000} = 5\ m^2$$

b.

$$\frac{F_g}{S_g} = \frac{F_p}{S_p} \rightarrow F_p = \frac{F_g \cdot S_p}{S_g} = \frac{500 \cdot 10 \cdot 10^{-4}}{0{,}04} = 12{,}5\ N.$$

4. PRINCIPIO DE ARQUIMEDES.

Principio de Arquímedes. Este principio afirma que "todo cuerpo sumergido en un fluido (líquido o gas) experimenta un empuje ascendente igual al peso del volumen de fluido desalojado". **$E = peso_{fluido\ desalojado} = m_{fluido} \cdot g = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g$**

El empuje es una fuerza y se mide en N.

Si un cuerpo se encuentra totalmente sumergido en un fluido pueden pasar tres cosas:

1. Peso < Empuje. El cuerpo asciende hasta la superficie y flota. Parte del cuerpo sale del fluido hasta que se consigue que el peso iguale al empuje. Esto ocurre cuando la densidad del cuerpo es menor que la densidad del fluido.
2. Peso = Empuje. El cuerpo se queda flotando a medias aguas (sumergido). Esto ocurre cuando la densidad del cuerpo es igual a la densidad del fluido.
3. Peso > empuje. El cuerpo desciende hasta llegar al fondo. Esto ocurre cuando la densidad del cuerpo es mayor que la densidad del fluido.

$$\left.\begin{array}{r} Peso = m \cdot g = \rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g \\ Empuje: E = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g \end{array}\right\} \overbrace{Peso = Empuje}^{\text{Cuando el cuerpo flota.}}$$

$$\rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g \rightarrow \rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido}$$

$$P_{aparente} = P_{real} - Empuje \rightarrow \begin{cases} P_{aparente} = m \cdot g - E \\ P_{aparente} = \rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g - E \end{cases}$$

7. Un balón de 20 cm. de diámetro flota en agua con 1/5 de su volumen sumergido. ¿cuál es su masa?

Flota: $P = E \rightarrow m \cdot g = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g \rightarrow m = 1000 \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 0{,}1^3 = 0{,}84$ kg.

8. Un cuerpo de densidad 1,2 g/cm^3 flota en un líquido con 3/4 de su volumen sumergido. ¿Cuál es la densidad del fluido?

$$\rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \rightarrow 1200 \cdot V = \rho_{fluido} \cdot \frac{3}{4} \cdot V$$

$$\rho_{fluido} = 1600\ \frac{Kg}{m^3}$$

9. Calcula el empuje que experimenta una pieza de madera en forma de prisma, si tiene un 30% de su volumen sumergido en agua. Dimensiones del prisma 30x30x70 cm. ρ_{madera} = 870 g/L

$$\text{Empuje: } E = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g = 1000 \cdot \frac{30}{100} \cdot 0.3 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}7 \cdot 9{,}8 = 185 \text{ N.}$$

10. Un cubo de arista 3 cm. y densidad 2,8 g/cm^3, se sumerge en agua,

a. ¿qué empuje sufrirá?

b. ¿Cuál será su peso aparente? (0,486N)

a.

$$\text{Empuje: } E = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g = 1000 \cdot 0.03^3 \cdot 9{,}8 = 0{,}26 \text{ N.}$$

b.

$$P_{aparente} = P_{real} - \text{Empuje} = \rho_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g - \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g = 0{,}48 \text{ N.}$$

11. Una piedra de 40 kg de masa y volumen 16 dm^3, descansa en el fondo de un río.

a. Calcula el empuje del agua.

b. La fuerza que hay que hacer para sacarla del río.

a. $\text{Empuje: } E = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g = 1000 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}8 = 156{,}8 \text{ N.}$

b. $F = P - E = 40 \cdot 9{,}8 - 156{,}8 = 235{,}2$ N.

12. Un trozo de aluminio de 100 g y densidad 2700 kg/m^3, se sumerge en agua, determina el empuje que le produce el agua y su peso aparente.

a.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}1}{2700} = 3{,}7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{Empuje: } E = \rho_{fluido} \cdot V_{sumergido} \cdot g = 1000 \cdot 3{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot 9{,}8 = 0{,}26 \text{ N.}$$

b.

$$P_{aparente} = P_{real} - \text{Empuje} = 0{,}1 \cdot 9{,}8 - 0{,}26 = 0{,}72 \text{ N.}$$

13. Colgamos un cuerpo en el extremo de un dinamómetro y éste marca 4,6 N. Cuando sumergimos el cuerpo en agua el dinamómetro marca 3,8 N. Calcula:

a. El empuje.

b. El volumen del cuerpo y su densidad.

c. La aceleración con la que se hunde si lo dejamos en reposo sobre la superficie del agua.

d. La velocidad con que llega al fondo y el tiempo que tarda en hacerlo si éste está a 1 metro de la superficie.

a. $P_{aparente} = P_{real} - \text{Empuje} \rightarrow E = P_{real} - P_{aparente} = 4{,}6 - 3{,}8 = 0{,}8 \text{ N}$

b.

$$\begin{cases} E = \rho_{fluido} \cdot V \cdot g \rightarrow 0{,}8 = 1000 \cdot V \cdot 9{,}8 \rightarrow V = 8{,}16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3. \\ P_{real} = \rho_{cuerpo} \cdot V \cdot g \rightarrow 4{,}6 = \rho_{cuerpo} \cdot 8{,}16 \cdot 10^{-5} \cdot 9{,}8 \rightarrow \rho_{cuerpo} = 5752{,}3 \text{ Kg/m}^3 \end{cases}$$

c.

$$P = m \cdot g \rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{4{,}6}{9{,}8} = 0{,}47 \text{ Kg.}$$

$P - E = m \cdot a \rightarrow 4{,}6 - 0{,}8 = 0{,}47 \cdot a \rightarrow a = 8{,}09 \text{ m/s}^2$

d.

$$\left.\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ s = 1\text{ m.} \\ a = 8{,}09\text{ m/s}^2 \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} v^2 = v_0^2 + 2\cdot a\cdot s \rightarrow v = 4{,}02\,\dfrac{m}{s} \\ v = v_0 + a\cdot t \rightarrow t = 0{,}5\text{ s.} \end{array}\right.$$

14. En la superficie de un estanque colocamos una esfera de hierro de densidad 7876 Kg/m^3 y volumen 35 cm^3.

a. Determina la aceleración con que se hunde.

b. Si la profundidad del estanque es de 3 metros determina el tiempo que tarda en llegar al fondo y la velocidad con que lo hace.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho\cdot V = 7876\cdot 35\cdot 10^{-6} = 0{,}276\text{ Kg.}$$

$$P - E = m\cdot a \rightarrow 0{,}276\cdot 9{,}8 - 1000\cdot 35\cdot 10^{-6}\cdot 9{,}9 = 0{,}276\cdot a \rightarrow a = 8{,}6\text{ m/s}^2$$

b.

$$\left.\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ s = 3\text{ m.} \\ a = 8{,}6\,\dfrac{m}{s^2} \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} v^2 = v_0^2 + 2\cdot a\cdot s \rightarrow v = 7{,}18\,\dfrac{m}{s} \\ v = v_0 + a\cdot t \rightarrow t = 0{,}83\text{ s.} \end{array}\right.$$

15. Tenemos sumergido en agua un cuerpo de densidad 800 kg/m^3, cuando lo soltemos,

a. ¿Con qué aceleración ascenderá?

b. Si lo teníamos sumergido a 1 metro de profundidad, ¿con qué velocidad saldrá disparado de la superficie?

c. Cuando salga del agua, ¿hasta qué altura máxima ascenderá?

d. Determina la fracción de volumen del cuerpo que se queda sumergido cuando después de caer flote en el agua.

a.

$$E - P = m\cdot a \rightarrow \rho_{fluido}\cdot \cancel{V}\cdot g - \rho_{cuerpo}\cdot \cancel{V}\cdot g = \rho_{cuerpo}\cdot \cancel{V}\cdot a$$

$$1000\cdot 9{,}8 - 800\cdot 9{,}8 = 800\cdot a \rightarrow a = 2{,}45\text{ m/s}^2$$

b.

$$\left.\begin{array}{l} v_0 = 0 \\ s = 1\text{ m.} \\ a = 2{,}45\,\dfrac{m}{s^2} \end{array}\right\} v^2 = v_0^2 + 2\cdot a\cdot s \rightarrow v = 2{,}21\,\frac{m}{s}$$

c.

$$\left.\begin{array}{l} v_0 = 2{,}21\text{ m/s} \\ v = 0 \\ a = -9{,}8\,\dfrac{m}{s^2} \end{array}\right\} v^2 = v_0^2 + 2\cdot a\cdot s \rightarrow s = 0{,}25\text{ m.}$$

d.

$$\text{Flota: } P = E \rightarrow \rho_{cuerpo}\cdot V_{cuerpo}\cdot g = \rho_{fluido}\cdot V_{sumergido}\cdot g$$

$$\%_{sumergido} = \frac{V_{sumergido}}{V_{cuerpo}}\cdot 100 = \frac{\rho_{cuerpo}}{\rho_{fluido}}\cdot 100 = \frac{800}{1000}\cdot 100 = 80\ \%$$

16. ¿Qué porcentaje del volumen de un iceberg se encuentra sumergido en el agua del mar? $\rho_{agua\ mar}$ = 1027 Kg/m³. ρ_{hielo} = 916,8 Kg/m³.

$$\%_{sumergido} = \frac{V_{sumergido}}{V_{cuerpo}} \cdot 100 = \frac{\rho_{cuerpo}}{\rho_{fluido}} \cdot 100 = \frac{916,8}{1027} \cdot 100 = 89,27\ \%$$

17. Calcula la presión atmosférica en la cumbre del Teide que está a una altura de unos 3000 m. Expresa el resultado en Pa y atm. 62300 0,61

Tomando $\rho_{aire} = 1,3\ kg/m^3$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = 38220\ Pa \cdot \frac{1\ atm.}{101250\ Pa} = 0,38\ atm.$$

$$P = 1 - 0,38 = 0,62\ atm.$$

$$P = 101250 - 38220 = 63030\ Pa.$$

5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

18. Calcula la diferencia de presión atmosférica existente entre un punto situado a nivel del mar y otro situado en la cima de una montaña de 500 m de altura, suponiendo que la densidad del aire es constante y vale 1,3 kg/m³. Expresa el resultado en atm.

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = 6370\ Pa \cdot \frac{1\ atm.}{101250\ Pa} = 0,063\ atm.$$

19. Determina la presión atmosférica a la que se encuentran sometidos los ocupantes de un globo que se encuentra a 500 m de altura. Expresa el resultado en atm y mm de Hg. 0,94 715

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = 6370\ Pa \cdot \frac{1\ atm.}{101250\ Pa} = 0,063\ atm.$$

$$P = 1 - 0,063 = 0,937\ atm. \frac{760\ mmHg.}{1\ atm.} = 712\ mmHg.$$