



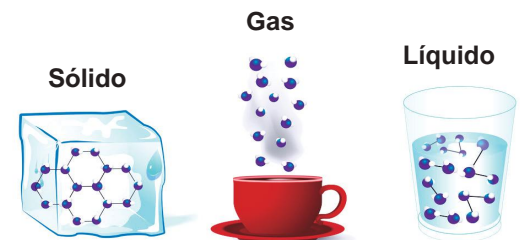
Aprende más

Identificas las diferencias entre los fluidos y los sólidos a partir de sus propiedades físicas

La materia constituida por todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa se aprecia en la naturaleza en sus *estados de agregación*. Los estados de agregación más comunes y fáciles de identificar en nuestro alrededor son *sólido*, *líquido* y *gaseoso*, como por ejemplo en un trozo de hielo, en el agua.

De acuerdo con la teoría cinético-molecular, la materia está formada por partes infinitamente pequeñas, denominadas partículas o moléculas; y el estado de agregación o estado físico de una sustancia, depende entre otros factores, de la fuerza de atracción (cohesión) y de repulsión que estas partículas o moléculas ejercen entre sí.

Los *sólidos* se caracterizan porque las partículas que los componen están muy cercanas entre sí, y en posiciones más o menos fijas; esto hace que la distancia entre las partículas prácticamente no varíe, debido a que las fuerzas de atracción son muy intensas y las partículas sólo tienen libertad para realizar pequeñas vibraciones y por eso los sólidos tienen forma y volumen definidos.



Estados fundamentales de la materia.

Las moléculas de los *líquidos* se pueden mover libremente debido a que la fuerza de atracción son más débil que en los sólidos, lo que permite que tengan mayor libertad de rotación y traslación, además de la vibración.

En los *gases*, la distancia entre las partículas aún es mayor que en los líquidos. Se puede decir que las moléculas experimentan muy poca fuerza de atracción y mayor energía cinética. Debido a eso, las moléculas se mueven por todas partes y fluyen con entera libertad. Por esta razón son capaces de llenar cualquier recipiente que las contenga y por esto los gases no tienen forma ni volumen definido. Los líquidos y los gases tienen la propiedad de fluir, es decir, ante una mínima fuerza que se les aplique, porciones de ellos se desplazan sobre las porciones restantes del material.

Se denomina *fluido* a todo cuerpo cuyas moléculas tienen poca fuerza de atracción entre si y toma siempre la forma del recipiente en donde esta contenido.

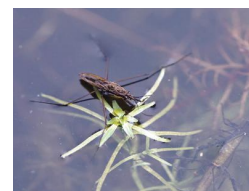


Aprende más

Propiedades físicas que caracterizan a los fluidos

¿Por qué al colocar cuidadosamente una aguja en la superficie del agua ésta flota y al mover el agua se hunde? ¿Por qué cuando juntas aceite y agua no se unen? ¿Por qué algunos líquidos se derraman más rápido que otros? Las *propiedades de los fluidos* dan respuesta a estas curiosas preguntas.

Tensión superficial. Es causada por la fuerza de atracción que ejercen las moléculas que se encuentran en la superficie de un líquido y esto hace que éste se comporte como una finísima membrana elástica que puede soportar el peso de un cuerpo muy ligero. La tensión superficial del agua es la responsable de que las gotas pequeñas sean esféricas y que la superficie libre del agua soporte el peso de insectos pequeños como por ejemplo un mosquito.



Tensión superficial.

Cohesión. Es la fuerza de atracción entre partículas que mantiene unidas las moléculas de una misma sustancia, por ejemplo, si unimos dos gotas de agua o dos gotas de mercurio se forma una sola.



Cohesión

Adhesión. Es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen unidas por fuerzas intermoleculares, por ejemplo, las gotas de agua en el parabrisas de un automóvil.



Adhesión.

Viscosidad. Es la propiedad que tienen los fluidos de oponer resistencia a fluir, por ejemplo, la miel tiene una mayor viscosidad que la leche.



Viscosidad.



Capilaridad.

Capilaridad. Es una propiedad física de los líquidos que depende de su tensión superficial, se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida especialmente si son tubos muy delgados, por ejemplo del ascenso de la savia de los árboles hasta sus hojas.

Densidad. La densidad es una propiedad específica de la materia que relaciona la cantidad de masa con el volumen de un determinado cuerpo, y ésta puede hacer variar la temperatura o presión en la sustancia. La densidad nos permite identificar distintas sustancias y puede ser calculada en forma directa midiendo independientemente la masa y el volumen y matemáticamente se expresa:

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

donde:

Sistemas de unidades		
	Internacional	Cegesimal
$\rho \rightarrow$ Densidad	kg/m ³	g/cm ³
$m \rightarrow$ Masa	kg	g
$V \rightarrow$ Volumen	m ³	cm ³

Tabla 1.1. Densidades de varias sustancias en condiciones estándar de temperatura y presión (0°C y 1 atm).

Densidad					
Sólidos			Fluidos		
Sustancia	g/cm ³	kg/m ³	Sustancia	g/cm ³	kg/m ³
Hormigón	2	2000	Aire	0.0012	1.2
Aluminio	2.7	2700	Aceite de oliva	0.92	920
Hierro/acero	7.8	7800	Alcohol	0.81	810
Latón	8.6	8600	Benceno	0.90	900
Cobre	8.9	8900	Hielo	0.93	920
Plata	10.5	10500	Agua	1.0	1000
Plomo	11.3	11300	Agua de mar	1.03	1030
Oro	19.3	19300	Sangre	1.06	1060
Platino	21.4	21400	Glicerina	1.26	1260
			Mercurio	13.6	13600

A continuación revisaremos cómo obtener la densidad de diferentes sustancias.

Ejemplo: Calcula la densidad del aluminio, si se sabe que 2 m³ tienen una masa de 4000 kg. Considera los cinco pasos que se muestran como el orden de la solución.

Solución:

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$m = 4000 \text{ kg}$ $V = 2 \text{ m}^3$	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{4000 \text{ kg}}{2 \text{ m}^3}$ $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$	La densidad es 2000 kg/m^3

Si un artesano deseara determinar el peso real de una pieza de acero y no conociera su masa, tendría que considerar el peso del cuerpo y su volumen. A esta relación se le conoce como *peso específico* (P_e) de una sustancia, la cual se puede expresar como:

$$P_e = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}}$$



El acero es una aleación de hierro.

Recordando que el peso está determinado por $W = (m)(g)$ podemos reescribir esta expresión de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{m g}{V}$$

El cociente de m entre V representa la densidad, por lo tanto, también se puede expresar el peso específico en función de la densidad es decir:

$$P_e = \rho g$$

donde:

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$m \rightarrow$ Masa	kg	g
$g \rightarrow$ Aceleración de la gravedad	9.8 m/s ²	980 cm/s ²
$W \rightarrow$ Peso	N	Di
$V \rightarrow$ Volumen	m ³	cm ³
$\rho \rightarrow$ Densidad	kg/m ³	g/cm ³
$P_e \rightarrow$ Peso específico	N/m ³	Di/cm ³

Ejemplo 1: ¿Cuál es el peso específico del oro si su densidad es de 193000 kg/m^3 ?

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 193000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	P_e	$P_e = \rho g$	$P_e = (193000 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)$ $P_e = 1891400 \text{ N/m}^3$
<p>Solución (5)</p> <p>El peso específico es 1891400 N/m^3</p>			

Ejemplo 2: Calcula el peso y el peso específico de un cubo de aluminio cuyo volumen es 27 cm^3 y su masa es de 284 g . Considera la gravedad como 980 cm/s^2

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$m = 284 \text{ g}$ $V = 27 \text{ cm}^3$ $g = 980 \text{ cm/s}^2$	W	$W = m g$	$W = (284 \text{ g})(980 \text{ cm/s}^2) = 278320 \text{ Di}$
	P_e	$P_e = \frac{m g}{V}$	$P_e = \frac{278320 \text{ Di}}{27 \text{ cm}^3} = 10308.148 \text{ Di/cm}^3$
<p>Solución (5)</p> <p>El peso es 278320 Di</p> <p>El peso específico es $10308.148 \text{ Di/cm}^3$</p>			



Aprende más

La hidráulica y los fluidos

La hidráulica es la parte de la Física que se encarga del estudio de la mecánica de los fluidos, enfocándose en el comportamiento de éstos; ya sea en reposo o en movimiento, la hidráulica analiza las leyes que rigen el comportamiento de los fluidos, los cuales pueden ser líquidos o gases; así como las técnicas para mejorar el aprovechamiento del agua. Para su estudio, la hidráulica se divide en *hidrostática* (fluidos en reposo) e *hidrodinámica* (fluidos en movimiento).



Gato hidráulico.

La *hidrostática* es la rama de la hidráulica que estudia las propiedades de los fluidos en reposo.

La aplicación de las leyes de la hidrostática ha servido como base para la construcción de sistemas hidráulicos; por ejemplo: el gato hidráulico y la prensa hidráulica, los cuales son herramientas útiles que facilitan la realización de muchas actividades. El estudio de la hidrostática se fundamenta en los principios de Pascal, Arquímedes y Bernoulli. Para comprender estos principios es necesario considerar los conceptos que se explican a continuación.

Presión

¿Por qué no se rompe un globo en una cama de clavos? En cambio, si lo ponemos sobre un solo clavo, se rompe. Lo que sucede, es que la fuerza que se ejerce sobre la cama de clavos, es decir, el peso del globo es el mismo en ambos casos, el área de contacto con un solo clavo es muy pequeña por lo que la presión que ejerce el globo aumenta. Por lo contrario, en la cama de clavos, el área sobre la que esa fuerza se reparte es mucho mayor, así que la presión disminuye y por eso no se rompe el globo. Del ejemplo podemos inferir que al aplicar una fuerza mayor, mayor es la presión, y a menor fuerza, menor presión, lo que significa que la fuerza es proporcional a la presión. Por otra lado, si la fuerza se aplica sobre un área más grande, la presión es menor y si el área es más pequeña, lo que significa que la presión es inversamente proporcional al área.



La presión disminuye al aumentar la superficie donde actúa la fuerza.

La *presión* es la fuerza aplicada perpendicularmente sobre cada unidad de superficie.

La presión se expresa como:

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

donde:

P es la presión, su unidad es N/m^2 en el sistema internacional.

F es la fuerza, su unidad es el Newton (N) en el sistema internacional.

A es el área, su unidad es el m^2 en el sistema internacional.

m es la masa, su unidad es el kilogramo en el sistema internacional.

g es la aceleración gravitatoria, que equivale a 9.8 m/s^2 .



Breve biografía de Blaise Pascal

(1623–1662). Matemático, físico y filósofo francés. Sus aportaciones más importantes en los líquidos fueron la prensa hidráulica y la jeringuilla. Aclaró el concepto de *presión* y *vacío*.

Ejemplo: Calcula la presión que ejerce una mujer de 70 kg sobre sus pies, al estar de pie sobre una superficie de 0.067 m².

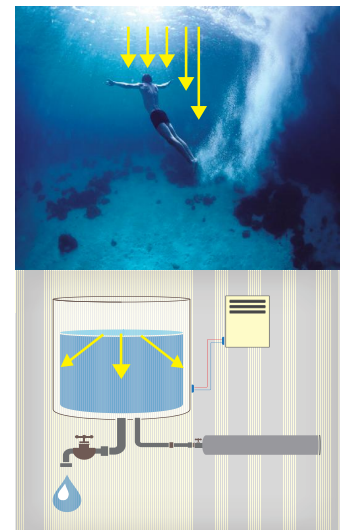
Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$m = 70 \text{ kg}$	W	$W = m g$	$W = (70 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 686 \text{ N}$
$A = 0.067 \text{ m}^2$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	P	$P = \frac{F}{A} = \frac{m g}{A}$	$P = \frac{686 \text{ N}}{0.067 \text{ m}^2} = 10238.8 \text{ Pa}$
<p>Solución (5) La presión que ejerce la mujer es 10238.8 Pa</p>			

Presión de un fluido

Cuando sumergimos una pelota en una cubeta con agua, podemos experimentar una oposición, lo que nos remite ahora a enfocarnos en los fluidos en reposo. Recuerda que la hidrostática (del griego *hydros*, “agua”, y *statos*, “inmóvil”) se encarga de su estudio.

Cuando una persona se sumerge en un estanque o laguna, a medida que se sumerge, sufre de molestia en los oídos independientemente de su posición. La presión que perciben las personas cuando están sumergidas en el agua en reposo se llama **presión hidrostática**, y se puede definir como aquella que ejerce un líquido en reposo sobre las paredes del recipiente que lo contiene. La presión hidrostática depende de la densidad del fluido y de la profundidad en la que esté la persona, a este fenómeno se le conoce como el *principio fundamental de la hidrostática*.



Presión hidrostática.

La *presión hidrostática* (P_h) se relaciona con el *peso específico* del líquido y de la altura, matemáticamente se expresa con la siguiente fórmula:

$$P_h = P_e h$$

Recordando que el peso específico se puede expresar como $P_e = \rho g$ y sustituyendo esta expresión en la fórmula de la presión hidrostática, se obtiene presión hidrostática en función de la densidad:

$$P_h = \rho h g$$

donde:

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$\rho \rightarrow$ Densidad	kg/m ³	g/cm ³
$m \rightarrow$ Masa	kg	g
$h \rightarrow$ Altura	m	cm
$P_h \rightarrow$ Presión hidrostática	Pa	Baria = Dina/cm ²

A continuación se presentan los diferentes sistemas de unidades y sus equivalencias:

1 atmósfera (atm) = 760 milímetros de mercurio (mmHg)

1 atmósfera (atm) = 14.7 libras/pulgada² (lb/in²)

1 atmósfera (atm) = 1013 × 10⁵ newtons/metro² (N/m²)

1 atmósfera (atm) = 1013 × 10⁶ dina/centímetro² (din/cm²)

1 bar = 10⁵ newtons/metro² (N/m²)

1 bar = 14.50 libras/pulgada² (lb/in²)

1 dina/centímetro² (din/cm²) = 0.1 pascal (Pa)

1 dina/centímetro² (din/cm²) = 9869 × 10⁻⁷ atmósfera (atm)

1 dina/centímetro² (din/cm²) = 3501 × 10⁻⁴ milímetros de mercurio = torr (mmHg)

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 6.90 \times 10^3 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2)$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 6.9 \times 10^4 \text{ dinas/centímetro}^2 (\text{din/cm}^2)$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 0.69 \text{ atmósfera (atm)}$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 51.71 \text{ milímetros de mercurio} = \text{torr (mmHg)}$$

$$1 \text{ milímetro de mercurio} = \text{torr (mmHg)} = 1333 \times 10^2 \text{ pascales (Pa)}$$

$$1 \text{ milímetro de mercurio} = \text{torr (mmHg)} = 1934 \times 10^{-2} \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2)$$

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2) = 1.45 \times 10^{-4} \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2)$$

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2) = 10 \text{ dinas/centímetro}^2 (\text{din/cm}^2)$$

Ahora, revisemos algunos ejemplos sobre la forma de calcular la presión hidrostática:

Ejemplo 1: Un buzo se encuentra a 10 m de profundidad en el mar, ¿cuál es la presión?

Solución:

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>
$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ $h = 10 \text{ m}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	P_h	$P_h = \rho g h$	$P_h = (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ m})$ $P_h = 100940 \text{ Pa}$
<p>Solución (5) La presión es 100940 Pa</p>			

Ejemplo 2: Luis le pregunta a Juan cómo puede saber si el agua puede subir hasta su departamento sin necesidad de usar una bomba, ya que su departamento se encuentra a 8 m de altura con respecto a la planta baja. Juan le pregunta si conoce con qué presión llega el agua en la planta baja, Luis le contesta que es de 0.04 Pa. Juan afirma: entonces sí podemos saber si se necesitará una bomba para que suba el agua.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ $P = 40000 \text{ Pa}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	h	$P = \rho g h$ $h = \frac{P}{\rho g}$	$h = \frac{40000 \text{ Pa}}{(9.8 \text{ m/s}^2)(1000 \text{ kg/m}^3)} = 4.081 \text{ m}$
<p style="text-align: center;">Solución (5)</p> <p style="text-align: center;"><i>Juan le dice a Luis que tendrá que comprar una bomba, ya que la altura máxima a la que sube el agua es 4.081 m.</i></p>			

Presión atmosférica

Se llama atmósfera (del griego *atmos*, aire o gas, y *sfeira*, esfera), a la capa de aire que envuelve a la Tierra y que es indispensable para la vida animal y vegetal. La *presión atmosférica* es la presión que ejerce el aire, por su peso, sobre los cuerpos físicos que están en contacto con él.

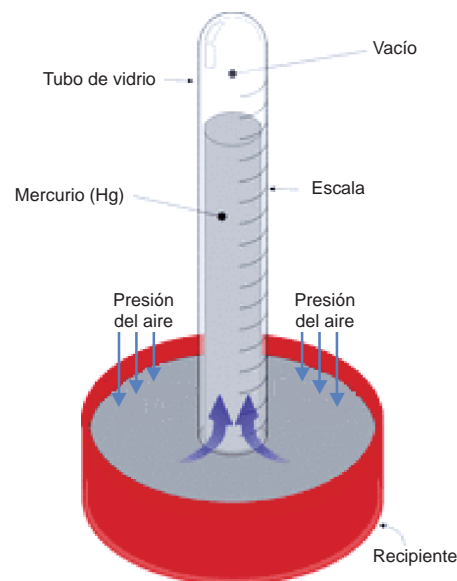
Esta presión, de acuerdo con el principio fundamental de la hidrostática, cambia dependiendo la altura, por lo que el valor varía; por ejemplo, en la ciudad de Puebla es diferente que en la de Veracruz. Los instrumentos que se utilizan para medir la presión atmosférica se llaman *barómetros* y *manómetros*.



Breve biografía de Evangelista Torricelli

(1608–1647). Físico-matemático inventor del *barómetro*. Fue el primero en medir la presión atmosférica mediante un experimento a nivel del mar; agregó mercurio en un tubo de vidrio de un metro de largo y lo invirtió en una cubeta llena de mercurio, la columna de mercurio descendió a unos 760 mmHg de altura, permaneciendo constante, y Torricelli concluyó que la caída se debía a la presión atmosférica sobre la superficie del mercurio, y que 1 atm equivale a 760 mmHg.

Reproducción del experimento de Torricelli.



Tanto el barómetro como el manómetro fueron diseñados considerando el experimento de Torricelli. La diferencia entre uno y otro es que el *manómetro* mide la *presión de un fluido* con relación a la presión atmosférica.



Barómetro



Manómetro conectado a una tubería.

Presión absoluta

Como la presión atmosférica actúa sobre todos los objetos y sustancias que están en la naturaleza, si un líquido está en un recipiente al descubierto (alberca, río, mar, laguna, entre otros), la presión total a una profundidad determinada (h) se obtiene sumando la presión atmosférica y la hidrostática. A esta suma de presiones se le conoce como *presión absoluta*, matemáticamente se expresa:

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{atmosférica}} + P_{\text{hidrostática}}$$

Ejemplo: Determina la presión absoluta cuando un buzo se encuentra en el océano a una profundidad de 300 m. Considera que la densidad del mar es de 1024 kg/m^3 y la presión atmosférica de 100000 Pa .

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$\rho = 1024 \text{ kg/m}^3$ $P_{\text{atm}} = 100000 \text{ Pa}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $h = 300 \text{ m}$	P_{abs}	$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + \rho g h$
Sustitución (4) $P_{\text{abs}} = 100000 \text{ Pa} + (1024 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(300 \text{ m})$ $P_{\text{abs}} = 3110560 \text{ Pa}$		Solución (5) La presión absoluta es 3110560 Pa



Aprende más

Principio de Arquímedes

Cuando nos encontramos sentados en el borde de una alberca y levantamos con los pies a un compañero que se encuentra sumergido, tenemos la sensación de que el peso que levantamos es menor; la razón es que todo cuerpo sumergido en un recipiente con líquido experimenta la acción de dos fuerzas, una dirigida hacia abajo igual al peso de la columna del líquido que está encima de ésta, y la otra, dirigida hacia arriba, llamada empuje; este fenómeno se conoce como *principio de Arquímedes*.

Principio de Arquímedes. Todo objeto sumergido parcial o totalmente en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado.

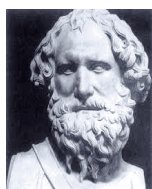
De acuerdo con lo anterior, resulta que el empuje que recibe cualquier cuerpo sumergido será igual al volumen sumergido multiplicado por el peso específico del fluido que se trate, es decir:

$$E = P_e V$$

$$\text{Empuje} = (\text{peso específico del líquido}) (\text{volumen})$$

Como $P_e = \rho g$ entonces:

$$E = \rho V g$$



Breve biografía de Arquímedes de Siracusa

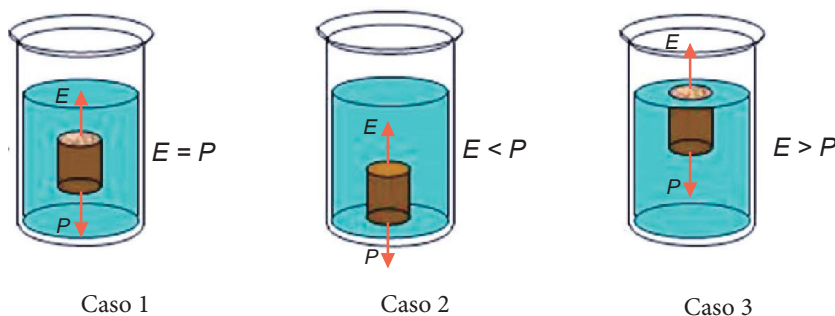
(287–212 aC). Matemático, filósofo e inventor griego que escribió importantes obras sobre geometría, aritmética y mecánica. Nació en Siracusa, en la costa oriental de Sicilia y se educó en Alejandría, Egipto. Luego regresó a Siracusa, donde pasó la mayor parte del resto de su vida, dedicando su tiempo a la investigación y experimentación en muchos campos.

Bloque I

Explicas el comportamiento de los fluidos

El *principio de Arquímedes* da lugar a *tres casos*, teniendo en cuenta el peso del cuerpo.

1. El peso del cuerpo (P) sea igual a la fuerza del empuje (E), entonces el cuerpo se mantiene en equilibrio dentro del líquido.
2. El peso del cuerpo (P) es mayor que la fuerza de empuje (E), entonces el cuerpo se hunde hasta encontrar algo que lo sostenga.
3. El peso del cuerpo (P) es menor que la fuerza de empuje (E), entonces el cuerpo flota, es decir, algo de él queda en la superficie del líquido.



Ejemplo: Un cuerpo tiene un volumen de 200 cm^3 . Calcula el empuje que recibe cuando se sumerge en agua.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ $V = 200 \text{ cm}^3$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	E	$E = \rho V g$	$E = (1 \text{ g/cm}^3)(200 \text{ cm}^3)(980 \text{ cm/s}^2)$ $E = 196000 \frac{\text{gr} \cdot \text{cm}}{\text{s}^2}$ $= 196000 \text{ Dinás}$
Solución (5) El empuje es 196000 dinas			

Escribe en tu libreta ejemplos en donde el peso del objeto sea menor, igual y mayor al empuje realizado por el fluido. Coméntalo con tus compañeros.



Sabías que...

El rey de Siracusa encomendó a Arquímedes probar si la corona hecha por un orfebre era de oro puro, esto tenía que realizarlo sin dañar la corona. Luego de reflexionar el problema y sin encontrar solución, Arquímedes decide tomar un baño, al sumergirse en la tina, observó que el agua se desbordaba, concluyendo que el volumen de agua tendría que ser igual al volumen de su cuerpo sumergido. De ahí supo que si medía el agua al sumergir la corona, conocería su volumen y lo podría comparar con otro objeto de oro puro del mismo peso que la corona. Si el volumen no resultaba igual, no era posible que la corona fuera de oro puro. De este experimento surge su famoso principio.

Principio de Pascal

El *principio de Pascal* se utiliza en las plataformas que elevan los coches cuando se quiere revisar el motor. El sistema que se aplica consiste en que el aire se comprime y ejerce una presión sobre el aceite que está en el depósito subterráneo. El aceite le transmite la presión a un cilindro, que es el que finalmente levanta el automóvil.

Principio de Pascal. La presión externa, ejercida sobre una parte de un fluido encerrado en un recipiente, se transmite en todas las direcciones y llega a todos los puntos del líquido sin disminuir su magnitud.

Este principio es fundamental en toda máquina hidráulica, como el gato hidráulico, el freno, el ascensor y otras máquinas.

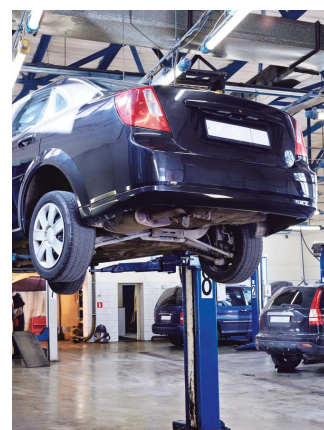
presión de entrada = presión de salida

$$P_{\text{entrada}} = P_{\text{salida}}$$

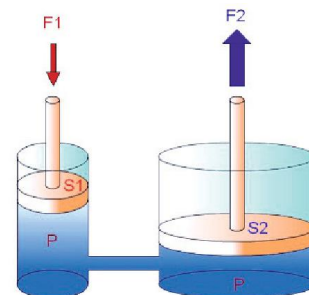
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Con la expresión anterior se puede determinar cualquiera de las variables, donde F_1 y F_2 son las fuerzas de entrada y de salida, respectivamente, y su unidad es el Newton (N). Luego A_1 y A_2 corresponden al área de entrada y área de salida expresadas en metros cuadrados (m^2). Por lo tanto, de esta ecuación se deduce que:

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



Elevador de autos.

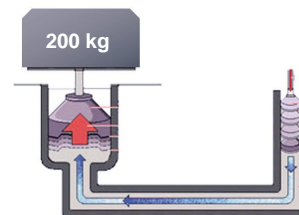


Representación del principio de Pascal.

Bloque I

Explicas el comportamiento de los fluidos

Ejemplo: Se desea elevar un cuerpo de 200 kg utilizando un elevador hidráulico de plato grande circular de 0.75 m^2 de superficie y el plato pequeño de 0.40 m^2 de superficie; calcula la fuerza que debe realizar el émbolo pequeño.



Elevador hidráulico.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 200 \text{ kg}$	F_2	$F_2 = m g$	$F_2 = (200 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)$ $= 1960 \text{ N}$	La fuerza que debe realizar el émbolo pequeño es 1045.33 N
$A_2 = 0.75 \text{ m}^2$	F_1	$F_1 = \frac{A_1 F_2}{A_2}$	$F_1 = \frac{(0.40 \text{ m}^2)(1960 \text{ N})}{0.75 \text{ m}^2}$ $= 1045.333 \text{ N}$	
$A_1 = 0.40 \text{ m}^2$				



Sabías que...

Pascal inventó en 1642 la primera calculadora, la llamó *pascalina* y funcionaba a partir de engranes.





Aprende más

Como has observado en casa, al abrir una llave de agua se libera cierto volumen de la misma en un tiempo determinado. La *hidrodinámica* es la parte de la mecánica de fluidos cuyo propósito es el estudio de los fluidos en movimiento. En sentido restringido, estudia el comportamiento del agua en movimiento.

Para facilitar la comprensión del estudio de los fluidos en movimiento debemos considerar que los *fluidos son ideales*, es decir, que poseen las siguientes características:

- *Incompresible*. La densidad es constante y uniforme.
- *Flujo constante*. La velocidad no cambia con el tiempo, aunque puede ser diferente en distintos puntos. Ejemplo: la corriente de un río.
- *No viscoso*. Sin fricción. Las fuerzas son conservativas.
- *Irrotacional*. Las partículas sólo tienen movimiento de traslación.

Al fluir un líquido a través de una tubería es común hablar de *gasto*.

El *gasto* o *caudal* es el volumen de fluido que pasa por unidad de tiempo en una sección de conducto.

El *gasto* se expresa con la fórmula:

$$G = \frac{V}{t}$$



Gasto de fluido.

El *gasto* también puede calcularse si se conoce la velocidad que lleva el líquido y la sección transversal de la tubería, recordemos que el volumen lo podemos expresar en función de $V = A h$. Considerando que la altura se puede expresar como una distancia y sustituyendo el volumen en función del área (A) y la distancia (d), se obtiene lo siguiente:

$$G = \frac{Ad}{t} \quad v = \frac{d}{t}$$

Por lo tanto:

$$G = Av$$

donde:

Sistemas de unidades			
	Internacional	Cegesimal	Inglés
$G \rightarrow$ Gasto	m^3/s	cm^3/s	ft^3/s
$t \rightarrow$ Tiempo	s	s	s
$V \rightarrow$ Volumen	m^3	cm^3	ft^3
$A \rightarrow$ Área	m^2	cm^2	ft^2
$v \rightarrow$ Velocidad	m/s	cm/s	ft/s

El *flujo* es la cantidad de fluido que atraviesa una sección transversal de un ducto en una unidad de tiempo y se expresa como:

$$F = \frac{m}{t}$$

Si expresamos la masa en función a la densidad, es decir:

$$m = \rho V$$

Sustituyendo en la expresión del flujo:

$$F = \frac{\rho V}{t}$$

A partir de esta expresión podemos expresar el flujo en función del gasto $G = \frac{V}{t}$

$$F = G \rho$$

Ejemplo: A través de una manguera de 1.5 cm de radio fluye agua a una velocidad de 3 m/s. Determina el gasto y el flujo. No olvides que el área del círculo se obtiene con la fórmula $A = \pi r^2$

Solución:

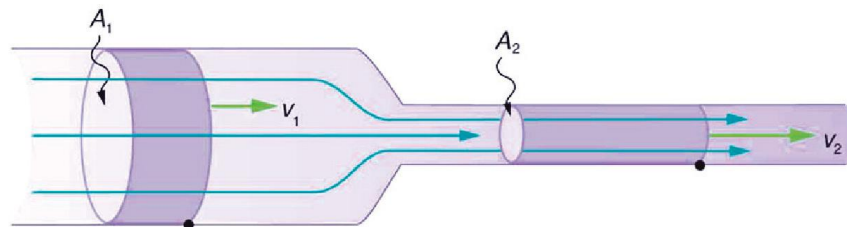
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$D = 3 \text{ cm}$	G	$G = A v$	$G = (0.0007 \text{ m}^2)(3 \text{ m/s})$
$R = 1.5 \text{ cm}$	A	$A = \pi r^2$	$G = 0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$
$= 0.015 \text{ m}$	F	$F = G \rho$	$F = (0.0021 \text{ m}^3/\text{s})(1000 \text{ kg/m}^3)$
$A = 0.0007 \text{ m}^2$			$F = 2.1 \text{ kg/s}$
$v = 3 \text{ m/s}$			
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$			

Solución (5)

El gasto es $0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$ y el flujo es 2.1 kg/s

Ecuación de continuidad

Cuando pasa agua o cualquier otro fluido por una tubería como la que se muestra en la figura, donde los diámetros son diferentes, el volumen del fluido que entra por un extremo tiene que ser igual al volumen del fluido que sale por el otro extremo.



Tubo o ducto de diámetro variado.

Significa que el gasto de entrada es igual al de salida, es decir:

$$\text{Volumen}_{\text{entrada}} = \text{Volumen}_{\text{salida}}$$

Si se conocen la velocidad de entrada y de salida del fluido así como las áreas de las secciones transversales del tubo, y considerando que el tiempo en que se midió el volumen de entrada es el mismo que el del volumen de salida, entonces la ecuación anterior se convierte en:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

A continuación se muestran los sistemas de unidades correspondientes.

Sistemas de unidades		
	Internacional	Cegesimal
$G_1 \rightarrow$ gasto de entrada	m^3/s	cm^3/s
$G_2 \rightarrow$ gasto de salida		
$A_1 \rightarrow$ área de entrada	m^2	cm^2
$A_2 \rightarrow$ área de salida		
$v_1 \rightarrow$ velocidad inicial	m/s	cm/s
$v_2 \rightarrow$ velocidad de salida		

Veamos un ejemplo en el que se aplica la ecuación de continuidad.

Ejemplo: Cuando el agua fluye por una manguera de 0.05 m^2 de área lo hace con una rapidez de 1.5 m/s . ¿Cuál debe ser el área de la boquilla de la manguera para que salga con una rapidez de 0.8 m/s ?

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$A_1 = 0.05 \text{ m}^2$ $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$ $v_2 = 0.8 \text{ m/s}$	A_2	$v_1 A_1 = v_2 A_2$ $A_2 = \frac{A_1 v_1}{v_2}$	$A_2 = \frac{(0.05 \text{ m}^2)(1.5 \text{ m/s})}{0.8 \text{ m/s}}$ $A_2 = 0.0937 \text{ m}^2$	El área de la boquilla de la manguera debe ser de 0.0937 m^2



Mangueras y boquillas de diferente área.

Ecuación de Bernoulli

Daniel Bernoulli estudió el comportamiento de los líquidos con relación a la velocidad del fluido y la presión; descubrió que la presión de un líquido, que fluye por una tubería, es baja si su velocidad es alta y, por el contrario, es alta si su velocidad es baja, a esta relación se le conoce como *principio de Bernoulli*. Además consideró que en una tubería *a mayor elevación, menor presión*.

Aplicando la conservación de la energía, Bernoulli estableció que en un flujo en el que no se agrega ni se extrae energía, la energía total es constante e igual a la suma de la energía cinética (relacionado con la velocidad), más la energía potencial (representada por la presión) más la energía gravitacional (relacionada con la altura).

Teorema de Bernoulli. La suma de la presión (P), la energía cinética por unidad de volumen ($\frac{1}{2} \rho v^2$), y la energía potencial por unidad de volumen (ρgh), tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.

Es decir:

Presión + energía total
Energía total = energía cinética + energía potencial

$$E = mgh + \frac{1}{2} m v^2$$

$m \rightarrow$ masa
 $g \rightarrow$ aceleración gravitatoria
 $h \rightarrow$ altura
 $v \rightarrow$ velocidad

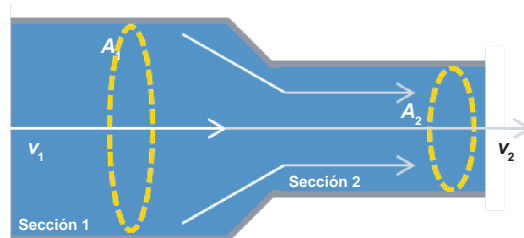
Si expresamos la energía en función de la densidad, obtenemos la siguiente expresión conocida como ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$P_1 \rightarrow$ presión de entrada
 $P_2 \rightarrow$ presión de salida
 $h_1 \rightarrow$ altura de entrada
 $h_2 \rightarrow$ altura de salida
 $v_1 \rightarrow$ velocidad de entrada
 $v_2 \rightarrow$ velocidad de salida

Vamos a resolver el siguiente ejercicio:

Ejemplo: Una tubería horizontal de 0.02 m^2 de área en la sección 1 tiene un estrechamiento con un área de 0.01 m^2 . La velocidad en la sección 1 es de 4 m/s a una presión de 4×10^5 . ¿Cuál es la velocidad y la presión en la sección 2?



Conducto horizontal.

Solución:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$A_1 = 0.02 \text{ m}^2$		$v_1 A_1 = v_2 A_2$
$A_2 = 0.01 \text{ m}^2$	v_2	$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$
$v_1 = 4 \text{ m/s}$	P_2	$P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + P_1$
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$		
$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$		
Sustitución (4)		
$v_2 = \frac{(0.01 \text{ m}^2)(4 \text{ m/s})}{0.02 \text{ m}^2} = 8 \text{ m/s}$		
$P_2 = \frac{1}{2} 1000 \text{ kg/m}^3 (4^2 - 8^2) \text{ m/s} + 4 \times 10^5 \text{ Pa} = 376000 \text{ Pa}$		
Solución (5)		
Para la parte estrecha, la velocidad es 8 m/s y la presión de 376000 Pa		

De acuerdo con el teorema de Bernoulli:

- Para un líquido estacionario, la velocidad de entrada y salida es 0: $v_1 = v_2 = 0$

$$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$$

- Para una presión constante $P_1 = P_2$

$$v = \sqrt{2gh}$$

- Para alturas iguales $h_1 = h_2$

$$P_1 + dg + \frac{1}{2} g v_1^2 = P_2 + dg + \frac{1}{2} g v_2^2$$

Daniel Bernoulli
(1700-1782).



Teorema de Torricelli

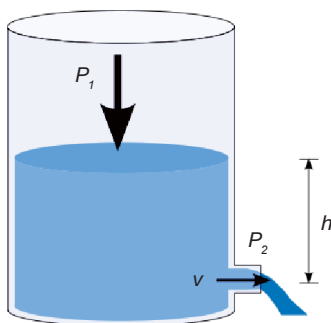
Una aplicación del *principio de Bernoulli* es cuando se desea conocer la velocidad de salida de un líquido a través de un orificio de un recipiente. Considerando que es un recipiente muy grande y abierto, además haciendo las consideraciones siguientes:

1. La presión en la superficie libre del líquido es igual a la presión atmosférica.
2. La velocidad es despreciable si la comparamos con la salida del líquido por el orificio, por lo que se puede eliminar la energía cinética de la ecuación de Bernoulli en este punto.
3. La profundidad, es decir, h , es la distancia que hay desde la superficie sobre el líquido hasta el orificio.
4. En el orificio, la altura es $h = 0$, y la presión es igual a la atmosférica.

Aplicando la ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$P_1 \rightarrow$ presión de entrada $P_2 \rightarrow$ presión de salida $h_1 \rightarrow$ altura de entrada
 $h_2 \rightarrow$ altura de salida $v_1 \rightarrow$ velocidad de entrada $v_2 \rightarrow$ velocidad de salida
 $\rho \rightarrow$ densidad



Aplicación del teorema de Torricelli.

Si consideramos que el subíndice 1 pertenece a todos los datos correspondientes al orificio de entrada y el subíndice 2 a todo lo relativo al orificio de salida, tenemos:

$$h_1 = 0 \quad h_2 = h \quad P_1 = P_2 = P \quad y \quad v_1 = 0 \quad \text{se tiene:}$$

$$P + \rho g(0) + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho (0)^2$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh_2$$

$$\text{si } h_2 = h$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh$$

Sustituyendo y despejando la velocidad, se obtiene:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Esta ecuación la obtuvo Evangelista Torricelli, a partir de la cual desarrolló su famoso teorema.

Teorema de Torricelli. La velocidad con que sale el agua por un orificio es la misma que hubiera adquirido en caída libre desde una altura $h_1 - h_2$.

Ejemplo: Un tanque abierto tiene un orificio de 1.5 cm de radio, el cual se encuentra a 3 m por debajo del nivel del agua contenida en el tanque, ¿cuál es la velocidad con que sale el agua?

Solución:

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$h = 3 \text{ m}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	v	$v = \sqrt{2gh}$	$v = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m})}$ $v = 7.66 \text{ m/s}$	La velocidad de salida es 7.66 m/s