

La hidráulica es la parte de la física que estudia la mecánica de los fluidos; analiza las leyes que rigen el movimiento de los líquidos y las técnicas para mejorar el aprovechamiento de las aguas; se divide en hidrostática (líquidos en reposo) y la hidrodinámica (líquido en movimiento).

Es la parte de la física que estudia líquidos en reposo. Tiene para su estudio las características de los líquidos que son: Viscosidad (Resistencia de un líquido a fluir), Tensión Superficial (Fuerza de atracción entre las moléculas de un líquido que permite se forme una finísima membrana plástica en la superficie de un líquido), Cohesión (Fuerza que mantiene unidad entre moléculas de una misma sustancia), Adherencia (Fuerza de atracción entre moléculas de sustancias diferentes), Capilaridad (Fenómeno que se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida, especialmente si se encuentran en recipientes tan delgados como el cabello, de ahí su nombre capilaridad).

La densidad de una sustancia (ρ) expresa la relación que hay de la masa contenida en la unidad de volumen, es decir, densidad es igual a la masa entre volumen.

$$\rho = \frac{m}{V} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ Kg} = 1 \text{ dcm}^3 = 1 \text{ Kg}$$

El peso específico de una sustancia (P_e) está dado por la relación que hay entre su peso y el volumen que ocupa.

$$P_e = \frac{\text{peso}}{V} = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \frac{m}{V} \cdot g$$

$$\text{Volumen } V = 1 \text{ m}^3$$

En la relación que hay entre una fuerza aplicada y el área sobre la cual actúa, pero dicha presión ejercida por fuerza es perpendicular a la superficie y la expresión matemática que la representa es:

$$P = \frac{F}{A} \text{ (Pascal)}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

La p.h. es aquella que origina todo líquido sobre el fondo y las paredes del recipiente que lo contiene. La manera de calcular dicha p.h. es multiplicando el P_e del líquido por la altura que hay desde la superficie libre del líquido hasta el punto considerado.

$$P_h = P_{eh} = \rho g h = \frac{W}{V} h$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

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

$$A = 1 \text{ m}^2$$

La paradoja hidrostática de Stevin, señala lo siguiente: la presión ejercida por un líquido en cualquier punto del recipiente no depende de la forma del recipiente ni de la cantidad de líquido contenido, sino únicamente del peso específico y de la altura que hay del punto considerando a la superficie libre líquido.

Debo al peso del aire por los componentes que lo forma decimos que el peso de éste que es ejercido sobre todo lo que hay en la superficie terrestre se llama presión atmosférica la cual varía según la altura a la que la corteza terrestre se encuentra; a nivel del mar, su valor máximo o valor normal es de $1\text{atm} = 760\text{ mm de Hg}$.
 $1\text{atm} = 1.03 \cdot 10^5\text{ pascales}$

$$1\text{ torr} = 1\text{ mm de Hg} = 133.32\text{ pascales}$$

El torr recibe su nombre de Evangelista Torricelli y esto nos permite calcular su equivalente.

$$P = \underline{F} = (\underline{N})\ g = 10\text{m/seg}^2$$

$$A\ \text{m}^2$$

$$= \underline{mg}\ h = .76\text{ m}$$

$$A$$

$$= \underline{ma} = 13600\text{kg/m}^3$$

$$A$$

$$= gh = (10) (.76) (13600)$$

$$= 103360\text{ N/m}^2 = 1.03 \cdot 10^5\text{ pa}$$

La presión diferente a la atmosférica recibe el nombre de presión manométrica que es la que soporta un liquido contenido en un recipiente además de soportar la presión atmosférica recibe otra causada por su calentamiento ejemplo: esterilizadores, máquina de vapor.

Los dispositivos para medirla se llaman manómetros. La presión manométrica es la diferencia entre presión absoluta y presión atmosférica. $P.\text{ absoluta} = P.\text{ manométrica} + P.\text{ atmosférica}$

$$P.\text{ manométrica} = P.\text{ absoluta} - P.\text{ atmosférica}$$

Cuando la presión ejercida sobre cualquier parte de un fluido encerrado (líquido o gas) se cambia la presión sobre cualquier otra parte del mismo fluido también cambia.



Todo cuerpo sumergido en un fluido parcial o completamente recibe el nombre de empuje ascendente originado por una fuerza igual al peso del fluido que desplaza. Se determinó matemáticamente como: }

$$E = P_e \cdot V\text{ donde } E\text{ es empuje.}$$

0.5 kg. de alcohol etílico ocupan un volumen de $633 \cdot 10^{-6}\text{ m}^3$. Calcular su densidad y su Peso específico.

$$\delta \underline{m} = \underline{0.5\text{kg}} = 789.88\text{ kg/m}^3$$

$$v = 633 \cdot 10^{-6}$$

$$P_e = \rho \cdot g \cdot h = 789.88 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/seg}^2 = 7898.8 \text{ kg/m}^2\text{seg}^2$$

Calcular la masa y el peso de 15000lts de gasolina. Sabiendo que la densidad es de 700kg/m³

$$M = \rho \cdot V = 700 \text{ kg/m}^3 \cdot 15000 \text{ lts}$$

$$1 \text{ lt} = 1 \text{ dcm}^3$$

$$15000 \text{ lts} = 15000 \text{ dcm}^3 = 15 \text{ m}^3$$

$$15 \text{ m}^3 \cdot 700 \text{ kg/m}^3 = 105000 \text{ kg}$$

$$w = mg = 105000 \text{ kg} \cdot 10 = 1050000 \text{ N}$$

¿Cuál es la densidad de un aceite cuyo P_e es de 8967 N/m³?

$$P_e = \rho \cdot g \Rightarrow \underline{\rho} = \frac{P_e}{g} = \frac{8967 \text{ N/m}^3}{10 \text{ m/seg}^2} = 896.7 \text{ kg/m}^3$$

g

Sobre un líquido encerrado en un recipiente se aplica una fuerza de 60 newtons mediante un pistón de área igual a 0.01 m². Cuál es el valor de la presión?

$$P = F/A = 60/0.01 = 6000 \text{ N/m}^2 = \text{Pa}$$

Calcular la presión hidrostática en el fondo de una alberca de 5 m de profundidad si la densidad es de 1000kg/m³.

$$P = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 5 = 50000 \text{ Pa}$$

Calcular la presión hidrostática en el recipiente que contiene agua en los puntos a y b

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h = 1.5 \cdot 10 \cdot 1000$$

$$P_h = 3.5 \cdot 10 \cdot 1000$$

$$P_h = 15000$$

$$P_h = 35000$$

Calcular la profundidad a la que se encuentra sumergido un submarino con una presión de $8 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ y la densidad del mar es de 1020 kg/m³.

$$800 \text{ m } P_h = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{8 \cdot 10^6}{1020 \cdot 10} = 799.5 \text{ m}$$

$$P = 8 \cdot 10^6$$

Para medir la presión manométrica de un cilindro de gas se utilizó un manómetro de tubo abierto al medir la diferencia se encontró un valor de 15 cm de Hg. Determina la presión absoluta que hay dentro del cilindro en mm de Hg, cm de Hg en pascales $P_{at} = 586 \text{ mm de Hg}$.

$$P.ab = P. man + P. atm$$

$$P. ab = 150 + 586 = 736$$

$$P. ab = 736 \text{ mm de Hg} = 73.6 \text{ cm de Hg} = 9812305 \text{ pa}$$

$$1 \text{ pa} = \text{N/m}^2$$

$$1 \text{ N} = \text{kg m/ seg}^2/\text{m}^2$$

Una de las aplicaciones prácticas de Pascal se encuentra en la prensa hidráulica, mejor conocido como gato hidráulico el cual consiste en dos émbolos comunicados por un líquido que puede ser agua o aceite donde la presión ejercida en cada uno de los émbolos estará en función del área y la fuerza que se puede ejercer sobre cada émbolo pero logrando el equilibrio entre ambos, es decir:

Un cuerpo que pesa 24 kg en el aire tiene un peso aparente de 21 kg cuando se sumerge en el agua.

1.-¿Cuál es la fuerza de flotación o de empuje que experimenta?

2.-¿Cuál es su peso específico?

$$= P_e \quad V \quad P_e = W \text{ en el aire} / V$$

$$= W_{\text{aire}} - W_{\text{agua}} \quad P_e = mg/v$$

$$= 24 - 21 = 3 \text{ kg} \quad P_e = 24/3 = 8 \text{ N/ m}^3$$

Un bloque de Madera con un volumen de 120 cm³ y una m de 100 gr.

1.-¿Flotará en el agua?

2.-¿Flotará en la gasolina?

$$= m/v = 100/120 = .833 \text{ gr/cm}^3 \text{ En la gasolina no flota pero en el agua si por ser de menor densidad.}$$

Una fuerza de 50 N se aplica sobre el émbolo pequeño de una prensa hidráulica cuyo diámetro es de 30 mm. ¿Cuál será el diámetro del émbolo grande para levantar una masa de 20 kg.

$$F/A = f/a \quad A = \delta r^2 \quad F = w = mg$$

$$200/ A = 50/ 708.7 \text{ mm}^3 \quad A = Fa/f \quad F = 200\text{N}$$

$$a = .007087 \text{ m}^2 = 7.08 \cdot 10^{-3} \quad A = 2.83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\underline{2.83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = 2.99 \cdot 10^{-2} = .0299 \text{ m} = 29.9 \text{ mm. } 59.8 \text{ mm}$$

3.15

Es la parte de la hidráulica que estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento y para ello considera: la velocidad, la presión, el flujo y el gasto del líquido.

En la hidrodinámica el teorema de Bernoulli que da origen o trata de la ley de la conservación de la energía

que es importante ya que se refiere a la suma de energías cinética, potencial y de presión de los líquidos en movimiento con respecto de un punto determinado de tal manera que lo mismo sucederá en otro punto cualesquiera de un mismo líquido.

Las aplicaciones son: construcción de canales, puertos, cascos de barcos, hélices, ductos en general, etc.

Para facilitar el estudio de los líquidos se hacen siempre las siguientes consideraciones.

- 1).– los líquidos son completamente incompresibles
- 2).– se considera despreciable la viscosidad, es decir, que no hay fuerza de rozamiento entre las diferentes capas del líquido y que no hay pérdidas de energía mecánica producida por la viscosidad
- 3).– no hay resistencia cuando el líquido fluye a través de un conductor

El gasto es el volumen de un líquido que atraviesa una sección de un conductor en un segundo. Al gasto, también se le denomina flujo y su símbolo es: $Q = Av$ donde A = área del conductor y v = velocidad con que fluye. También al gasto se le denomina en algunas ocasiones rapidez o velocidad de flujo.

Ejemplo:

Una llave tiene una sección de 4cm^2 y proporciona un volumen de 30L en un minuto. Calcular a que equivale el gasto y la velocidad del líquido.

$$Q = v/t = 30000 \text{ cm}^3/60 \text{ seg} = 500 \text{ cm}^3/\text{seg}$$

$$V = Q/A = 500 \text{ cm}^3/\text{seg}/4\text{cm}^2 = 125 \text{ cm}/\text{seg}$$

El flujo se define como la cantidad de masa del líquido que fluye a través de una tubería en un segundo por lo tanto el flujo es: $F = m/t$

$$1.- F = \text{kg}/\text{seg} \quad m = \text{masa en kg} \quad T = \text{tiempo en seg}$$

$$2.- m = v$$

$$2 \text{ en } 1 \quad F = v/t \quad F = Q$$

Un acueducto de 14 cm de diámetro interno surte agua a mi casa a través de tubos intermedios a tubo de la llave de mi lavabo de 1 cm de diámetro interno. Si la velocidad promedio en el tubo de la llave es de 3 cm/seg. Cuál será la velocidad promedio en el acueducto que causa esta velocidad.

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ Ecuación de continuidad}$$

$$153.93 V_1 = .7853 V_2$$

$$V_1 = .01530 \text{ cm}/\text{seg}$$

Por una tubería de 3.81 cm de diámetro circula agua a una velocidad de 3 m /seg. En una parte de la tubería hay un estrechamiento y el diámetro es de 1 pulgada. Que velocidad lleva en ese punto?

$$A = 5.98 \text{ Q1} = \text{Q2}$$

$$V = .003 \text{ cm/seg } 5.98 * .003 = 3.98 \text{ V2}$$

$$A2 = 3.98 \cdot 4.5 \cdot 10^{-3} = V2$$

La ley de la conservación de la energía (Lavoiser) establece que la energía no se crea ni se destruye sólo se transforma. Un fluido que circula dentro de un conductor cerrado puede según a las condiciones a las que este sometido intercambiar diferentes tipo de energía mecánica (potencial, cinética y de flujo). Si esta conectado a una bomba o recibe un trabajo externo esto le da una dosis suplementaria de energía y debido a su rozamiento su energía cinética se transforma en calor. La relación que liga todas estas energías se denomina Teorema de Bernoulli que dice:

En un líquido en movimiento la suma de energías $E_c + E_p + E_f + \dots$. El trabajo externo menos el rozamiento es igual a una constante y en forma matemática sería: $E_c + E_p + E_f + w - fr = K$

$$T - R = K$$

$$mv^2/2 + mgh + P/ + Fd - fr = K$$

En un recipiente a mayor profundidad aumenta la velocidad con que sale el líquido.

Condiciones ideales : $E_c = E_p = E_f$ por lo tanto no hay rozamiento

$$E_c = E_p$$

$$mv^2/2 = mgh \quad v = \sqrt{2gh}$$

A).- Comprobar que la presión disminuye al aumentar la velocidad. Procedimiento:

- 1.- Coloque un embudo invertido dentro de una llave de agua.
- 2.- Abra la llave del agua y coloque la pelota de tenis de mesa en el fondo del embudo.
- 3.- Verá que la pelota no cae.

B).- El tubo de Venturi se emplea para medir la velocidad de un líquido que circula a presión dentro de una tubería la presión en la parte ancha y en la estrecha resulta ser la misma pero la velocidad cambia.

C).- La fuerza de sustentación de las alas de un avión. Que es lo que pasa?

D).- El tubo de Pitot es una forma sencilla de medir un flujo de agua este es un tubo en forma de L que al ser introducido en la corriente debido a la fuerza de esta el agua subirá a cierta altura sobre la superficie del líquido y conociendo la altura a la que subió el agua y por la fórmula de $v = \sqrt{2gh}$ conoceré la velocidad en ese lugar.

Para el tubo de Venturi a la velocidad del líquido que circula a través de la tubería se calcula por medio de la formula: donde P_1 = presión en parte ancha P_2 = en parte angosta A_1 = sección ancha A_2 = sección angosta = densidad del líquido en cuestión.

$$V = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}}$$

$$(A_1/A_2)^2 - 1$$

Por una tubería fluyen 1800 litros de agua en un minuto. Calcular el gasto y el flujo.

$$Q = v/t = 30 \text{ dcm}^3/\text{seg}$$

$$F = Q = 30 \text{ kg/seg}$$

Un tubo horizontal tiene la configuración que se muestra. En el punto 1 la velocidad es de 2 m/s y la $P_1 = 180 \text{ kp}$. Calcular la velocidad y la presión en el punto 2 .

1

$$2 \ A = \pi r^2$$

2 cm

6cm

Ecuación de continuidad

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_2 = V_1 (\pi r_1^2) / \pi r_2^2$$

$$V_2 = V_1 (r_1^2 / r_2^2) = 18 \text{ m /seg}$$

$$P_2 = 20 \text{ Kpa}$$

Calcular el gasto de agua por una tubería de $Q = 5.08 \text{ cm}$ Cuando la velocidad es de 4 m/s

$$Q = AV$$

$$Q = 81.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

Son aquellas provocadas por una perturbación y que para su propagación en forma de oscilaciones periódicas requieren de un medio material. Tal es el caso de las producidas en un resorte, cuerda, agua, aire, etc.

Las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para su propagación ya que se difunden en el vacío (luminosas, caloríficas y de radio).

Los movimientos ondulatorios son longitudinales cuando las partículas del material vibran de manera paralela a la propagación de la onda transversal si las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

Onda longitudinal transversal

Trepida torio

Las ondas se caracterizan en base a su propagación en una dos o tres dimensiones.

Ondas longitudinales. Ejemplo: un resorte

Ondas transversales. Ejemplo: una piedra a un lago

Se forma cuando en el extremo de una cuerda tensa se le da un impulso moviéndola hacia arriba. Se produce una onda que avanza por las partículas que se movieron al llegarles el impulso. Volverán a su estado cuando el impulso haya pasado, pero si seguimos haciendo el mismo impulso se genera un tren de ondas.

Al dejar caer nosotros una piedra en un estanque se forman ondas transversales y cada onda tiene una cresta y un valle, todos los puntos de una onda experimentan la misma fase y al propagarse las ondas se desplazan generando otras de mayor tamaño, cada círculo de ondas representa un frente de onda formado por todos los puntos de la onda con la misma fase ya que desde el punto donde cayó la piedra llamado centro emisor los diferentes frentes de onda avanzan al mismo tiempo y con una velocidad constante.

Es la línea que señala la dirección como avanzan cualquiera de los puntos de un frente de onda.

Velocidad de propagación $V = \lambda F$ donde λ = longitud de onda F = frecuencia (Hz)

Frecuencia es el número de ondas que pasan por minuto $f = \# \text{ de ondas} / 1 \text{ segundo}$

Periodo es el tiempo que tarda una onda completa o un ciclo $v = F/T$ donde T = periodo

La reflexión de ondas se presenta cuando un obstáculo les impide su propagación sin que modifiquen sus características.

Una onda producida en un estanque de agua se refleja con el mismo ángulo de choque por lo tanto tenemos los elementos de una reflexión:

$$I = R$$

- 1.- El rayo incidente, el reflejado y la normal están en el mismo plano.
- 2.- El rayo incidente y el rayo reflejado son iguales.

Se produce cuando se superponen simultáneamente dos o tres o mas trenes de onda y este fenómeno se emplea para comprobar si un movimiento es ondulatorio o no.

Los dos tipos de interferencia más comunes son:

- a).- Interferencia constructiva o positiva. Se produce cuando se superponen dos o mas trenes de onda de la misma frecuencia y longitud en el mismo sentido.
- b).- Interferencia destructiva o negativa. Son dos movimientos ondulatorios con diferente fase

se anulan

con el mismo centro

emisor

Estas se producen cuando dos movimientos ondulatorios de la misma frecuencia y amplitud se propagan en sentido contrario con una diferencia de fase de media longitud de onda. En los nodos la amplitud es cero.

Se presentan cuando pasan de un medio a otro de diferente densidad o estando en el mismo medio este cambia

sus características de un punto a otro. Aquí la densidad del aire es menor que la del agua.

Cuando una onda encuentra un obstáculo en su camino y lo rodea o lo contornea se produce la difracción de ondas, ejemplo:

Son ondas mecánicas longitudinales que se producen cuando un cuerpo es capaz de vibrar a una frecuencia comprendida entre 16 Hz y 2 KHz que es la zona comprendida del espectro audible por el ser humano cuando esta frecuencia infrasónica y si es mayor al audible tenemos una supersónica o ultrasónica.

Frecuencia audible > infrasónico

Frecuencia audible < supersónica, ultrasónica

La velocidad de propagación del sonido dependen del medio elástico y de la temperatura.

Medio elástico	Velocidad	Temperatura
	m/seg	K
Aire	331.4	273-0°C
Aire	340	288 - 15°C
Agua	1435	281
Oxígeno	317	273
Hierro	5130	293
Aluminio	5100	293
Vidrio	4500	293

Se origina por la repetición de un sonido reflejado. Este fenómeno se escucha claramente en salones amplios donde la pared de reflexión se encuentra a unos 17 m como mínimo de distancia del oyente ya que para oír separadamente el sonido original y el reflejado e requieren 0.1 segundos que es el tiempo necesario para que el oído distinga dos sonidos diferentes. Ya que en 0.1 segundos el sonido recorrerá 34 m. 340 m/seg siendo 17m de ida y 17 de regreso.

La vibración de un cuerpo hace vibrar a otro con la misma frecuencia (cajas de resonancia).

Se produce después de escuchar un sonido original y este persiste dentro del local como consecuencia del eco.

En una sala de conciertos una reverberación excesiva puede ocasionar que no se escuche claramente los sonidos emitidos por los instrumentos musicales o la voz.

La reverberación se reduce usando cortinas, pisos de madera, paredes con corcho o cubiertas de tela.

A mayor frecuencia es más alto o agudo y a menor frecuencia es más bajo o grave.

Cualidad que permite identificar una fuente sonora , aun cuando esta provenga de varios instrumentos musicales diferentes que están con el mismo tono e intensidad (huella dactilar).

Consiste en un cambio aparente en la frecuencia de un sonido durante el movimiento relativo entre el observador y la fuente.

Cuando la fuente sonora esta en movimiento y el observador en reposo: $F' = F \frac{V}{V \pm v}$

Cuando la fuente sonora esta en reposo y el observador en movimiento: $F' = F(V \pm v)/V$

Donde: F' = frecuencia aparente escuchada

F = frecuencia emitida por la fuente

V = velocidad de propagación del sonido

v = velocidad a la que se mueve la fuente sonora

A una distancia de 6km de una persona ocurre una explosión. Cuánto tiempo después de la explosión la escuchara la persona?

Nota: Considere que la temperatura es de 14°C y que la velocidad del sonido se incrementa aproximadamente 0.6 m/ seg cada grado.

$d = 6000\text{m}$

$V_s = 331 \text{ m/s} = 339.4 \text{ m/s}$ $t = 6000/339.4 \text{ m/s} = 17.67 \text{ segundos}$

Un diapason marca 284 vib/seg en el aire. Calcular la longitud de onda del tono omitido a 25 °C

$V = \Delta F / \Delta t = 346 - 284 = 62 \text{ m/s}$

Un medidor de nivel de ruido marca la altura de nivel del sonido de 85 decibels. Cuál es la intensidad del sonido en la habitación?

Nivel de intensidad del sonido en db = $10 \log (I/I_0)$

$I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ w/m}^2$

Antilogaritmo $85/10 = I/I_0$

I_0 (antilogaritmo 8.5) = $I = 3.16 \times 10^{-4} \text{ w/m}^2$

Pascal

Prensa hidráulica

Jeringa de Pascal

a

b

1.5 m

2 m

Prensa hidráulica

F

f

A

a

$$F/A = f/a$$

$$P = F/A$$

Nota: este problema esta mal planteado debido al peso del objeto

$$E_c <$$

$$E_p >$$

$$E_f <$$

$$W = 0$$

$$F_r <$$

$$E_c >$$

$$E_p <$$

$$E_f >$$

$$W = 0$$

$$F_r >$$

cresta

elongación

nodo

valle

Longitud de onda λ

T, grados, radianes

normal

Rayo incidente

Rayo reflejado

Superficie pulida

Escucho vibración máxima

Escucho vibración mínima

Centro emisor

Centro emisor

Amplitud