

HIDROSTÁTICA

LA HIDROSTÁTICA

Cuando se estudia las leyes y propiedades que presentan los fluidos que se encuentran en reposo recibe el nombre de hidrostática.

La hidrostática constituye una rama de la mecánica de los fluidos estudiada por Newton.

La palabra fluido involucra tanto a los líquidos (agua, gasolina, aceite, etc.) como a los gases (aire, oxígeno, etc.) ya que estos tienen propiedades comunes.

Los líquidos son incompresibles mientras que los gases pueden ser comprimidos con facilidad.

Las moléculas que forman la estructura de los gases se mueven sueltas y las moléculas de los líquidos se deslizan una sobre otra, esto ocasiona que los líquidos y los gases no tengan forma propia sino que adoptan la forma del recipiente que los contiene. Los gases tienen la propiedad de ser expansibles por lo que no tienen un volumen propio.

Los sólidos tienen forma y volumen propio, los líquidos no tienen forma propia pero sí volumen propio y los gases no tienen ni forma ni volumen propio.

Los líquidos tienen las siguientes características que serán analizadas a continuación.

1. Cohesión.

Cuando dos gotas de agua se juntan y forman una sola gota se debe a la fuerza (cohesión) que existe entre las moléculas de la misma sustancia



2. Adhesión.

Constituye la fuerza con la que se atraen las moléculas de dos sustancias diferentes

cuando entran en contacto. Esto sucede cuando un líquido se adhiere a un cuerpo sólido.

El agua se adhiere al vidrio o a la ropa, la pintura a una pared, el aceite al papel, la tinta al cuaderno.

Un líquido no moja a un sólido cuando las fuerzas de cohesión (líquido) son mayores que a las fuerzas de adhesión (líquido – sólido).

3. Viscosidad.

La viscosidad constituye la medida de la resistencia que tiene un líquido a oponerse a fluir y es producto al rozamiento de unas partículas con otras.

Mientras más viscoso es un líquido más tiempo tarda en fluir esto se observa cuando se hace fluir al agua, alcohol, aceite y miel al mismo tiempo.



4. Tensión superficial

Constituye la fuerza de atracción que existe entre las moléculas de un líquido.

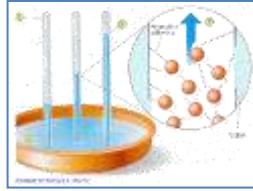
La resultante de las fuerzas de atracción que ejercen las moléculas próximas a una molécula que está en la superficie, esta dirigida hacia el interior del líquido lo que da origen a la tensión superficial.



5. Capilaridad.

Cuando un líquido hace contacto con una pared sólida de tubos muy delgados, este tiende a subir y alcanza un nivel mayor al que tiene el fluido en el recipiente.

Cuando se introduce el tubo delgado en mercurio el fenómeno que se observa es sentido contrario, es decir líquido no asciende y el nivel es menor al del mercurio contenido en el recipiente.



6. Densidad. (d)

La densidad de una sustancia constituye la relación entre la masa y su volumen.

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

La densidad es la característica que permite diferenciar una sustancia de otra.

Las unidades en el sistema internacional están dadas por : $d = [\text{kg} / \text{m}^3]$

En el sistema cgs: $d = [\text{g} / \text{cm}^3]$

Sus dimensiones: $[d] = [\text{M L}^{-3}]$

7. Peso específico. (ρ)

El peso específico de una sustancia es la relación entre el peso y su volumen.

$$\rho = \frac{P}{V} \quad \rho = \frac{m \cdot g}{V}$$

Las unidades en el sistema internacional son:

$$\rho = [\text{N} / \text{m}^3]$$

En el cgs: $\rho = [\text{dina} / \text{cm}^3]$

Sus dimensiones : $[\rho] = [\text{M L}^{-2} \text{T}^{-2}]$

Entre el peso específico y la densidad de una sustancia se da la siguiente relación:

$$P = m \cdot g \quad \text{y} \quad d = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{P}{V} \quad \rho = \frac{m \cdot g}{V}$$

$$\rho = d \cdot g$$

DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO DE ALGUNAS SUSTANCIAS.

Sustancia	d		P
	kg / m ³	g / cm ³	N / m ³
Sólidos			
Aluminio	2 700	2,7	26 460
Latón	8 700	8,7	85 260

Cobre	8 890	8,89	87 122
Vidrio	2 600	2,6	25 480
Oro	19 300	19,3	189 140
Hielo	920	0,92	9 016
Hierro	7 850	7,85	76 930
Plomo	11 300	11,3	110 740
Roble	810	0,81	7 938
Plata	10 500	10,5	102 900
Acero	7 800	7,8	76 440
Corcho	220	0,22	2 160
Líquidos			
Alcohol	790	0,79	7 742
Benceno	880	0,88	8 624
Gasolina	680	0,68	6 664
Mercurio	13 600	13,6	133 200
Agua	1 000	1,0	9 800
Agua de mar	1 025	1,025	10 050
Leche	1 029,6	1,029	10 090
Sangre	1 050	1,05	10 290
Aceite veg		0,92	
Petróleo		0,80	
Gases (0 ° C)			
Aire	1,29	0,00129	12,64
Hidrógeno	0,090	0,00009	0,88
Helio	0,178	0,00018	1,74
Nitrógeno	1,25	0,00125	12,25
Oxígeno	1,43	0,00143	14,01

EJERCICIOS PARA REALIZAR CON EL MAESTRO

- Un tanque cilíndrico de gasolina tiene una longitud de 4 m y un diámetro de 1,5 m ¿Cuántos kilogramos de gasolina se puede almacenar en el tanque?
- Calcular la densidad del alcohol etílico si un kg ocupa un volumen de 1,266 dm³.
1 dm³ = 0,001 m³
- Calcular el peso específico y la densidad de una sustancia de 30 in³ que pesa 230 N.
- Un alambre de cobre tiene una sección de 3 mm² y una masa de 12 kg. Calcular:
a) El volumen del alambre
b) La longitud del alambre
- Calcular la masa y el peso 5 000 galones de gasolina.
- La densidad del azufre es de 2 100 kg / m³ Calcular el volumen de 10 000 N

EJERCICIOS PARA LA TAREA

- Calcular la masa de un trozo de hierro de 15 dm³ Determinar el peso y la masa de 100 litros de agua
- Se tiene un volumen de 3 000 litros de agua de mar. Determinar:
a) La masa
b) El peso

3. Una habitación de 5 m de largo, 4m de ancho y 3 m de alto contiene aire, calcular:
 - a) El volumen de aire contenido en la habitación.
 - b) El peso del aire contenido en la habitación.
 4. Que volumen ocupa 0,4 kg de alcohol y cuál es el peso de este volumen.
 - 5.Cuál es la masa y el peso de un litro de leche.
 6. Determinar el volumen que ocupa media libra de oro.
 7. Calcular la densidad y el peso específico de 2 kg una sustancia que ocupa un volumen de 3 litros.
 8. Un recipiente se llena totalmente con 1000 g de aceite vegetal, se vacía y se vuelve a llenar con alcohol . Determinar:
 - a) El volumen del recipiente.
 - b) El peso del alcohol.
2. Una fuerza de 80 N inclinada que forma un ángulo de 60° es aplicada sobre una superficie de $4,5 \text{ m}^2$. Calcular la presión ejercida.
 3. En un paralelepípedo (bloque) cuyas dimensiones son : 2m, 4m, 6m , tiene una densidad de $6,4 \text{ g/cm}^3$ Calcular:
 - a) El peso del cuerpo
 - b) La presión que ejerce el paralelepípedo sobre el piso cuando está apoyado sobre cada una de las bases.
 4. La bala que sale del cañón de una pistola tiene una rapidez de 380 m/s en 0,01 s. La bala tiene una masa de 25 g y un radio de 4,9 mm. Calcular:
 - a) La aceleración con la que sale la bala.
 - b) La fuerza con la que sale disparada la bala.
 - c) La presión que ejercen los gases producidos por la combustión de la pólvora en la base de la bala.
 5. En dos cubos de 60 N de peso cada uno y con áreas diferentes en las bases de $0,02 \text{ m}^2$ y $0,04 \text{ m}^2$, calcular las presiones que cada uno ejerce sobre su base.
 6. En dos cubos de 80 N y 120 N de peso y con áreas en las bases de $0,004$ y $0,006 \text{ m}^2$ respectivamente, calcular las presiones que cada uno ejerce sobre una de sus bases.

PRESIÓN SOBRE UNA SUPERFICIE.

Es la relación entre la fuerza perpendicular (normal) que actúa sobre el área de una superficie. La presión es una magnitud escalar.

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

Se puede deducir que cuando se aplica una fuerza sobre un área grande la presión es pequeña mientras que cuando se aplica sobre un área pequeña la presión es grande.

La unidad de presión:

En el SI : $Pr = [\text{N} / \text{m}^2] = \text{Pa}$ (Pascal)

En el cgs: $Pr = [\text{dina} / \text{cm}^2] = \text{baria}$

En el técnico: $Pr = [\text{kgf} / \text{m}^2]$

Las equivalencias para las transformaciones son:

$1 \text{ Pa} = 10 \text{ barias}$

$1 \text{ bar} = 10^6 \text{ barias}$

$1 \text{ milibar} = 10^3 \text{ barias} = 100 \text{ Pa}$

$10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ bar}$.

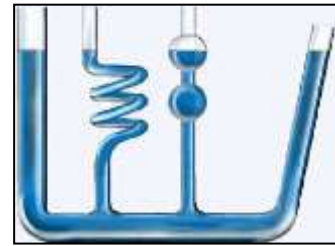
$1 \text{ kPa} = 1000 \text{ N/m}^2 = 0,145 \text{ lb/in}^2$

EJERCICIOS PARA REALIZAR CON EL MAESTRO

1. Un zapato de fútbol tiene 10 tacos, cada uno con un área de $0,01 \text{ in}^2$ en contacto con el piso. Hay un momento que al caminar los 10 tacos soportan el peso total de una persona de 180 lb. Determinar la presión que ejercen los tacos sobre el piso.
1. Calcular la presión ejercida por un cilindro de 20 kg sobre una superficie de 50 cm^2 .
 2. Determinar la masa de un cubo que ejerce una presión de 30 Pa cuando se apoya sobre una de sus caras de 50 cm^2
 3. Determinar en un cilindro metálico de 60 kg, 3 m de longitud y un área de 20 cm^2 en cada base la presión que ejerce el cilindro sobre el suelo.
 4. Una persona de 70 kg de masa se encuentra de pie. Cada una de las suelas de sus zapatos tiene un área de 200 cm^2 . Calcular:
 - a) La fuerza que la persona ejerce sobre el piso .
 - b) La presión que ejerce la persona sobre el piso, cuando se para sobre sus dos pies.
 - c) La presión que ejerce la persona sobre el piso, cuando se para sobre un solo pie.

5. Un fusil dispara un proyectil de 150 g y 0,9 cm de diámetro que recorre el cañón de 1 m de longitud en 0,02 s. Determinar:
 - a. La aceleración del proyectil.
 - b. La fuerza que actúa sobre proyectil.
 - c. La presión que los gases de la pólvora ejercen sobre la base del proyectil.
6. Un recipiente contiene 100 litros de alcohol: Calcular la presión en el fondo si la base mide 50 m².

5. La presión del fluido es independiente de la forma o área del recipiente que lo contiene u orientación de la superficie.



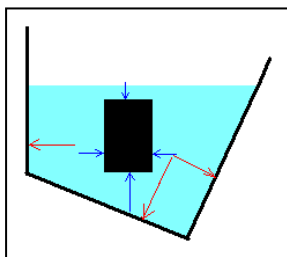
Vasos comunicantes

PRESIÓN DEL FLUIDO O PRESIÓN HIDROSTÁTICA.

Todos los fluidos ejercen fuerzas sobre todos los objetos que en él se sumergen y sobre las paredes del recipiente que los contienen.

Por tal razón es importante analizar los siguientes principios que se dan acerca de la presión de los fluidos:

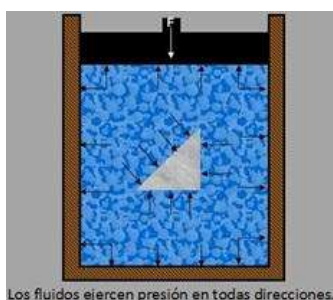
1. Las fuerzas ejercidas por un fluido sobre las paredes del recipiente que las contienen son siempre perpendiculares a dichas superficies.
2. Los fluidos ejercen presión en todas las direcciones.



3. La presión de un fluido en cualquier punto es directamente proporcional a la densidad del fluido y a la profundidad por debajo de la superficie del mismo.

$$Pr = d g h ; Pr = \rho h$$

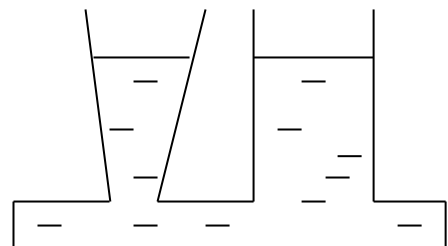
4. A cualquier profundidad, la presión del fluido es la misma en todas las direcciones.



Los fluidos ejercen presión en todas direcciones.

EJERCICIOS PARA REALIZAR CON EL MAESTRO

1. Una represa forma un lago artificial de 6 km². Detrás del dique el lago tiene una profundidad de 10 m. Calcular la presión ejercida por el agua en la base del dique y en un punto localizado a 2 m bajo la superficie del lago.
2. La presión del agua en cierta casa es de 28 kPa. Cuál es la altura a la que debe estar el nivel del líquido del punto de toma de agua en la casa.
3. Dos recipientes se llenan con alcohol hasta que el nivel del fluido está a 40 cm por arriba de la base de cada recipiente. Las áreas de las bases de los recipientes son 0,5 y 1m². Calcular la presión y la fuerza total en las bases de cada recipiente.



EJERCICIOS PARA LA TAREA

1. Un submarino se sumerge a una profundidad de 200 m y se nivela. El interior del mismo se mantiene a la presión atmosférica. Calcular la fuerza que ejerce el agua sobre la una escotilla de 2 ft de ancho y 3 de largo.
2. Una cisterna de 3m de ancho y 4 m de largo contiene agua hasta una altura de 24 m. Calcular la presión en el fondo y la fuerza que ejerce al agua sobre el fondo.

3. Determinar la presión que soporta un buzo que se encuentra sumergido 17 m de profundidad en el mar.
4. Para soportar una presión de 4×10^6 Pa. Qué profundidad habrá que sumergirse en el agua del mar.
5. En un pozo de petróleo se inyecta agua para que el petróleo suba a la superficie. Si el pozo tiene una profundidad de 1650 m. Determinar la presión que debe tener el yacimiento de petróleo para que tenga flujo natural es decir que llegue justamente a la superficie, sin considerar las pérdidas de fricción en la tubería.
6. Un recipiente cilíndrico se llena completamente con 5500 kg de agua. La presión hidrostática en el fondo del tanque es de 20 kPa . Calcular.
 - a. El radio de la base del recipiente.
 - b. La altura del recipiente.

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA O PRESIÓN BAROMÉTRICA.

El planeta Tierra está rodeado por una capa de aire llamada atmósfera.

La atmósfera ejerce una presión sobre todos los seres vivos y objetos que se encuentran sobre la superficie terrestre.

Esta presión se da, debido a que la atmósfera está compuesta por una mezcla de gases tales como el Nitrógeno 78 %, Oxígeno 20 %, Argón 1 % , Anhídrido Carbónico 0,3 %, Hidrógeno 0,001 % y en menor porcentaje el Neón, Helio, Radón. Es decir, la masa de estos gases tiene peso y por ende ejercen presión.

Todos los habitantes de la superficie terrestre nacemos y vivimos sometidos a la acción de esta presión sin embargo no nos percatamos de su existencia, ya que en nosotros se produce el equilibrio entre la presión interna y externa llamada HOMEOSTASIS.

Verificamos su existencia cuando subimos a las antenas del Pichincha utilizando el Teleférico donde la presión atmosférica es menor y experimentamos algunos malestares como dolor en los oídos, dificultad al respirar, la aceleración del ritmo cardiaco.

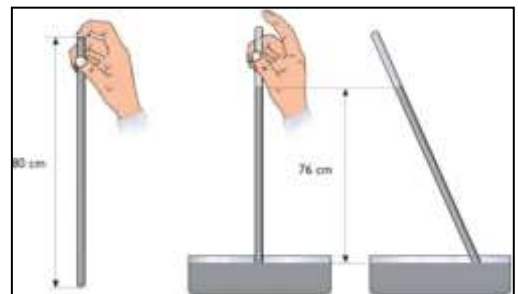
EL físico, matemático, inventor, ingeniero militar Evangelista Torricelli demostró experimentalmente la existencia de la presión atmosférica en 1644 y que al nivel del mar es igual

a la presión que ejerce una columna de 76 cm de mercurio.

Esto lo comprobó utilizando un tubo de vidrio cerrado por un extremo de 1 m de longitud, lo lleno de mercurio y lo invirtió en una cubeta que contenía mercurio.

Verifico que el nivel del mercurio se estaciono en el interior del tubo a una altura de 76 cm medida desde la superficie libre de mercurio en la cubeta. Este instrumento que utilizo Torricelli también se lo denomino barómetro.

Con lo cual podemos concluir que la atmósfera ejerce sobre todos los cuerpos de la superficie terrestre una presión igual a la presión hidrostática en la base de una columna de mercurio de una altura de 76 cm al nivel del mar.



La presión atmosférica es variable y depende de la altitud del lugar, es decir la presión atmosférica es menor mientras mayor sea la altura de la región donde ésta sea medida, la presión también está determinada por la densidad del aire con la temperatura.

Quito al estar a una altura de 2 750 m sobre el nivel del mar tiene una presión atmosférica igual a 54 cm de mercurio o 540 mmHg.



Unidades.

$$1 \text{ atmósfera} = 76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ kg /cm}^2$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^6 \text{ barias}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1,033 \text{ cm H}_2\text{O}$$

$$1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi (lbs/pulg}^2)$$

Para determinar la lectura del barómetro de mercurio deben convertirse a su equivalente convencional de altitud (altitud geopotencial) mediante el uso de la siguientes ecuación:

Para altitudes menores a 11 000 m.s.n.m. es:

$$P_s(H) = P_{atm} (1 - 22,5569 \times 10^{-6} \cdot H)^{5,25611}$$

Donde:

$P_s(H)$ = Presión atmosférica a la altura requerida.

P_{atm} = Presión atmosférica a nivel del mar

H = Altura del lugar a determinar la presión.

Para determinar la altura de un lugar en función de la presión barométrica se la determina con:

$$H = \frac{1 - 10^{\frac{\log\left(\frac{P_s(H)}{P_{atm}}\right)}{5,25611}}}{22,5569 \times 10^{-6}}$$

Para verificar los datos obtenidos se puede utilizar la calculadora on-line, que permite determinar la presión barométrica en:

<https://www.herramientasingeneria.com/onlinecalc/spa/altitud/altitud.html>

EJERCICIOS PARA REALIZAR CON EL MAESTRO

1. Si se realizara el experimento de Torricelli utilizando agua, ¿cuál sería la altura de la columna de agua?
2. Calcular la presión que soporta una persona cuando se encuentra a 2 500 m de altura sobre el nivel del mar en Pa, en mmHg y en atm.
3. Utilizando el barómetro a que altura llegara a ubicarse la columna de mercurio si se lo lleva a una altura de 3500 m
4. Calcular la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra una persona, si en el barómetro que lleva la columna de mercurio se ubica a 50 cm.
5. Cuando un submarino se sumerge a una profundidad de 120 m. Calcular la presión total a la que se encuentra sometido el casco del submarino.

EJERCICIOS PARA LA TAREA

1. Determinar la presión que soporta una persona que se encuentra a 200 m sobre el nivel del mar en Pa, en mmHg y en atm.
2. El barómetro de un avión en vuelo indica una presión de 72 cm Hg. Calcular la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra volando.

3. Determinar la presión atmosférica en Pa y atm, cuando el mercurio de un barómetro se ubica a 59 cm.
4. Calcular la altura del mercurio de un barómetro cuando se lo lleva al Chimborazo que tiene una altura de 6 310 m
5. La ciudad de la Pas en Bolivia se encuentra a 3 600 m sobre el nivel del mar y un avión vuela a 150 m sobre la pista de aterrizaje de dicha ciudad.
Determinar :
 - a. La presión atmosférica en la pista del aeropuerto en mmHg.
 - b. La presión en el exterior de la cabina del avión en cmHg.
6. En cierto lugar del Ecuador la presión es de 80 cmHg. Determinar la altura del lugar respecto al nivel del mar.
7. Calcular la presión a la que se encuentra sometido una persona que se sumerge dos m en una piscina.