

2018

MATERIAL DE APOYO

ÁREA: FÍSICA

PROGRAMA ARTICULATORIO



MÓDULO 4: Hidrostática

Guía de contenidos

Estados de la materia. Diferencia entre fuerza y presión. Densidad y peso específico. Teorema general de la hidrostática. Principio de Pascal. Principio de Arquímedes.



Introducción

Cerramos este curso proponiéndote la revisión de los principales principios de la hidrostática. Ésta, tiene como objetivo estudiar los líquidos en reposo. Generalmente varios de sus principios también se aplican a los gases. El término fluido se refiere tanto a líquidos como a gases porque ambos tienen propiedades comunes. No obstante conviene recordar que un gas puede comprimirse con facilidad, mientras un líquido es prácticamente incompresible. A propósito de esta primera diferenciación te sugerimos que antes de comenzar la lectura y el trabajo con este material revises el **Esquema conceptual o gráfico** que presentamos en la introducción de todo este curso. El mismo será de utilidad para ubicarte en los contenidos que aquí abordaremos y su relación con los restantes, ya tratados en los módulos anteriores.

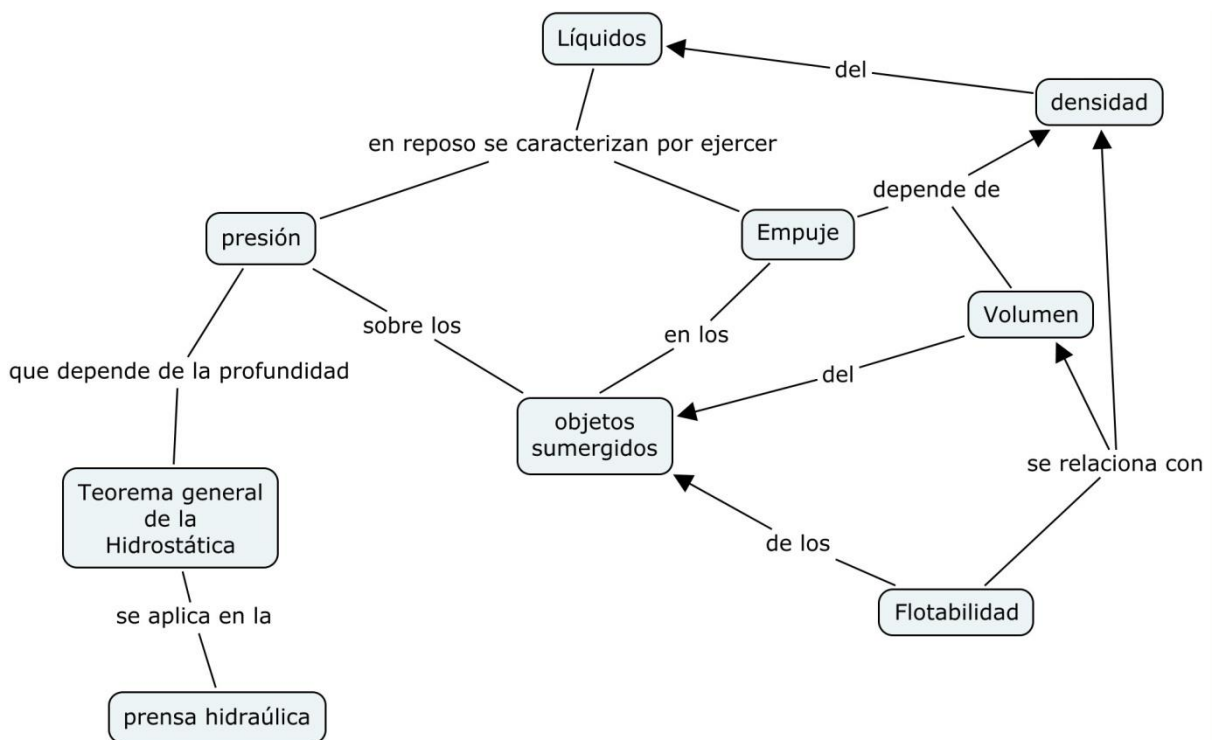
Objetivos

Se espera que al finalizar el trabajo con este módulo el alumno logre:

- Caracterizar los diferentes estados en que puede presentarse la materia.
- Diferenciar la fuerza de la presión.
- Describir el comportamiento de los líquidos en reposo empleando los principios propios de este campo de estudio.

Esquema o gráfico de los conceptos de esta unidad

El esquema que sigue procura integrar los principales conceptos que se empujan en este Módulo de trabajo.



Estados de la materia

Hemos comenzado la introducción a este curso destacando la relevancia de definir un sistema. Si bien, a lo largo del Módulo 1 hablamos de diferentes tipos de sistemas que estudia la Física, cuando presentamos el esquema conceptual que relaciona todos los contenidos hemos colocado, en el tope del esquema, simplemente Sistema para aludir a aquello que estudiaremos o “recortaremos imaginariamente” para conocer un fenómeno o comprender una determinada situación. En esa oportunidad también, hemos mostrado que el sistema es un objeto o cuerpo material que puede presentarse en diferentes estados. Esos diferentes estados se conocen en el campo de la Física, como estados de la materia. Si bien todos tenemos más o menos claro que no es lo mismo pensar en un sólido que en un gas, en Física, es preciso establecer criterios para demarcar claramente cuándo se está en uno u otro estado.



1. Te sugerimos que ingreses aquí para comprender las diferencias entre uno y otro estado en los que se encuentra la materia.

Diferencia entre fuerza y presión

Es común que en el lenguaje cotidiano se piense que presión y fuerza son lo mismo. Esta es una idea errada. En Física, hemos visto que la fuerza es la representante de una interacción entre pares de masas. Si no lo recuerdas, vuelve al módulo 1. Es necesario que clarifiques a qué llamamos fuerza. En el caso particular de nuestro peso corporal, hemos dicho que es la interacción entre nuestra masa y la masa del planeta que habitamos (la Tierra).

En el Módulo 2 se ha estudiado que la acción de las fuerzas entre los cuerpos produce cambios en su estado (de reposo o de movimiento). En este Módulo estudiaremos otro de los efectos que puede producir una fuerza como es el caso de las deformaciones.

Para comprender algunos aspectos asociados a la naturaleza de las deformaciones experimentadas por los cuerpos se ha introducido el concepto físico de presión. Aunque no podamos percibirlo a simple vista todos los cuerpos experimentan algún tipo de deformación. A los efectos prácticos en Física, se asume que algunos cuerpos son indeformables si luego de soportar una determinada fuerza la distancia relativa entre dos puntos del mismo permanece fija. Tal puede ser el caso de que nosotros nos paremos sobre un piso de mosaicos. El mosaico, no experimenta deformación alguna. Si sobre el mosaico colocamos un colchón y luego nos ubicamos encima del mismo estaremos en condiciones de decir que el mismo se deforma por nuestra presencia. Incluso, todos nosotros sabemos que esta deformación varía dependiendo de cuán pesados somos y de qué parte del cuerpo apoyamos sobre el mismo. La deformación momentánea⁶ que experimenta el colchón no es la misma si nos paramos sobre él que si nos acostamos. Las magnitudes que la Física emplea para referirse a la presión son precisamente la Fuerza que se ejerce y la superficie sobre la que esta fuerza actúa (de manera perpendicular).


Así se define a la medida de la presión como el cociente entre la fuerza que se ejerce en forma perpendicular sobre una cierta superficie. Matemáticamente esto se expresa como:

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

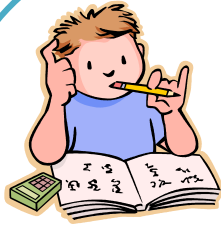
⁶ Dentro de los cuerpos deformables se consideran dos grandes grupos:

- Cuerpos elásticos**, que son aquellos que recuperan su forma original, no deformada, cuando deja de actuar la fuerza que se ejercía sobre ellos.
- Cuerpos no elásticos**, en los cuales una fuerza aplicada origina deformaciones permanentes.

Según se deriva de la fórmula anterior la presión, en el SI (**recordá lo que ya viste en el Módulo 1!!!**), se expresará en unidades de fuerza (Newton) por unidades de superficie (metros cuadrados). A esta unidad se la denomina Pascal.

2. Consultando aquí  puedes leer ejemplos de diferentes tipos de presiones que están presentes en situaciones cotidianas que todos conocemos.

3. Para diferenciar entre Fuerza y presión te proponemos que veas un vídeo de la serie *El Mundo de Beakman*  .



Para revisar lo que has venido leyendo

1. ¿Qué produce mayor presión sobre el piso, un neumático delgado o uno ancho del mismo peso?
2. ¿Por qué un cuchillo afilado cortará mejor que uno sin filo?
3. ¿Cuándo ejerces mayor presión sobre el piso, cuando te paras sobre los dos pies o sobre uno sólo? ¿Por qué?
4. ¿Cómo es la presión de un cuerpo A comparada con la de otro B si:
 - a) Los dos están apoyados sobre la misma superficie y A pesa el doble que B? ¿Y si pesa la tercera parte que B?
 - b) Los cuerpos A y B pesan lo mismo pero la superficie en la que apoya A es el doble de la que apoya B? ¿Y si apoya la mitad de la superficie? Justifica tu respuesta.
5. ¿Calcular el peso aproximado en \overline{Kg} de un cuerpo que ejerce una presión de 90N/m^2 cuando se apoya en una superficie de $1/3\text{m}^2$?
6. Hallar cuál es el valor del área sobre el que estará apoyado un bloque que pesa $2\overline{Kg}$ si ejerce una presión de $8\overline{Kg/m}^2$?
7. ¿Por qué para esquiar se utilizan tablas?
8. Discute cada una de las siguientes afirmaciones:
 - a) La presión ejercida por un cuerpo depende solamente del peso de éste.
 - b) Para cuerpos de igual peso, a mayor superficie de apoyo, menor presión.
 - c) La presión es una magnitud escalar.
9. ¿Es posible que dos cuerpos que tienen el mismo peso, ejerzan presiones diferentes? Justifica tu respuesta.
10. ¿Qué forma debe tener un cuerpo para que ejerza la misma presión cualquiera sea la manera en que se lo apoya? ¿Por qué?

Densidad y peso específico

El estudio de los líquidos trata, en general, con pequeñas cantidades de líquido en reposo o en un movimiento continuo. Para describir esos comportamientos es habitual definir dos magnitudes que son la **densidad** y el peso **específico**.

Densidad

Densidad de masa

Es una medida de cuán compacta es una sustancia o de cuanta masa ocupa determinado espacio. Se la define como la cantidad de masa por unidad de volumen:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

Si notamos a la densidad (δ), masa (M) y volumen (V), podemos escribir la relación anterior como:

$$\delta = \frac{M}{V}$$

Las unidades de medición de la densidad dependen del sistema de medición elegido. Si se utiliza el sistema MKS, la unidad de medición es kg/m^3 .

Densidad de peso ó Peso específico

La densidad puede expresarse en términos de peso, en vez de masa. La densidad de peso o peso específico se define como el peso por unidad de volumen:

$$\text{Densidad de peso} = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}}$$

Si notamos a la densidad de peso (ρ), peso (P) y volumen (V), podemos escribir la relación anterior como: $\rho = \frac{P}{V}$

También podemos escribir a la densidad de peso como peso específico.

$$\text{Peso específico} = \text{densidad de masa} * \text{gravedad}$$

Si notamos al peso específico (ρ), densidad de masa (δ) y gravedad (\vec{g}), como:

$$\rho = \delta * \vec{g}$$

Principio de Pascal

A propósito de la diferencia entre las nociones de fuerza y presión, Blas Pascal fue el primero en identificar que, a diferencia de lo que ocurre en los sólidos, que transmiten fuerzas, los fluidos transmiten presiones.

4. Para conocer sobre el Principio de Pascal, ingresá aquí



Luego de conocer más sobre el Principio de Pascal te recordamos que esta ley se utiliza en muchos dispositivos hidráulicos como en el funcionamiento de la prensa

hidráulica. Esta máquina consta de dos recipientes comunicados entre sí, y un émbolo en cada recipiente. Uno de los émbolos tiene mayor área que el otro y al ejercer una presión en uno de los émbolos, la variación de presión se transmite a todo el líquido. En el equilibrio, la presión sobre el líquido en cada émbolo tiene el mismo valor. Es decir, que $P_1 = P_2$ y como $P = \frac{F}{S}$, donde F es la fuerza ejercida y S es la superficie del émbolo, se obtiene la condición de equilibrio en una prensa hidráulica cuya expresión matemática es:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Presión hidrostática

Cuando se coloca un líquido en un recipiente, éste ejerce presión sobre las paredes, el fondo y sobre cualquier punto interior del líquido. Si el líquido está en reposo a esta presión se la denomina **presión hidrostática**.

A medida que se agrega líquido al recipiente la presión en el fondo aumenta porque aumenta el peso del agua sobre una misma superficie.

La presión hidrostática depende de la densidad del líquido y de la profundidad a la que se mida la presión. La relación que se utiliza para calcular el valor de la presión hidrostática es:

$$Presión_{hidrostática} = \delta * \vec{g} * h$$

Donde δ es la densidad del líquido, \vec{g} es la aceleración de la gravedad y h es la profundidad a la que se quiere calcular la presión, medida desde la superficie. Las unidades de medición de la presión hidrostática en el sistema MKS son:

$$[\delta] = \frac{Kg}{m^3}; \quad [\vec{g}] = \frac{m}{s^2} \quad y \quad [h] = m \quad \text{luego}$$

$$[Presión_{hidrostática}] = \frac{Kg}{m^3} * \frac{m}{s^2} * m = \frac{N}{m^3} * m = \frac{N}{m^2} = Pa$$

Sabiendo que el peso específico se define como

$$\rho = \delta * \vec{g}$$

Se puede escribir la presión hidrostática como

$$Presión_{hidrostática} = \rho * h$$

Las unidades de medición de esta relación son:


$$[Presión_{hidrostática}] = \frac{N}{m^3} * m = \frac{N}{m^2} = Pa$$

Teorema general de la hidrostática y principio de Arquímedes

De los principios con los cuales se logran comprender algunos fenómenos vinculados al comportamiento de los líquidos en reposo el Teorema general de la hidrostática y el principio de Arquímedes, son los más conocidos.

El Teorema general de la hidrostática vincula la presión con la profundidad y permite explicar la presión que se soporta cuando algo se sumerge bajo el agua, o por qué las paredes de un dique se construyen cada vez más gruesas a medida que están más profundas, entre otros.

El principio de Arquímedes se ocupa del empuje que experimentan los cuerpos cuando se sumergen en un líquido. Suele ser conocido por el evento histórico que permitió su enunciado y también por lo que colabora para comprender acerca de la flotabilidad de los cuerpos en un líquido.

5. Te proponemos que leas lo que se presenta en el siguiente sitio  para luego poder comprender algunas situaciones cotidianas donde se emplean los fundamentos del teorema general de la hidrostática y de los aportes que hizo Arquímedes.

Luego de ingresar al sitio propuesto te enunciamos el principio de Arquímedes.

Un cuerpo sumergido sufre un empuje hacia arriba por una fuerza igual al peso del fluido que desplaza.

Este principio es válido para líquidos y gases, ya que ambos son fluidos. El peso del agua desplazada es igual a la **fuerza de flotabilidad**.

Si al sumergirse un objeto, cuyo peso en el aire es de 30N, desplaza 20N de fluido, su **peso aparente** o **empuje** será de 10N. El **peso aparente** o **empuje** de un objeto sumergido es igual a su peso en el aire menos la fuerza de flotabilidad.


Se puede expresar como la siguiente relación:

$$Empuje = Peso \text{ en el aire} - fuerza \text{ de flotabilidad}$$


La unidad de medición del empuje en el sistema MKS es el Newton, pues se trata de una fuerza.

Para conocer un poco más ...




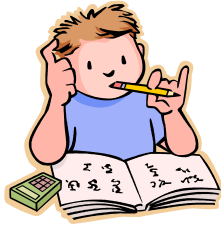
1. El applet  simula el funcionamiento de un sencillo manómetro en "U" (una de las ramas está sumergida en el líquido y la otra está abierta a la atmósfera) que mide la presión ejercida por un líquido. Permite, deslizando el manómetro dentro del recipiente cambiar la profundidad de la medición, así como la densidad del líquido en cuestión.



2. En  puedes experimentar cómo es la fuerza de empuje que ejerce un líquido a un cuerpo que se introduce en él.



3. Similar al caso anterior, puedes analizar el empuje en 



Para revisar lo que has venido leyendo

1. Responde a las siguientes preguntas y fundamenta tus respuestas.
 - a) ¿La presión en el interior de un líquido, depende de la cantidad de líquido que hay en el recipiente?
 - b) ¿La presión en el interior de un líquido, depende de la forma que tenga el recipiente?
2. La presión media arterial (medida con un tensiómetro) en un animal, es de 100 mmHg. Expresar dicha presión en Pascales. ($\delta_{\text{mercurio}} = 13600 \text{ kg/m}^3$; aceleración de la gravedad: $9,8\text{m/s}^2$).
3. ¿Qué presión soporta un cuerpo sumergido a 5 metros de profundidad en mercurio? ($\delta_{\text{mercurio}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$). ¿Y si se sumerge en alcohol? ($\delta_{\text{alcohol}} = 0,80 \text{ g/cm}^3$).
4. ¿Calcular a qué profundidad debe estar un cuerpo sumergido en el agua de mar ($\delta = 1,025 \text{ g/cm}^3$) para soportar una presión de 256250 Pa?
5. Una bomba de profundidad se prepara para que estalle cuando esté sometida a una presión de $5,25 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$. ¿Cuál debe ser el peso específico del agua, para que la bomba explote a una profundidad de 50 metros?
6. Un vaso de 10 cm de diámetro y 15 cm de altura se llena con alcohol ($\delta_{\text{alcohol}} = 0,80 \text{ g/cm}^3$). ¿Calcula cuál es el valor de presión que soporta el fondo del vaso?
7. Calcula la fuerza que se debe aplicar a un émbolo cuya superficie es de 10 cm^2 , para mantener en equilibrio una prensa hidráulica cuyo émbolo mayor tiene una superficie de 40 cm^2 y la fuerza ejercida sobre éste es de $2000 \overline{\text{Kg}}$.
8. Los radios de los émbolos de una prensa hidráulica son respectivamente: 1 cm y 5 cm. Si sobre el émbolo menor, se aplica una fuerza de $50\overline{\text{Kg}}$, ¿Qué fuerza se debe aplicar en el émbolo mayor, para mantener el sistema en equilibrio?
9. Los émbolos de una prensa hidráulica tienen sección circular y sus diámetros son, respectivamente, 50 cm^2 y $12,5 \text{ cm}^2$. ¿cuál es la fuerza que se produce en el émbolo de mayor diámetro cuando en el más pequeño se aplica una fuerza de 50N?

Si quisieras autoevaluarte....

podés hacerlo intentando resolver los ejercicios la página web

http://www.fisicanet.com.ar/fisica/f2_estatica_fluidos.php .



Para finalizar

Como en cada uno de los módulos anteriores esperamos tus observaciones, comentarios y dudas en el foro.

Sitios web que se citan en este módulo

1. Los estados de la materia

<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/primer-ciclo-basico/ciencias-naturales/la-materia-y-sus-transformaciones/2010/03/24-8906-9-los-estados-de-la-materia.shtml>

2. Hidrostática. Algunas presiones interesantes.

<http://hidrostaticasanmiquel.blogspot.com.ar/2008/08/algunas-presiones-interesantes.html>

3. Fuerza y Presión - El Mundo de Beakman

<http://aulavirtualdeciencias.blogspot.com.ar/2009/09/diferencia-entre-fuerza-y-presion.html>

4. Principio de Pascal

<http://www.portalplanetasedna.com.ar/principio01.htm>

5. Principio de Arquímedes

<http://www.portalplanetasedna.com.ar/principio02.htm>

Las páginas web del apartado Para conocer un poco más:

Presión hidrostática en líquidos

http://www.walter-fendt.de/ph14s/hydrostpr_s.htm

Fuerza de empuje en líquidos

http://www.walter-fendt.de/ph14s/buoyforce_s.htm

Fuerza de empuje

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/applets/Hwang/ntnujava/buoyantForce/buoyantForce_s.html

Referencias bibliográficas

Hewitt, P. (1999) *Física conceptual*. 3ra. Edición. Addison Wesley Iberoamerica.

Hetch, E. (1999) *Física en perspectiva*. Addison Wesley Longman.