

MECÁNICA DE FLUIDOS: HIDROSTÁTICA 1

Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo
Escuela de Física
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Objetivos

Al finalizar esta sección el estudiante deberá ser capaz de

- Identificar el concepto de fluido.
- Identificar el concepto de presión
- Interpretar los conceptos de peso específico, densidad, presión manométrica y presión absoluta.
- Interpretar la ecuación fundamental de la hidrostática de fluidos en reposo y el principio de Pascal
- Aplicar la ecuación fundamental de la hidrostática de fluidos en reposo
- Aplicar el Principio de Pascal en distintos problemas de la ingeniería.
- Identificar instrumentos que sirven para medir presión.

Conocimientos previos

Para esta sección los estudiantes deben tener conocimientos previos en

- Matemática básica.
- Cálculo diferencial, principalmente los conceptos de derivada e integral
- Física general, principalmente los conceptos de mecánica clásica, como por ejemplo las leyes de newton, los conceptos de posición, distancia, velocidad y aceleración, las definiciones de energía cinética, energía potencial y energía mecánica.

Contenido

Mecánica de fluidos

Densidad

Presión, profundidad y ley de Pascal

Instrumentos de medición de presión

Contenido

Mecánica de fluidos

Densidad

Presión, profundidad y ley de Pascal

Instrumentos de medición de presión

Mecánica de Fluidos

La **mecánica de fluidos** es una rama de la mecánica que estudia el comportamiento de los fluidos ya sea en reposo o en movimiento. Es fundamental en campos tan diversos como la aeronáutica, la ingeniería química , civil e industrial, la meteorología, las construcciones navales y la oceanografía.

Hidrostática y dinámica de fluidos

La **hidrostática** o la **estática de fluidos** es el estudio de las propiedades de los fluidos en reposo en situaciones de equilibrio, está se basa en las primera y terceras leyes de Newton.

La **dinámica de fluidos** es el estudio de las propiedades de los fluidos en movimiento.

Fluidos

Un **fluido** es aquella sustancia que sufre una deformación continua cuando se le aplica un esfuerzo cortante muy pequeño contrario a lo que sucede con los sólidos elásticos, los cuales al aplicárseles la acción de un esfuerzo cortante pequeño no se deforman continuamente, sino que asume una configuración determinada fija. Los fluidos son sustancias capaces de “fluir” las cuales no tienen forma definida y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contienen. Todos los fluidos son compresibles en cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma. Finalmente la palabra fluido se utiliza para referirse a líquidos y gases cuando se tratan aquellas propiedades que son comunes a ambos.

Contenido

Mecánica de fluidos

Densidad

Presión, profundidad y ley de Pascal

Instrumentos de medición de presión

Densidad

La **densidad** de cualquier material se define como la cantidad de masa de ese material por unidad de volumen. En el caso en el que el material sea homogéneo, esto es que la distribución de masa sea igual en todas partes del material, la densidad del mismo se define como

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

donde m es la masa del objeto y V es el volumen del mismo.

La densidad es una propiedad intrínseca de un material esto quiere decir que no depende del tamaño del material, o sea dos objetos del mismo material pero diferente tamaño poseen la misma densidad. Es una propiedad que depende de la temperatura y el estado físico en el cual se encuentre el material.

Densidades para distintos materiales

Material	Densidad ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	Material	Densidad ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)
Aire	0,00120	Hierro, acero	7,8
Etanol	0,81	Latón	8,6
Benceno	0,90	Cobre	8,9
Hielo	0,92	Plata	10,5
Agua	1,00	Plomo	11,3
Agua de mar	1,03	Mercurio	13,6
Sangre	1,06	Oro	19,3
Glicerina	1,26	Platino	21,4
Concreto	2,00	Estrella enana blanca	10^7
Aluminio	2,70	Estrella de neutrones	10^{15}

Densidad Relativa (D.R)

La **densidad relativa** es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad de otra que se toma como referencia. Ambas densidades se expresan en las mismas unidades y en iguales condiciones de temperatura y presión. La densidad relativa es adimensional (sin unidades), ya que queda definida como el cociente de dos densidades.

$$D.R = \rho_r = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$$

Contenido

Mecánica de fluidos

Densidad

Presión, profundidad y ley de Pascal

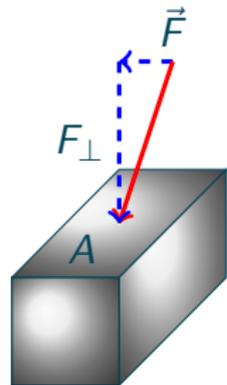
Instrumentos de medición de presión

Presión

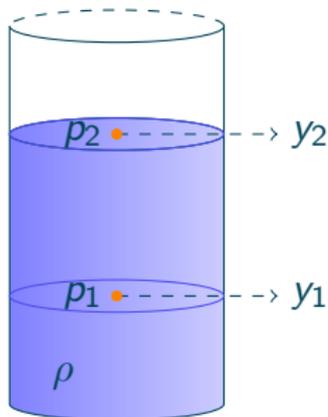
Las fuerzas que ejerce un fluido sobre el medio que lo rodea vienen caracterizadas por una sola magnitud, la **presión** en el fluido, la cual se define como la cantidad de fuerza perpendicular aplicada sobre una superficie, esto es:

$$p = \frac{dF_{\perp}}{dA}. \quad \left(1Pa = \frac{1N}{m^2}\right)$$

Las unidad en el SI de la presión es el **Pascal**
 $\left(1Pa = \frac{1N}{m^2}\right)$



Diferencia de presiones entre dos puntos



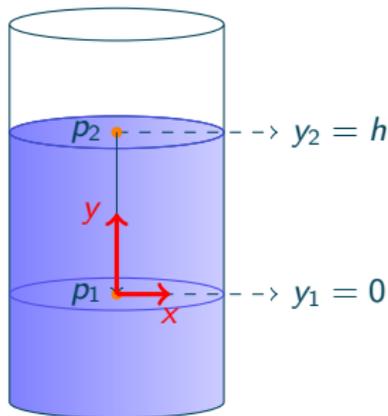
- ♣ Considere un fluido de densidad ρ .
- ♣ Suponga que se quiere calcular la diferencia de presiones $p_2 - p_1$ entre dos diferentes posiciones verticales (y_1, y_2) del fluido, tal y como se muestra en la figura.
- ♣ Mediante una análisis de fuerzas se puede mostrar que la diferencia de presiones entre dos puntos del fluido se determina de la siguiente manera:

$$p_2 - p_1 = -\rho g (y_2 - y_1).$$

Nota: El estudiante debe ser capaz de diferenciar entre los conceptos de distancia y posición.

Principio de Pascal

La expresión anterior se puede utilizar para determinar la presión a una profundidad h de la superficie del fluido de la siguiente manera



Sean $p_1 = p$ la presión a cualquier profundidad h y sea $p_2 = p_0$ (0 se refiere a profundidad cero) la presión en la superficie del fluido. Usando la información del dibujo se obtiene la expresión

$$p = p_0 + \rho gh.$$

Ley de Pascal

A partir de los resultados anteriores se observa que al aumentar la presión p_0 en la superficie la presión p a cualquier profundidad aumenta en la misma cantidad exactamente.

El científico francés Blaise Pascal estudió la transmisión de la presión en fluidos, y el efecto que se observa se denomina **ley o principio de Pascal**, el cual dice lo siguiente:

“La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin pérdida a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente”.

Aplicaciones prácticas del principio de Pascal

Entre las aplicaciones mas comunes del principio de Pascal están:

- los sistemas de frenos hidráulicos de los automóviles,
- elevadores y gatos hidráulicos
- las puertas de los autobuses tienen un sistema hidráulico que sirve para abrir o cerrar las puertas,
- los compactadores de basura cuentan con un sistema hidráulico,
- en construcción las palas mecánicas cuentan con una prensa hidráulica que las ayuda a excavar.

Algunas propiedades de los fluidos en reposo

Primera propiedad de los fluidos

Un fluido en reposo no puede ejercer una fuerza paralela sobre una superficie.

Segunda propiedad de los fluidos

En ausencia de la gravedad, es decir, despreciando el peso del propio fluido, la presión en un fluido en reposo es la misma en todas partes.

Contenido

Mecánica de fluidos

Densidad

Presión, profundidad y ley de Pascal

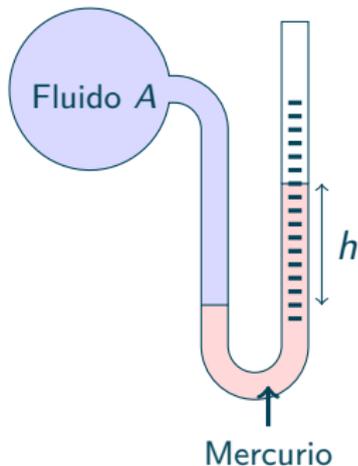
Instrumentos de medición de presión

Manómetro

El **manómetro** es un instrumento que sirve para determinar la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.

Consiste en un tubo en forma de *U* lleno parcialmente con un líquido, generalmente mercurio o agua. El tubo se monta en posición vertical con una regla graduada detrás de él.

Un extremo del tubo se conecta al vaso cuya presión se desea medir y el otro extremo se deja abierto a la atmósfera.

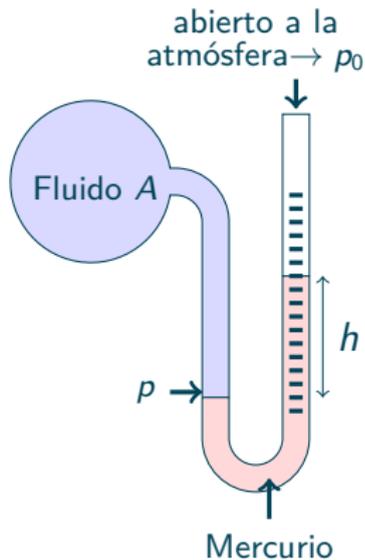


Presión absoluta

Si se analiza la diferencia de presiones entre las columnas de mercurio, se tiene que la presión en la interfaz del mercurio y el fluido A es:

$$p = p_0 + g\rho h,$$

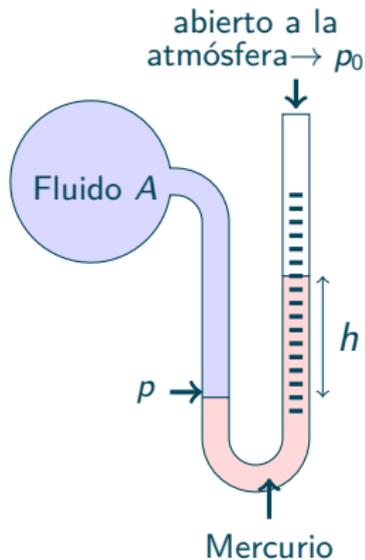
donde a p se le denomina **presión absoluta**, la cual representa la presión total.



Presión atmosférica

Ahora bien, dado que el lado derecho del manómetro esta abierto a la atmósfera, para este caso p_0 es equivalente a la **presión atmosférica p_a** o sea el peso (fuerza) por unidad de área de los gases atmosféricos que están arriba de la superficie terrestre. La presión atmosférica media en el nivel del mar se utiliza también como unidad de medida, llamada **atmósfera**

$$(p_a)_{med} = 1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$



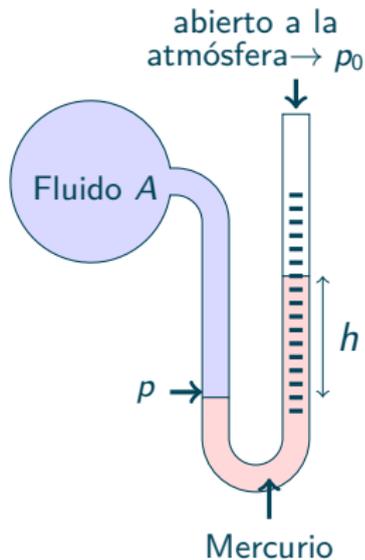
Presión manométrica

Si se analiza el lado derecho de la ecuación

$$p = p_0 + g\rho h,$$

se observan dos términos: p_0 el cual es equivalente para este caso a la presión atmosférica p_a , y $g\rho h$ el cual representa un “exceso” de presión mas allá de la presión atmosférica (en la ecuación p_0), dicho exceso se conoce como **presión manométrica** la cual se puede definir mas formalmente en términos de presión absoluta y la presión atmosférica media como

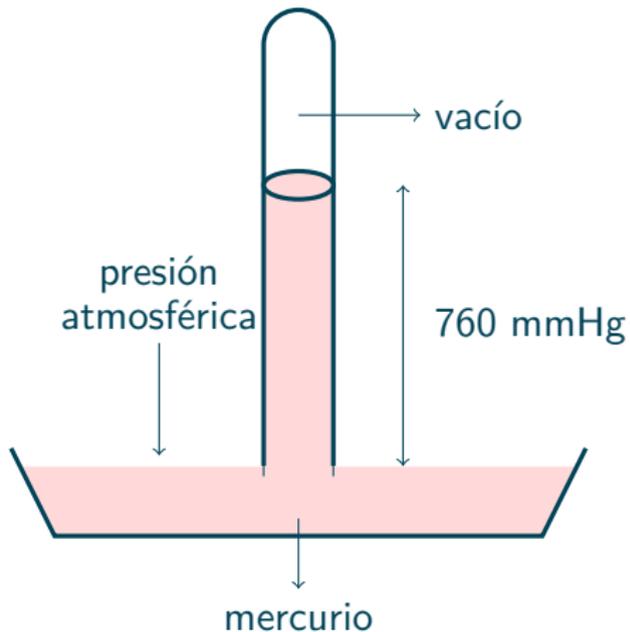
$$p_m = p - p_a$$



Barómetro

El **barómetro** es un instrumento que sirve para medir la presión atmosférica.

Barómetro es semejante a un manómetro solo que en este se deja abierto un extremo a la atmósfera mientras que en el otro extremo se crea un vacío lo que reduce la presión casi cero.



Bibliografía

- Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D., Freedman, R.A. (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. Décimo tercera edición. México: Pearson Education.
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2013). *Física*. Volumen I. Quinta edición. México: Grupo Editorial Patria.
- Serway, R.A. y Jewett, J.W. (2008). *Física Para Ciencias e Ingeniería*. Volumen I. Séptima edición. México: Cengage Learning Editores S.A. de C.V.
- Wilson, J.D., Buffa, A.J. y Lou, B. (2007). *Física*. Sexta edición. México: Pearson educación.

Créditos

- Vicerrectoría de Docencia
- CEDA - TEC Digital
- Proyecto de Virtualización 2016-2017
- Física General III
- Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo (profesor)
- Ing. Paula Morales Rodríguez (coordinadora de diseño)
- Andrés Salazar Trejos (Asistente)