803

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Coordinación de Térmica y Fluidos

Departamento de Mecánica de Fluidos

Agosto de 1997

903

QA
U5

903

QA903
U5
0124-77160
1020125032
FONDO UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________**No.MAT**_______
BRIGADA_______

PRACTICA No. 1

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS.

Objetivo

Determinar y comprobar las propiedades básicas de un fluido.

Equipo a utilizar

Hidrómetro universal
4 vasos de hidrómetro

TEORIA

1 .1 Densidad

La densidad de un fluido se define como la masa por unidad de volumen y se representa con la letra "ρ"

$$\rho = \text{Masa del fluido/ Volumen ocupado por la masa} = \frac{M}{\forall}$$

Ya que si el volumen es proporcional a una dimensión lineal elevada al cubo. Debe notarse que la densidad de un líquido permanece sensiblemente constante debido a que el volumen ocupado por una masa dada de líquido es casi invariable. Pero en el caso de un gas, la densidad variará como varíe el volumen ocupado por una masa de gas dada. De aquí podemos deducir que un líquido puede tomarse como virtualmente incompresible, mientras que un gas es compresible.

1.2 Gravedad específica o densidad relativa.

La gravedad específica se define como la relación de una masa de un volumen de fluido dado entre la masa del mismo volumen pero de agua, representado con la letra "s".

s = Masa de un volumen de fluido/masa de un volumen igual pero de agua

0124-77160
QA903
U5
1020125032
FONDO UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________**No.MAT**________
BRIGADA________

PRACTICA No. 1

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS.

Objetivo

Determinar y comprobar las propiedades básicas de un fluido.

Equipo a utilizar

Hidrómetro universal
4 vasos de hidrómetro

TEORIA

1 .1 Densidad

La densidad de un fluido se define como la masa por unidad de volumen y se representa con la letra "ρ"

$$\rho = \text{Masa del fluido/ Volumen ocupado por la masa} = \frac{M}{\forall}$$

Ya que si el volumen es proporcional a una dimensión lineal elevada al cubo. Debe notarse que la densidad de un líquido permanece sensiblemente constante debido a que el volumen ocupado por una masa dada de líquido es casi invariable. Pero en el caso de un gas, la densidad variará como varíe el volumen ocupado por una masa de gas dada. De aquí podemos deducir que un líquido puede tomarse como virtualmente incompresible, mientras que un gas es compresible.

1.2 Gravedad específica o densidad relativa.

La gravedad específica se define como la relación de una masa de un volumen de fluido dado entre la masa del mismo volumen pero de agua, representado con la letra "s".

s = Masa de un volumen de fluido/masa de un volumen igual pero de agua

Si $\forall$ es el volumen de un líquido y el volumen de agua, ρ_l es la densidad del líquido y ρ_w es la densidad del agua, entonces

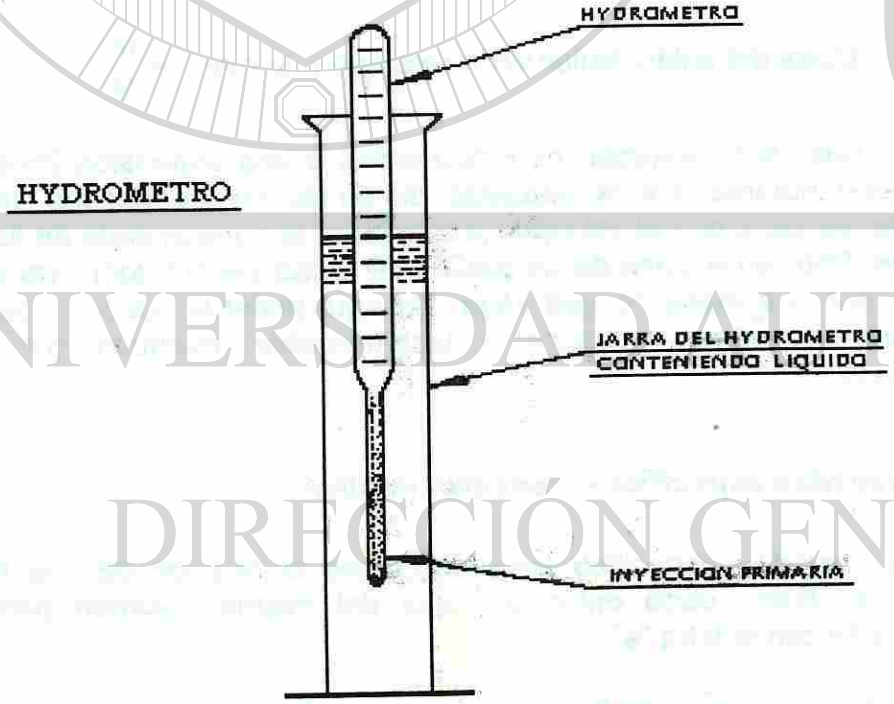
$$s = \frac{\rho_l V}{\rho_w V} = \frac{\rho_l}{\rho_w}$$

1.3 El Hidrómetro

En este banco de pruebas se pueden obtener las propiedades antes mencionadas utilizando el hidrómetro, que se encuentra en el extremo derecho del equipo.

El principio del hidrómetro común se basa en el hecho de que cuando un cuerpo flota en un líquido, el peso del volumen del líquido desplazado es igual al peso del cuerpo. Esto está basado en el principio de Arquímedes el que se tratara en la estabilidad de los cuerpos flotantes.

Un hidrómetro simple puede construirse con un tubo de vidrio cerrado en uno de sus extremos colocando en su interior una escala de papel. En el fondo del tubo, debe colocarse una pequeña cantidad de arena, balines de plomo o mercurio como contrapeso, según se muestra en la figura 1.



Primero sumerja el tubo en agua y marque en la escala la longitud de inmersión. Después repita la inmersión del tubo en otro líquido y vuelva a marcar la longitud de inmersión.

Si L_w = Longitud de inmersión en agua de densidad ρw

y L_l = Longitud de inmersión en líquido de densidad ρ_l

$\rho_l = s\ \rho_w$

Entonces el peso del agua desplazada es igual a $\rho_w\, g.A.L_w$ (donde A es el área de la sección del tubo), y el peso del líquido desplazado es igual a $\rho_l\, g.A.L_l$ Según el principio de Arquímedes, el peso del tubo es igual al peso de agua , desplazada y es igual al peso del líquido desplazado.

$\therefore \quad \rho_w\, g.A.L_w = s\rho_w\, g.A.L_l$

$\therefore \quad s = \dfrac{L_w}{L_l}$ = Longitud de inmersión en agua / Longitud de inmersión en liquido

Entonces si, la profundidad de inmersión en agua se marca en la escala como 1.00 y para el líquido como L_w/L_l
usando diferentes líquidos la escala puede construirse para leer gravedades específicas directamente.

Procedimiento:

a) Llene uno de los vasos hidrométricos con suficiente agua para que flote el hidrómetro y verifique que la escala corresponda a la profundidad de inmersión de 1.00.
b) Llene tres vasos hidrométricos con los líquidos a probar de manera suficiente para que flote el hidrómetro y anote la lectura de la escala para cada líquido.

NOTA:

Se sugiere que los líquidos a probar sean los mismos a utilizar en el experimento 2 para determinar la viscosidad de los mismos: aceite de motor, gasolina y aceite de castor.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Resultados:

Presión barométrica ________________mm de Hg.
Temperatura________________________ °C.

Líquido	Lectura de la escala = Gravedad específica
Agua	
Aceite de motor	
Glicerina	
Aceite de transmisión	

Ya que s = densidad del líquido/ densidad de agua = $\frac{\rho_l}{\rho_w}$ (ec. 1.2)

$\therefore \quad \rho_l = s\rho_w$

y $\quad \rho_w = \frac{gr}{ml} = \frac{10^6}{10^3} \cdot \frac{ml}{gr} \cdot \frac{lto}{lto} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{10^3\,kg}{m^3}$

	Agua	Aceite de Transmisión	Aceite de Motor	Shampoo
S				
		M.K.S. Técnico		
γ_F				
ρ				
ν_s				
		M.K.S. Absoluto		
γ_F				
ρ				
ν_s				
		C.G.S. Técnico		
γ_F				
ρ				
ν_s				
		C.G.S. Absoluto		
γ_F				
ρ				
ν_s				

NOMBRE______________________________ **No. MAT.** ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 2

VISCOSIDAD DE LOS FLUIDOS Y EFECTO DE CAPILARIDAD

Objetivo

Determinar prácticamente la viscosidad cinemática de algunos fluidos y observar el efecto de capilaridad con tubos de diferentes diámetros.

Equipo a utilizar

Viscosímetro de caída de esfera
Cronómetro
Hidrómetro

VISCOMETRO DE ESFERA DESCENDIENDO

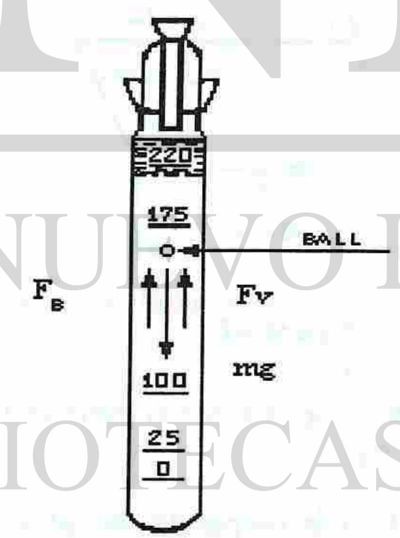


Figura 2.1

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Teoría

Viscosidad

La viscosidad de un fluido es la propiedad que tienen de oponer resistencia a la acción de una fuerza de corte. Entonces la viscosidad depende de la combinación del efecto de la actividad molecular y de la cohesión, la viscosidad de los gases en los cuales, el efecto de la cohesión es muy pequeño, se incrementa con el aumento de la temperatura.

En los líquidos, debido a una mayor cohesión, particularmente a bajas temperatura, es mayor el efecto que la actividad molecular, y la viscosidad disminuye cuando la temperatura aumenta.

Para obtener la medida de la viscosidad es necesario considerar que tan viscoso es el flujo del fluido y asumirse las siguientes consideraciones:

1. No puede haber deslizamiento o movimiento relativo en los límites del sólido.
2. El esfuerzo cortante es directamente proporcional a la velocidad de corte al movimiento.

Considerar un elemento de fluido como se muestra en la figura .

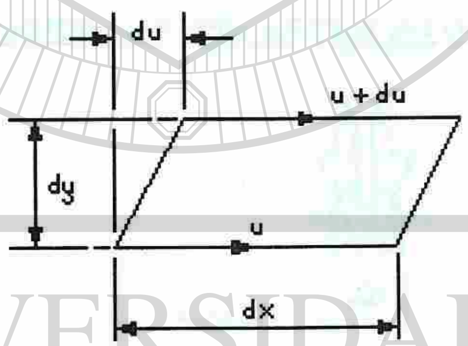


Figura 2.2

Se tiene una de las caras del elemento moviéndose con una velocidad u y la otra con una velocidad u + du.

Entonces la razón del corte perpendicular al movimiento, o gradiente de velocidad transversal o velocidad de deformación angular $= \dfrac{du}{dy}$

∴ partiendo de la segunda consideración el esfuerzo cortante es directamente proporcional a la velocidad de deformación angular $\tau \, \alpha \, \dfrac{du}{dy}$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \qquad 1.3$$

donde μ es el coeficiente de proporcionalidad llamado coeficiente de viscosidad.

Haciendo que la velocidad de deformación angular sea numéricamente igual a la unidad, Maxwell define el coeficiente de viscosidad como sigue:

Si dos superficies planas se colocan en forma paralela separadas una unidad de distancia, y el espacio entre ambas se llena con un fluido, y una de estas superficies se mueve paralelamente con respecto a la otra con una velocidad relativa, unitaria, entonces la fuerza por unidad de área que actúa en ambas superficies en forma de una resistencia al movimiento es numéricamente igual al coeficiente de viscosidad del fluido.

De la ec. 1.3

$$\mu = \tau \frac{dy}{du} = \text{(masa x aceleración /área) . (dimensión lineal/ velocidad)=}$$

$$\mu = \frac{M}{L^2}\frac{L}{T^2}L\frac{T}{L}$$

$$\mu = \frac{M}{LT}$$

El coeficiente de viscosidad se expresa en unidades de masa por unidades de longitud y de tiempo,

$$\mu = \frac{g_m}{cm.s} \text{ ó } \frac{kg_m}{m.s}$$

Una medida alternativa de la viscosidad es la viscosidad cinemática la cual se determina por

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

$$v = \frac{M}{LT}\frac{L^3}{M}$$

$$v = \frac{L^2}{T}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La viscosidad cinemática se expresa como una dimensión lineal al cuadrado por unidad de tiempo.

$$\nu = \frac{cm^2}{s} \text{ o } \frac{m^2}{s}$$

NOTA:

μ expresado en $\frac{g_m}{cm\ s}$ se conoce como Poise * y ν expresado en $\frac{cm^2}{s}$ se conocen como Stoke

$$1\ \frac{kg_m}{m.s} = 10 \text{ Poises}$$

$$1\ \frac{m^2}{s} = 10^4 \text{ Stoke}$$

De la figura, cuando la esfera se mueve con una velocidad uniforme u, entonces las fuerzas que actúan sobre la esfera son:

a) La fuerza gravitacional sobre la esfera mg.
b) La fuerza ascendente F_B
c) La fuerza de resistencia al movimiento debido a la viscosidad Fv

Mientras que la velocidad de caída sea uniforme, la suma algebraica de estas fuerzas debe ser igual a cero.

$$\therefore\ mg = F_B - F_\nu = 0$$

La fuerza gravitacional en la esfera mg = $(s)\frac{g4}{3}\pi r^3$ donde

ρ_s = densidad de la esfera
r = radio de la esfera

La fuerza ascendente F_B = $(L)\frac{g4}{3}\pi r^3$ donde

ρl = densidad del líquido

La fuerza debido a la viscosidad Fv = g $\pi\mu$ru de la Ley de Stokes, donde μ es el coeficiente de viscosidad y u es la velocidad media de la esfera.

$$\therefore\ \rho_s\, g\, \frac{4}{3}\pi r^3 - \rho_l g \frac{4}{3}\pi r^3 - 6\pi\mu r u = 0$$

$$\therefore\ \mu = \frac{4\pi r^3 g}{3x6\pi r u}(\rho_\lambda - \rho_L) = \frac{2}{9} r^2 g \frac{(\rho_S - \rho_L)}{u}$$

Procedimiento:

a) Llene los tres tubos con los líquidos a probar hasta un nivel justo debajo de la salida del tubo capilar como se muestra en la figura 2.1.
Los líquidos a probar son:

I. Aceite de motor
II. Glicerina
III. Aceite de castor

Nota:

Debido a que la glicerina absorbe fácilmente la humedad de la atmósfera, es necesario colocar una pequeña cantidad de algodón en la parte superior del tubo capilar.

a) Utilice tres esferas de diferente diámetro con cada líquido, mida los diámetros de las esferas. Se sugieren valores nominales para el tamaño de las esferas: 1mm, 1.5mm, 2mm.
b) Utilice un hidrómetro universal para obtener la gravedad específica de cada líquido.

Resultados:

Presión barométrica ____________mm Hg.
Temperatura____________________° C.
Diámetro medido de las esferas 1mm __________
1.5mm__________
2 mm __________

Gravedad específica del acero: 7.8
Gravedad específica del líquido:
Aceite de motor 0.89 (Para castrol XXL)
Glicerina 1.25
Aceite de castor 0.95

Velocidad media de la esfera u = Distancia a través de la que cae esfera/ tiempo promedio.

$$u = \frac{7.5}{t} \text{cm/s} \text{ donde t es el tiempo promedio}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$u = \frac{.075}{t} m/s$$

Entonces: $$\mu = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho_S - \rho_\ell)}{u}$$

NOTA:

r en metros, g en m/s^2
ρ en Kg/m^3, u en m/s
viscosidad cinemática $v = \mu / \rho$

	Aceite de Motor			Aceite de Transmision			Glicerina		
D	L	t	μ	L	t	μ	L	t	μ
1mm									
1.5mm									
2mm									
μ Promedio									
μ									
γ									

Verifique en la tabla de estándares la precisión de los resultados obtenidos.

Note que con el aceite de motor, que es considerablemente menos viscoso que el aceite de castor, o la glicerina, solo se puede usar la esfera de 1.5mm. Con una esfera mayor el tiempo de caída para 75mm es demasiado corto y con una esfera menor no puede notarse la caída a través del aceite. Debido a que el tiempo es demasiado corto, la precisión será incierta.

CAPILARIDAD

Teoría:

Cuando un tubo de diámetro pequeño se sumerge en un líquido, el nivel de ambos se elevará o descenderá dentro del tubo como se muestra en la figura 2.3, dependiendo del ángulo de contacto entre las superficies de los líquidos.

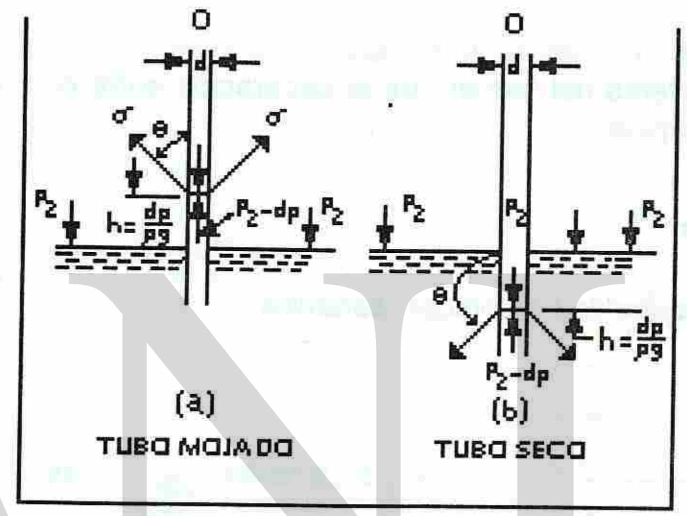


Figura 2.3

Para líquidos, como el agua, la cual moja el tubo, las condiciones son como se muestran en a) y resulta una elevación capilar, mientras que en líquidos que no mojan el tubo, como el mercurio, resulta una depresión capilar como se muestra en el inciso b).

La fuerza gravitacional en la columna del líquido elevado debe soportarse por la tensión superficial σ, actuando alrededor de la periferia del tubo.

Resolviendo verticalmente $\rho g h \frac{\pi}{4} d^2 = \sigma \pi d \cos\theta$

$$\therefore h = \frac{4\sigma\cos\theta}{\rho g d} \qquad 1.7$$

cuando el líquido moja la pared del tubo θ es igual a cero entonces la ecn. 1.7 será

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d} \qquad 1.8$$

Esta acción de capilaridad puede ocasionar serios errores cuando se mide presión en términos de columna de líquido, como en un tubo piezométrico, si el diámetro del tubo es muy pequeño.

Observación del efecto de capilaridad

Objetivo

Observar el efecto del tamaño de la separación entre dos láminas planas, sobre la elevación capilar.

Equipo a utilizar

Aparato de capilaridad en placas paralelas.

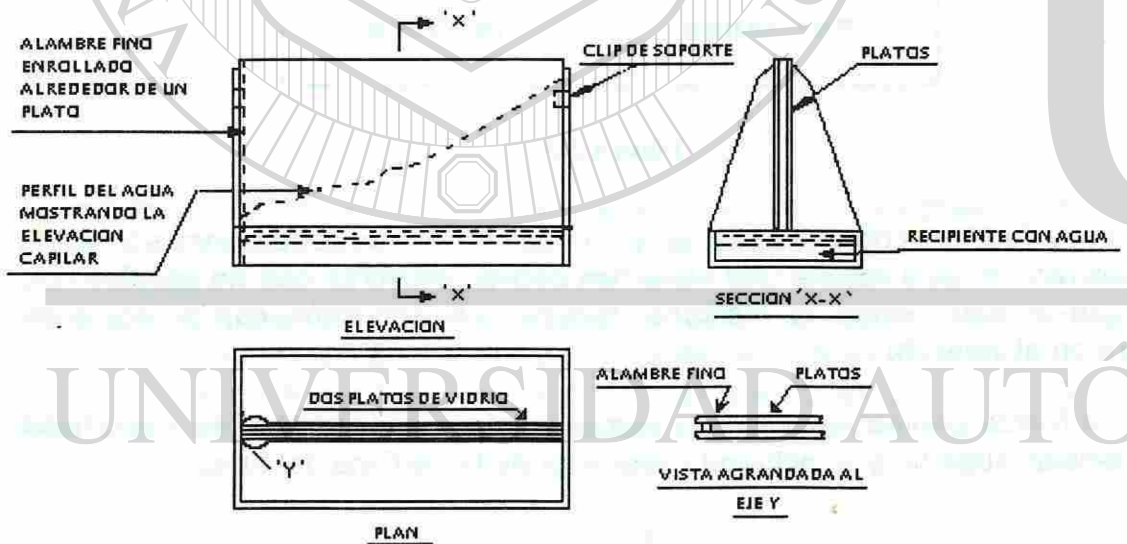


Figura 2.4

Procedimiento

a) Limpie completamente las dos láminas y enrolle alrededor de una de las láminas un alambre fino cerca de uno de los extremos.
b) Llene la artesa con agua.

c) Coloque las dos láminas entre los soportes y deslícelas hasta el fondo de la artesa.
d) Marque el patrón de elevación capilar como se indica en la figura 2.5.

Nótese que en la parte más estrecha de la separación la altura se incrementa, e inversamente, donde la separación es más amplia altura capilar es más pequeña.

Medida de la Elevación Capilar.

Objetivo

Medir la elevación capilar producida por tubos capilares de varios tamaños.

Equipo a utilizar

Aparato de tubos capilares
Separadores (no incluidos)

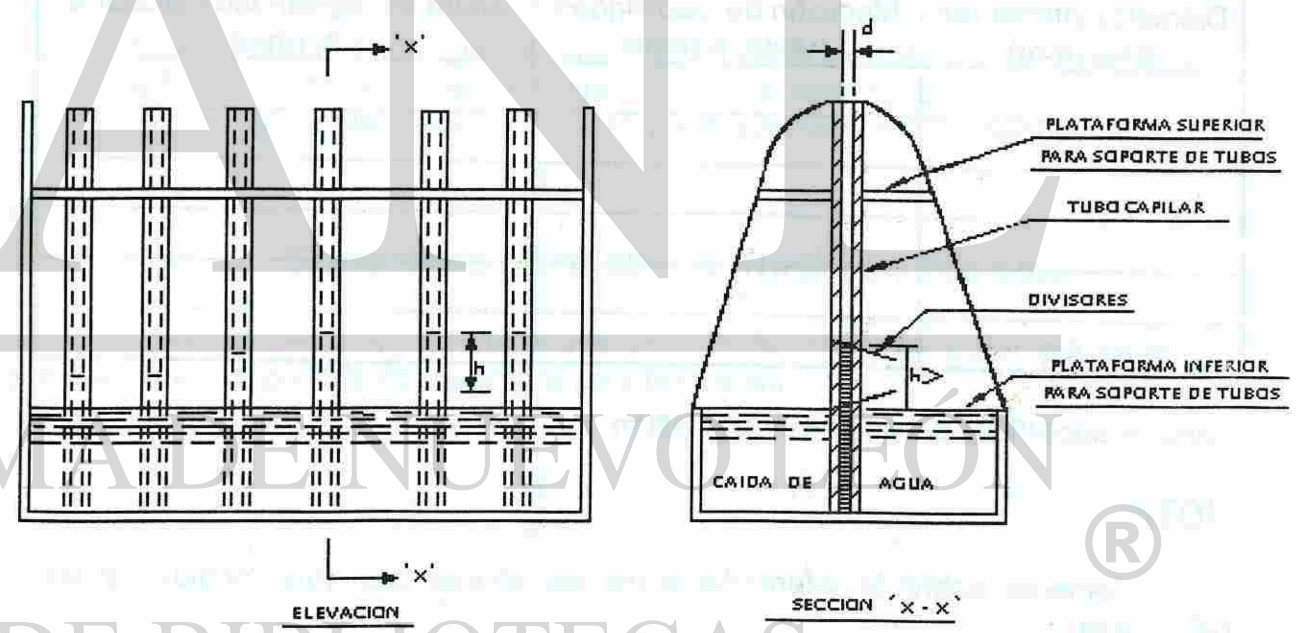


Figura 2.5

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Análisis

De la ecuación 1.8 párrafo 1.5

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

Procedimiento

a) Asegúrese de que los tubos estén completamente limpios.
b) Llene de agua la pileta hasta el nivel de la placa soporte inferior e inserte los tubos capilares.
c) Coloque las tarjetas atrás de los tubos capilares.
d) Marque las tarjetas con la altura de la elevación capilar en cada tubo.
e) Con un par de separadores, tome la elevación capilar "h" para cada tubo y mida las alturas.

Resultados

Diámetro interior del tubo (mm)	Medición de Capilaridad Altura, h (mm)	Altura de capilaridad calculada, h, (mm)

Tensión superficial del agua $\sigma_1 = 0.074 N/m$

NOTA:

Comente sobre la diferencia entre las alturas capilares medidas y las calculadas.

NOMBRE____________________________**No. MAT.** ____________

BRIGADA____________

PRACTICA No. 3

PRESION ESTATICA

Objetivo

Observar el comportamiento de un fluido en reposo demostrando que su superficie libre es horizontal y que su presión varía con la profundidad.

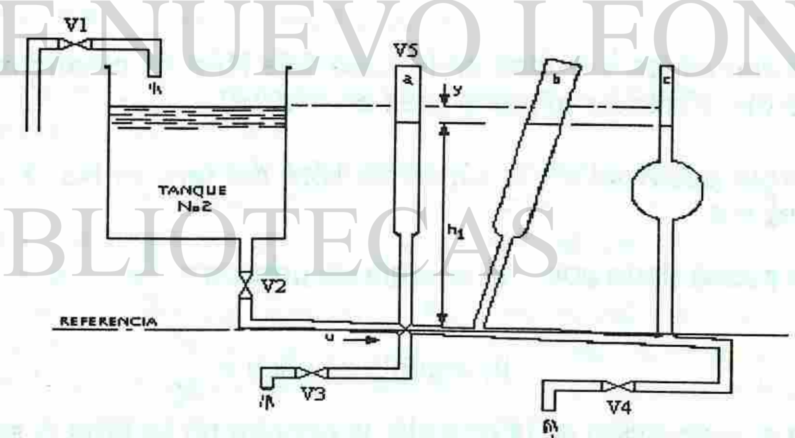
Teoría

Un fluido estático es considerado un fluido en reposo. Se dice que un fluido está en reposo cuando se encuentra libre de esfuerzos de corte y por lo tanto todas las fuerzas debidas a la presión estática deben actuar en ángulo recto sobre la superficie que lo contiene.

El único factor físico que se considera en un fluido estático es la gravedad. La superficie libre de un líquido en reposo siempre será horizontal, por lo tanto la presión en cualquier plano horizontal del líquido siempre será la misma.

Superficie libre en un fluido en reposo

Como se mencionó anteriormente, el único factor físico involucrado es la gravedad y la superficie libre siempre será horizontal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Análisis

De la ecuación 1.8 párrafo 1.5

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

Procedimiento

a) Asegúrese de que los tubos estén completamente limpios.
b) Llene de agua la pileta hasta el nivel de la placa soporte inferior e inserte los tubos capilares.
c) Coloque las tarjetas atrás de los tubos capilares.
d) Marque las tarjetas con la altura de la elevación capilar en cada tubo.
e) Con un par de separadores, tome la elevación capilar "h" para cada tubo y mida las alturas.

Resultados

Diámetro interior del tubo (mm)	Medición de Capilaridad Altura, h (mm)	Altura de capilaridad calculada, h, (mm)

Tensión superficial del agua σ_1 = 0.074N/m

NOTA:

Comente sobre la diferencia entre las alturas capilares medidas y las calculadas.

NOMBRE______________________________No. MAT. ____________

BRIGADA________________

PRACTICA No. 3

PRESION ESTATICA

Objetivo

Observar el comportamiento de un fluido en reposo demostrando que su superficie libre es horizontal y que su presión varía con la profundidad.

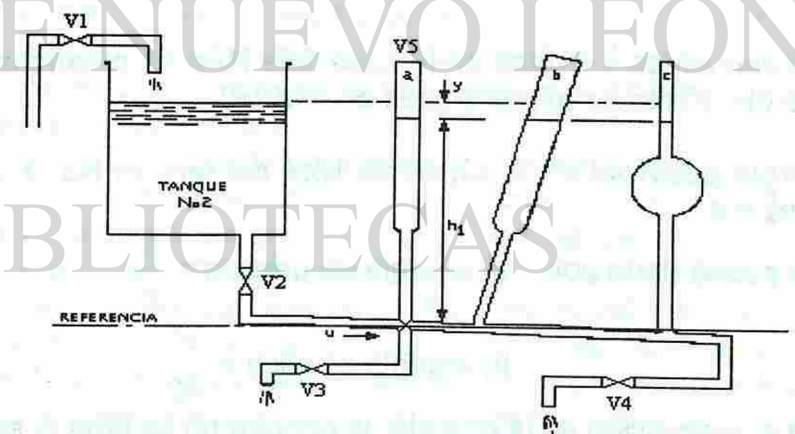
Teoría

Un fluido estático es considerado un fluido en reposo. Se dice que un fluido está en reposo cuando se encuentra libre de esfuerzos de corte y por lo tanto todas las fuerzas debidas a la presión estática deben actuar en ángulo recto sobre la superficie que lo contiene.

El único factor físico que se considera en un fluido estático es la gravedad. La superficie libre de un líquido en reposo siempre será horizontal, por lo tanto la presión en cualquier plano horizontal del líquido siempre será la misma.

Superficie libre en un fluido en reposo

Como se mencionó anteriormente, el único factor físico involucrado es la gravedad y la superficie libre siempre será horizontal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Asegúrese que las válvulas V3 y V4 se encuentren cerradas.
b) Abra las válvulas V1, V2 y V5.
c) Utilizando la bomba manual, transfiera el agua del tanque 1 al tanque 2 hasta que el nivel coincida con la primer línea horizontal de la pared del tanque.
d) Note que el nivel de cada uno de los tubos, "a", "b" y "c", es el mismo y en línea con la primer línea horizontal del tanque.
e) Repita para la segunda, tercera y cuarta línea horizontal notando que el nivel del agua es siempre horizontal, independientemente del tamaño o la forma del tubo.
f) Drene el agua del tanque 2 abriendo la válvula V3 y restablezca el nivel en la primera línea horizontal.
g) Cierre la válvula V3 y asegúrese que la válvula V1 esté abierta. Cierre la válvula V5 en la parte superior del tubo "a" (el tubo "a" ya no tiene una superficie libre).
h) Utilizando la bomba manual (A), transfiera el agua desde el tanque 1 al tanque 2. Aumente el nivel del agua del tanque 1 hasta la segunda, tercera y cuarta línea horizontal. Note que el nivel del tubo "a" se mantiene bajo mientras que "b" y "c" siguen el nivel del tanque como en el inciso e).

Efecto de flujo en una superficie libre.

Objetivo

Estudio del efecto del flujo en una superficie libre.

Teoría

Consideremos las energías en la superficie libre en el tanque 2 y un punto sobre el plano de referencia (dimensiones en metros)

La energía potencial en la superficie libre del tanque No. 2 sobre el plano de la referencia = h.

La energía en p está dada por a) energía de presión = $\frac{p}{\gamma}$

b) energía cinética = $\frac{v^2}{2g}$

de la ley de la conservación de la energía, la energía no se crea ni se destruye.

$$h = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \text{pérdidas}$$

las pérdidas serán expresadas como K. $\frac{v^2}{2g}$

$$\therefore\ h = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}(1+K)$$

$$\therefore\ \frac{p}{\gamma} = h + \frac{v^2}{2g}(1+K)$$

De la figura $h_1 = \frac{p}{\gamma}$ y $y = \frac{v^2}{2g}(1+K)$

$$\frac{p}{\rho g} = h_1 = h - y \qquad 2.1$$

Procedimiento

a) Asegúrese que las válvulas V3 y V4 estén cerradas.
b) Abra las válvulas V1, V2 y V5.
c) Utilizando la bomba manual (A), transfiera agua del tanque 1 al tanque 2 hasta que el nivel coincida con la cuarta línea horizontal. (Note que el sistema estático, los niveles en los tubos "a", "b" y "c", también coincide con la misma línea horizontal).
d) Abra la Válvula V3 de tal forma que el agua fluya del sistema hacia el drenaje. Asegúrese que el nivel del tanque 2 permanezca constante operando la bomba manual.
e) Observe que el nivel de los tubos "a", "b" y "c" cae por debajo del nivel del tanque 2. Esta pérdida en carga es debida a la fricción. Los tres tubos indican el mismo nivel ya que estén conectados al mismo punto en el sistema sin flujo entre ellos.
f) Cierre la válvula V3 y abra la válvula V4 para que el agua fluya a lo largo de la tubería de interconexión. Asegúrese que el nivel del tanque 2 permanezca constante operando la bomba manual.
g) Observe el nivel en los tubos "a", "b" y "c" son progresivamente más bajos que el nivel del tanque 2. Esto es debido al hecho de que el movimiento de el líquido a lo largo de la tubería nos da como resultado una pérdida por fricción entre los tubos. La pérdida entre los tubos "a" y "b" es más pequeña que la pérdida entre los tubos "b" y "c" debido a la longitud relativa de la tubería de interconexión.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

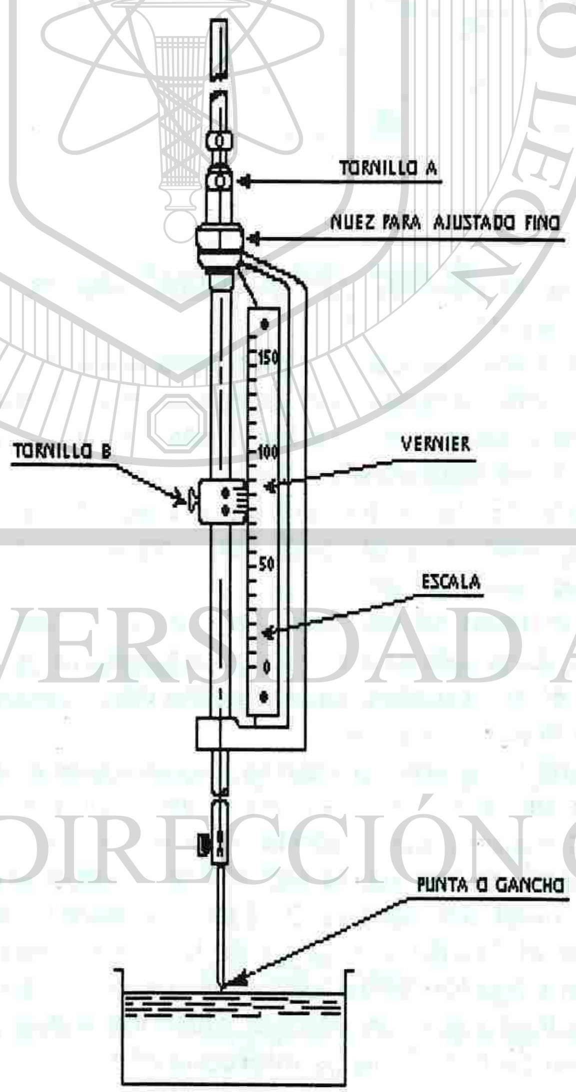
Medición de los niveles de líquido.

Objetivo

Medir el cambio de los niveles en un líquido utilizando el medidor de gancho.

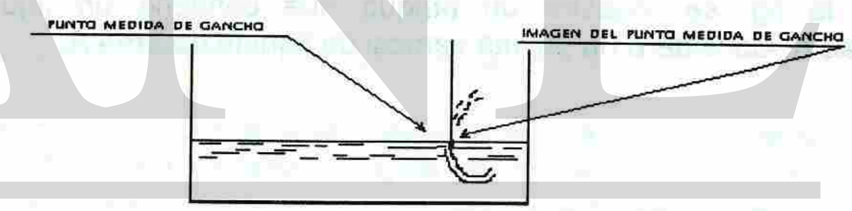
Equipo a utilizar

Medidor de gancho y punto
Vaso 600 ml



Procedimiento

a) Una a la bomba manual (B) un pequeño tubo flexible
b) Utilizando la bomba manual (B), llene parcialmente el vaso de 600 ml.
c) Coloque el vaso bajo el medidor de gancho que está unido al tablero.
d) (utilice únicamente el gancho). Ajuste el punto del medidor de gancho hasta que este rompa la superficie. Esto sucede cuando el gancho y su imagen se tocan (ver la fig.). El ajuste se hace aflojando el tornillo "A" y bajando el gancho hasta que se encuentre cerca de la superficie libre. Después utilice la tuerca del ajuste fino hasta hacer que el punto del gancho y su imagen se toquen.
e) Afloje el tornillo (B). Establezca el cero del Vernier en línea con un punto conveniente en la escala, (digamos O) apriete el tornillo (B) y anote la lectura.
f) Usando el tubo flexible, incremente el nivel del agua en el vaso operando la bomba manual.
g) Ajuste el nivel del medidor de gancho hasta que rompa la nueva superficie libre, como
h) se describió en el inciso d).
i) Anote la nueva lectura de la escala.
j) Sustituya el punto por el gancho y repita el ejercicio, de tal forma que el punto rompa la superficie del agua.



Resultados

Incremento de la profundidad = lectura final de la escala - la lectura inicial de la escala.

NOTA:

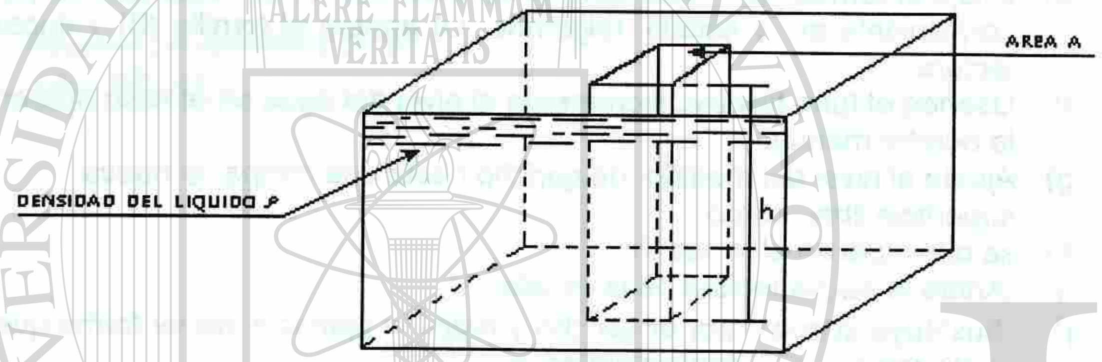
Este tipo de dispositivos de medición de profundidad pueden leer con precisión cambios 0.1 mm.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Variación en la intensidad de la presión con la profundidad.

Objetivo

Mostrar que la intensidad de la presión de un líquido depende únicamente de la profundidad.



En la fig. se muestra un tanque que contiene un líquido con una profundidad h. Considere un prisma vertical de líquido de área A.

Presión total de la base del prisma p = fuerza gravitacional de la masa del líquido sobre él

$$p = \text{densidad} \times g \times \text{volumen del líquido}$$

$$p = \rho g\, Ah$$

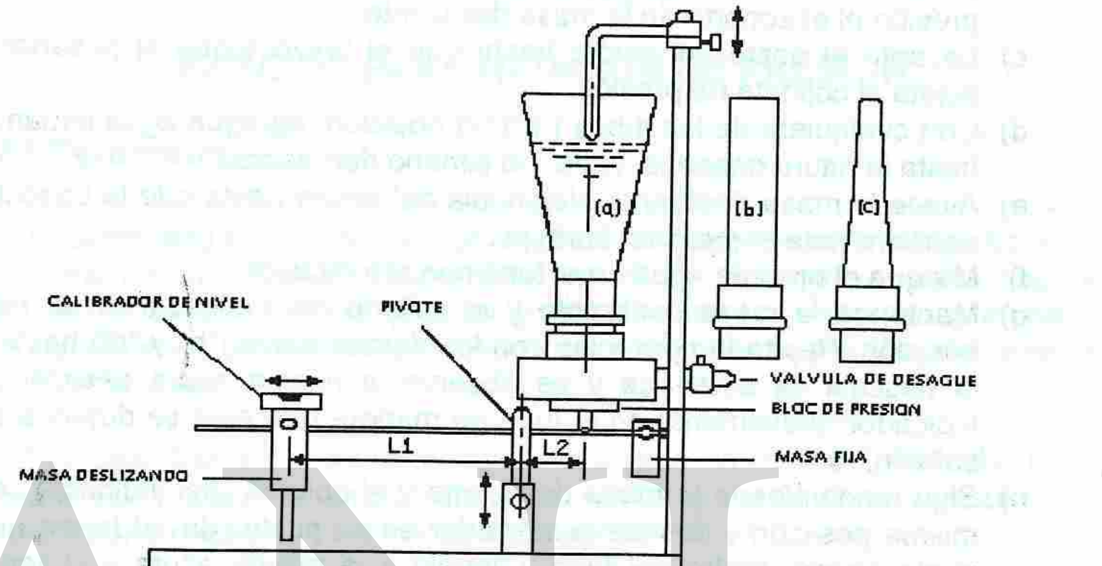
La intensidad de la presión en la base del prisma p = F/A

$$p = \frac{\gamma \cdot Ah}{A} = \gamma \cdot h \qquad 2.2$$

Por lo tanto, de la ecn. 2.2, la intensidad de la presión de un fluido varía únicamente con la profundidad.

Equipo a utilizar

Aparato de Pascal (accesorio 13, listado de partes)
Pesa (accesorio 18, listado de partes).



Teoría

Peso total del agua en el cojín de presión $p = \gamma Ah$

Cuando el momento debido a la presión total sobre el cojín de presión con respecto al pivote sea exactamente igual al momento debido a la fuerza gravitacional de la masa deslizante sobre el pivote entonces el aparato estará balanceado.

$$mg.L_1 = \rho_1\, g\, A\, h\, L_2 \qquad 2.3$$

Ahora la intensidad de la presión $p = F/A = \gamma h$

Cuando se encuentre el punto de equilibrio, en el tubo "a" marque la altura h con el indicador. Cambie el tubo "b" y "c" respectivamente y llénelos al mismo nivel. Si la intensidad de la presión depende únicamente de la profundidad, cuando cada uno de los otros tubos tenga la profundidad prescrita el instrumento deberá de estar de nuevo en equilibrio, y la ecuación 2.3 se mantiene.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Toma el instrumento de la parte inferior y colóquelo en el banco
b) Calibre la báscula moviendo la masa deslizante hasta la marca graduada más cercana al pivote, ajuste la masa fija hasta que la báscula este equilibrada, observe el nivel de burbuja. Nota: El poste del pivote deberá moverse libremente, sin tocar el pasador del cojinete de presión ni el soporte de la masa deslizante.
c) Levante el poste del pivote hasta que el brazo toque el pasador que sujeta al cojinete de presión.
d) Con cualquiera de los tubos ("a") en posición, agregue agua lentamente hasta la altura deseada. Nota: no llenarlo demasiado.
e) Ajuste la masa deslizante alejándola del pivote hasta que la báscula se equilibre note el nivel de burbuja.
f) Marque el nivel de agua en el tubo con el indicador.
g) Mantenga la masa deslizante y el collarín del indicador en la misma posición. Repita la operación con los demás tubos ("b" y "c") hasta que la báscula se estabilice y se observe la misma altura deslizando el indicador nuevamente en el tubo de manera que este se detenga en el collarín, ó
h) Siga manteniendo la masa deslizante y el collarín del indicador en la misma posición y deslice el indicador en su poste de tal forma que el punto quede dentro del tubo y llénelo a la misma altura y observe el equilibrio de la báscula.

Nota:

El experimento puede repetirse para diferentes posiciones de la masa deslizante.

NOMBRE__________________________No. MAT. ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 4

APARATOS PARA MEDICION DE PRESION

3.1 El Barómetro

El barómetro es uno de los instrumentos más usados para medir la presión, lo encontramos tanto en los laboratorios científicos como en muchos hogares, donde se utiliza para medir presión y las condiciones del medio ambiente. Científicamente es un instrumento usado para registrar la presión absoluta que ejerce la atmósfera.

Torricelli fue el primero en descubrir que la presión ejercida por la atmósfera podrá soportar una columna de líquido y por lo tanto la altura de la columna es una medida de la presión de la atmósfera.

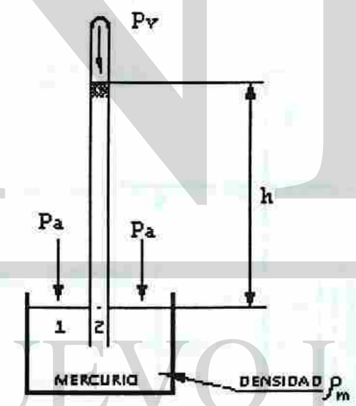


figura 17

Como se muestra en la figura 17 si un tubo largo sellado es llenado con mercurio e invertido de tal manera que el extremo abierto quede inmerso en un recipiente de mercurio y expulsado el aire se formara un vacío en el espacio superior del tubo. La longitud de la columna resultante de mercurio será aproximadamente de 760mm. Estos arreglos son las bases del barómetro moderno.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Toma el instrumento de la parte inferior y colóquelo en el banco
b) Calibre la báscula moviendo la masa deslizante hasta la marca graduada más cercana al pivote, ajuste la masa fija hasta que la báscula este equilibrada, observe el nivel de burbuja. Nota: El poste del pivote deberá moverse libremente, sin tocar el pasador del cojinete de presión ni el soporte de la masa deslizante.
c) Levante el poste del pivote hasta que el brazo toque el pasador que sujeta al cojinete de presión.
d) Con cualquiera de los tubos ("a") en posición, agregue agua lentamente hasta la altura deseada. Nota: no llenarlo demasiado.
e) Ajuste la masa deslizante alejándola del pivote hasta que la báscula se equilibre note el nivel de burbuja.
f) Marque el nivel de agua en el tubo con el indicador.
g) Mantenga la masa deslizante y el collarín del indicador en la misma posición. Repita la operación con los demás tubos ("b" y "c") hasta que la báscula se estabilice y se observe la misma altura deslizando el indicador nuevamente en el tubo de manera que este se detenga en el collarín, ó
h) Siga manteniendo la masa deslizante y el collarín del indicador en la misma posición y deslice el indicador en su poste de tal forma que el punto quede dentro del tubo y llénelo a la misma altura y observe el equilibrio de la báscula.

Nota:

El experimento puede repetirse para diferentes posiciones de la masa deslizante.

NOMBRE_____________________________No. MAT. ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 4

APARATOS PARA MEDICION DE PRESION

3.1 El Barómetro

El barómetro es uno de los instrumentos más usados para medir la presión, lo encontramos tanto en los laboratorios científicos como en muchos hogares, donde se utiliza para medir presión y las condiciones del medio ambiente. Científicamente es un instrumento usado para registrar la presión absoluta que ejerce la atmósfera.

Torricelli fue el primero en descubrir que la presión ejercida por la atmósfera podrá soportar una columna de líquido y por lo tanto la altura de la columna es una medida de la presión de la atmósfera.

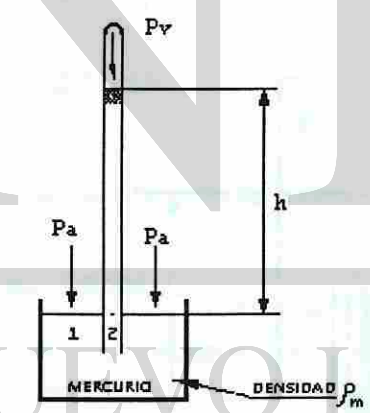


figura 17

Como se muestra en la figura 17 si un tubo largo sellado es llenado con mercurio e invertido de tal manera que el extremo abierto quede inmerso en un recipiente de mercurio y expulsado el aire se formara un vacío en el espacio superior del tubo. La longitud de la columna resultante de mercurio será aproximadamente de 760mm. Estos arreglos son las bases del barómetro moderno.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La relación entre la altura de la columna de mercurio, llamado altura barométrica, y la presión de atmósfera pueden ser determinados por la ecuación de presión en los puntos 1 y 2, como se muestra en la figura 17.

Igualando presiones $p_a = \rho_m gh = s_m \rho_w gh$

despreciando la presión de vapor sobre el mercurio donde

$$s_m = \text{gravedad específica del mercurio} = \frac{\rho_m}{\rho_w}$$

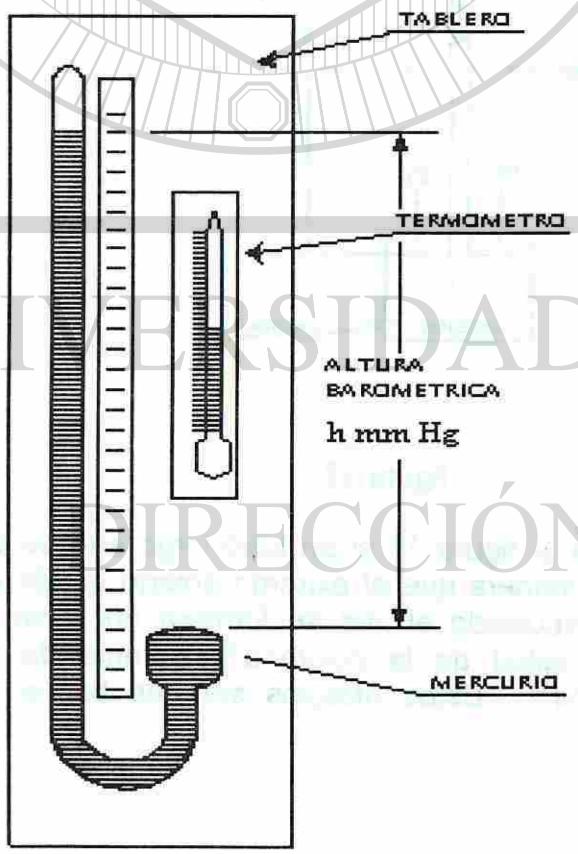
$$= 13.6 \ (\rho_w = \text{densidad del agua})$$

$$h = \frac{p_a}{s_m \rho_w g} \qquad 3.1$$

La altura barométrica estándar, la cual dará la presión atmosférica estándar, es 760mm. de mercurio, de aquí

$$P_a = \frac{760 \times 10^3 \times 9.81 \times 13.6}{10^3 \times 9.81} = 1.013 \text{ bar}$$

El tipo de barómetro apropiado para este Banco de Pruebas es un barómetro de sifón como se muestra en la figura.



El instrumento consiste en un tubo en forma de "U" con extremos de diferente longitud. El extremo más corto está abierto a la atmósfera y es más ancho en donde termina. El extremo largo, el cual tiene alrededor de 900mm. de longitud, está cerrado. El tubo contiene mercurio y en el espacio que queda más arriba del punto "A" se forma un vacío torriceliano. Cuando el mercurio alcanza el punto "A" cae hasta el punto "B". La presión de la atmósfera, que actúa en "B", soporta el peso de una columna de mercurio cuya altura es la diferencia del nivel de mercurio en los dos extremos del tubo.

Otros tipos de barómetros son el barómetro Fortin y el barómetro Aneroide, el estudiante deberá familiarizarse con ambos tipos.

Nota importante: No quite la tapa del barómetro hasta que éste se haya calibrado para su uso.

Uso del barómetro de mercurio de lectura directa.

Objetivo

Leer la presión atmosférica o barométrica.

Equipo a utilizar

Barómetro de mercurio de lectura directa (accesorio 6, listado de partes).

Procedimiento

a) Con la presión atmosférica actuando en el recipiente del barómetro (Figura 19), lea el nivel de la columna de mercurio en la escala graduada.
b) Lea la temperatura ambiente.

Resultados

Temperatura Ambiente _____________ °C
Presión barométrica _______________mm. de Hg.

Comente sobre la precisión de este tipo de barómetro.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.2 Medidor de presión tipo Bourdon.

Este instrumento de tipo industrial para la medición de la presión, se muestra en la figura 19 y mide la presión con respecto a la atmósfera. El principio de operación del mismo se describe en seguida .

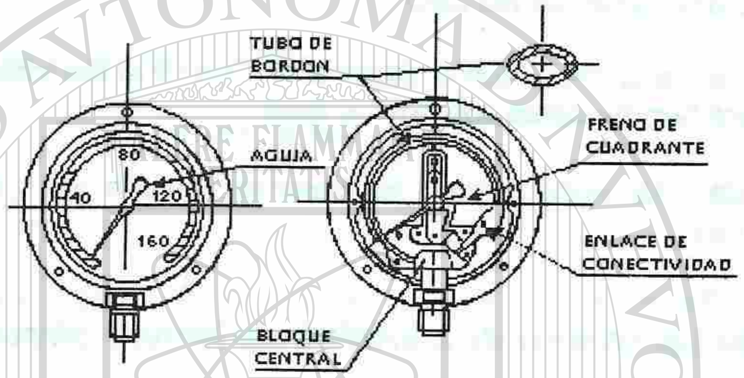


fig. 19

La presión es aplicada en un tubo curvo de bronce fosforado, a través de un bloc central. El extremo libre del tubo está sellado y la expansión que sufre es directamente proporcional a la presión aplicada. Este movimiento del extremo libre del tubo, se transmite a través de un enlace con el mecanismo que mueve la aguja del medidor.

Antes de usar este tipo de medidor es necesario calibrarlo con respecto a los estándares de medidores de presión, utilizando el calibrador de pesos muertos, éste se muestra en la figura 20 de la practica No. 5.

El medidor de presión de tipo tubo Bourdon se usa generalmente para medir grandes presiones, superiores a la presión atmosférica. Si la presión que será registrada es relativamente pequeña puede utilizarse otro tipo de manómetro. Todos los manómetros son básicamente tubos en "U", pero la forma exacta depende de la magnitud de la presión que va a ser registrada. El tipo de manómetro de tubo simple en "U" incluido es esta prueba podrá, dependiendo de su tamaño, tener una exactitud en la lectura de las presiones de un rango alrededor de 1.38 bar y de 0.1 bar. Los dos medidores de este Banco de Pruebas cubren un rango aproximado de 0.6 bar a 0.1 bar y de 0.05 bar a 0.01 bar.

Para diferencias pequeñas de presión, pueden utilizarse las siguientes alternativas de forma básica de tubo en "U":

a) El tubo en "U" invertido.
b) El piezometro.
c) Medidor de tubo simple.
d) Micromanómetro.

Un manómetro de tubo simple en "U" es mostrado en la figura 21.

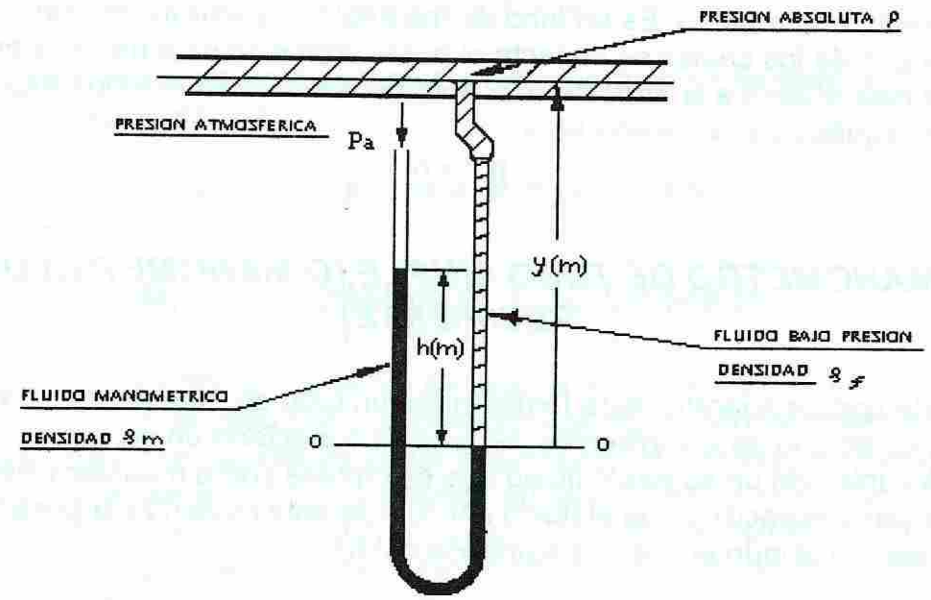


fig. 21

Referente a la figura Igualando presiones con referencia a 0-0

$p + \rho_f gy = p_a + \rho_m gh$

Medidor de presión = $p - p_a = \rho_m gh - \rho_f gh - \rho_f gy$ N / m^2 3.2

Sustituyendo la gravedad especifica en 3.2

$p - p_a = s_m \rho_w gh - s_f \rho_w gy$

donde ρw = densidad del agua

$$\therefore \quad \frac{p - p_a}{\rho_w g} = S_m h - S_f y \text{ metros de agua} \qquad 3.3$$

Donde ρ_f es muy pequeña comparada con ρ_m. como en el caso de un gas el término ρf gy puede ser despreciado.

De aquí en este caso, p . pa =ρmgh N/m2 3.4

$$\text{o} \qquad \frac{p - p_a}{\rho_w g} = S_m h \text{ metros de agua} \qquad 3.5$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Piezómetro

El piezómetro es el aparato más sencillo y más simple que se utiliza para medir presión en un punto. Es un tubo de material transparente abierto en sus dos extremos uno de los cuales se conecta al punto donde se va a medir la presión y el otro se deja abierto a la atmósfera, el fluido se elevará en el tubo hasta que alcance el equilibrio y la presión será:

$$p = \gamma h$$

MANOMETRO DE TUBO SIMPLE (O MANOMETRO DE RECIPIENTE)

Este tipo de aparatos esta formado por un tubo de materia transparente en forma de U, en uno de los extremos del tubo va conectado un recipiente que es donde va contenido un segundo fluido que se emplea como medidor y debe ser de mayor peso especifico que el fluido del cual se esta midiendo la presión y este debe de estar nivelado en los dos extremos del tubo.

Este aparato sirve para medir presión en un punto o diferencia de presión en dos puntos.

El extremo A se considera el extremo de alta presión y el B de baja presión.

El extremo de alta presión se conecta al punto de mayor presión y el de baja presión al de menor presión.

Una vez conectado el manómetro al actuar la presión del fluido hace que el fluido medidor se deslice hacia el lado derecho.

Si el fluido del cual vamos a medir la presión es un líquido esta se va a determinar por la siguiente ecuación:

Cuando la relación de áreas tiene un valor considerable la ecuación quedará expresada de la forma anterior.

Si la relación de áreas tiende a cero Δy también tenderá a cero, entonces la ecuación será:

$$p_M = z\,\gamma_B - \gamma_A$$

Si el fluido medido es un gas la ecuación se expresará de la siguiente forma:

$$0 + z\,\gamma_B + \Delta Y\,\gamma_B - \Delta Y\,\gamma_A - Y\,\gamma_A = p_M$$

Pero como el peso específico de los gases es muy pequeño entonces

$$p_M = z\,\gamma_B + \Delta Y\ \gamma_B$$

Si la relación de áreas tiene un valor considerable ΔY también lo tendrá, entonces e corrige la escala y:

$p_M = z$ En metros de fluido medidor.

Micromanómetro de tubo inclinado.

Este aparato a diferencia de los de tubo simple y de los de tubo en U tiene uno de los extremos del tubo con una determinada inclinación, el objeto de dicha inclinación es para que se puedan tomar lecturas con mayor exactitud ya que este aparato sirve para medir mínimas presiones en gases y utiliza como fluido medidor agua o fluidos más livianos que esta. Como las especificaciones de presión en gases por lo general están dadas en columnas de agua en estos aparatos las escalas están graduadas en dichas columnas.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________**No. MAT.** ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 5

CALIBRACIÓN DE UN MEDIDOR DE PRESION TIPO BOURDON.

Objetivo

Calibrar un medidor de presión tipo bourdon usando el calibrador de pesos muerto.

Equipo a utilizar

Calibrador de presión de pesos muertos, Vaso de 600mm.

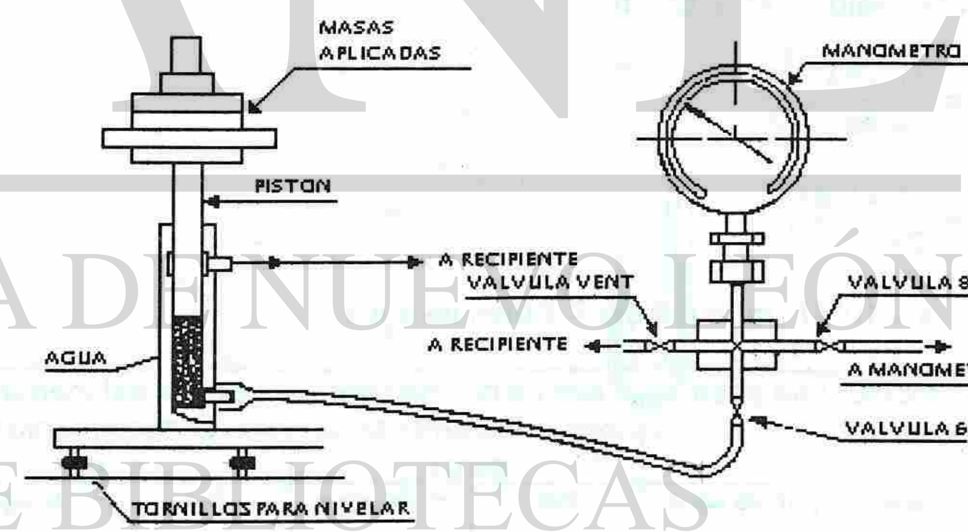


Figura 5.1

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Cierre la válvula V8 y nivele el aparato.
b) Llene con agua el cilindro del calibrador de peso muerto e inserte el pistón.
c) Abra la válvula V6. Abra la válvula de desfogue para expulsar el aire del sistema.
d) Cierre la válvula de desfogue.
e) Con el pistón únicamente en el probador tome la lectura del medidor.
f) Mantenga girando el pistón para evitar que se pegue.
g) Cargue el pistón con incrementos de medio kilogramo, y anote las lecturas del medidor cada vez que aplique una masa. Asegúrese que el pistón este girando.
h) Repita el experimento quitando masas.
i) Cuando haya terminado la prueba quite el pistón, séquelo y aplique una capa de vaselina. Drene el cilindro.
j) Procure no dejar el pistón en el cilindro cuando el equipo esté fuera de uso. Proteja el pistón cuando no se use, colocándolo en un tubo de cartón grueso o en un bloc de madera.

Resultados

Masa nominal del pistón = 0.5Kg.

Area nominal del pistón $2.45 \times 10^{-4}\ m^2$

$$\text{Presión} \quad = \frac{\text{Fuerza}}{\text{area}} \bullet \frac{mg}{A}$$

$$1\ \text{Kg masa} \quad = \frac{1 \times 9.81}{2.45\times10^{-4}}$$

$$= 4 \times 10^4\ N/m^2 = 0.4\ \text{bar} = 4.08\text{m de agua}$$

Salida del calibrador de peso muerto		lectura del medidor con el Incremento de carga		Lectura del medidor con el decremento de carga		
Masa aplicada kg.	Bar	m de agua	Bar	m de agua	Bar	m de agua
0.5						
1.0						
1.5						
2.0						
2.5						

Nota:
Las masas disponibles fueron hechas con propósitos de demostración, por lo que deben considerarse una tolerancia en la exactitud debido al proceso de fabricación. Para propósitos de calibración, las masas deben medirse y pesarse con precisión y sustituir el valor grabado en uno de sus lados por el valor correcto.

Uso del Manómetro de mercurio con agua.

Objetivo

Usar el manómetro de mercurio de tubo en "U" con agua para determinar la presión en un punto. Compare la lectura de este manómetro con la del manómetro de tubo bourdon.

Equipo a utilizar

Calibrador de peso muerto para medidores de presión
Manómetro de mercurio.

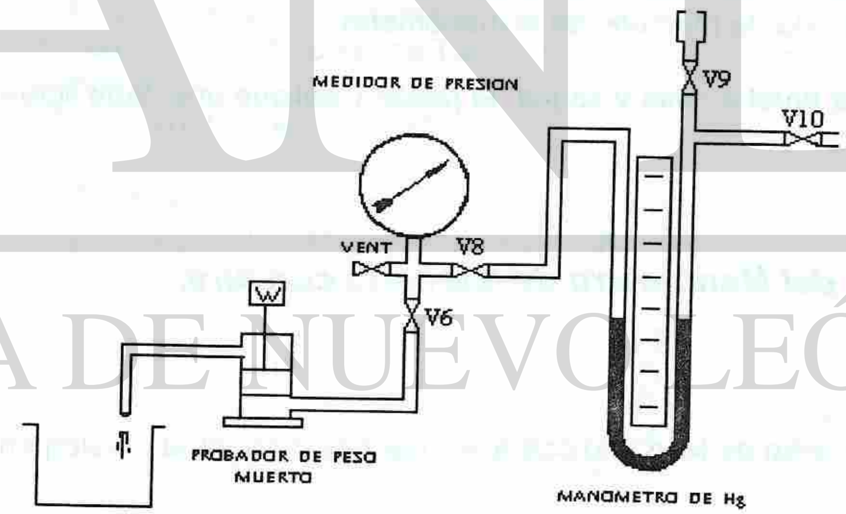


Figura 5.2

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Cierre la válvula V10 y abra la válvula V9.
b) Asegúrese que el tubo que conecta el manómetro, el manómetro de tubo Bourdon y el extremo respectivo, se llene completamente con agua. Si hay aire en el sistema desconecte el tubo y llene con agua.
c) Nivele el calibrador de pesos muertos.
d) Llene el cilindro del calibrador de pesos muertos con agua e inserte el pistón.
e) Abra la válvula V6. Abra la válvula de desfogue para expulsar el aire del sistema. Cierre la válvula de desfogue.
f) Abra la válvula V8.
g) Llene el calibrador de pesos muertos con agua, inserte el pistón y anote los niveles de cada extremo del manómetro.
h) Con el pistón únicamente en el calibrador, anote los niveles de cada extremo del manómetro. Anote las lecturas del manómetro de tubo Bourdon. Mantenga el pistón girando para evitar que se pegue.
i) Cargue el pistón con una masa de ½ kg. y anote los niveles de cada extremo del manómetro. Anote las lecturas del manómetro de tubo Bourdon.
j) Cargue el pistón únicamente con una masa de 1 kg. y anote los niveles de cada extremo del manómetro. Anote las lecturas del manómetro de Tubo Bourdon.

Nota: No utilice el calibrador con masas mayores de 1 kg. ya que esto provocaría una pérdida de mercurio en el manómetro.

k) Cuando termine la prueba quite y seque el pistón y aplique una capa ligera de vaselina.
Drene el cilindro.

Uso del Manómetro de Mercurio con aire.

Objetivo

Uso del manómetro de Mercurio con aire, para determinar la presión en un punto.

Equipo a utilizar

Bomba de aire
Manómetro de Mercurio

Procedimiento

a) Cierre la válvula V10
b) Una la bomba de aire dentro de la válvula múltiple del manómetro.
c) Opere la bomba manual y observe el cambio de nivel en el manómetro.
d) Abra la válvula y observe que el manómetro nivele a su posición original, no exceda de los máximos y mínimos niveles de los extremos del manómetro.

Uso del manómetro de Tubo "U" para determinar presión diferencial.

Objetivo

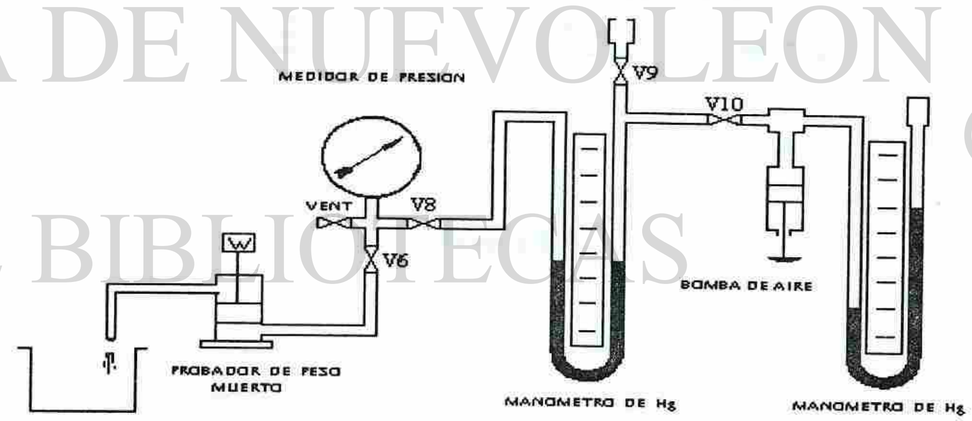
Determinar y comprobar las diferencias de presión en sistemas de agua y aire por medio del manómetro de mercurio con agua.

Equipo a utilizar

Calibrador de pesos muertos.
Manómetro de Mercurio de Tubo "U".
Bomba de aire .
Manómetro de Tubo Bourdon.

Procedimiento

a) Cierre la válvula V10. Abra la válvula V9



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

b) Asegúrese que el tubo que conecta al manómetro de tubo en "U" y al tubo Bourdon con los respectivos extremos del manómetro este completamente lleno de agua.
c) Nivele el cilindro del calibrador de pesos muertos.
d) Llene el cilindro del calibrador de pesos muertos e inserte el pistón.
e) Abra la válvula V6. Abra la válvula de desfogue para expulsar el aire del sistema. Cierre la válvula de desfogue.
f) Abra la válvula V8
g) Llene el calibrador de pesos muertos con agua, inserte el pistón, y anote los niveles en cada extremo del manómetro.
h) Cierre la válvula V8. Abra la válvula V10, conecte la bomba de aire a la válvula múltiple del manómetro.
i) Accione la bomba de aire hasta que la válvula múltiple regrese a su posición original. Anote la lectura del manómetro de tubo Bourdon y los niveles en el manómetro de tubo en "U".
j) Repita con una masa de ½ Kg. en el calibrador de pesos muertos.
k) Repita con una masa de 1 Kg., sobre el calibrador de pesos muertos.
l) Cuando termine la prueba quite y seque el pistón y aplique una capa de vaselina. Drene el cilindro.

Nota: No deje el Pistón en el cilindro, cuando no esté en uso.

NOMBRE__________________________**No. MAT.** __________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 6

PRESION SOBRE SUPERFICIES PLANAS

Objetivo

Determinar la fuerza resultante y su localización ejercida por un líquido sobre la cara rectangular de un toroide.

Equipo a utilizar

Instrumento de presión hidrostática, fig. 6.1

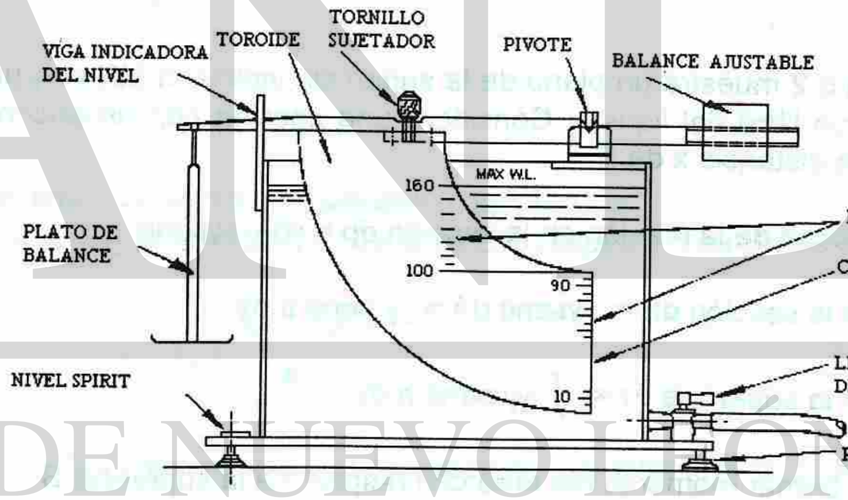


Figura 6.1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

b) Asegúrese que el tubo que conecta al manómetro de tubo en "U" y al tubo Bourdon con los respectivos extremos del manómetro este completamente lleno de agua.
c) Nivele el cilindro del calibrador de pesos muertos.
d) Llene el cilindro del calibrador de pesos muertos e inserte el pistón.
e) Abra la válvula V6. Abra la válvula de desfogue para expulsar el aire del sistema. Cierre la válvula de desfogue.
f) Abra la válvula V8
g) Llene el calibrador de pesos muertos con agua, inserte el pistón, y anote los niveles en cada extremo del manómetro.
h) Cierre la válvula V8. Abra la válvula V10, conecte la bomba de aire a la válvula múltiple del manómetro.
i) Accione la bomba de aire hasta que la válvula múltiple regrese a su posición original. Anote la lectura del manómetro de tubo Bourdon y los niveles en el manómetro de tubo en "U".
j) Repita con una masa de ½ Kg. en el calibrador de pesos muertos.
k) Repita con una masa de 1 Kg., sobre el calibrador de pesos muertos.
l) Cuando termine la prueba quite y seque el pistón y aplique una capa de vaselina. Drene el cilindro.

Nota: No deje el Pistón en el cilindro, cuando no esté en uso.

NOMBRE______________________________**No. MAT.** ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 6

PRESION SOBRE SUPERFICIES PLANAS

Objetivo

Determinar la fuerza resultante y su localización ejercida por un líquido sobre la cara rectangular de un toroide.

Equipo a utilizar

Instrumento de presión hidrostática, fig. 6.1

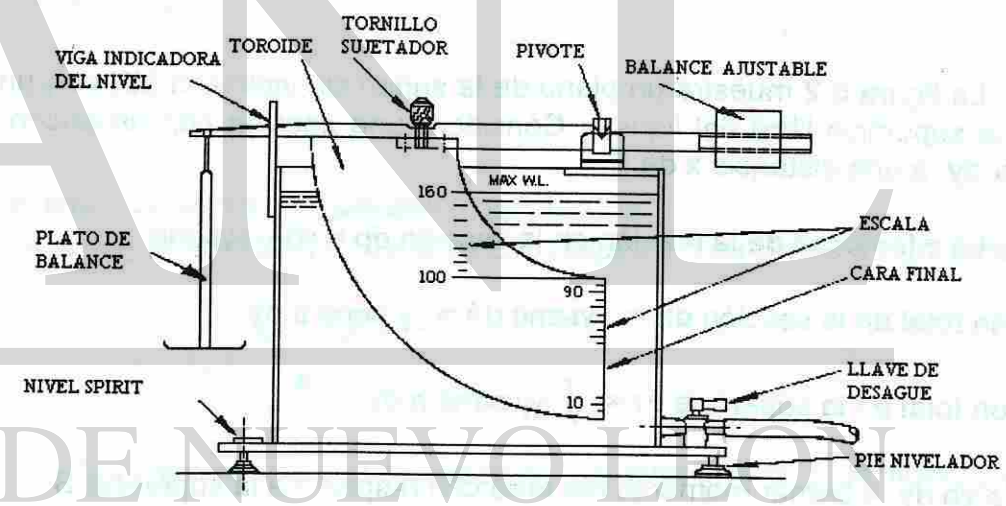


Figura 6.1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Teoría

Presión sobre una superficie sumergida en un líquido

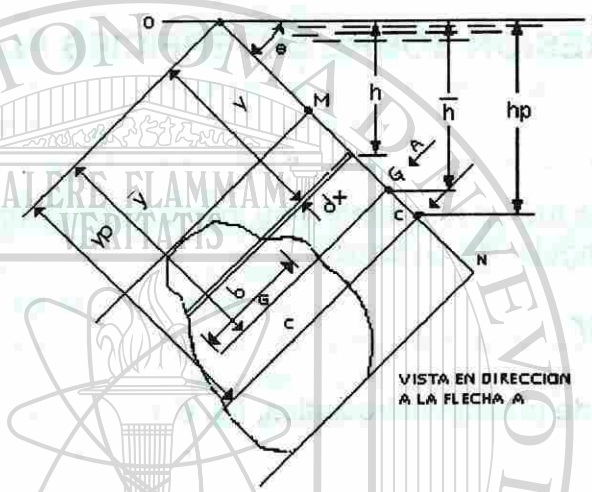


Figura 6.2

La figura 6.2 muestra un plano de la superficie inclinada MN con un ángulo θ de la superficie libre del líquido. Considere una sección con un ancho b, y un grosor dy, a una distancia x de B.

La intensidad de la presión en la sección dp = $\gamma h = \gamma y \operatorname{sen}\theta$

Presión total en la sección dF = $\gamma y \operatorname{sen}\theta \, dA = \gamma y \operatorname{sen}\theta \, b \, dy$

Presión total en la superficie Fr = $\int \gamma y \operatorname{sen}\theta \, b \, dy$

Donde yb dy = primer momento del área con respecto a la superficie B.

$$Fr = \int \gamma y \operatorname{sen}\theta \, dA = \gamma \, \bar{y} \operatorname{sen}\theta \, A$$

donde A es el área de la superficie

$$\therefore Fr = \gamma \bar{h} A \qquad 2.4$$

Debe notar que la presión total sobre una superficie plana es independiente del ángulo de inclinación del área con respecto a la superficie libre del líquido. La presión total Fr, puede tomarse como que actúa al centro de la presión, C. Para determinar la posición del centro de presión

El momento de P con respecto a B = suma de los momentos de la presión sobre la sección con respecto a B.

$$\therefore Frhp = \gamma \operatorname{sen}\theta \int y \, dA \, y$$

donde

$$Fr = \int \gamma y^2 \operatorname{sen}\theta \, b dy$$

$$hp = \frac{\gamma \operatorname{sen}\theta \int y^2 \, da}{\gamma \operatorname{sen}\theta \int y \, dA}$$

$$hp = \frac{\int y^2 \, dA}{\int y \, dA}$$

ahora $\int x^2 \, b \, dx$ = segundo momento del área con respecto a B

$$\int y^2 \, dA = I_B$$

$$\therefore hp = \frac{I_B}{A\bar{y}} \qquad 2.5$$

Usando el teorema de los ejes paralelos, $I_B = I_G + A\bar{y}^2$ donde I_G = al segundo momento del área con respecto a su centro de gravedad.

$$\therefore hp = I_G + \left[\frac{I_G + A\bar{y}^2}{A\bar{y}}\right] \qquad 2.6$$

Cuando θ = 90°, que es cuando la superficie es normal a la superficie libre del líquido, el sen θ = 1.

$$y = \bar{y} + \frac{I_G}{A\bar{y}}$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Centro de presión en una superficie plana

Para este instrumento se tiene las siguientes fórmulas:

$$Fr = \gamma \bar{h} A \qquad y$$

$$yp = \bar{y} + \frac{I_G}{A\bar{y}}$$

pueden ser aplicadas a las expresiones dadas por el momento de la fuerza hidrostática con respecto al eje de corte.

Para inmersión parcial (ver la figura 6.3)

$$\bar{h} = \frac{y}{2}$$

$$Fr = \tfrac{1}{2}\gamma y A = \tfrac{\gamma y}{2}\, by = \gamma\, \tfrac{b}{2} y^2$$

$$y_p - \bar{y} = \frac{\tfrac{1}{12} by^3}{by \cdot \frac{y}{2}} = \frac{by^3}{6by^2} = \frac{y}{6}$$

$$y_p = \frac{y}{2} + \frac{y}{6} = \frac{4y}{6} = \tfrac{2}{3} y$$

El momento M de Fr con respecto al eje de corte dado por:

$$M = Fr \cdot d$$

$$M = \gamma \frac{b}{2} y^2 \left(a + d - \frac{y}{3} \right)$$

Además $\quad M = gmL$

donde $\quad$ m = masa agregada al plato de la balanza

L = distancia desde el eje de corte hasta el eje de la varilla que sostiene el plato de la balanza.

$$mL = \frac{1}{2} by^2 \left(a + d - \frac{y}{3} \right) \qquad 2.8$$

Inmersión completa (ver figura 6.4)

$$Fr = \gamma \bar{y} by$$

$$y_p - \bar{y} = \frac{\frac{bd^3}{12}}{bdy} = \frac{d^2}{12\bar{y}}$$

$$M = \gamma \bar{y} bd \left(a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12\bar{y}} \right)$$

$$m_L = \gamma \bar{y} bd \left(a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12\bar{y}} \right) \qquad 2.9$$

Además $\bar{y} = y - \dfrac{d}{2}$

Procedimiento:

a) Coloque el toroide sobre dos clavijas y sujételo al brazo de la balanza con el tornillo central.
b) Mida las dimensiones a, b, y d, y la distancia 1 desde el eje de corte hasta la varilla del plato de la balanza.
c) Posiciones el tanque sobre la superficie de trabajo y coloque el brazo de la balanza sobre el filo
d) Con una manguera una la llave para purgar directo al drenaje. El extremo con rosca de la manguera conéctelo a V3 y el otro extremo en la abertura triangular que se encuentra en la parte superior del tanque.
e) Ajuste el peso de la balanza hasta que el brazo llegue a la posición horizontal. Esto se indica en la válvula que se encuentra junto al brazo de la balanza.
f) Abra la válvula V2. Bombee el agua del tanque 1 al otro tanque, usando la bomba manual (B9 hasta que el nivel del agua llegue al extremo inferior del toroide.
g) Coloque una masa sobre el plato de la balanza. Usando la bomba de mano (B) llene el tanque hasta que el brazo de la balanza este en posición horizontal. Anote el nivel del agua en la escala. Con el ajuste fino del nivel del agua se puede alcanzar un sobre lleno y un drenado lento, utilizando la llave para purgar.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

h) Repita el procedimiento del inciso g) para diferentes masas, usando los correspondientes niveles de agua.
i) Repita las lecturas para las masas más pequeñas.

Cálculos y gráficas

Para y < d (inmersión parcial)

Tabular $\frac{m}{y^2}$ y graficar $\frac{m}{y^2}$ contra y

de la ecn. 2.8 $\frac{m}{y^2} = \frac{\rho b}{2L}\left(a + d - \frac{y}{3}\right)$

La pendiente de la gráfica deberá ser $-\frac{\rho b}{6L}$

y el punto de intersección será $\frac{\rho b(a+d)}{2L}$

Para y > d (inmersión total)

tabular $\bar{y} = y - \frac{d}{2}, \frac{m}{\bar{y}}$ y $\frac{L}{\bar{y}}$

Grafique $\frac{m}{\bar{y}}$ contra $\frac{L}{\bar{y}}$

De la ecn. 2.9 la pendiente de la gráfica deberá ser $\frac{\rho b d^3}{12L}$

y el punto de intersección será $\frac{\rho b d}{L}\left(a + \frac{d}{2}\right)$

Conclusiones

Explique las razón de las discrepancias, si existen, entre las mediciones y los valores obtenidos con las expresiones anteriores para los parámetros gráficos.

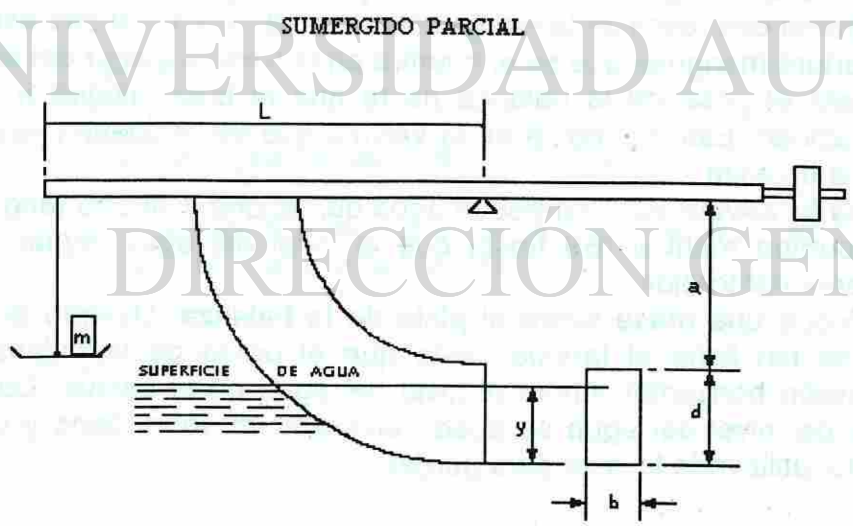


Figura 6.3

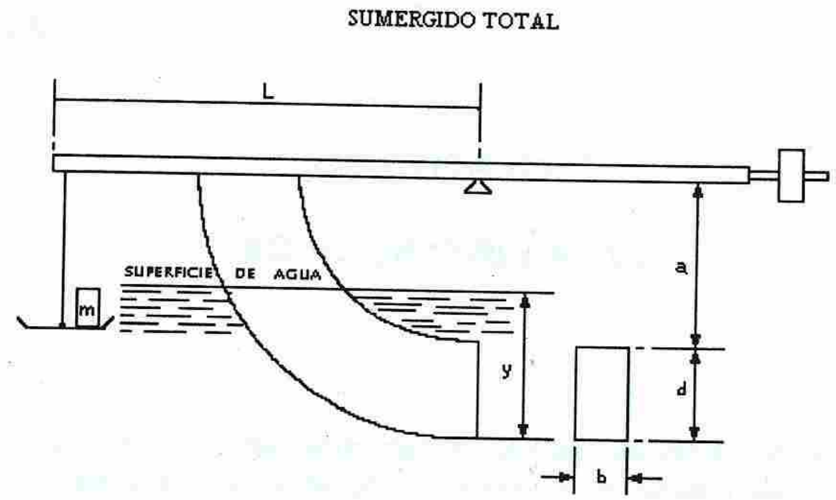


Figura 6.4

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE ______________________ **No. MAT** __________

BRIGADA __________

PRACTICA No. 7

EQUILIBRIO RELATIVO

Objetivo

Observar el comportamiento de los líquidos cuando el recipiente que los contiene se acelera alrededor de un eje central, y comprobar que la superficie libre no es horizontal, sino un paraboloide de revolución.

Equipo a utiliuzar

Banco de pruebas
Cronómetro

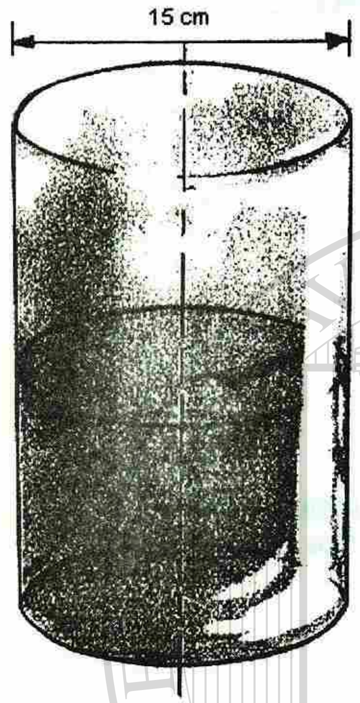
Teoría

Cuando en los fluidos en movimiento no hay desplazamiento realtivo en una capa con respecto a la adyacente, la tensión de cortadura también es nula en todo el fluido, o sea que en un fluido con traslación a velocidad constante la presión varía siguiendo las leyes de la estática.

Por lo tanto cuando se acelera un fluido de tal manera que no hay movimiento en una capa con respecto a la adyacente, o sea que se comporta como un sólido se dice que dicho fluido esta en equilibrio relativo.

Cuando un líquido encerrado en un depósito gira alrededor de un eje vertical a velocidad angular constante, después de un intervalo determinado de tiempo se mueve como un sólido y la única aceleración existente tiene dirección radial y sentido hacia el eje de rotación.

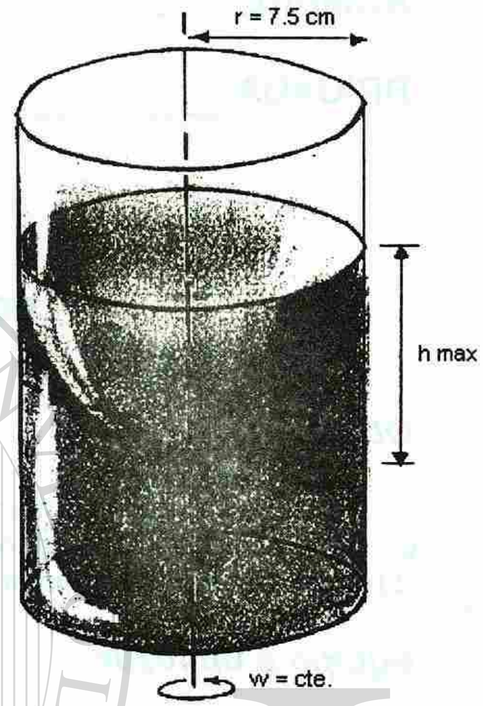
UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



$$\Sigma F_r = m a_r$$

$$pdA - \left(p + \frac{dp}{dr}dr\right)dA = m a_r$$

$$pdA - pdA - \frac{dp}{dr}dAdr = m a_r$$



$$m = \frac{W}{g}$$

$$W = \gamma \forall$$

$$W = \gamma drdA$$

$$a_r = \left(-w^2 r\right)$$

Sustituyendo:

$$pdA \ - pdA \ - \frac{dp}{dr}drdA = \frac{\gamma drdA}{g}\left(-w^2 r\right)$$

$$-\frac{dp}{dr}drdA = -\frac{\gamma drdA w^2 r}{g}$$

$$-\frac{dp}{dr} = -\frac{\gamma w^2 r}{g}$$

Integrando:

$$p = \frac{\gamma w^2 r^2}{2g} + C$$

Si tomamos un punto de representación para medir la presión en el eje de giro.

$$p_o = \frac{\gamma w^2 r_o^2}{2g} + C \qquad r_o = 0$$

Entonces:

$$p_o = C$$

Por lo tanto la presión en otro punto con un valor de:

$$p = \frac{\gamma w^2 r^2}{2g} + C$$

Como:

$$p_o = C$$

$$p = \frac{\gamma w^2 r^2}{2g} + p_o \qquad\qquad p = p_o + \frac{\gamma w^2 r^2}{2g}$$

Dividiendo entre γ toda la ecuación:

$$\frac{p}{\gamma} = \frac{p_o}{\gamma} + \frac{\gamma w^2 r^2}{\gamma 2g} \qquad h = h_o + \frac{w^2 r^2}{2g} \qquad h_0 = 0$$

$$h_{max} = \frac{w^2 r_{max}^2}{2g}$$

Representa la altura máxima de la parabola desde el vértice hasta el punto donde se pierde con las paredes del recipiente que contiene el fluido.

Procedimiento

En un recipiente de 15 cm. De diámetro se coloca agua coloreada hasta cierto nivel, se hace girar el recipiente sobre un eje central a la velocidad angular constante y se observará la parabola en la que se transforma la superficie libre antes horizontal (reposo).

Con un tacómetro se mide las revoluciones por minuto a las que gira el recipiente y se mide la altura máxima de la parábola utilizando la mica graduada.

Obtener la altura real de dicha parábola y se compara con la teórica de la ecuación deducida anteriormente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Observaciones

r_{max} (cm)	N (rpm)	$w\left(\frac{rad}{seg}\right)$	h_{max} Teórica	h_{max} Real

NOMBRE___________________________**No. MAT.** _____________

BRIGADA________

PRACTICA No. 8

DEMOSTRACION DEL TEOREMA DE BERNOULLI.

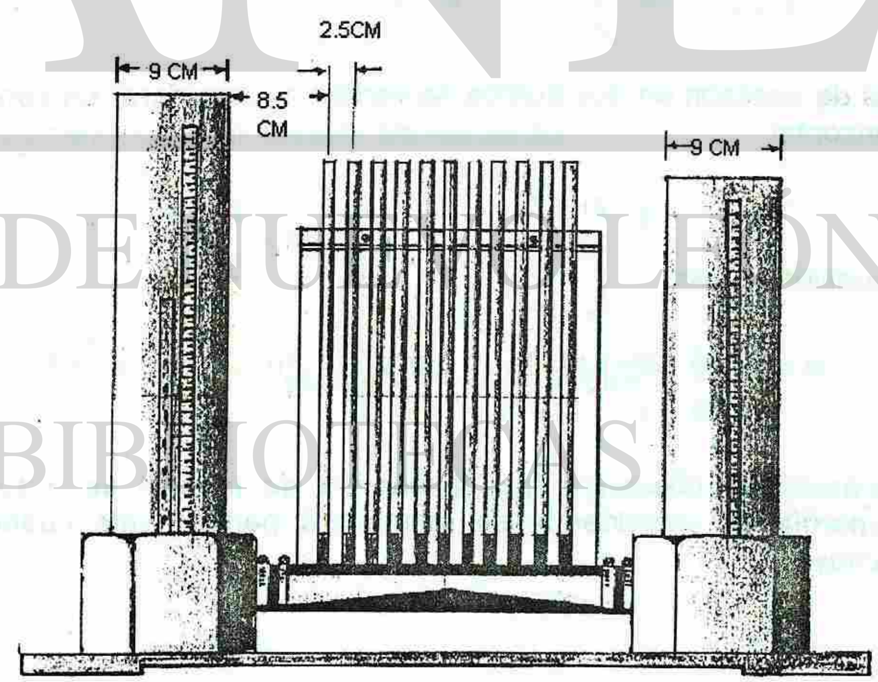
Objetivo

Demostrar la relación que existe entre las cargas de presión, velocidad y posición al estar circulando un fluido a través de un conducto de sección variable.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Aparato para la demostración del teorema de Bernoulli.

Aparato para la demostración del teorema de Bernoulli



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Observaciones

r_{max} (cm)	N (rpm)	$w \left(\frac{rad}{seg}\right)$	h_{max} Teórica	h_{max} Real

NOMBRE____________________________No. MAT. ____________

BRIGADA________

PRACTICA No. 8

DEMOSTRACION DEL TEOREMA DE BERNOULLI.

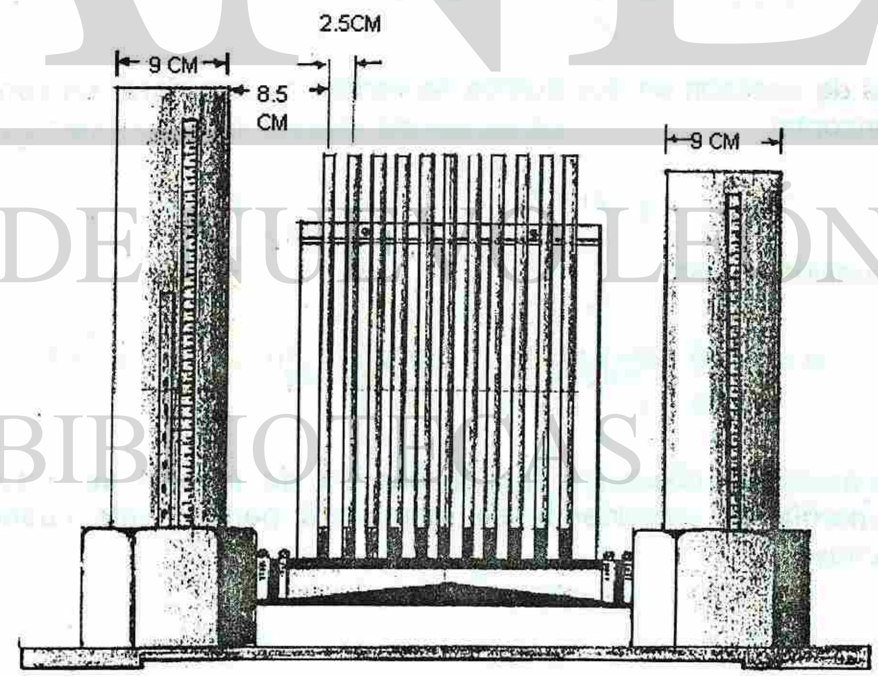
Objetivo

Demostrar la relación que existe entre las cargas de presión, velocidad y posición al estar circulando un fluido a través de un conducto de sección variable.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Aparato para la demostración del teorema de Bernoulli.

Aparato para la demostración del teorema de Bernoulli



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ALERE FLAMMAM VERITATIS

Descripción del aparato

El aparato consta de un conducto convergente-divergente equipado con tubos piezométricos colocados a lo largo del conducto, separados entre si 2.5 cm. uno del otro. El conducto rectangular esta formado de secciones de plásticos unidas entre si, el tablero del frente es transparente.

En cada uno de los extremos del conducto hay un tanque de plástico transparente con base de metal, los cuales tienen una escala vertical para medir la carga de agua sobre la línea del centro del conducto.

El tanque de entrada tiene una conexión para la manguera de la bomba y un tubo interior perforado para minimizar la turbulencia. El tanque de la salida tiene una válvula reguladora de descarga.

Teoria

La ecuación de Bernoulli establece que la suma de las energías (cargas) de presión, velocidad y posición, deben permanecer constantes a lo largo de una línea de corriente en cualquier sección del conducto con fluido en movimiento.

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2=\text{cte.}$$

La carga de posición en dos puntos no variara al considerar un conducto en posición horizontal.

$$z_1 = z_2$$

Entonces la ecuación queda:

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2=\text{cte.}$$

En la práctica se observará que la energía de presión se reduce al aumentar la energía de velocidad y se recuperará parcialmente cuando la velocidad disminuye.

La velocidad del fluido en una determinada sección del conducto es:

$$V = Q / A$$

En donde:

Q.- Representa el gasto.
A.- Representa el área de una sección transversal del conducto, si el gasto no varia, entonces:

$$V = C_o / A \qquad C_o = \text{cte.}$$

El área es igual a largo por ancho, $A = L \times b$
En donde b = cte. el conducto esta formado entre dos placas paralelas.

$$V = C_o / (L \times b) \qquad V = C_1 / L \qquad C_1 = C_o / b$$

Los lados convergentes del conducto son rectos, "L" varia inversamente con "x", donde "x" es la distancia desde la entrada del canal por lo tanto:

$$L \,\alpha\, \frac{1}{x} \qquad L = \frac{C_2}{x} \qquad V = \frac{C_1}{\frac{C_2}{x}}$$

$$V = C'\,x \qquad C' = \frac{C_1}{C_2} \qquad V \,\alpha\, x$$

Entonces para cualquier sección del conducto.

$$\frac{v^2}{2g}+\frac{p}{\gamma}=\text{cte.} \qquad \frac{p}{\gamma}=\text{cte.}-\frac{v^2}{2g}$$

Donde $\frac{p}{\gamma}$ es una función del cuadrado de la velocidad y por lo tanto de x^2

$$\frac{P}{\gamma}=\text{cte.}-\frac{x^2}{2g}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para comprobar que $\frac{p}{\gamma}$ varia con el cuadrado de la velocidad.

$$h \,\alpha\, V^2$$
$$V \,\alpha\, x$$
$$h \,\alpha\, x^2$$
$$h = Kx^2$$
$$h = Kx^n$$
$$\ln h = \ln Kx^n$$
$$\ln h = \ln x^n + \ln K$$
$$\ln h = n \ln x + \ln K$$

Debido a la fricción, existe una perdida de carga entre dos puntos de un conducto cualesquiera de la ecuación de Bernoulli.

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + hf_{1-2}$$

Donde hf_{1-2} es la perdida de carga debido a la fricción como $z_1 = z_2$ y las lecturas se toman entre la entrada y la salida del canal donde las áreas son iguales:

$$v_1 = v_2$$
$$p_1 - p_2 = hf$$

El grado de recuperación de presión "R" será:

$$R = \frac{h_s - h_g}{h_e - h_g} \times 100\%$$

h_s .- Carga de presión en salida
h_g .- Carga de presión en la garganta
h_e .- Carga de presión en la entrada.

Procedimiento

a) Cierre la válvula principal y arranque la bomba.
b) Regule el gasto para llenar el tanque de entrada y mantener un nivel estable, (cuidando que no de derrame) el flujo a través del conducto

deberá ser rápido, de tal forma que la presión en la, garganta sea lo mas bajo posible de manera que muestre una lectura en el tubo piezométrico
c) Ajuste la válvula de control y la válvula de salida hasta que haya una amplia diferencia de, presión entre la entrada y la garganta del conducto con el nivel de visible en todos los tubos piezométricos.
d) Revise cuidadosamente que los niveles estén estáticos y no sujetos a oscilaciones.
e) Haga sus lecturas.
f) Cierre la válvula principal y pare la bomba.

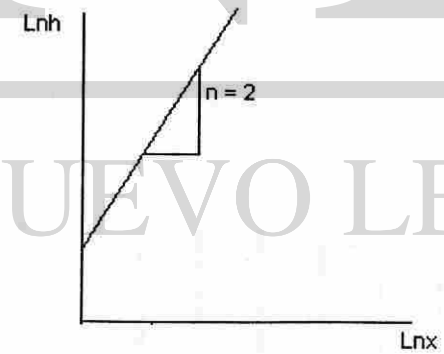
Datos a obtener

Lecturas en los tubos piezométricos, niveles en los tanques de alimentación y de salida.

Interpretación de los resultados

Trace una gráfica de $\frac{p}{\gamma}$ contra "x" e interprétela

Trazar una gráfica ln h contra ln x para comprobar que h es directamente proporcional a x^2 o sea que n = 2.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
1020125032

Observaciones

X	p/γ	X	$H = K - p/\gamma$	Lnh	Lnx

NOMBRE_____________________________No. MAT. ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 9

GASTO A TRAVÉS DE UN ORIFICIO

Objetivo

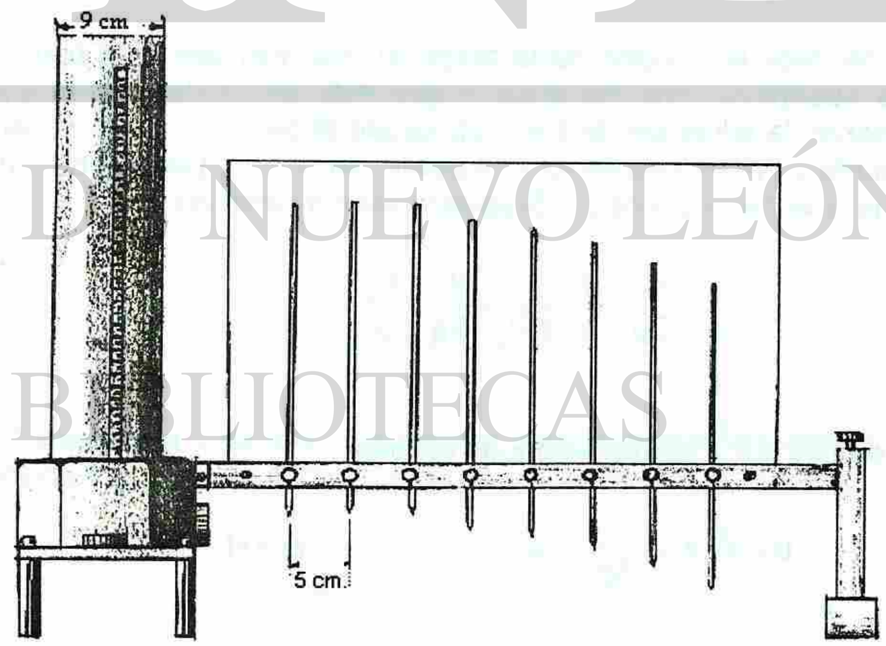
Determinar prácticamente el gasto y la forma de la descarga a través de un orificio con diferentes cargas.

Equipo a utilizar.

Banco de pruebas

Tanque con orificio

Orificios de 5 mm. y 8 mm. de diámetro.
Cronómetro y Escala.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Descripción del equipo

El aparato tiene una base con cuatro resortes de acero inoxidable y un tanque cilíndrico de plástico transparente con una altura total de 50 cm. una escala de dos posiciones esta montada en el tanque para medir la altura de la superficie del agua sobre el orificio. Hay dos formas de montar las placas con orificio en el tanque, una para descarga horizontal y otra para descarga vertical.

El orificio que no se use debe ser cerrado con un tapón ciego suministrado para este propósito, el aparato tiene orificios de 8 mm. y de 5 mm. de diámetro. El agua es suministrada al tanque através de la bomba por medio de la descarga de la bomba y es distribuida dentro del tanque por un tubo vertical perforado. Esto evita la turbulencia y permite mantener el nivel de la superficie del agua.

El aparato para medir el perfil de la trayectoria es usado con el orificio de descarga horizontal. El aparato consta de una barra de latón con ocho orificios separados 5 cm. uno del otro, en los cuales van insertadas unas agujas de acero inoxidable de 24 cm. de largo que pueden ser mantenidas en determinada posición por tornillos opresores para marcar el perfil de la trayectoria de descarga del agua.

Teoría

El orificio de aforo se utiliza para medir el gasto que sale de un recipiente. el orificio puede hacerse en la pared o en el fondo. Es una abertura generalmente redonda a través de la cual fluye el líquido.

El gasto se mide en función de la carga (H) que hay desde el centro del orificio hasta la superficie libre. Se supone que esta altura debe permanecer constante. Aplicando la ecuación de Bernoulli desde el punto 1, en la superficie libre, hasta el punto 2, inmediatamente a la salida del chorro a través del orificio tomando como referencia el punto 2 y despreciando las perdidas.

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2$$

Analizando los puntos 1,2 y sustituyendo los valores

$$0+0+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+0+0 \qquad z_1=H$$

O Sea:

$$\therefore V_2=\sqrt{2gH}$$

Esta es la velocidad teórica ya que las pérdidas se han despreciado . La relación entre la velocidad real (V_r) y la velocidad teórica (V_t) es denominada coeficiente de velocidad (C_v) que es:

$$C_v = V_r / V_t$$

De Donde:

$$V_r = C_v\sqrt{2gH}$$

La velocidad real en la práctica se va a determinar midiendo, con cada una de las agujas que tiene el tablero, la trayectoria horizontal y vertical del chorro.

De la trayectoria horizontal

$$x = V_r t \qquad t=\frac{x}{V_r}$$

De la trayectoria vertical.

$$y=\frac{1}{2}gt^2$$

Sustituyendo t

$$y=\frac{1}{2}g\frac{x^2}{V_r^2}$$

Despejando Vr

$$V_r^2=g\frac{x^2}{2y}$$

$$V_r=x\sqrt{\frac{g}{2y}}$$

Teniendo la velocidad teórica y la velocidad real determinar el coeficiente de velocidad.

$$C_v=\frac{V_r}{V_t}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El gasto que teóricamente pasa a través del orificio es:

$$Q_t = A_o V_t$$

$$Q_t = A_0 \sqrt{2gH}$$

El gasto real que pasa por el orificio será el producto de la velocidad real por el área del chorro.

Debido a la contracción del chorro cuando deje el orificio (vena contracta) el área real de la descarga (A_{ch}) es menor que el área que tiene el orificio (A_o).

$$A_{ch} = A_o C_c$$

De donde Cc es el coeficiente de contracción:

$$C_c = \frac{A_{ch}}{A_0}$$

Entonces:

$$Q_r = A_{ch} C_v \sqrt{2gH}$$

$$Q_r = C_c C_v A_0 \sqrt{2gH}$$

Donde:

$$C_d = C_c C_v$$

$$Q_r = C_d A_0 \sqrt{2gH}$$

$$Q_r = C_d Q_t$$

El gasto real se determina directamente en la práctica tomando el tiempo que tarda en llenarse un determinado volumen.

$$Q_r = \frac{\forall}{t}$$

Cd Coeficiente de descarga

$$C_d = \frac{Q_r}{Q_t}$$

En la practica se puede determinar el coeficiente de velocidad (Cv) teniendo la velocidad real y la velocidad teórica.

$$C_v = \frac{V_r}{V_t}$$

Y también se puede determinar el coeficiente de descarga (C_d) teniendo el gasto real y el gasto teórico.
Teniendo C_d y C_v determinado C_c.

$$C_c = \frac{C_d}{C_v}$$

Y así podemos obtener el área del chorro:

$$A_{ch} = A_o C_c$$

Procedimiento

a) Coloque el orificio de 5 mm en el lado de la base del tanque y cierre con el tapón ciego el agujero de la base. Cierre la válvula de control del tablero del frente y arranque la bomba.
b) Regule el gasto, por medio de la válvula de control para mantener el nivel a su máxima altura debe asegurarse que el nivel no este sujeto a oscilaciones.
c) Cuándo el nivel se mantenga estable mida el nivel del agua en el tanque tomando como referencia el centro del orificio y el tiempo requerido para llenar un volumen (5lts).
d) Coloque las agujas del medidor de perfil siguiendo el chorro de descarga y sujételas.
e) Mida la distancia horizontal desde el orificio hasta la aguja mas baja entonces mida la distancia vertical desde el centro del orificio hasta la punta de la misma aguja. Estas son las coordenadas horizontal y vertical de la punta de la aguja relativa al orificio. Anote las lecturas.
f) Repita las observaciones para diferentes niveles espaciados uniformemente
g) Al terminar la prueba cierre la válvula de alimentación y pare la bomba.
h) Cambie el orificio de 5 mm. de diámetro por el de 8 mm. y repita las observaciones.
i) Pare la bomba y permita que el aparato drene al recipiente principal.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Datos a obtener

a) Lecturas del nivel del recipiente (H)
b) Lecturas de la trayectoria horizontal (X)
c) Lecturas de la trayectoria vertical (Y)
d) Tomar tiempo de llenado de un volumen para determinar el gasto.
Interpretación de los resultados.

Determine los coeficientes de descarga, velocidad, contracción y calibre del chorro (A_o) para cada grupo de resultados obtenidos.

	H	X	Y	V_t	Q_t	V_r	t	$\forall$	Q_r	C_v	C_d	C_c	A_{ch}
1													
2													
3													
4													
5													

NOMBRE______________________________ **No. MAT.** __________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 10

TIEMPO TEORICO DE VACIADO

Objetivo

Comprobar prácticamente que el tiempo de vaciado a partir de una carga inicial dada.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas
Tanque con orificio
Descripción del aparato: lo descrito en la parte 1
Cronómetro.

Teoría

Considere un diferencial de tiempo (dt) en segundos, el nivel del agua bajará (dh) metros. El volumen que baja en el tanque es igual que el volumen de flujo que sale a través del orificio.

La velocidad con la que sale el agua es:

$$V = \sqrt{2gh}$$

El volumen que baja en el tanque es:

$$\forall = A_r dh$$

El volumen que sale a través del orificio es:

$$\forall = Q\,dt$$

Entonces:

$$A_r dh = Q\,dt$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Donde:

A_r es el área del tanque
A_0 es el área del orificio

El gasto que sale a través del orificio es:

$$Q_t = A_0 V_t t$$

$$Q_t = A_0\sqrt{2gh}$$

$$A_r dh = A_0\sqrt{2gh}dt$$

$$dt = \frac{A_r dh}{A_0\sqrt{2gh}}$$

$$t = \int_0^H \frac{A_r h^{-1/2} dh}{A_0\sqrt{2g}}$$

Integrando:

$$t = \left.\frac{2A_r h^{1/2}}{A_0\sqrt{2g}}\right|_0^H$$

$$t = \frac{2A_r h^{1/2}}{A_0\sqrt{2g}}$$

Midiendo la carga en el tanque y teniendo el área en el recipiente y el área del orificio, determinamos el tiempo teórico de descarga.

Procedimiento

a) Coloque el orificio de 5 mm. en la base del tanque y la escala en la posición inferior.
b) Cierre la válvula de control en el tablero y arranque la bomba.
c) Regule el gasto por medio de la válvula de control para dar su máximo.

d) Cuando esto ha sido efectuado, detenga el flujo parando la bomba y cerrando rápidamente la válvula para evitar que el agua regrese al tanque principal. Simultáneamente ponga a funcionar el cronometro y mida el tiempo necesario para que el tanque se vacíe completamente a través del orificio.
e) Apunte el tiempo y el nivel inicial del agua en la hoja de pruebas.
f) Repita las observaciones para niveles menores esparcidos igualmente desde el nivel máximo a cero.
g) Cierre la válvula de control y pare la bomba.
h) Cambie el orificio por el de 8 mm. de diámetro y repita las observaciones para los mismos niveles.
i) Pare la bomba y deje que el aparato drene completamente al recipiente principal.

Datos a obtener

a) Determine el tiempo teórico.
b) Lectura del nivel del recipiente (H)
c) Medición del tiempo real (t).
d) Interpretación de los resultados.
e) Compare el tiempo teórico con el tiempo real.

Observaciones

D	H	t_t	t_r
5mm			
5mm			
5mm			
8mm			
8mm			
8mm			

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE________________________________**No. MAT.** ______________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 11

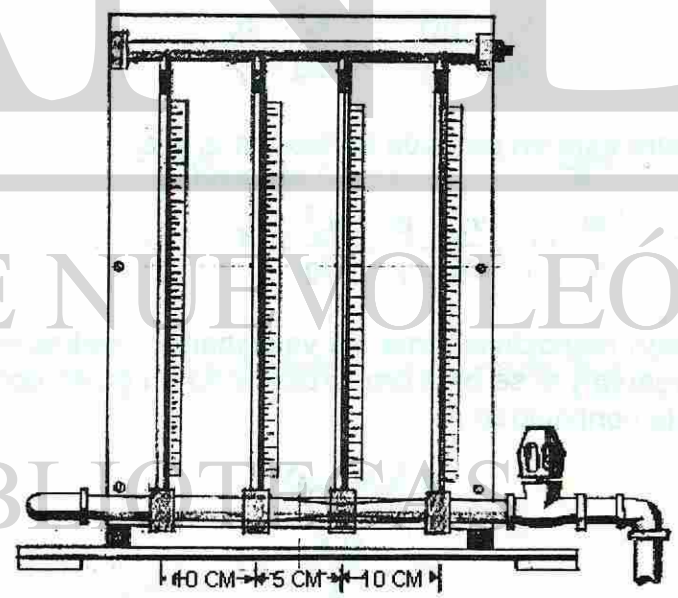
GASTOS EN VENTURIMETRO

Objetivo

Determinar el gasto a traves de un venturímetro.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Aparato con el venturímetro.
Cronómetro.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Descripción del aparato

Consiste en un conducto principal que esta formado por tres secciones de plástico rígido transparente unidos entre si, una sección convergente seguida de una porción de garganta de diámetro constante y después una sección gradualmente divergente.

El conjunto esta soportado por cuatro block de plástico, a la entrada se une el tubo de alimentación y a la salida una válvula de control de salida del gasto, esta válvula tiene una vástago de rosca fina que permite un buen control de presión y gasto.

En cada cambio de sección hay tomas de presión para la conexión de los tubos piezométricos, los extremos superiores de dichos tubos común, el cual puede ser presurizado. Esto permite comparar altas presiones que de otra manera se saldrían de la escala.

Teoría

El venturímetro es un aparato usado para mediciones de gasto, y se coloca en una tubería, causando poca reducción en la presión, aplicando la ecuación de Bernoulli; entre la entrada del agua al venturímetro y la garganta del venturímetro.

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2$$

El venturímetro esta en posición horizontal $z_1 = z_2$

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}$$

Si V1 y V2 son respectivamente las velocidades medias en la sección de entrada y en la garganta y si se esta proporcionando un gasto constante.
De la ecuación de la continuidad.

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$V_1=\frac{V_2 A_2}{A_1}$$

$$\frac{p_1}{\gamma}-\frac{p_2}{\gamma}=\frac{v_2^2}{2g}-\frac{v_1^2}{2g}$$

$$\frac{p_1}{\gamma}-\frac{p_2}{\gamma}=\frac{v_2^2}{2g}-\frac{v_1^1}{2g}\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2=\frac{v_2^2}{2g}\left[1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]$$

$$\frac{p_1}{\gamma}-\frac{p_2}{\gamma}=\frac{v_2^2}{2g}-\left[1-\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right]$$

Donde H es la diferencia teórica de cargas de presión entre la entrada y la garganta.

$$v_2=\sqrt{\frac{2gH}{\left[1-\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right]}}$$

$$Q_t=A_2\sqrt{\frac{2gH}{\left[1-\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right]}}$$

como $C_d = \frac{Q_R}{Q_t}$

Entonces $Q_R = C_d\, A_2\sqrt{\frac{2gH}{\left[1-\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right]}}$

Ya que A_2, g_1, $\frac{d_2}{d_1}$ y C_d son constantes. La expresión queda.

$$Q_R = K\sqrt{H}$$

Donde : $K = C_d\, A_2\sqrt{\frac{2g}{\left[1-\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4\right]}}$ $\qquad Q_R \propto H^{1/2}$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ALERE FLAMMAM VERITATIS

Donde : $K = C_d A_2 \sqrt{\dfrac{2g}{\left[1-\left(\dfrac{d_2}{d_1}\right)^4\right]}}$ $\qquad Q_R \propto H^{1/2}$

El gasto probable a través de un venturímetro esta relacionado con la diferencia de cargas de presión H, entre la base y la garganta por la expresión.

$$Q=KH^n$$

Donde :

- Q = el gasto en mts.
- H = es la diferencia de cargas en mts.
- K = es constante..

Entonces el gasto es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la diferencia de cargas de presión entre la base y la garganta del venturímetro. Recuperación de la presión.

Puede ser observado que a la presión a la salida del venturimetro es ligeramente menor que la presión en la entrada, indicando que un alto grado de recuperación ocurre en la parte divergente. Esta recuperación puede ser expresada como:

$$R = \frac{\hbar_s - \hbar_g}{\hbar_0 - \hbar_g} x100$$

$\hbar_s$ CARGA DE SALIDA
$\hbar_0$ CARGA DE ENTRADA
$\hbar_g$ CARGA EN LA GARGANTA

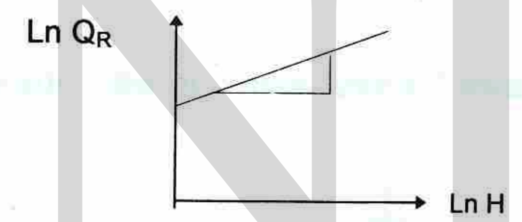
Procedimiento

a) Coloque el aparato en la superficie del trabajo, conecte la manguera de abastecimiento a la entrada y abra la válvula de salida completamente.
b) Cierre la válvula principal del tablero y arranque la bomba.
c) Cierre la válvula de salida alrededor de tres vueltas desde la posición completamente abierta .
d) Regule el gasto para producir la máxima diferencia posible en los piezómetros 2 y 3 (de la base y garganta, respectivamente).
e) Tenga cuidado de evitar un gasto tal que el nivel del piezómetro suba hasta la cámara de presión.

f) Permita un gasto estable a través del circuito completo. Mida el gasto, el nivel de cada tubo piezométrico.
g) Anote los resultados en la hoja de pruebas.
h) Regule cuidadosamente el gasto así que la diferencia entre la presión en la entrada y la presión en la garganta se reduzca alrededor de diez pasos uniformes. Observe el gasto y todas las presiones para cada paso.
i) Anote los datos en la hoja de pruebas.

Datos a obtener

a) El gasto, el nivel de cada tubo piezométrico.
b) Interpretación de resultados.
c) Dibuje una gráfica de Ln Q_R contra Ln H.
d) Producir una línea recta con n. como pendiente y Ln K como la intersección.



Calcule el porcentaje para cada grupo de resultados y dibuje una gráfica de R contra Q entonces se puede comparar la variación de R para diferentes presiones en la tubería.

Observaciones

	h_1	h_2	h_3	H	t	¥	Q_t	Q_R	C_d	Ln H	Ln Q_R	%R
1												
2												
3												
4												
5												

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________**No. MAT.** ____________

BRIGADA_________

PRACTICA No. 12
DESCARGA SOBRE VERTEDOR RECTANGULAR

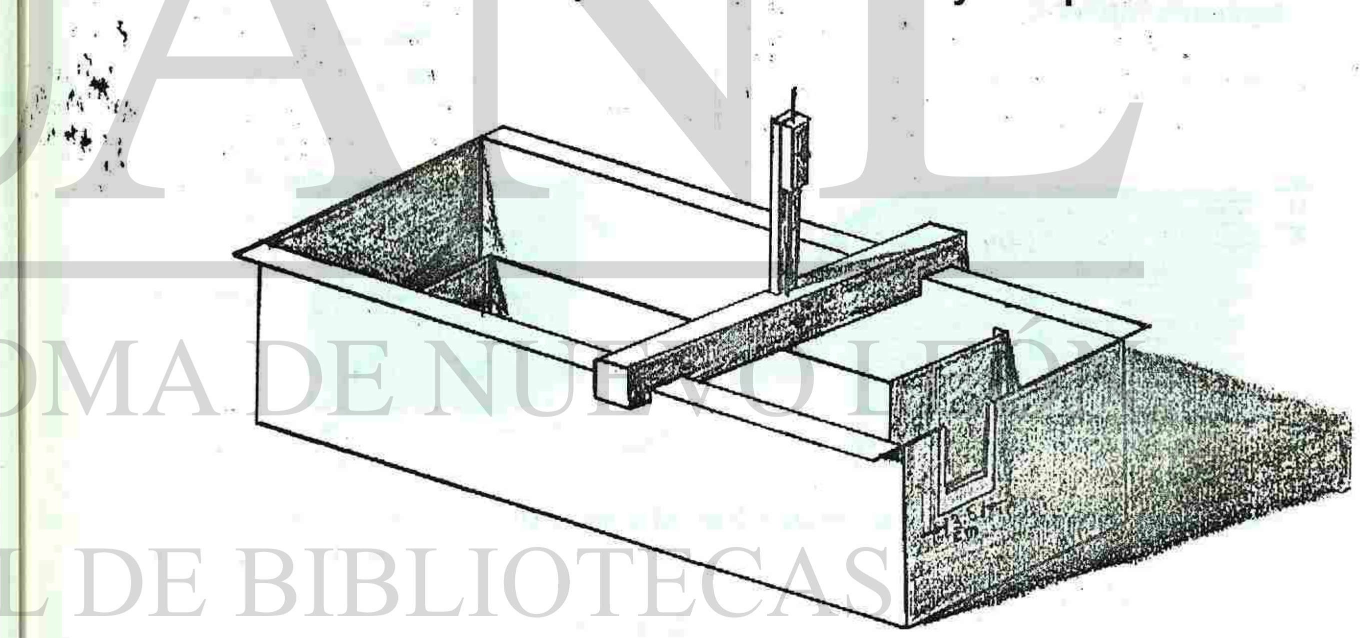
Objetivo

Determinar el gasto con un Vertedor Rectangular en un canal abierto.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Vertedor y tanque.
Cronómetro.

Banco de pruebas vertedores y tanques.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Descripción del aparato

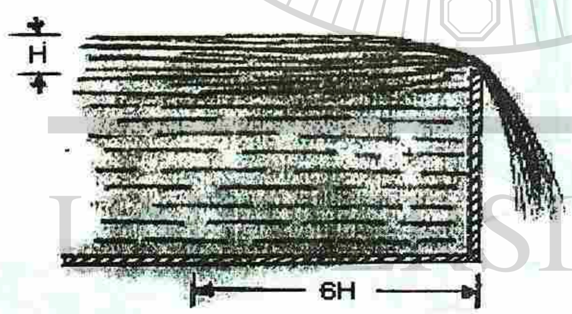
El tanque es de acero inoxidable,(este está haciendo las veces de un canal abierto) esta dividido a todo lo largo y transversalmente por un conjunto de laminas de acero inoxidable para formar un espacio donde disminuir la turbulencia de la alimentación. En uno de los extremos de el tanque existe una abertura rectangular en la que se montan las placas con los vertedores. En esta practica se utilizará el vertedor rectangular .

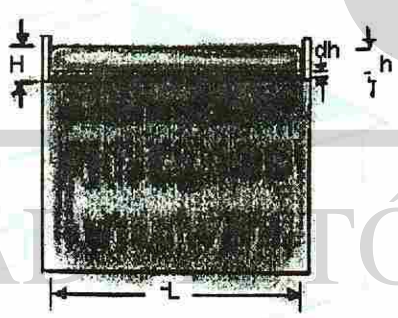
Se tiene un medidor de tipo gancho con vernier para efectuar la medición de la altura de la superficie del agua a una exactitud de milímetro. El medidor esta montado sobre los bordes del tanque. La alimentación de agua es suministrada por la manguera que viene de la bomba al compartimiento de alimentación.

Vertedor Rectangular

Teoría

El vertedor rectangular sirve para medir el gasto de un canal abierto, consiste en una obstrucción en el canal que obliga al líquido a estancarse detrás y a verter por encima de el. Midiendo la altura de la superficie del agua por encima del mismo, se puede determinar el gasto con una fórmula obtenida de la siguiente manera:





Aplicando la ecuación de Bernoulli entre (1) y (2).

$$\cancel{\frac{v_1^2}{2g}} + \cancel{\frac{p_1}{\gamma}} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \cancel{\frac{p_2}{\gamma}} + z_2 \cancel{+ Perd_{1-2}} \qquad z_1 = H$$

Considerando la carga de velocidad en (1) despreciable.

Despejando v_2

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

El gasto teórico.

$$Q_t = \int_0^H vdA = \int_0^H v\,Ldh = \sqrt{2g}\,L \int_0^H h^{1/2}\,dh$$

$$Q_t = \frac{2}{3}L\sqrt{2g}\;\; H^{3/2}$$

Donde

L= anchura del vertedero.

La contracción y las pérdidas hacen que el gasto real sea un 60% del teórico, es decir :

$Q = 1.84\ LH^{3/2}$

Q - m^3/seg

L - mts

H -mts.

Donde C_d es el coeficiente de descarga

$$C_d = Q_R/Q_t$$

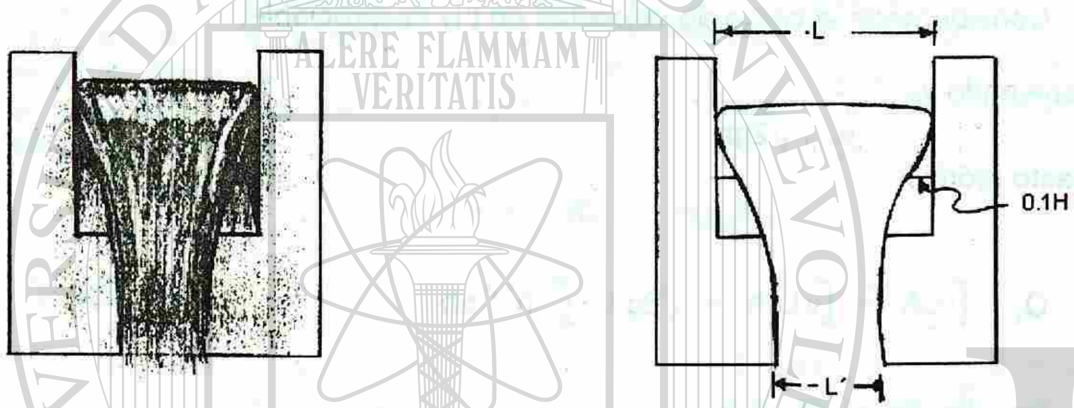
El vertedor rectangular esta también sujeto a restricciones causadas por la contracción de la corriente.

$$Q_R = C_d \times Q_t$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuando existen contracciones laterales, es necesario introducir una corrección empírica que se hace restando 0.1H al valor de L por cada contracción lateral que exista.

$$L' = L - 0.2H$$



Entonces:

$$Q_R = C_d \frac{2}{3} \sqrt{2g}\ L'\ H^{3/2}$$

Donde :

L'= es el ancho del vertedor tomando en cuenta las contracciones laterales.

El gasto probable de un vertedor rectangular esta dado por la expresión $Q_R = KH^n$ donde Q es el gasto y H es la carga sobre la cresta.

$$K = C_d \frac{2}{3} L \sqrt{2g}$$

Procedimiento

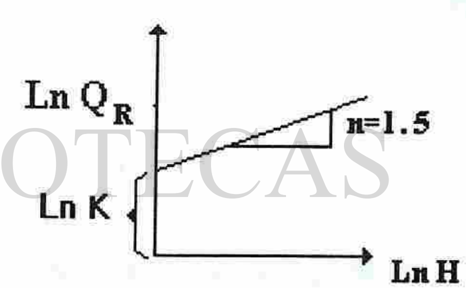
a) Coloque el tanque en la superficie de trabajo con la manguera de abastecimiento insertada en el compartimiento de disminución de turbulencia.
b) Coloque el vertedor rectangular en la abertura de salida antes de llenar el tanque, coloque el medidor de gancho junto al vertedero para tomar la lectura en el vernier del nivel del vértice del vertedero y haga de este nivel un plano de referencia.
c) Coloque el soporte del medidor de gancho apoyado en los lados del tanque con el gancho colocado aproximadamente a la mitad del canal.
d) Cierre la válvula principal y arranque la bomba.
e) Regule el flujo para mantener un nivel en el canal, tal que sea en el vertedero hasta la parte superior de la sección maquinada.
f) Permita un gasto estable a través del circuito completo.
g) Mida el gasto y mida el nivel del canal de aproximación usando el medidor de gancho, anote estos resultados en la hoja de pruebas.
h) Reduzca el nivel del agua en el canal aproximadamente alrededor de seis pasos uniformes, cada vez observe el nivel y el gasto.
i) Pare la bomba y permita que el aparato drene al recipiente principal.

Datos a obtener

Mida el nivel de la cresta y el gasto de 6 a 8 veces en el vertedor rectangular.

Interpretación de resultados

Dibuje una gráfica de Ln Q_R contra Ln H para producir una línea recta con n como la pendiente y ln K la intersección y haga comentarios correspondientes.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Observaciones

h_c	h_m	H	Q_t	∀	t	Q_R	C_d	Ln Q_R	Ln H

NOMBRE______________________________**No. MAT.** ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 13

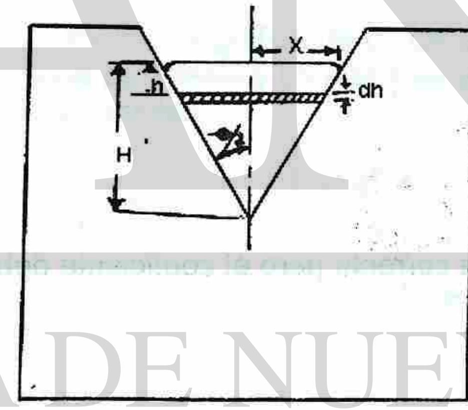
DESCARGA SOBRE UN VERTEDOR TRIANGULAR

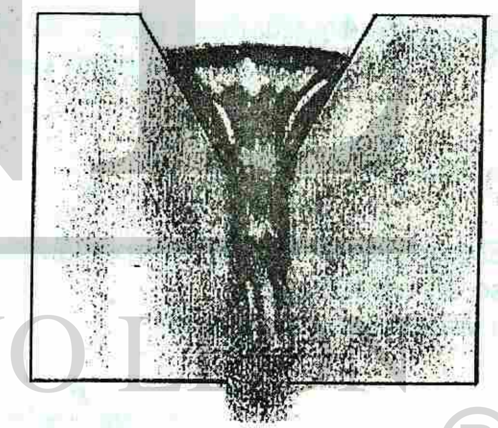
Objetivo

Determinar el gasto con un Vertedor Triangular en un canal abierto.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Vertedor Triangular
Tanque.
Cronómetro.





Teoría

Para caudales pequeños es conveniente utilizar el vertedero en forma de "V". El caudal teórico puede calcularse como sigue:

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La velocidad “v” a la profundidad “h” es:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Por triángulos semejantes x puede relacionarse con h

$$\frac{x}{H-h} = tg\,\theta$$

$$x = (H - h)\,tg\,\theta$$

Sustituyendo v y x en función de

$$Q_t = \sqrt{2g}\ \int_0^H h^{1/2}(H-h)\ \ 2\,tg\frac{\theta}{2}\,dh$$

$$Q_t = \sqrt{2g}\ \ 2tg\frac{\theta}{2}\int_0^H\left(Hh^{1/2} - h^{3/2}\right)dh$$

$$Q_t = \sqrt{2g}\ \ 2tg\frac{\theta}{2}\left[\frac{2}{3}Hh^{3/2} - \frac{2}{5}h^{5/2}\right]_0^H$$

$$Q_t = \sqrt{2g}\ \ 2tg\frac{\theta}{2}\left(\frac{4}{15}H^{5/2}\right)$$

$$Q_t = \frac{\theta}{15}\sqrt{2g}\ tg\frac{\theta}{2}H^{5/2}$$

El exponente de H es aproximadamente correcto pero el coeficiente debe reducirse en un 40%.
Para un vertedor de ángulo 90°

$$tg\frac{\theta}{2} = 1$$

$$Q = 1.38\ H^{5/2}$$

Entones:

$Q_t = KH^n$ $\quad n = 5/2 \quad$ $K = \frac{8}{15}tg\frac{\theta}{2}\sqrt{2g}$

El gasto sobre el vertedero triangular es afectado por la convergencia de la corriente inmediatamente después de la cresta. Esto reducirá el área efectiva de la descarga y por lo tanto el gasto.

$$Q_R = C_d \times Q_t$$

C_d = coeficiente de descarga.

C_d se puede obtener comparando los valores de k obtenidos de la gráfica con los valores teóricos.
Cálculo de la fórmula

$$K = \frac{8}{15}\sqrt{2g}tg\frac{\theta}{2}$$

Suponiendo que n tiene el mismo valor

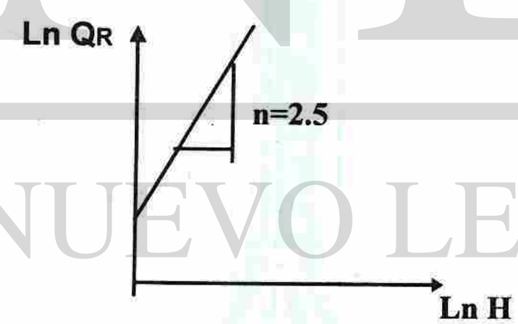
$$C_d = Q_R/Q_t$$

Datos a obtener

Mida el nivel de la cresta y el gasto en el vertedor triangular.

Interpretación de resultados

Dibuje una gráfica de Ln Q_R contra Ln H para producir una línea recta con n como la pendiente y Ln K la intersección y haga comentarios correspondientes.



Observaciones

h_c	h_m	H	Q_t	V	t	Q_R	C_d	Ln Q_R	Ln H

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________ **No. MAT.** ____________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 14

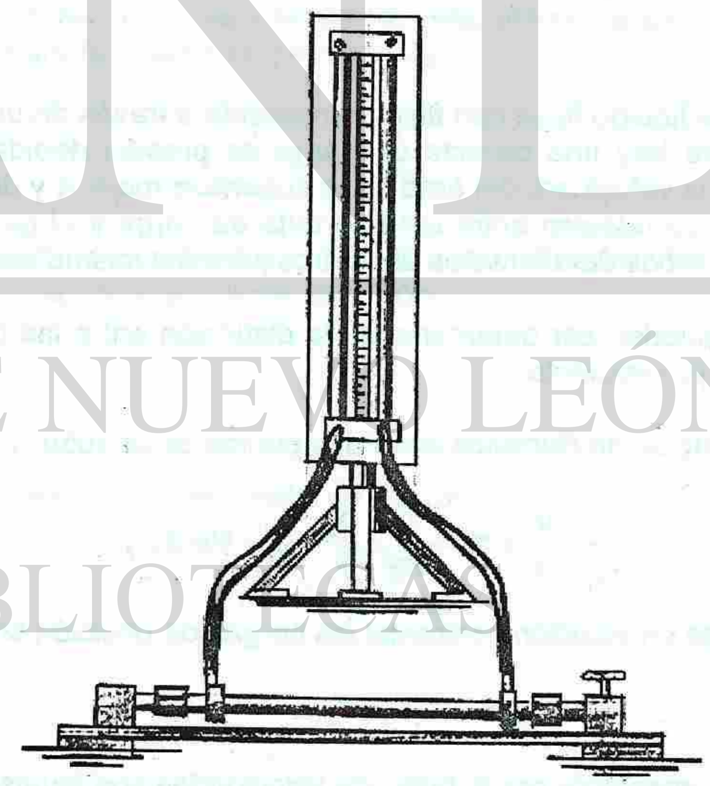
PERDIDA POR FRICCION EN TUBERIAS

Objetivo

Medir la pérdida de carga de presión a diferentes gastos en tubos de diferentes diámetros.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Aparato para medición de pérdidas por fricción en tuberías.
Cronómetro



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Descripción del aparato

La unidad básica de este aparato es un tablero en el cual están montadas dos conexiones en los extremos para alimentación y descarga del agua.

La conexión de alimentación esta conectada directamente al suministro de agua y la descarga es a través de una válvula check operada manualmente para permitir que el sistema pueda ser operado bajo presión.

Los tubos rectos de prueba son conectados a la alimentación y descarga usando uniones de latón.

La conexión de alimentación esta sujeta al tablero por tuercas y tiene orificios alargados para permitir la colocación de los tubos de prueba. El tablero tiene 3 soportes con ajuste de tornillo.

Los tubos de pruebas están hechos de material inoxidable y esmaltado blanco, en el lado exterior tienen tomas de presión a cada extremo para la conexión de los piezómetros. Se tienen tres tubos de prueba de sección constante con diámetro de 3mm, 5mm y 7mm. en la practica se utilizan cualquiera de ellos.

Teoría

Cuando un líquido fluye con flujo permanente a través de un tubo recto de sección constante hay una perdida de carga de presión debida a la fricción, dependiendo de la velocidad, del área de la superficie mojada y de la naturaleza de la superficie. La relación entre esta perdida de carga y el gasto, puede ser comparada para tubos de diferentes diámetros pero del mismo material.

También pueden ser determinadas la distinción entre las condiciones de flujo laminar y flujo turbulento.

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre dos puntos de un tubo:

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2+\text{Perd.}_{1-2}$$

Como el tubo esta en posición horizontal las cargas de posición son iguales.

$$z_1 = z_2$$

Y su diámetro es constante por lo tanto las velocidades son iguales.

$$v_1 = v_2$$

Simplificando nos queda:

$$\frac{p_1}{\gamma}=\frac{p_2}{\gamma}+\text{Perd.}_{1-2}$$

Despejando las perdidas $(h_f)_{1\text{-}2}$:

$$h_f=\frac{p_1}{\gamma}-\frac{p_2}{\gamma}$$

De acuerdo a la ecuación de la hidrostática:

$$p = h\gamma \quad ; \quad h=\frac{p_1}{\gamma}$$

Entonces:

$$h_f = h_1 - h_2$$

La ecuación de Darcy es una de las más utilizadas para determinar las pérdidas ya sea para flujo laminar o turbulento.

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$$

Aplicada esta ecuación para flujo laminar, el valor del coeficiente de fricción se determina por la siguiente ecuación:

$$f=\frac{64}{N_R}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación de Darcy:

$$h_f=\frac{64}{\frac{vD}{\upsilon}}\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$$

Como:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$N_R = \frac{vD}{\upsilon}$$

Entonces:

$$h_f = \frac{64}{vD}\upsilon\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$$

Simplificando:

$$h_f = \frac{32\upsilon Lv}{D^2g}$$

ECUACION DE HAGEN Y POISEUILLE

Aplicando esta ecuación en nuestra práctica podemos observar que se mantiene constante ciertos valores que son:

$$k = \frac{32\upsilon L}{D^2g} \quad \therefore \quad h_f = kv \quad h_f \alpha v$$

O sea que lo único que va a variar en nuestra practica es la velocidad porque depende del gasto que va ser variable.

De aquí podemos deducir que para el flujo laminar las perdidas son directamente proporcionales a la velocidad a la primera potencia, lo cual se va a comprobar.

También podemos aplicar la ecuación de Darcy para flujo turbulento.

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}$$

Pero f (coeficiente de fricción) para este tipo de flujo se determina por medio del diagrama de Moody, en este caso no lo vamos a realizar de esta forma pero como trabajamos con los mismos aparatos durante la practica podemos deducir:

$$h_f = Kv^2 \quad ; \quad h_f \alpha v^2 \quad ; \quad k = f\frac{L}{D2g}$$

Ya que lo único que variamos es el gasto y por lo tanto la velocidad.

De aquí podemos deducir que para el flujo turbulento las pérdidas son directamente proporcional a la velocidad a la segunda potencia, lo cual se va a comprobar también.

Para hacer la comprobación de nuestra practica vamos a partir de:

$$h_f \alpha v^n$$
$$h_f = kv^n$$
$$Lnh_f = Lnv^n + Lnk$$
$$Lnh_f = nLnv + Lnk$$

Para calcular h_f lo vamos hacer midiendo las cargas de presión de los puntos del tubo con el que vamos a trabajar:

$$h_f = h_1 - h_2$$

Y para obtener la velocidad lo vamos hacer a partir del gasto real lo vamos a obtener midiendo el volumen y el tiempo que tarde en llenarse ese volumen con un cronometro.

$$Q_R = \frac{V}{t}$$

Obteniendo el gasto real despejamos la velocidad:

$$Q_R = Av$$

$$v = \frac{4Q_R}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{Q_R}{A} = \frac{Q_R}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento

a) Coloque el aparato en la superficie de trabajo con la manguera de alimentación conectada a la entrada.
b) Inserte el tubo de cualquier diámetro (3mm. 5mm. o 7mm) entre las terminales y fíjelas firmemente.
c) Abra completamente la válvula de salida.
d) Cierre la válvula de control en el tablero y arranque la bomba.
e) Regule el gasto por medio de la válvula principal y la válvula de salida del aparato, para producir la máxima diferencia de presión entre los extremos del tubo.
f) Evite que el nivel del agua en el piezómetro entre entre en la cámara de presión de los piezómetros.
g) Una poca de practica puede ser necesaria antes de obtener que los niveles piezométricos se estabilicen.
h) Mida el gasto junto con la diferencia de presión correspondiente entre los piezómetros. Anote los datos en la hoja de prueba. En gastos pequeños la descarga puede ser medida en un recipiente extra.
i) Reduzca la diferencia de presión en pasos de 10mm. y en cada ocasión repita las mediciones.
j) A medida que el gasto se va reduciendo puede desaparecerse el nivel de los piezómetros.
k) Esto puede ser corregido cerrando un poco la válvula de salida para aumentar la compresión.
l) Cuando el flujo es laminar, las lecturas deberán ser hechas aproximadamente cada 5mm. o menos.
m) Cierre la válvula de control y pare la bomba y deje que el aparato drene completamente al recipiente principal.

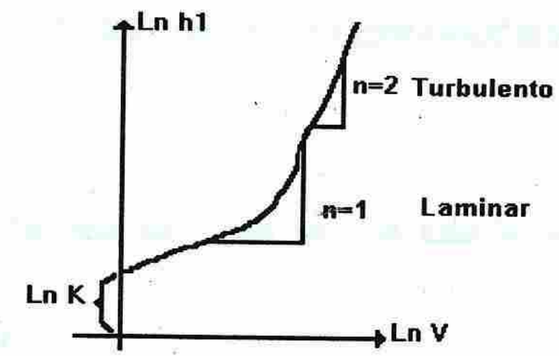
Datos a obtener

1. Medir gasto (volumen y tiempo) y diferencia de presión entre los piezómetros en la tubería de diámetro que se escogió.
2. Dibuje una gráfica de Ln hf contra Ln v e interprétela.

Interpretación de resultados

a) Dibuje una gráfica de Ln h_f contra Ln V aunque la gráfica debe ser una línea recta puede haber un cambio.

b) Las dos partes principales tienen diferentes pendientes y presentan las dos condiciones de flujo laminar y turbulento, unidos por un estado de transición.
c) La gráfica dará una línea recta como pendiente y como intersección Ln K.



Observaciones

	h_1	h_2	h_f	v	t	Q_R	Ln h_f	Ln V
1								
2								
3								
4								
5								

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE______________________________**NO. MAT.**__________

BRIGADA__________

PRACTICA No. 15

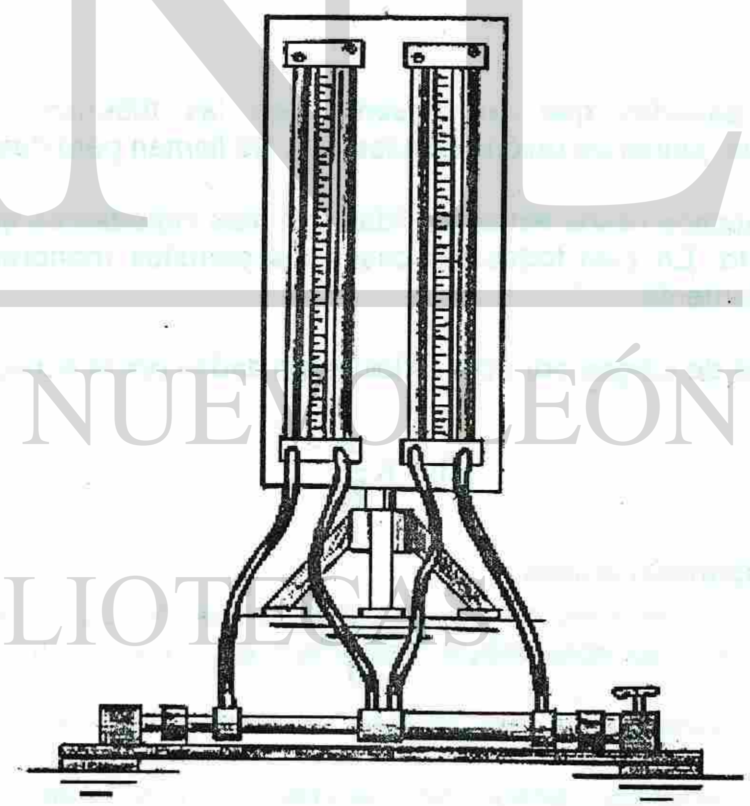
PERDIDAS MENORES POR EXPANSIÓN BRUSCA

Objetivo

Observar la pérdida de carga en una tubería con cambio brusco de sección transversal.

Equipo a utilizar

Banco de pruebas.
Aparato para medición de pérdidas en tuberías.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ALERE FLAMMAM VERITATIS
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

Descripción del aparato

La unidad básica de este aparato es un tablero en el cual están montadas dos conexiones en los extremos para alimentación y descarga del agua.

La conexión de alimentación es conectada directamente al suministro de agua y la descarga es a través de una válvula check operada manualmente para permitir que el sistema pueda ser operado bajo presión. La conexión de alimentación esta sujeta al tablero por tuercas y tiene orificios alargados para permitir la colocación de los tubos de prueba. El tablero tiene tres soportes con ajustes de tornillo.

El tubo tiene una expansión brusca de un diámetro de 7mm. a 15mm. a la mitad de su longitud. Este tubo tiene cuatro tomas de presión: 2 tomas a cada lado del cambio de diámetro, una a la entrada y otra en las salida de la tubería.

Cuatro tubos piezométricos son montados en un tablero aparte. Los extremos inferiores son conectados a las tomas de presión de los tubos por mangueras mientras que los extremos superiores están unidos por pares en tubos comunes que pueden ser presurizados.

Teoría

Las pérdidas que se presentan en las tuberías debido a codos, bifurcaciones, juntas de unión, válvulas, etc. Se llaman pérdidas menores.

En muchos casos estas pérdidas son mas importantes que las debidas al razonamiento. En casi todos los casos las pérdidas menores se determinan experimentalmente:

Las pérdidas de cargas por accesorios están dadas por la ecuación.

$$h = K\frac{v^2}{2g}$$

Para una expansión brusca

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

De la ecuación de la continuidad

$$A_1v_1 = A_2v_2$$
$$d_1^2v_1 = d_2^2v_2$$
$$v_2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 v_1$$

Sustituyendo:

$$h_e = \frac{\left[v_1 - v_1\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2\right]^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_1^2\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4}{2g}$$

$$h_e = \frac{v_1^2}{2g}\left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2\right]^2$$

Entonces K_e para una expansión es:

$$K_e = \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2\right]^2$$

La velocidad se determina de:

$$v_1 = \frac{Q}{A_1}$$

Procedimiento

a) Coloque en la superficie de trabajo el aparato para medir pérdidas por fricción en tuberías con la manguera de alimentación conectada a la entrada.
b) Inserte el tubo con cambio de sección con el diámetro menor a la entrada.
c) Abra completamente la válvula de salida coloque los tubos piezométricos junto con las mangueras conectadas a la entrada y salida

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

del tubo y también a las tomas de presión a cada lado del cambio de sección.

d) El aparato esta ahora listo para usarse.
e) Cierre la válvula de control y arranque la bomba.
f) Regule el gasto por medio de la válvula de control y la válvula de salida, para producir la máxima diferencia de presión entre los extremos del tubo. Tenga cuidado que el agua no fluya dentro del múltiple sobre los tubos piezométricos.
g) Mida el gasto junto con la correspondiente diferencia de presión a través del cambio de sección. Reduzca la presión a través del cambio de sección de 6 a 8 pasos. Cada vez repita las observaciones cuando termine esta prueba coloque ahora el tubo con cambio de sección con el diámetro menor a la entrada y repita todos los pasos anteriores.
h) Trace una gráfica de Ln hc contra Ln v esto dará una línea recta en la cual n es la pendiente y Ln c es la intersección, n deberá de ser igual a 2

Interpretación de los resultados para una expansión

$$h_e = K_e \frac{v_1^2}{2g} \qquad h_e \,\alpha\, v_1^2$$

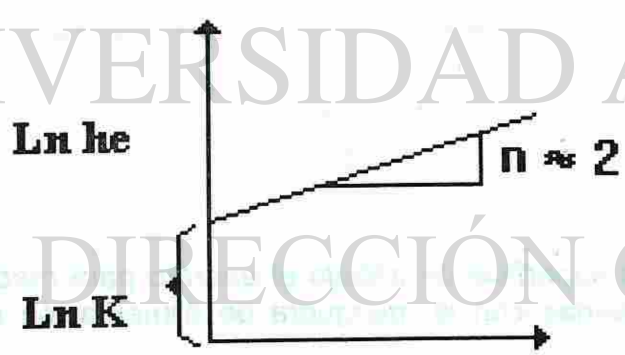
$$h_e \,\alpha\, v_1^n$$

$$h_e = K_e v_1^n$$

$$Lnh_e = Lnv_1^n + LnK$$

$$Lnh_e = nLnv_1 + K_e$$

Trace una gráfica de Ln de h_e contra Ln v_1 esto dará una línea recta en la cual n es la pendiente y Ln K la intersección.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Observaciones para una expansión

h_e	t	$\forall$	Q_R	v_1	Ln h_e	Ln v_1

UAN
SIDAD AUTÓNOMA DE NUEV
ECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTEC