

Escuela Técnica N° 3101 Joaquín Castellanos - SALTA		
ESPACIO CURRICULAR: Física Orientada	CURSO: 1er Año	Ciclo: Superior
Turno: Mañana y Tarde		
Profesores: Fabián María Alejandra	marialefabi@hotmail.com	Curso: 1º3º Turno Tarde
Maza Cristian	mzacristiand@gmail.com	Cursos: 1º1º y 1º2º Turno Mañana- y 1º1º Turno Tarde
López Mario	marlop_28@hotmail.com	Cursos: 1º3º Turno Mañana y 1º2º Turno Tarde

Actividades Mes de Mayo

Tema Hidrostática

Introducción Hasta este momento nos hemos concentrado en el estudio del comportamiento de los cuerpos sólidos, ya desde el punto de vista puntual, esto es, considerándolos partículas, como considerándolos cuerpos extendidos en su carácter de sólidos rígidos. En este punto comenzaremos el estudio del comportamiento de sistemas compuestos por fluidos. Por fluido vamos a entender a los líquidos y a los gases, para ello vamos a repasar las características que distinguen cada una de los estados de agregación en que una sustancia se puede encontrar. En general los cuerpos de la naturaleza, que necesariamente están constituidos por sustancias, se clasifican según su estado de agregación, en sólidos, líquidos y gases; diferenciándose entre sí por sus características macroscópicas y microscópicas, cuyas propiedades se indican brevemente en el cuadro que sigue desde el punto de vista microscópico o sea considerando la estructura atómico - molecular del mismo. En el primer curso de mecánica se abordó el estudio de algunos fenómenos físicos recurriendo a modelos; el modelo de partícula, el modelo de sistema de partículas, el modelo del sólido rígido. Por medio de cada uno de ellos se pudieron abordar múltiples situaciones físicas diferentes como si fuera una sola. Ahora vamos a considerar un nuevo modelo para analizar otro tipo de situación física, el caso de los fluidos. Recordemos que las sustancias se encuentran en la naturaleza en tres fases típicas:: sólida, líquida y gaseosa.

No siempre es posible una clasificación estricta, pues hay sustancias cuya inclusión en uno u otro grupo es dudosa, por ejemplo el vidrio y la brea son líquidos que fluyen tan lentamente que se comportan como sólidos. Por otra parte un sólido que se encuentra en estado pulverulento, como la arena o el talco, se adapta a la forma del recipiente y no por eso pasa a ser un líquido. Otro caso

son los plasmas, gases altamente ionizados, que no se ajustan a las categorías mencionadas y a menudo se los llama el cuarto estado de la materia pero no será motivo de nuestro estudio. El hecho de que una sustancia sea sólida, líquida o gaseosa, depende del grado con el que las fuerzas entre sus moléculas determinan su estructura; pudiendo cambiar su estado de agregación si se modifican ciertas condiciones físicas que alteren el valor de dichas fuerzas. Como ejemplo familiar de esto tenemos el agua común que se puede encontrar en fase sólida y la llamamos hielo, o líquida o gaseosa. El estudio de los fluidos lo haremos en varias etapas, estudiando primero los líquidos y posteriormente analizaremos los gases. En el estudio de los líquidos abordaremos primero los líquidos en reposo, que es la parte de la mecánica de los fluidos llamada hidrostática o estática de fluidos, y en la siguiente nos ocuparemos del estudio de los líquidos en movimiento, la hidrodinámica. Los líquidos son prácticamente incompresibles; se necesitan grandes fuerzas para lograr pequeñas variaciones de volumen, en nuestro análisis consideraremos siempre a los líquidos incompresibles (o sea que consideraremos que cualquiera sea el tipo de fuerza que se les aplique su volumen permanece constante). Para el estudio de los fluidos debemos considerar algunas magnitudes nuevas que no hemos usado hasta el momento

Densidad

Todos sabemos que el plomo es más “pesado” que la madera, sin embargo no tenemos dificultad en sostener con la mano una pequeña plomada de pesca y no es fácil para nadie, a menos que sea un atleta, sostener con la mano un tablón de madera del tamaño que se emplean en los andamios de las construcciones. Indudablemente que el tablón es más pesado que la plomada. Lo que la gente quiere significar, cuando dice “el plomo es más pesado que la madera” es que si se tienen dos cuerpos de igual tamaño y uno es de madera y el otro de plomo, sumergidos en el mismo campo gravitatorio, el cuerpo de plomo resulta más pesado. Para poder evaluar numéricamente esta propiedad y poder comparar estas características propias de las distintas sustancias sin necesidad de construir cuerpos de igual tamaño establecemos una relación numérica entre la masa de cada uno de los cuerpos y el volumen que ocupan y a esa magnitud, que asociamos a la sustancia, llamamos densidad. Es importante tener en cuenta que para calcular la densidad necesitamos un cuerpo al que le podamos medir la masa y el volumen pero lo que obtenemos es una propiedad de la sustancia que constituye el cuerpo y no del cuerpo mismo. Matemáticamente, entonces la densidad es el cociente entre la masa de un cuerpo y su volumen.

$$\rho = m / V$$

Como la masa la medimos en [kg] y el volumen en [m³] la unidad de densidad se indicará en [kg/ m³] Al realizar este proceso experimental se obtiene la densidad media, si el material es homogéneo ésta coincide con la del material. Si por el contrario el objeto tiene huecos, como un queso o la miga de pan la densidad media no coincide con la del material.

Peso específico

Generalmente se trabaja con la densidad, pero, de modo análogo, si lo que se considera es la relación entre el peso del cuerpo y su volumen lo que se obtiene es el peso específico $\rho = P / V$ La unidad con que se mide esta magnitud es [N / m³]

Presión

Cuando jugamos en la pileta de natación con una pelota y deseamos sumergirla es muy difícil, tenemos que hacer una fuerza importante y si la pelota es grande, para lograrlo, necesitamos de la ayuda de un amigo. Por otra parte en cuanto dejamos de hacer fuerza la pelota sube inmediatamente a la superficie.

Hay otros objetos que son más fáciles de sumergir como un ladrillo, o un ancla y otros que son imposibles de sumergir como un transatlántico o una colchoneta inflable. Así algunos objetos que tienen poco peso como una llave o una moneda se sumergen fácilmente y otros con mucho peso como un barco no lo hacen. En otros casos, objetos “livianos” como una pelota o colchoneta inflable flotan con facilidad. Los que mencionamos más arriba no son los únicos fenómenos relacionados con la inmersión en los líquidos. Es más fácil sostener un objeto pesado dentro del agua que fuera de ella.

Cuando buceamos pareciera que nos apretaran los tímpanos. Éstos y muchos otros ejemplos nos indican que un líquido en equilibrio ejerce una fuerza sobre un cuerpo sumergido. Pero, ¿qué origina esa fuerza?, ¿en qué dirección actúa?, ¿también el aire en reposo ejerce fuerza sobre los cuerpos?, ¿qué determina que un cuerpo flote o no? Éstas son algunas de las cuestiones que aborda la hidrostática.

Un fluido en reposo en contacto con la superficie de un sólido ejerce fuerza sobre todos los puntos de dicha superficie. Esto ocurre tanto con las paredes del sólido que contiene al fluido como contra la superficie de cualquier sólido que esté sumergido en el fluido, esto se puede mostrar realizando un experimento simple. Si se llena de líquido una botella de plástico con orificios en sus paredes

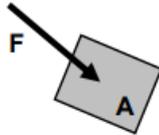
se ve que los chorritos de agua salen en dirección perpendicular a las paredes. Esto muestra que la dirección de la fuerza que el líquido ejerce en cada punto de la pared es siempre perpendicular a la superficie de contacto.



En el estudio de los fluidos, resulta necesario conocer cómo es la fuerza que se ejerce en cada punto de las superficies, más que el valor de la fuerza en sí misma. Una persona acostada o parada sobre una colchoneta aplica la misma fuerza en ambos casos (su peso). Sin embargo, la colchoneta se hunde de manera distinta cuando se concentra la fuerza sobre la pequeña superficie de los pies. Si alguien recibe un pisotón con el taco de un zapato de varón común sufrirá una pequeña molestia si en cambio lo recibe con el taco tipo aguja de una mujer aunque sea más liviana que el hombre puede recibir un daño importante. El peso de la persona se reparte entre los puntos de la superficie de contacto: cuanto menor sea esta superficie, más fuerza corresponderá a cada punto. Para poder comparar estos efectos se define una nueva magnitud que establece una relación entre el módulo de la fuerza ejercida y la superficie sobre la que se aplica.

Esta magnitud es la **presión**

Se define la presión como el cociente (o relación) entre el módulo de la fuerza ejercida perpendicularmente, a una superficie (F) y el área (A) de la misma



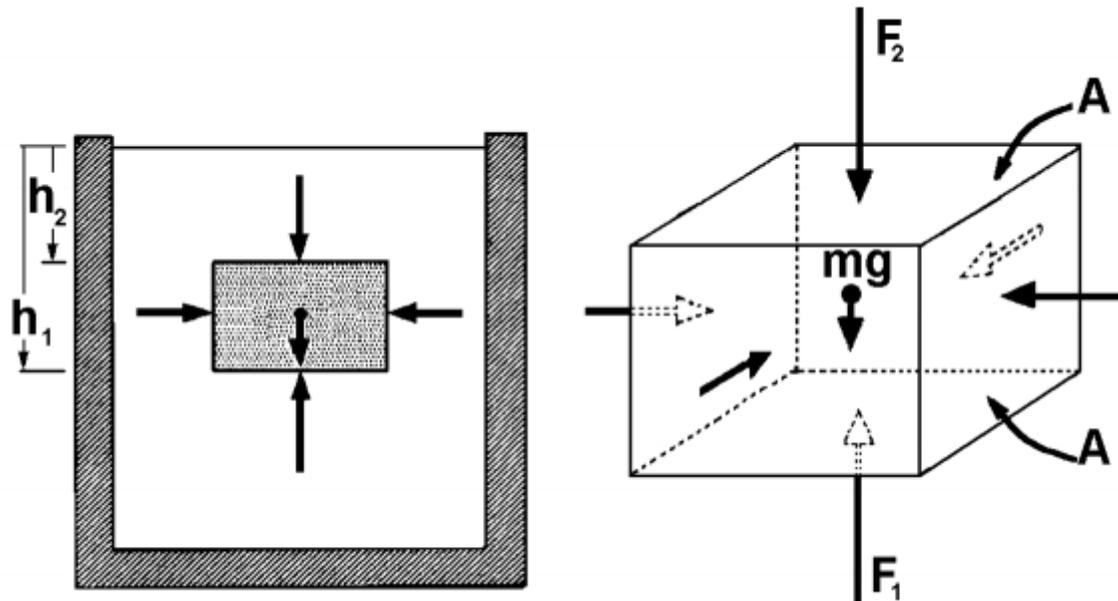
$$p = F/A \text{ [N]/[m}^2\text{]} = \text{[Pa]}$$

La fuerza se mide en newton y la superficie en metros cuadrados; la unidad de presión resultante se llama pascal. Antiguamente se utilizaban otras unidades para medir la presión y en algunas profesiones queda el recuerdo de eso, así los médicos indican los valores de las mediciones de presión arterial en centímetros de mercurio y las estaciones de servicio la presión del aire en las cámaras de los neumáticos en libras por pulgada cuadrada.

Cuando buceamos, la molestia que sentimos en los oídos a una cierta profundidad no depende de cómo orientemos la cabeza: el líquido ejerce presión sobre nuestros tímpanos independientemente de la inclinación de los mismos. La presión se manifiesta como una fuerza perpendicular a la superficie, cualquiera sea la orientación de ésta.

Teorema fundamental de la hidrostática

En los líquidos la presión aumenta con la profundidad, las paredes de los diques se construyen con un espesor mayor hacia la base, para sumergirse unos pocos metros basta con una máscara de buceo pero para hacerlo a grandes profundidades se requieren equipos especialmente diseñados para resistir las grandes presiones. Vamos a deducir una expresión matemática que nos permita calcular la variación de la presión con la profundidad. Para ello, consideremos un recipiente con un líquido de densidad δ en reposo. Se puede, entonces, aislar imaginariamente una parte del líquido y analizar las fuerzas que actúan sobre él. Considérese un paralelepípedo regular de líquido con superficie de la base horizontal A, ubicado a una profundidad arbitraria, como se muestra en la figura. Si realizamos el diagrama de cuerpo libre de este volumen de líquido. Se ve que está sometido a la acción de fuerzas laterales que ejerce el mismo líquido. Pero como el cuerpo se encuentra en reposo necesariamente las fuerzas laterales se equilibran entre sí. Por otra parte las fuerzas verticales se pueden agrupar en tres:



- a) La fuerza F_1 resultante de la totalidad de las fuerzas que realizan las capas inferiores de líquido y que sostiene el cuerpo. Como son las fuerzas que sostienen al cuerpo su dirección es de abajo hacia arriba. b) El peso del cuerpo que suponemos concentrado en el centro de masa del mismo y cuyo módulo es igual a la masa del cuerpo por el valor de la gravedad en el lugar (mg). c) La fuerza F_2 , resultante del peso de las capas superiores de líquido que actúa sobre el cuerpo. su dirección es de arriba hacia abajo. Si aplicamos la ley de Newton a este cuerpo en equilibrio resulta

$$\underline{\Sigma F_y = m \cdot a_y}$$

Pero en nuestro caso como el sistema se encuentra en reposo la aceleración es cero, y la ecuación queda:

$$\underline{\Sigma F_y = F_1 - F_2 - m \cdot g = 0}$$

Como la fuerza F_1 que actúa sobre la parte inferior del cuerpo es igual al producto de la presión p_1 existente a esa profundidad del líquido por la sección A de la base del cuerpo. De manera similar la fuerza F_2 que actúa sobre la cara superior es igual a la presión p_2 por la sección A . A su vez la masa de este volumen de líquido es igual al producto de la densidad del líquido por el volumen, de lo que resulta:

$$F_1 = p_1 A \quad F_2 = p_2 A \quad m = V \delta = (h_1 - h_2) A \delta$$

Reemplazando valores al final:

Nos quedaría la diferencia de presión $p_1 - p_2 = (h_1 - h_2) \delta g$

Que es el resultado final del Teorema General de la Hidrostática. La diferencia de presiones entre dos puntos de una masa líquida depende de la densidad del líquido y de la diferencia de altura entre ambos puntos. Si los puntos 1 y 2 se encuentran a igual profundidad la diferencia de alturas es igual a cero es por esto que dos puntos de un fluido a igual profundidad estarán a igual presión. Recordemos que este teorema vale para líquidos en reposo, si los líquidos estuvieran en movimiento, como el agua de un arroyo o la que corre por las cañerías de distribución, este movimiento se debe justamente a la existencia de diferencias de presiones en distintos puntos de un mismo nivel.

Si se considera el punto 2 en la superficie ($h_2 = 0$) el teorema da el valor de la presión sobre la superficie a una profundidad arbitraria h pero por sobre la superficie de líquido está actuando la presión que ejerce la columna de aire atmosférico, que también es un fluido, la llamada presión atmosférica.

Entonces la presión total ejercida sobre la superficie de profundidad h es la debida a la presión de la columna del líquido más la presión que ejerce el aire sobre la columna.

Es decir:

$$p = p_{\text{atmosférica}} + p_{\text{líquido}} = p_{\text{atmosférica}} + \delta g h$$

Así otra expresión del teorema general de la hidrostática es

$p = p_0 + \delta g h$ (en algunos ejemplos se pide no tener en cuenta la presión atmosférica y la fórmula quedaría

$$p = \delta g h$$

Donde :

P es presión

δ es densidad del fluido

G es aceleración de la gravedad tener en cuenta que es una constante $g = 9,81 \text{ m/seg}^2$

h es la altura desde la superficie medida hacia abajo

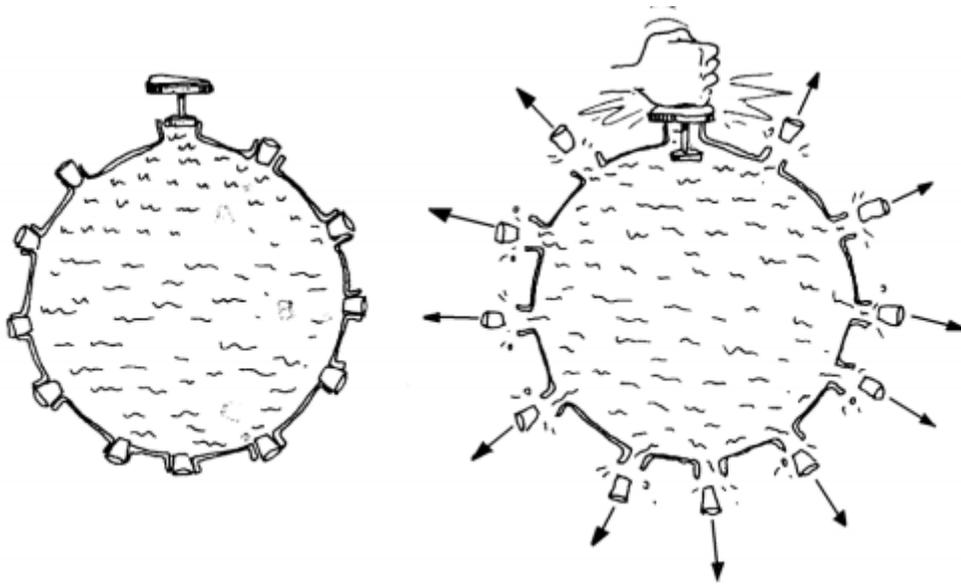
Las fórmulas remarcadas con celeste son la que vamos a usar en los ejercicios de aplicación.

Principio de Pascal

La característica estructural de los fluidos hace que en ellos se transmitan presiones, a diferencia de lo que ocurre en los sólidos, que transmiten fuerzas. Este comportamiento fue descubierto por el filósofo, físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), quien estableció el siguiente principio:

Un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen.

Cuando se aumenta la presión a que está sometido el líquido, este aumento se transmite a todo el volumen, por esta razón todos los tapones se ven sometidos a la misma presión y saltan juntos. El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas, que funcionan aplicando este principio



A continuación veremos ejemplos de aplicación de los conceptos vistos anteriormente.

Ejemplo 1:

Calcula la densidad de un cuerpo que tiene de volumen 4 m³ y una masa de 100 kg.

Para este ejemplo vamos a usar la formula de densidad que es $\delta = m / V$

Reemplazando valores $m= 100 \text{ Kg}$ y $V= 4\text{m}^3$ $\delta = m / V= 100\text{kg} / 4\text{m}^3 = 25 \text{ kg/m}^3$

Entonces el resultado de la densidad nos quedaría **25 Kg/m³**

Ejemplo 2:

Calcula el volumen de un cuerpo que tiene una densidad 2 kg/m³ y una masa de 50 kg.

Para este ejemplo vamos a usar la formula de Volumen que es **$V = m / \delta$ que resulta de despejar V en la formula de densidad**

Reemplazando valores $m = 50 \text{ Kg}$ y $\delta = 2 \text{ Kg/m}^3$ **$V = m / \delta = 50 \text{ Kg} / (2 \text{ kg/m}^3) = 25 \text{ m}^3$** (Aquí nos queda la unidad en m³ porque los kg se simplifican)

Entonces el resultado del Volumen nos quedaría **25 m³**

Ejemplo 3:

Calcula la masa de un cuerpo que tiene 4 m³ de volumen y una densidad de 10 kg/m³

Para este ejemplo vamos a usar la formula de masa que es **$m = V \cdot \delta$ que resulta de despejar m en la formula de densidad**

Reemplazando valores $V = 4 \text{ m}^3$ y $\delta = 10 \text{ Kg/m}^3$ **$m = V \cdot \delta = 4 \text{ m}^3 \cdot 10 (\text{kg/m}^3) = 40 \text{ Kg}$** (Aquí nos queda la unidad en Kg porque los m³ se simplifican)

Entonces el resultado de la Masa nos quedaría **40 Kg**

Ejercicios de densidad(resolver)

1. Calcula la densidad de un cuerpo que tiene de volumen 2 m³ y una masa de 25 kg.
2. Calcula el volumen de un cuerpo que tiene una densidad 4 kg/m³ y una masa de 150 kg.
3. Calcula la masa de un cuerpo que tiene 2 m³ de volumen y una densidad de 13 kg/m³.
4. Calcula la densidad de un cuerpo que tiene de masa 12 kg y un volumen de 3 m³.
5. Calcula el volumen de un cuerpo que tiene una masa de 300 kg y una densidad de 3 kg/m³.
6. Calcula la masa de un cuerpo que tiene 5 m³ de volumen y una densidad de 20 kg/m³.

Ejemplo 4:

Calcula la presión que soportan las paredes de un submarino cuando se encuentra sumergido a 200 m de profundidad. No tenga en cuenta la presión atmosférica.

$$(\delta_{\text{agua de mar}}=1030 \text{ kg/m}^3; g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

Para este ejemplo vamos a usar la fórmula de Volumen que es $p = \delta g h$

$$\text{Reemplazando valores } h= 200 \text{ m y } \delta = 1030 \text{ Kg/m}^3 \text{ } g=9,81 \text{ m/ s}^2 \quad p = \delta g h= 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m /s}^2 \cdot 200 \text{ m} = 2020860 \text{ N/m}^2$$

Entonces el resultado de la Presión nos quedaría **2020860 N/m²**

Ejercicios de teorema fundamental de hidrostática

7) Calcula la presión que soportan las paredes de un submarino cuando se encuentra sumergido a 30 m de profundidad. No tenga en cuenta la presión atmosférica.

$$(\delta_{\text{agua de mar}}=1030 \text{ kg/m}^3; g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

8) Calcula la presión que soporta un buzo cuando se encuentra sumergido a 10 m de profundidad. No tenga en cuenta la presión atmosférica.

$$(\delta_{\text{agua de mar}}=1030 \text{ kg/m}^3; g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

9) Calcula la presión que soporta una persona cuando se encuentra sumergido a 12 m de profundidad. No tenga en cuenta la presión atmosférica.

$$(\delta_{\text{agua de mar}}=1030 \text{ kg/m}^3; g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

Link de consultas videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=WW1UCeFu9AI>

<https://www.youtube.com/watch?v=ftYvH-UcMEg>

<https://www.youtube.com/watch?v=M0cb5T92qWI>

Para consultas escribir a los correos electrónicos según corresponda:

Turno Mañana:

Curso: 1ro 1ra – Profesor: Maza Cristian Correo electrónico: mzacristiand@gmail.com

Curso: 1ro 2da – Profesor: Maza Cristian Correo electrónico: mzacristiand@gmail.com

Curso: 1ro 3ra – Profesor: López Mario Correo electrónico: marlop_28@hotmail.com

Turno Tarde:

Curso: 1ro 1ra – Profesor: Maza Cristian Correo electrónico: mzacristiand@gmail.com

Curso: 1ro 2da – Profesor: López Mario Correo electrónico: marlop_28@hotmail.com

Curso: 1ro 3ra – Profesor: Fabián Alejandra Correo electrónico: marialefabi@hotmail.com