

RESUMEN DE HIDROSTÁTICA E HIDRODINÁMICA

Fluidos:

Materiales que fluyen, que no tienen forma propia, materiales que se comportan de manera diferente de los sólidos ya que estos tienen forma y volumen definido.

Los fluidos no tienen un volumen definido, por lo tanto no es posible hablar de la masa en consecuencia se usa en los desarrollos la densidad que describe la masa del material por unidad de volumen.

$$\delta = M / V$$

Ejemplos: Densidad del agua = 1 g/cm³ = 1000 kg/m³ = 1 kg/ litro.

Para describir el peso de los fluidos se usa el peso específico que representa el peso de una unidad de volumen del material.

$$\rho = P / V$$

Ejemplos: peso específico del agua = 1 000 dyn/cm³ = 10 000 Nt/m³ = 10 Nt/ litro

La relación entre peso específico y densidad es la misma que existe entre peso y masa:

$$\rho = P / V = M \cdot g / V = (M / V) \cdot g = \delta \cdot g$$

Los fluidos no pueden aplicar fuerzas, tampoco las pueden recibir, solo es posible aplicar o recibir fuerza de un fluido si se aplica sobre una superficie.

En otras palabras, las fuerzas que interactúan sobre fluidos están asociadas a superficies, entonces se define una nueva magnitud, la presión.

Presión es la fuerza que se aplica sobre una unidad de superficie y se define operativamente así:

$$p = F / S$$

El valor de la presión es el cociente entre la fuerza que se aplica perpendicularmente sobre una superficie y la magnitud de dicha superficie.

Sistema de unidades		
cgs	Internacional o MKS	Técnico
Baria (ba)	Pascal (Pa)	
dyn / cm ²	Nt / m ²	kgf / m ²

Existen otras unidades que no están catalogadas pero son muy usadas, entre ellas:

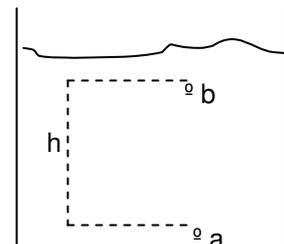
kgf / cm², libra / pulgada cuadrada, Bar, milibar (mBar), mm de mercurio (mmHg) hectopascal y Torricelli (Torr).

Teorema fundamental de la hidrostática:

La diferencia de presión entre dos puntos de una masa líquida es igual al producto del peso específico del fluido por la diferencia de nivel entre los puntos:

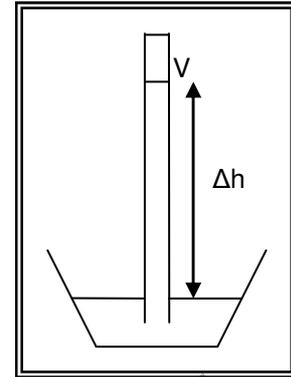
$$p_a - p_b = \rho \Delta h = \rho (h_a - h_b)$$

(se tomó el origen en la superficie del líquido y positivo hacia abajo)



Presión atmosférica, experiencia de Torricelli.

La figura de la izquierda muestra la experiencia de Torricelli, con ella se logró determinar el valor de la presión atmosférica, la columna dentro del tubo vertical contiene mercurio, en el depósito inferior también hay mercurio y en la parte superior del tubo, sector V, hay vacío, llamado vacío de Torricelli porque en él solo hay una pequeña cantidad de vapor de mercurio. En la superficie inferior solo actúa la presión atmosférica, entonces aplicando el teorema fundamental de la hidrostática tendremos:



$$p = \rho \Delta h = 13.6 \text{ gf/cm}^3 \times 76 \text{ cm} = 1 \text{ 033 gf/cm}^2$$

Si ahora multiplicamos por 980 para reducir gf a dyn tendremos:

$$p = 1 \text{ 033} \times 980 \text{ dyn/cm}^2 = 1 \text{ 012 928 barias. (se aproxima a 1 013 000 barias)}$$

El valor calculado corresponde a **1 012.9 milibares (1033 mB)**

Valor que es equivalente a **1. 012.9 Bar** (Unidad de presión bastante usada)

Por otra parte 1 013 000 barias equivalen a **1 01 290 Pascal**

Y finalmente en la unidad mas popular usada actualmente **1 012.9 hPascal**.

Resumiendo: la presión atmosférica se puede expresar de las siguientes formas:

$$1 \text{ 033 gf/cm}^2 = 1 \text{ 012 900 barias} = 1012.9 \text{ mB} = 1. 012 \text{ Bar} = 1 \text{ 01 290 Pascal} = \\ = 1 \text{ 012.9 hPascal} = 1 \text{ kgf/cm}^2$$

Principio de Pascal

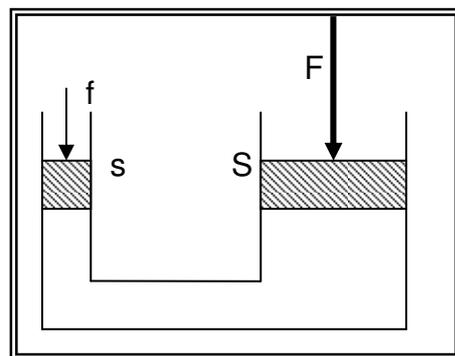
Describe la propiedad de la transmisión de la presión en el seno de un fluido y dice:

Si sobre la superficie libre de un fluido se aplica una presión, ésta se transmite a todos los puntos de la masa del fluido con igual intensidad.

En forma clásica se aplica al esquema de la derecha, prensa hidráulica:

La fórmula que describe el principio es la siguiente:

$$f/s = F/S$$



HIDRODINÁMICA

Estudio del movimiento de los fluidos, en especial los líquidos.

Los conceptos básicos necesarios para el estudio de la hidrodinámica son los siguientes:

Caudal o gasto: Se refiere a la cantidad de fluido que atraviesa una sección del conducto en la unidad de tiempo.

Las unidades de caudal pueden ser litros/s, cm³/s, m³/s, ml/s etc.

Fluido ideal: es un fluido que tiene viscosidad despreciable, el estudio de la hidrodinámica en base a los fluidos ideales es equivalente al estudio de la dinámica haciendo despreciable la fuerza de rozamiento.

Régimen estacionario: es el que tiene un fluido que se circula por una tubería de tal manera que en todo momento la velocidad en todos y cada uno de los puntos es constante en el tiempo.

Régimen laminar: significa que el fluido se desplaza como si estuviese formado por una gran cantidad de láminas que se deslizan una sobre otra.

El opuesto a régimen laminar es el régimen turbulento que ocurre cuando se producen remolinos. Por ejemplo un río tranquilo representa un régimen laminar, un río con remolinos representa un régimen turbulento.

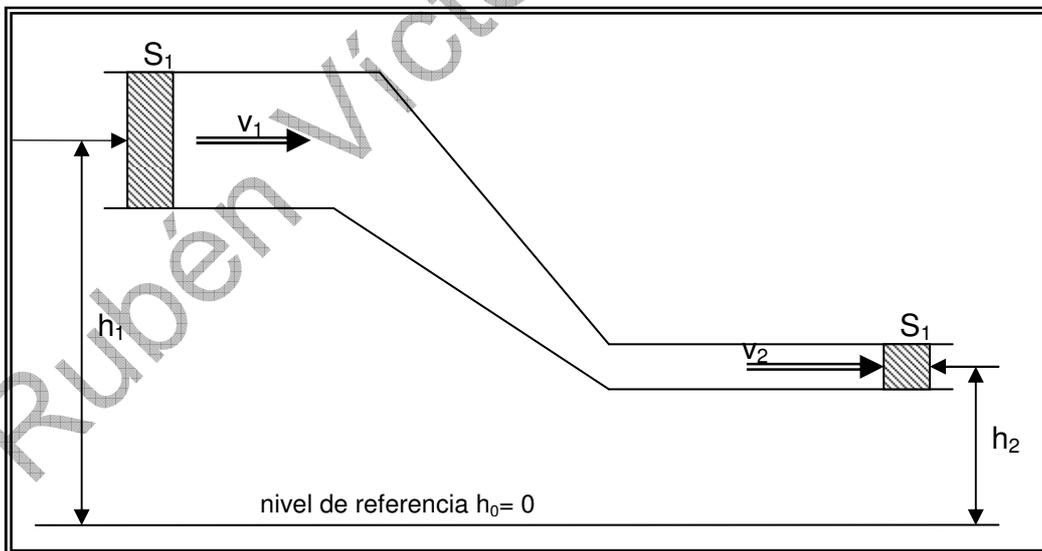
Ecuación de continuidad: En su forma más elemental la ecuación de continuidad asegura que la cantidad de fluido que ingresa por un extremo de la tubería es igual a la cantidad de fluido que sale por el otro extremo. Si llamamos Q al caudal podemos formalizar la propiedad de la siguiente manera:

$$Q_1 = Q_2$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Teorema de Bernoulli:

Este teorema representa al teorema de conservación de la energía para fluidos.



En la figura superior se representan todos los elementos necesarios para la aplicación del teorema de Bernoulli que se describe en base a la siguiente expresión:

$$p_1 + \frac{1}{2} \delta v_1^2 + \delta g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \delta v_2^2 + \delta g h_2$$

p es la presión exterior sobre la sección de líquido desvinculado, p₁ es la presión ejercida por el líquido que se encuentra aguas arriba, mientras que p₂ es la presión ejercida por la porción del líquido que se encuentra aguas abajo y es movido por el sector aislado.

$\frac{1}{2} \delta v_1^2$ y $\frac{1}{2} \delta v_2^2$ constituyen la presión hidrodinámica y es ejercida mientras el fluido circula por la tubería.

$\delta g h_1$ y $\delta g h_2$ originan la presión hidrostática que se ejerce aun cuando ni exista circulación de líquido.

La validez del teorema de Bernoulli se limita al estudio de los fluidos ideales, cuando se trata de fluidos reales no tiene un validez exacta, pero proporciona resultados aproximados, es posible agregarle un término corrector de la aparición de la viscosidad.

Viscosidad:

Es la propiedad por la cual el líquido puede fluir con mayor o menor velocidad, la miel es muy viscosa, el agua mucho menos, los aceites tienen una viscosidad intermedia.

el coeficiente de viscosidad η tiene como dimensión Nt.seg/m² la unidad básica para la dimensión de la viscosidad depende del sistema cgs y se llama poise de tal manera que:

$$1 \text{ poise} = 1 \text{ dyn. seg/cm}^2$$

La unidad del sistema internacional es:

$$\text{Nt.seg/m}^2 = 10 \text{ poise}$$

Ley de Poiseuille (Ley de Ohm de la hidrodinámica)

Describe la relación entre la diferencia de presión entre los extremos de un tubo, el caudal y la resistencia hidrodinámica del tubo.

La fórmula es la siguiente:

$$R = \Delta P / Q$$

En consecuencia se puede deducir la unidad de resistencia hidrodinámica que será la siguiente:

$$\text{entonces } R = \Delta p / Q \text{ entonces dimensión } R = \text{Pa.s} / \text{m}^3$$

$$\text{unidad de } R = \text{Pa.s} / \text{m}^3$$

Resistencia del tubo en función de sus dimensiones y del líquido.

Consideremos un tubo que tiene las siguientes dimensiones:

Longitud L	Sección S	Radio r
Viscosidad η		

$$R = (8 \eta l) / (\pi r^4)$$

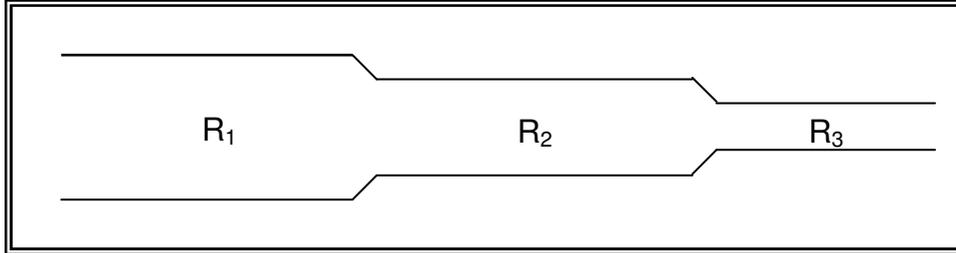
Otra forma de expresar la resistencia es la siguiente:

$$R = (8 \eta \pi l) / (S^4)$$

En este caso se tuvo en cuenta que $S = \pi r^2$ y se realizó la **sustitución** correspondiente.

Resistencias hidrodinámicas en serie y en paralelo

Cuando existen tubos de diferente resistencia colocados en serie, la resistencia total se calcula como el resultado de la suma de las resistencias correspondientes a cada tubo.



En la figura de arriba se ven tres tubos conectados en serie con resistencias R_1 , R_2 y R_3 para cierto líquido, entonces la resistencia total se podría calcular mediante la fórmula:

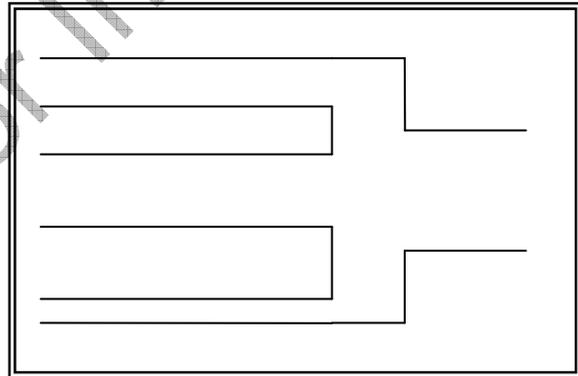
$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3$$

Resistencias hidrodinámicas en paralelo:

Cuando se trata de resistencias en paralelo como en la figura siguiente se podrá calcular la resistencia total en base a la inversa, es decir:

$$1/R_{123} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Suponiendo que las resistencias valen R_1 , R_2 y R_3 de arriba hacia abajo, el valor del conjunto se puede calcular mediante la fórmula lo que nos dará el valor de la inversa de la resistencia total, para lograr el valor verdadero se debe invertir el resultado.



Potencia de la vena líquida:

Cuando el líquido se desplaza por la tubería produce un cierto trabajo y una determinada potencia.

La potencia se puede calcular mediante alguna de estas fórmulas:

$$Pot = \Delta p \cdot Q = R \cdot Q^2 = \Delta p^2 / R$$

En todos los casos la potencia queda expresada en watt y si se necesita calcular el trabajo se puede usar la fórmula:

$$L = Pot \cdot \Delta p$$