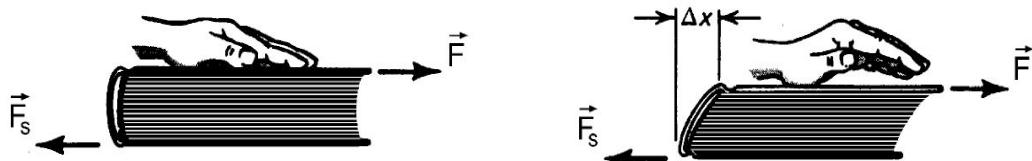


## Unidad Básica: Presión y densidad.

### Presión en Fluidos ( $p$ )

Un fluido en reposo no puede resistir fuerzas tangenciales (enlace a imagen esfuerzo de corte), pues las capas del fluido resbalarían una sobre la otra cuando se aplica una fuerza en esa dirección. Precisamente esta incapacidad de resistir fuerzas tangenciales (esfuerzos de corte) es lo que le da la propiedad de cambiar de forma o sea fluir.

En las siguientes fig. se muestra la fuerza tangencial que ejerce la mano sobre la cubierta de un libro y la forma que las hojas que lo conforman se desplazan. Ese comportamiento es similar al que se produce en un fluido al ejercer una fuerza tangencial a su superficie.



Por lo tanto sobre un fluido en reposo sólo pueden actuar fuerzas perpendiculares.

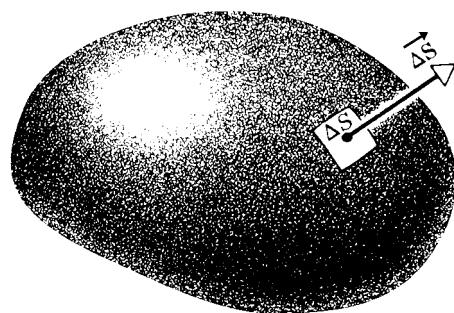
Tenemos que las paredes del recipiente, que contienen a un fluido en reposo, actúan sobre éste con fuerzas perpendiculares a la superficie de contacto, de igual manera el fluido actúa sobre las paredes del recipiente con una fuerza de igual magnitud y de sentido contrario (Tercera Ley de Newton).

Para estudiar la fuerza que un fluido ejerce sobre la superficie en contacto con él, se define la presión  $p$  como la magnitud de la fuerza normal por unidad de área de superficie.

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

Consideremos una superficie cerrada que contiene un fluido.

Sea  $\Delta\vec{S}$  el vector (enlace a CP vector superficie) que se muestra en la fig. Este  $\Delta\vec{S}$  es un vector que tiene una magnitud que es el área del elemento  $\Delta S$ , su dirección es perpendicular a la superficie y su sentido es saliente de una superficie cerrada.



Podemos entonces escribir la fuerza con que el fluido actúa sobre ese elemento de superficie como

$$\Delta \vec{F} = p \Delta \vec{S}$$

A partir de la definición de presión tenemos para la presión en un punto

$$p = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

## Experimento

Experimento que ilustra las fuerzas que ejerce el fluido sobre la superficie del envase que lo contiene.

### *Cuatro orificios.*

A un envase plástico que tiene 4 orificios se le suministra un flujo continuo de agua, de tal manera de mantenerlo constantemente lleno. Se puede observar que cada uno de los chorros de agua que sale es perpendicular a la superficie del envase.



Con esto se muestra que el fluido ejerce fuerzas perpendiculares a la superficie del envase que lo contiene.

## *Presión atmosférica*

Vivimos rodeados de una capa de aire, denominada atmósfera, que ejerce una presión sobre los cuerpos y objetos. Esta presión no la percibimos debido a que nuestro cuerpo está compuesto fundamentalmente por fluidos que ejercen una presión compensadora.

A la presión ejercida por el aire que conforma la atmósfera se le denomina presión atmosférica.

La presión atmosférica no es solamente algo propio de la Tierra, existe en todos aquellos planetas que tienen una capa de aire que los rodee o sea que posean atmósfera, su valor varía de un planeta a otro.

La Luna tiene una atmósfera tan tenue que podría considerarse nula.

La atmósfera de la Luna es insignificante, casi nula, debido a que su fuerza de gravedad es tan débil (6 veces menor que en la Tierra) que no puede mantener casi ningún gas sobre su superficie. El programa Apollo identificó átomos de helio y argón, y en 1988, observaciones desde la Tierra añadieron iones de sodio y potasio.

La presión atmosférica en Venus es aproximadamente 9 veces mayor que la de la Tierra.

### Experimento (Video)

Este experimento ilustra el efecto de la presión atmosférica terrestre.

#### ***Huevo dentro de una botella***

En un envase que tiene un cuello estrecho por el cual no puede pasar un huevo, se coloca un poco de agua que se pone a hervir. Luego se sella el envase con un huevo. Se observa que el huevo se desliza dentro del envase.



#### ***Presión nula (vacío)***

Un volumen que esté vacío de aire tiene una presión nula. En ese caso se trata de un vacío total. Esta situación física se encuentra en el espacio interestelar.

Se puede disminuir la presión de aire confinado por medio de algunos de los siguientes mecanismos:

- 1) Disminuyendo su temperatura.
- 2) Aumentando su volumen.
- 3) Extrayendo aire del volumen que lo contiene.

En base al método 3 se pueden obtener bajas presiones o sea vacíos parciales. Para extraer el aire se pueden utilizar bombas de succión. También se puede extraer aire de un envase calentándolo y permitiendo que el aire se expanda y salga parte de él del envase que lo contiene. Al cerrar el envase y dejar volver a la temperatura original, la presión será menor que la presión atmosférica.

### Experimento

Este experimento ilustra la variación de presión por aumento de volumen.

#### ***Disminución de presión por aumento de volumen***

Se dispone de una jeringa sin aguja. Al tapar con un dedo firmemente el orificio y halar hacia afuera el émbolo de la jeringa, se puede experimentar que esta acción se dificulta cada vez más.

Esto se debe a que la presión dentro de la jeringa dismuye por aumento de volumen y la presión atmosférica produce una fuerza que empuja el émbolo hacia adentro. Al soltar el émbolo se puede observar que se desplaza hacia adentro.



### ***Unidades de presión***

La presión se mide en las siguiente unidades:

atm, mm de Hg, Torr,  $N/m^2$ , Pascal, bar.

La relación entre estas unidades está expresada en la siguiente tabla:

	1 atm	1 mm Hg	1 Torr	$1 N/m^2$	1 Pascal	1 bar
1 atm	1	760	760	$1.013 \times 10^5$	$1.013 \times 10^5$	1.013
1 mm Hg	$1.32 \times 10^{-3}$	1	1	$1.33 \times 10^2$	$1.33 \times 10^2$	$1.33 \times 10^{-3}$
1 Torr	$1.32 \times 10^{-3}$	1	1	$1.33 \times 10^2$	$1.33 \times 10^2$	$1.33 \times 10^{-3}$
$1 N/m^2$	$9.87 \times 10^{-6}$	$7.50 \times 10^{-3}$	$7.50 \times 10^{-3}$	1	1	$10^{-5}$
1 Pascal	$9.87 \times 10^{-6}$	$7.50 \times 10^{-3}$	$7.50 \times 10^{-3}$	1	1	$10^{-5}$
1 bar	$9.87 \times 10^{-1}$	$7.50 \times 10^2$	$7.50 \times 10^2$	$10^5 N/m^2$	$10^5 N/m^2$	1

Tenemos por lo tanto que

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ Torr} = 1.013 \times 10^5 N/m^2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ bar}$$

### ***Densidad $\rho$***

La densidad de una sustancia se define como su masa por unidad de volumen.

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

## Unidades de densidad

La masa se mide en gramos (*gr*) o Kilogramos (*Kg*) y el volumen en centímetros cúbicos ( $cm^3$ ) o en metros cúbicos ( $m^3$ ). Por lo tanto las unidades de densidad son:

$$g/cm^3 \quad Kg/m^3$$

## Densidad de algunas sustancias

Densidad Sólidos	
Sustancia	$Kg/m^3$
Corcho	$0.24 \times 10^3$
Madera (Roble)	$0.81 \times 10^3$
Hielo	$0.92 \times 10^3$
Vidrio	$2.6 \times 10^3$
Aluminio	$2.7 \times 10^3$
Estaño	$7.3 \times 10^3$
Acero	$7.8 \times 10^3$
Hierro	$7.9 \times 10^3$
Latón	$8.7 \times 10^3$
Cobre	$8.9 \times 10^3$
Plata	$10.5 \times 10^3$
Plomo	$11.4 \times 10^3$
Oro	$19.3 \times 10^3$
Platino	$21.4 \times 10^3$
Osmio	$22.4 \times 10^3$

El osmio, un elemento metálico duro, es la sustancia más densa de la Tierra. Aunque el átomo individual del osmio tiene menor masa que los átomos individuales de oro, mercurio, plomo y uranio, el espaciamiento estrecho de los átomos de osmio en forma cristalina le dan su mayor densidad. Caben más átomos de osmio en un centímetro cúbico que de otros elementos con átomos de mayor masa pero más espaciados entre sí.

Densidad Líquidos	
Sustancia	$Kg/m^3$
Gasolina	$0.68 \times 10^3$
Alcohol etílico	$0.79 \times 10^3$
Alcohol metílico	$0.82 \times 10^3$
Querosina	$0.82 \times 10^3$
Benceno	$0.88 \times 10^3$
Agua	$1.00 \times 10^3$
Agua de mar	$1.03 \times 10^3$
Glicerina	$1.25 \times 10^3$
Mercurio	$13.6 \times 10^3$

Puesto que los gases no tienen un volumen definido es necesario especificar bajo que condiciones de presión y temperatura se determina la densidad.

Densidad Gases	
Presión 1 atm	Temperatura 0° C
Sustancia	$Kg/m^3$
Helio gaseoso	$1.79 \times 10^{-2}$
Hidrógeno gaseoso	$8.99 \times 10^{-2}$
Vapor de agua	0.63
Aire	1.29
Oxígeno gaseoso	1.43

La densidad de una sustancia  $\rho_s$  con respecto a la densidad del agua  $\rho_a$  se denomina **densidad relativa**  $\rho_r$ .

$$\rho_r = \frac{\rho_s}{\rho_a}$$

## Bibliografía

- Hewitt P. G. 2002. *Conceptos de Física*. Parte II Propiedades de la materia. Capítulo 11 Líquidos, Presión en un líquido. Capítulo 12 Gases y Plasmas, Presión atmosférica. México. Limusa.
- Máximo Ribeiro da Luz A. y Alvarenga B. 1998. *Física General con experimentos sencillos*. Unidad III Leyes de Newton. Capítulo 8. Hidrostática. 8.1 Presión y densidad. México. Oxford.
- Resnick R., Haliday D. y Krane K. S. 2003. *Física*. Tomo I. Capítulo 15 Estática de Fluidos. 15-2 Presión y densidad. México. CECSA.
- Serway R. A. y Beichner R. J. 2002. *Física para Ciencias e Ingeniería*. Tomo I. Capítulo 15 Mecánica de Fluidos. 15.1 Presión. México. McGraw-Hill.
- Wilson J. D. 1996. *Física*. Capítulo 9 Sólidos y Fluidos. 9.2 Fluidos: presión y principio de Pascal. México. PrenticeHall.