



Conceptos previos

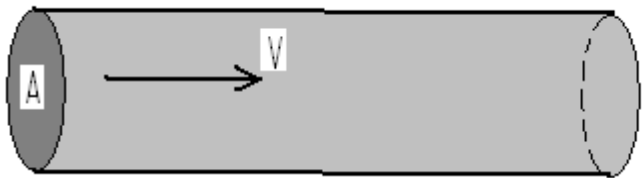
DINAMICA DE FLUIDOS O HIDRODINAMICA.

Es la rama de la mecánica de fluidos que se ocupa de las leyes de los fluidos en movimientos; estas leyes son enormemente complejas, y aunque la hidrodinámica tiene una importancia practica mayor que la hidrostática, solo podemos tratar aquí algunos conceptos básicos.

Euler fue el primero en reconocer que las leyes mecánicas para los fluidos solo pueden expresarse de forma relativamente sencilla si se supone que el fluido es incompresible e ideal, es decir si se pueden despreciar los efectos del rozamiento y la viscosidad. Sin embargo como esto nunca es así en el caso de los fluidos reales en movimiento, los resultados de dicho análisis solo pueden servir como estimación para flujos en los que los efectos de la viscosidad son pequeños.

FLUJO O DESCARGA DE UN FLUIDO (Q) cuando un fluido que llena un tubo corre a lo largo de este tubo con velocidad promedio v , el flujo o descarga, Q es

$$Q = Av$$

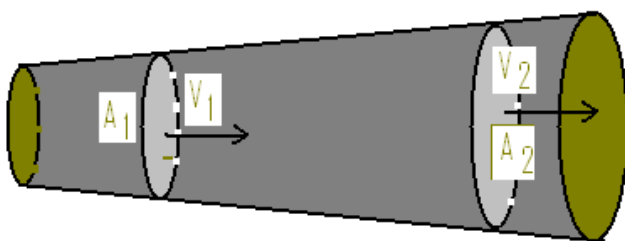


$$Q = A \times v$$

Donde A es el área de la sección transversal del tubo. Las unidades en el SI son m^3/s y en el sistema inglés son $pies^3/s$. Algunas veces Q es llamado rapidez (velocidad) de flujo o gasto.

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD supóngase un fluido incompresible (densidad constante) que llena un tubo y fluye a través de él. Supóngase además que el área de la sección transversal del tubo es A_1 en un punto y A_2 en otro. Ya que el flujo a través de A_1 debe ser igual al flujo a través de A_2 se tiene

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 = \text{constante}$$



$$Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \text{Constante}$$

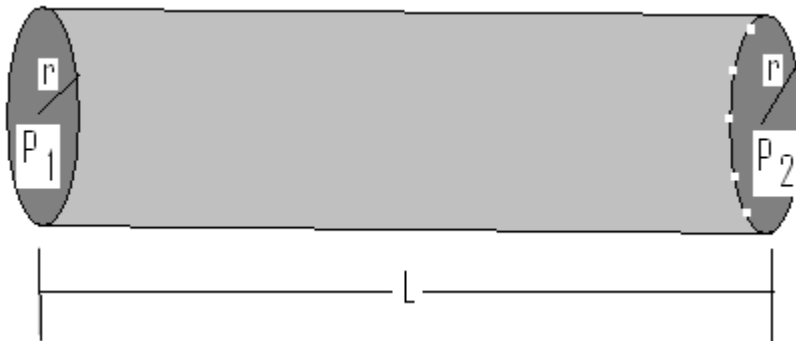
Donde v_1 y v_2 son las velocidades promedio del fluido en A_1 y A_2 , respectivamente.

LA RAZÓN DE CORTE de un fluido es la razón con la cual la deformación de corte está cambiando dentro del mismo. Puesto que la deformación no tiene unidades, en el SI la unidad para la razón de corte es s^{-1} .

LA VISCOSIDAD (η) de un fluido es la medida del esfuerzo constante requerido para producir una unidad de razón de corte. Sus unidades están definidas como las del esfuerzo por unidad de razón de corte, es decir, $Pa \cdot s$ en el SI. Otra unidad en SI es el $N \cdot s/m^2$ (o bien $kg/m \cdot s$), llamado poiseuille (PI): $1 PI = 1 kg/m \cdot s = 1 Pa \cdot s$. Otras unidades utilizadas son: el *poise* (P), donde $1 P = 0.1 PI$, y el *centipoise* (cP), donde $1 cP = 10^{-3} PI$. Un fluido viscoso, como el alquitrán, tiene una η muy grande.

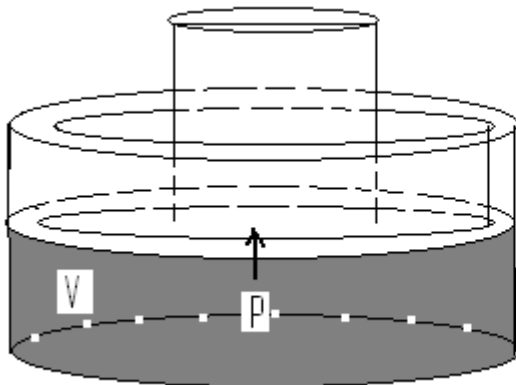
LEY DE POISEUILLE: El flujo de un fluido que corre a través de un tubo cilíndrico de longitud L y sección transversal de radio r está dado por

$$Q = \frac{\pi r^4 (p_1 - p_2)}{8 \eta L}$$



Donde $p_1 - p_2$ es la diferencia de presiones entre los extremos del tubo.

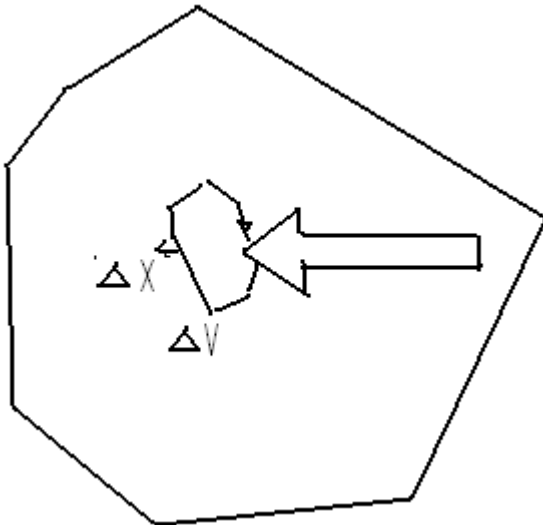
EL TRABAJO EFECTUADO POR UN PISTÓN en forzar un volumen V de fluido dentro de un cilindro contra una presión opuesta P está dado por PV .



Trabajo (W) = PV , P : Presion , V : Volumen

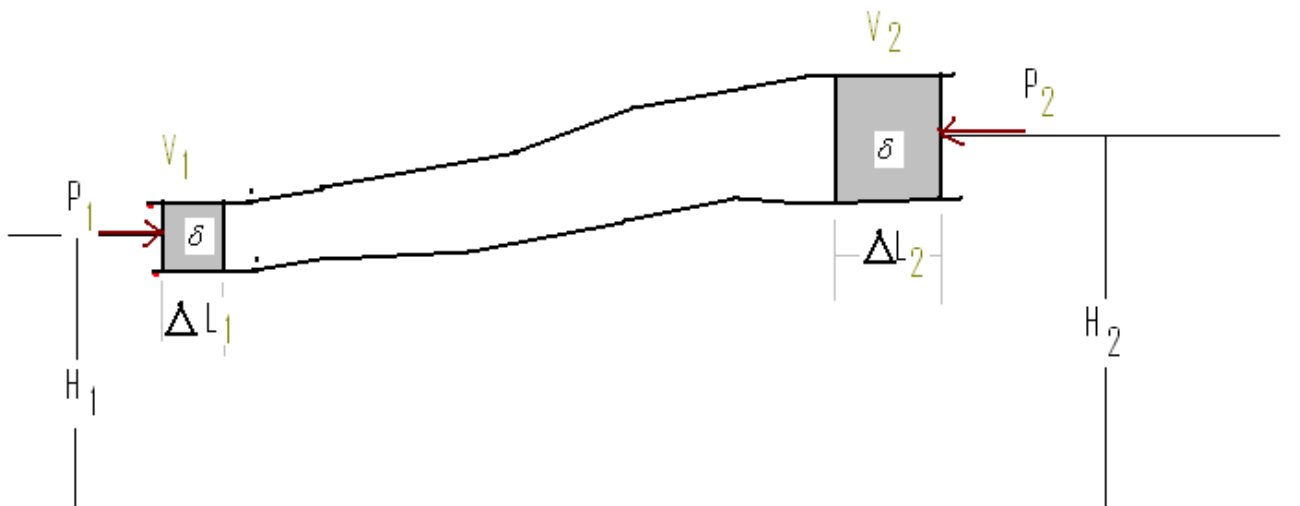
EL TRABAJO EFECTUADO POR UNA PRESIÓN P que actúa sobre una superficie de área A de tal forma que la superficie se mueve una distancia Δx normal a ésta (con lo cual desplaza un volumen $\Delta V = A \Delta x$) se define por

$$\text{Trabajo} = pA \Delta x = p \Delta V$$



ECUACION DE BERNUOLLI para un flujo estacionario de una corriente continua de un fluido. Considérense dos puntos diferentes a lo largo de la trayectoria de la corriente. Sea el punto 1 a una h_1 y sean v_1 , ρ_1 y p_1 la velocidad, la densidad y la presión del fluido en ese punto. De igual manera se denotan estas cantidades como h_2 , v_2 , ρ_2 y p_2 para el punto 2. Entonces, si se supone que el fluido es incomprensible y que su viscosidad es apreciable.

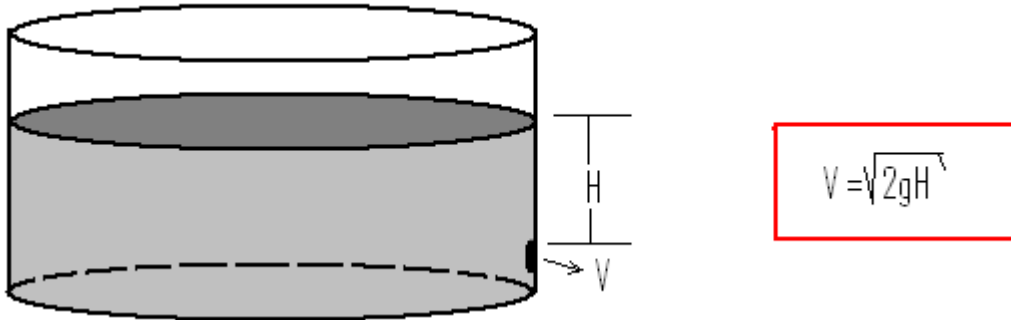
FLUIDOS EN MOVIMIENTO



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

Donde $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ (densidad de masa) y g es la aceleración debida a la gravedad.

TEOREMA DE TORRICELLI supóngase que un tanque contiene líquido y esta abierto a la atmósfera en su parte superior. Si en el tanque existe un orificio (abertura) a una distancia h debajo de la capa más alta del líquido, entonces, la velocidad de salida de éste por la perforación es $\sqrt{2gh}$, considerando que el líquido satisface la ecuación de Bernoulli y que su capa superior está en reposo.



EL NÚMERO DE REYNOLDS (N_R) es un número adimensional que se aplica a un fluido de viscosidad η y de densidad ρ y que corre con una velocidad v a través de un tubo (o pasando un obstáculo) con diámetro D :

$$N_R = \frac{\rho v D}{\eta}$$



Para sistemas con la misma simetría y flujos que pueden ser considerados similares, los números de Reynolds son muy cercanos. Los flujos turbulentos se presentan cuando el N_R del fluido es mayor que 2000 para un tubo y mayor que 10 para un obstáculo.

PROBLEMAS PROPUESTOS.

1. A través de un tubo de 8 cm de diámetro fluye aceite a una velocidad promedio de 4 m/s. ¿Cuál es el flujo Q en m^3/s y m^3/h ?

(72 m^3/h)

2.- Por un tubo de 24 m/m de radio interior fluye agua a una velocidad de 2.5 m/s .¿Cual es el caudal o flujo en m^3/s ?

(4.5 m^3/h)

3.- Por un ducto uniforme de sección cuadrada de 3 cm. de ancho fluye un líquido de densidad uniforme cuyo caudal es 80 m^3/s .Calcule la velocidad del líquido en el interior del ducto(desprecie el espesor del ducto).

(8,88 m/s)

4.- Por un ducto cilíndrico fluye petróleo de densidad uniforme de modo que una partícula de petróleo recorre 5m lineales por el interior del tubo en 2 s. El petróleo es vaciado en un estanque a razón de 8m^3 en 4 H. Calcule la superficie transversal del tubo y el diámetro interior del mismo.

(22cm^2 , 16.82 mm)

5.- Agua luye por una cañería uniforme de 20 m de largo .Se suelta una bolita liviana que no produce rozamiento en un extremo y se recoge en el otro 4 s después .Esta misma agua llena un estanque cuadrangular cuyas dimensiones son: 6m x3m x 2m en 5horas .Determine la sección transversal de la cañería en pulgadas.

(

6.- Para estimar el caudal de un río se sumerge completamente un tubo de diámetro interior de 4 pulgadas y de 3 metros de largo, en uno de los extremos abiertos y en el interior del mismo se coloca una bolita liviana que es arrastrada por la corriente y sale 3 s después por el otro extremo abierto .Con estos datos estime el caudal del río.

7.-A través de un tubo de 4 cm. diámetro interior fluye aceite a una velocidad promedio de 2.5 m/s. Encuéntrese el flujo en m^3/s y $\text{cm}^3/$. (sol $3.14 \times 10 \text{ m}^3/\text{s} = 3140 \text{ cm}^3/\text{s}$).

8.- Calcúlese la velocidad promedio del agua que circula por un tubo cuyo diámetro interior es de 5 cm. y su gasto es de 2.5 m^3 de agua por ahora. (sol 0.350 m/s).

9.-Experimentalmente se encuentra que por un tubo cuyo diámetro interno es 7 mm salen 250 ml en un tiempo 41s. ¿Cuál es la velocidad promedio del fluido en el tubo?

(0.158 m/s)

10.-La velocidad de la glicerina en un tubo de 5 cm. de diámetro interior es de 0.54 m/s. Encuéntrese la velocidad en un tubo de 3 cm. de diámetro interior que se une a él. El fluido llena ambos tubos. (sol 1.50 m/s)

11.-¿Cuánto tiempo necesitarán 500 mL de agua para fluir a través de una tubería de 15 cm. de largo y 3 mm de diámetro interior, si la diferencia de presión a lo largo del tubo es de 4 kPa? La viscosidad del agua es de 0.80 cP. (sol 7.5 s).

12.-Un acueducto de 14 cm de diámetro interno (d.i.) surte agua (a través de una cañería) al tubo de la llave de 1.00 cm de d.i. Si su velocidad promedio en el tubo de la llave es de 3 cm/s, ¿Cuál será la velocidad promedio en el acueducto?

(0.0153 cm/s)

13.-Un acueducto de 20 cm. de diámetro interior surte aceite de densidad uniforme a una cañería de 1/ 2 pulgadas de diámetro .La velocidad promedio en el interior del ducto matriz es de 0.0148 cm/s.¿Cual será la velocidad promedio del aceite en la llave?

14.-Cierta plástico fundido fluye hacia el exterior de un tubo de 8 cm. de largo a la razón de $13 \text{ cm}^3/\text{min}$., cuando la diferencia de presión entre los dos extremos del tubo es de 18 cm. de mercurio. Encuéntrese la viscosidad del plástico. El diámetro interior del tubo es de 1.30 mm. La densidad del mercurio es de 13.6 g/cm^3 (sol $0.097 \text{ kg/m} \cdot \text{s} = 97 \text{ cP}$).

15.-¿Cuánta agua fluirá en 30 s por un tubo capilar de 200 mm de longitud y 1.5 mm de d.i., si la diferencia de presiones a lo largo del tubo es de 5 cm de mercurio? La viscosidad del agua es de 0.801 cP y la densidad del mercurio es de 13.600 kg/m³.

(5.2 mL/s)

16.-La arteria de una persona se reduce a la mitad de su diámetro inicial por depósitos en la pared interior. ¿Cuál será el factor que disminuirá el flujo de sangre a través de la arteria si la diferencia de presión a lo largo de ella permanece constante?

(0.0625)

17.-Bajo la misma diferencia de presión, compárese el flujo de agua a través de un tubo con el de aceite SAE No. 10. Se sabe que η para el agua es 0.801 cP; y η para el aceite es 200 cP.

(250)

18.-Calcúlese la potencia del corazón si por cada latido bombea 75 mL de sangre con una presión promedio de 100 mm Hg. Considérese que se tienen 65 latidos por minuto.

(1.08 w)

19.-Un tanque abierto en su parte superior tiene una abertura de 3 cm de diámetro el cual se encuentra m por debajo del nivel de agua contenida en el recipiente. ¿Qué volumen de líquido saldrá por minuto a través de dicha abertura?

(0.42m³/min).

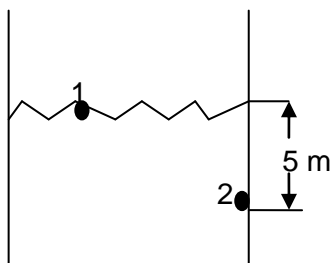
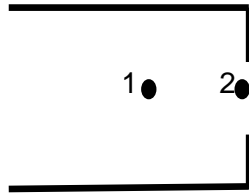


Fig. 8-1

20.-Un tanque de agua tiene una fuga en la posición 2 mostrada en la Fig. , donde la presión del agua es de 500 kPa. ¿Cuál es la velocidad de escape del fluido por el orificio?

(32 m/s)



21.-El agua fluye con una rapidez de 30mL/s a través de una abertura que se encuentra en el fondo de un tanque en el cual el líquido tiene una profundidad de 4m. Calcúlese la rapidez con que escapa el agua si se le acondiciona en la superficie una presión de 50 kPa.

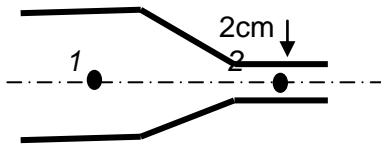
(30 mL /s)

22.-¿Cuánto trabajo realiza una bomba para elevar 5m³ de agua hasta una altura de 20m e impulsa dentro de un acueducto a una presión de 150kPa?

1.73 x 10⁶ J

23.-Un tubo horizontal tiene la forma que se presenta en la Fig. . En el punto 1 el diámetro es de 6cm, mientras que en el punto dos, es sólo de 2cm. En el punto 1, $v_1 = 2$ n/s y $p_1 = 180$ kPa. Calcúlese v_2 y p_2 .

(20kPa(.



24.-¿Cuál debe ser la presión manométrica en una manguera larga de bombero si se quiere que el agua lanzada por la boquilla alcance una altura de 30m?



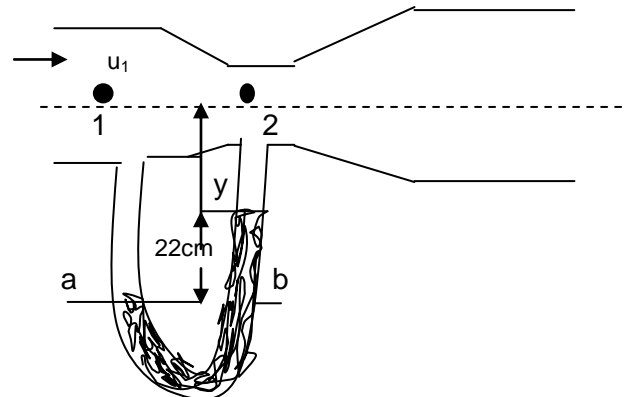
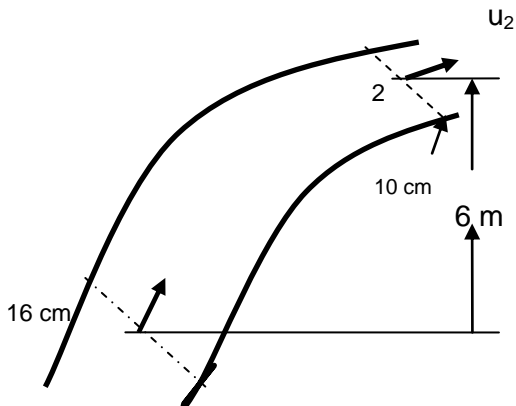
(294 kPa)

25.-¿Con que rapidez fluye el agua desde una llave de 0.80 cm de d.i. si la presión del agua es de 200 kPa?

(1 x 10⁻³ m³/s)

26.-El tubo mostrado en la Fig. tiene un diámetro de 16 cm. en la sección 1 y 10 cm. en la sección 2. En la sección 1 la presión es de 200 kPa. El punto 2 está 6 cm. más alto que el punto 1. Si un aceite de densidad 800kg/m^3 fluye con una rapidez de $0.03\text{ m}^3/\text{s}$, encuentre la presión en el punto 2 si los efectos de la viscosidad son despreciables.

(148 KPa)



27.-Se muestra en la Fig. 5 un medidor Ventura equipado con un manómetro diferencial de mercurio. En la toma, punto 1, el diámetro es de 12 cm mientras que en la garganta, punto 2, el diámetro es 6 cm ¿Cuál es flujo Q del agua a través del medidor, si la lectura en el manómetro es de 22 cm? La densidad del mercurio es de 13.6 g/cm^3 . De la lectura del manómetro se obtiene

($0.022\text{ m}^3/\text{s}$)

28.-Se utiliza un túnel de viento con un modelo de automóvil de 20 cm. de altura para reproducir aproximadamente las situaciones que tiene un automóvil de 550 cm de altura moviéndose a 15 m/s. ¿Cuál debe ser la rapidez del viento en el túnel? ¿Es el flujo turbulento?.

(413m/s)

Para investigar la turbulencia, evaluemos N_R utilizando los valores para el aire:

$\rho = 1.29\text{ kg/m}^3$ y $\eta = 1.8 \times 10^{-4}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ sustituyendo obtenemos $N_R = 5.9 \times 10^6$, un valor mucho mayor que el requerido para flujo turbulento. Obviamente el flujo es turbulento.