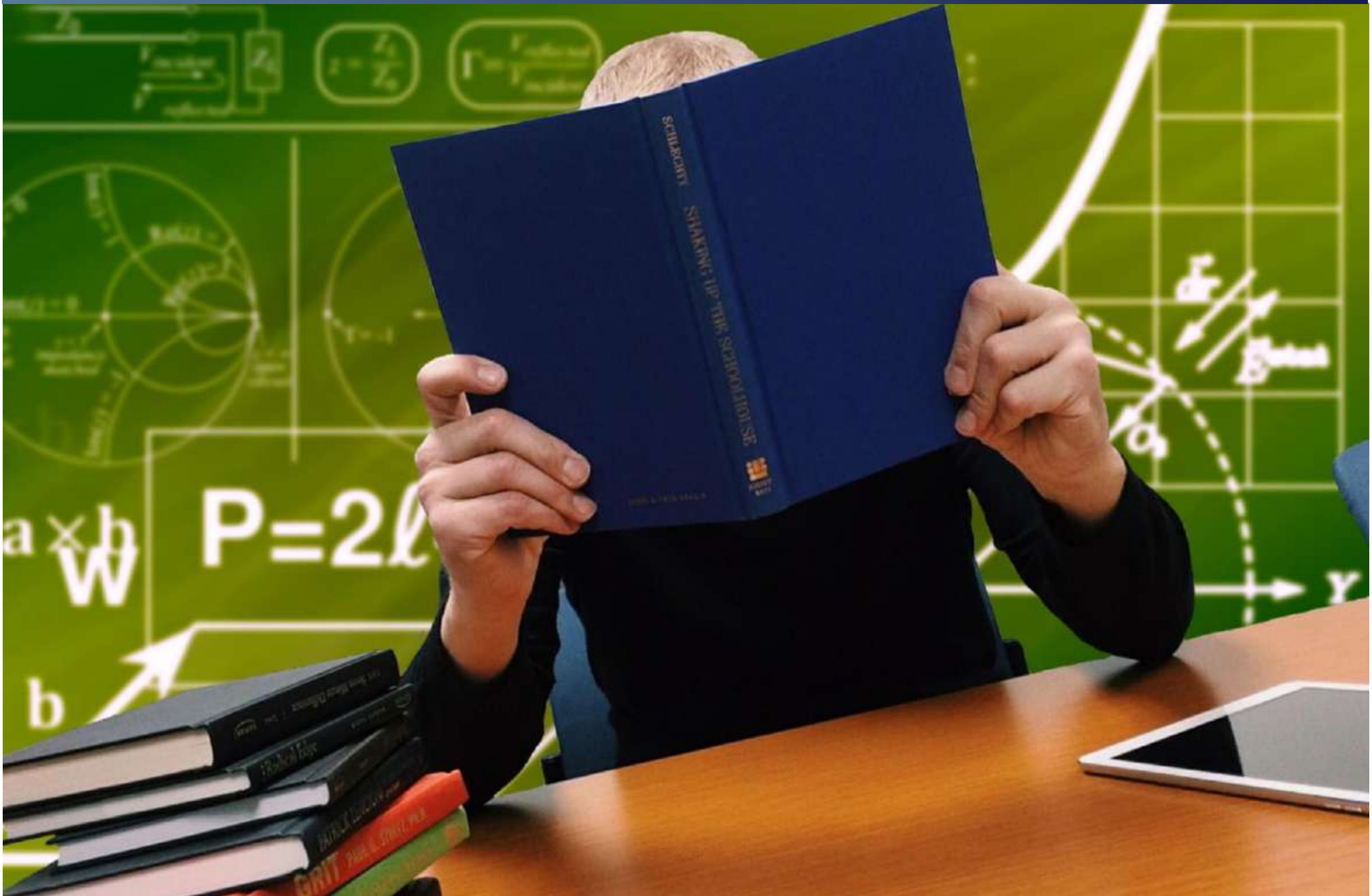
Ejercicios y Talleres



puedes enviarlos a
klasesdematematicasymas@gmail.com

Hidráulica I

TALLER No. 1

1. Suponiendo que en problema de flujo a lo largo de una tubería lisa intervienen las variables Q, D, ΔP/L, ρ, μ, g, encontrar una expresión para la caída de presión por unidad de longitud.

2. En la mayoría de los fenómenos de fluidos en los cuales se puede despreciar las transferencia de calor, pueden tener importancia las siguientes variables: fuerza F, longitud L, viscosidad μ, tensión superficial σ, velocidad de propagación del sonido c, la gravedad g, densidad ρ y de la velocidad V. Con base Buckingham, obtener los parámetros notables para encontrar una expresión para la fuerza.

3. Por medio del análisis dimensional determinar la expresión para el esfuerzo cortante en la pared cuando un fluido incompresible fluye por una tubería a presión. Las variables importantes son: velocidad V del flujo, diámetro D de la tubería y la viscosidad μ y la densidad ρ del fluido.

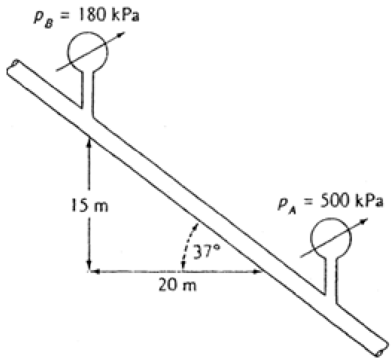
4. La potencia interna de una bomba centrifuga depende del caudal Q, aumento de presión ΔP, densidad del líquido ρ, tamaño D y eficiencia e. hallar la expresión para la potencia.

5. Una viga simplemente apoyada de diámetro D, longitud L y el modulo de elástico E, está sometido a un flujo cruzado de velocidad V, la densidad ρ y de la viscosidad μ del fluido. La deflexión del punto central § se considera función de todas estas variables. Encuentre una función para §.

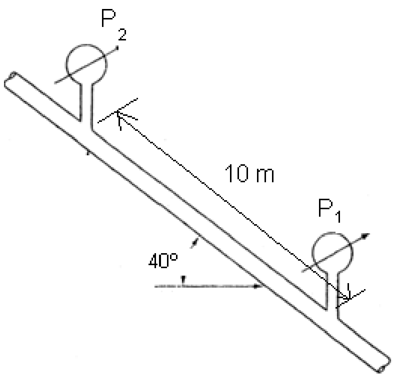
§ = f(D, L, E, V, ρ, μ)

6. A través de una tubería inclinada de 8 cm de diámetro fluye agua a 20°C. en las secciones A y B se toman las siguientes medidas: $P_A = 186\ kPa,\ V_A = 3{,}2\frac{m}{s}, Z_A = 24{,}5\ m$ y $P_B = 260\ kPa,\ V_B = 3{,}2\frac{m}{s}, Z_B = 9{,}1\ m$. La distancia entre las secciones es 100 m. En qué dirección fluye el agua? ¿Cuál es la perdida de carga en metros? ¿cuál es el valor del factor de fricción? Densidad 998 kg/m^3.

7. Por el tubo de la figura fluye aceite a 20° C. La inclinación del tubo es 37°. Para las medidas de presión indicadas, determine (a) si el flujo es ascendente o descendente y (b) el caudal en m3/h. Verifique si el flujo es laminar. La densidad es 891 kg/m3 y la viscosidad es 0,29 kg/(m.s)

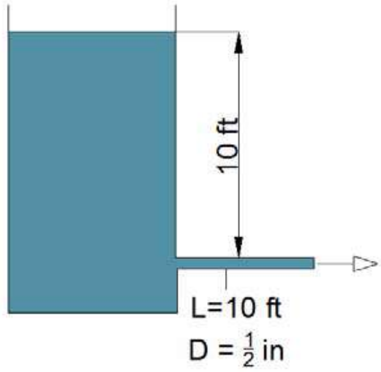


8. Calcúlese al distribución del esfuerzo de corte en u flujo de aceite con densidad 8830 N/m^3 y viscosidad 0,0002 m^2/s. Las presiones en los puntos 1 y 2 son de 350 y 250 kPa, respectivamente. El radio de la tubería es de 6 cm.



9. Un aceite de peso específico 7,88 kN/m^3 y viscosidad de 0,5 Pa.s fluye constantemente en régimen laminar por una tubería de 25 mm de diámetro. La tubería es vertical y las presiones en las elevaciones de 31 m y 18 m, respectivamente, son de 192 kPa y 240 kPa. Calcúlese el perfil de velocidad.

10. Se tiene un tanque de reserva lleno de un aceite (SG = 0,9), las dimensiones de la tubería están en la figura Q = 35 ft^3/h. ¿Cuál es la viscosidad cinemática del aceite? Es el flujo laminar?



1. Variables: $\frac{\Delta P}{L}$, Q, D, ρ, μ, g

$$f\left(\frac{\Delta P}{L}, Q, D, \rho, \mu, g\right) = 0$$

En donde las unidades son.

$\frac{\Delta P}{L} = ML^{-2}T^{-2}$ $\quad Q = L^3T^{-1}$ $\quad D = L$ $\quad \rho = ML^{-3}$ $\quad \mu = ML^{-1}T^{-1}$ $\quad g = LT^{-2}$

Existen $6-3=3$ números π adimensionales.

Desarrollando el teorema de Pi de Buckingham se tiene.

Para π_1: $Q^a \cdot D^b \cdot \rho^c \cdot \left(\frac{\Delta P}{L}\right)^1$

$$(L^3T^{-1})^a \cdot (L)^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot ML^{-2}T^{-2}$$

Para la longitud $\quad L^{3a} \cdot L^b \cdot L^{-3c} \cdot L^{-2} = L^0 \quad 3a+b-3c-2=0 \quad (1)$

Para el tiempo $\quad T^{-a} \cdot T^{-2} = T^0 \quad -a-2=0 \quad (2)$

Para la masa $\quad M^c \cdot M = M^0 \quad c+1=0 \quad (3)$

Solucionando el sistema de ecuaciones $a=-2$ $b=5$ $c=-1$

$$\pi_1: Q^{-2} \cdot D^5 \cdot \rho^{-1} \frac{\Delta P}{L} = \frac{D^5}{Q^2 \cdot \rho} \cdot \frac{\Delta P}{L}$$

Para π_2: $Q^a \cdot D^b \cdot \rho^c \cdot \mu$

$$(L^3T^{-1})^a \cdot (L)^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot ML^{-1}T^{-1}$$

Longitud: $\quad L^{3a} \cdot L^b \cdot L^{-3c} \cdot L^{-1} = L^0 \quad 3a+b-3c-1=0$

Tiempo $\quad T^{-a} \cdot T^{-1} = T^0 \quad -a-1=0$

Masa $\quad M^c \cdot M = M^0 \quad c+1=0$

Solucionando el sistema $a=-1$ $b=1$ $c=-1$

$$\pi_2: Q^{-1} \cdot D^1 \cdot \rho^{-1} \cdot \mu = \frac{D}{Q \cdot \rho} \cdot \mu$$

Para π_3: $Q^a \cdot D^b \cdot \rho^c \cdot g$

$$(L^3T^{-1})^a (L)^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot LT^{-2}$$

Para longitud $\quad L^{3a} \cdot L^b \cdot L^{-3c} \cdot L = L^0 \quad 3a+b-3c+1=0$

Tiempo $\quad T^{-a} \cdot T^{-2} = T^0 \quad -a-2=0$

Masa $\quad M^c = M^0 \quad c=0$

Solucionando $a=-2$ $b=5$ $c=0$

π_3: $Q^{-2} \cdot D^5 \cdot \rho^0 \cdot g$ $\quad \pi_3 = \dfrac{D^5 \cdot g}{Q^2}$

$$f(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = 0 \qquad f\left(\frac{D^5}{Q^2 \cdot \rho} \cdot \frac{\Delta P}{L} , \frac{D}{Q \cdot \rho} \cdot \mu , \frac{D^5 \cdot g}{Q^2} \right) = 0$$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{Q^2 \cdot \rho}{D^5} \cdot f\left(\frac{D}{Q \cdot \rho} \cdot \mu , \frac{D^5 \cdot g}{Q^2} \right)$$

Ademas $\pi_3 = \dfrac{D^5 \cdot g}{Q^2}$ se puede transformar en $\dfrac{Q^2}{D^5 \cdot g}$.

Si $Q = V \cdot A$

$Q = \pi \cdot r^2 \cdot V$

$Q = \pi \cdot \dfrac{D^2}{4} \cdot V \qquad Q^2 = \pi^2 \cdot \dfrac{D^4}{16} \cdot V^2 \qquad \dfrac{\pi^2}{16}$ es una constante

$\pi_3 = \dfrac{\pi \, V^2 \cdot D^4}{16 \, D^5 \cdot g} = \dfrac{\pi}{16} \cdot \dfrac{V^2}{D \cdot g} \qquad \dfrac{V^2}{D g}$ tiene la forma del número de Froude (NF)

$\pi_3 = NF$

$\pi_2 = \dfrac{D \mu}{Q \rho}$ también puede escribirse como $\dfrac{Q \rho}{D \mu}$.

$Q = \pi \cdot \dfrac{D^2}{4} \cdot V \qquad \pi_2 = \dfrac{\pi}{4} \cdot \dfrac{D^{\cancel{2}} \cdot V \cdot \rho}{\cancel{D} \cdot \mu} = \dfrac{\pi}{4} \dfrac{V \cdot \rho \cdot D}{\mu}$.

Tiene la forma del número de Reynolds

Se puede decir que

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{Q^2 \cdot \rho}{D^5} \cdot f(Re, NF)$$

2) Variable $F, L, \mu, \tau, c, g, \rho, V$ → Encontrar una expresión para F

$f(F, L, \mu, \tau, c, g, \rho, V)$

Unidades: $F = MLT^{-2}$ $L = L$, $\mu = L^2T^{-1}$, $\tau = MT^{-2}$
$c = LT^{-1}$ $g = LT^{-2}$ $V = LT^{-1}$, $\rho = ML^{-3}$

Se tienen 8 variables existen $8-3=5$ números π adimensionales.

Para π_1: $L^a \cdot \mu^b \cdot \tau^c \cdot F$

$L^a \cdot (L^2 \cdot T^{-1})^b \cdot (MT^{-2})^c \cdot MLT^{-2}$

Longitud $L^a \cdot L^{2b} \cdot L = L^0$ $a+2b+1=0$
Tiempo $T^{-b} \cdot T^{-2c} \cdot T^{-2} = T^0$ $-b-2c-2=0$
Masa $M^c \cdot M = M^0$ $c+1=0$
Solucionando $a=-1$ $b=0$ $c=-1$

$$\pi_1: L^{-1} \cdot \mu^0 \cdot \tau^{-1} \cdot F = \frac{F}{L \cdot \tau}$$

Para π_2: $L^a \cdot \mu^b \cdot \tau^c \cdot c$

$L^a \cdot (L^2 \cdot T^{-1})^b (MT^{-2})^c \cdot (LT^{-1})$

Longitud $L^a \cdot L^{2b} \cdot L = L^0$ $a+2b+1=0$
Tiempo $T^{-b} \cdot T^{-2c} \cdot T^{-1} = T^0$ $-b-2c+1=0$
Masa $M^c = M^0$ $c=0$

Solucionando $a=1$ $b=-1$ $c=0$

$$\pi_2 = L^1 \cdot \mu^{-1} \cdot \tau^0 \cdot c = \frac{L \cdot c}{\mu}$$

Para π_3: $L^a \cdot \mu^b \cdot \tau^c \cdot g$

$L^a \cdot (L^2 \cdot T^{-1})^b \cdot (MT^{-2})^c \cdot (LT^{-2})$

Longitud: $L^a \cdot L^{2b} \cdot L = L^0$ $a+2b+1=0$
Tiempo: $T^{-b} \cdot T^{-2c} \cdot T^{-2} = T^0$ $-b-2c-2=0$
Masa $M^c = M^0$ $c=0$

Solucionando $a=3$ $b=-2$ $c=0$

$\pi_3: L^3 \cdot \mu^{-2} \cdot \tau^0 \cdot g$ $\quad \pi_3: \dfrac{L^3 \cdot g}{\mu^2}$

Para π_4: $L^a \cdot \mu^b \cdot \sigma^c \cdot \rho$

$$L^a \cdot (L^2 \cdot T^{-1})^b \cdot (MT^{-2})^c \cdot ML^{-3}$$

Longitud : $L^a \cdot L^{2b} \cdot L^{-3} = L^0$ $\quad a+2b-3=0$
Tiempo $T^{-b} \cdot T^{-2c} = T^0$ $\quad -b-2c=0$
Masa $M^c \cdot M = M^0$ $\quad c+1=0$

Solucionando $a=-1$ $b=2$ $c=-1$

$\pi_4 : L^{-1} \cdot \mu^2 \cdot \sigma^{-1} \cdot \rho$ $\qquad \pi_4 = \dfrac{\mu^2 \cdot \rho}{L \cdot \sigma}$

Para π_5: $L^a \mu^b \cdot \sigma^c \cdot V$

$$L^a \cdot (L^2 \cdot T^{-1})^b \cdot (MT^{-2})^c \cdot (LT^{-1})$$

Tiene la misma forma de π_2 $\quad a=1$ $b=-1$ $c=0$

$$\pi_5 = \frac{L \cdot V}{\mu}$$

$f(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5) = 0$ $\quad f\left(\dfrac{F}{L \cdot \sigma}, \dfrac{L \cdot c}{\mu}, \dfrac{L^3 \cdot g}{\mu^2}, \dfrac{\mu^2 \cdot \rho}{L \cdot \sigma}, \dfrac{L \cdot V}{\mu}\right)$

$$F = L \cdot \sigma \cdot f\left(\frac{Lc}{\mu}, \frac{L^3 g}{\mu^2}, \frac{\mu^2 \cdot \rho}{L\sigma}, \frac{LV}{\mu}\right)$$

3) $f(V, D, \mu, \rho, \tau)$ siendo τ el esfuerzo cortante.

Unidades $V = LT^{-1}$ $\quad D = L$ $\quad \mu = ML^{-1}T^{-1}$ $\quad \rho = ML^{-3}$

$\tau = ML^{-1}T^{-2}$

Existen $5-3=2$ números π adimensionales.

Para $\pi_1 = V^a \cdot D^b \cdot \mu^c \cdot \tau$

$$(LT^{-1})^a \cdot (L)^b \cdot (ML^{-1}T^{-1})^c \cdot (ML^{-1}T^{-2})$$

Longitud $L^a \cdot L^b \cdot L^{-c} \cdot L^{-1} = L^0$ $\quad a+b-c-1=0$
Tiempo $T^{-a} \cdot T^{-c} \cdot T^{-2} = T^0$ $\quad -a-c-2=0$
Masa $M^c \cdot M = M^0$ $\quad c+1=0$

Solucionando se tiene $a=-1$ $b=1$ $c=-1$

$$\pi_1 = V^{-1} \cdot D^1 \cdot \mu^{-1} \cdot \tau = \frac{D \cdot \tau}{V \cdot \mu}$$

Para π_2 : $V^a \cdot D^b \cdot \mu^c \cdot \rho$

$$(LT^{-1})^a \cdot (L)^b \cdot (ML^{-1}T^{-1})^c \cdot (ML^{-3})$$

Longitud $L^a \cdot L^b \cdot L^{-c} \cdot L^{-3} = L^0$ $\quad a+b-c-3=0$
Tiempo $T^{-a} \cdot T^{-c} = T^0$ $\quad -a-c=0$
Masa $M^c \cdot M = M^0$ $\quad c+1=0$

Solucionando se tiene $a=1$ $b=1$ $c=-1$

$\pi_2 : V^1 \cdot D^1 \cdot \mu^{-1} \cdot \rho = \dfrac{VD\rho}{\mu}$ Tiene la forma del número de Reynolds

$$f(\pi_1, \pi_2) = 0 \qquad f\left(\frac{D \cdot \tau}{V \cdot \mu}, \frac{VD\rho}{\mu}\right) = 0.$$

$$\tau = \frac{V \cdot \mu}{D} \cdot f_1\left(\frac{VD\rho}{\mu}\right)$$

Que se puede escribir com $\tau = \dfrac{V \cdot \mu}{D} \cdot f_1(Re)$

4) Variable Q, ΔP, ρ, D, e, P Siendo P = Potencia

$f(Q, \Delta P, \rho, D, e, P)$

Como e (eficiencia) es adimensional, se constituye en sí misma en un número π

$\pi_1 = e$

Existen $6-3=3$ números adimensionales, ya se determinó un número.

Unidades

$Q = L^3T^{-1}$ $\quad \Delta P = ML^{-1}T^{-2}$ $\quad \rho = ML^{-3}$ $\quad D = L$ $\quad P = ML^2T^{-3}$

Para π_2 : $Q^a \cdot \Delta P^b \cdot \rho^c \cdot D$

$$(L^3T^{-1})^a \cdot (ML^{-1}T^{-2})^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot L$$

Longitud $L^{3a} \cdot L^{-b} \cdot L^{-3c} \cdot L = L^0$ $\quad 3a-b-3c+1=0$
Tiempo $T^{-a} \cdot T^{-2b} = T^0$ $\quad -a-2b=0$
Masa $M^b \cdot M^c = M^0$ $\quad b+c=0$

Solucionando $a = -\frac{1}{2}$ $b = \frac{1}{4}$ $c = -\frac{1}{4}$ $\quad \pi_2 : Q^{-\frac{1}{2}} \cdot \Delta P^{1/4} \cdot \rho^{-1/4} \cdot D$.

$\pi_2 = Q^{-2} \cdot \Delta P^1 \cdot \rho^{-1} \cdot D^4$ $\qquad \pi_2 = \dfrac{\Delta P \cdot D}{Q^2 \cdot \rho}$
(Elevando todo a la 4)

Para π_3 : $Q^a \cdot \Delta P^b \cdot \rho^c \cdot P$

$$(L^3 T^{-1})^a \cdot (ML^{-1}T^{-2})^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot (ML^2 T^{-3})$$

Longitud $L^{3a} \cdot L^{-b} \cdot L^{-3c} \cdot L^2 = L^0$ $\quad 3a - b - 3c + 2 = 0$

Tiempo $T^{-a} \cdot T^{-2b} \cdot T^{-3} = T^0$ $\quad -a - 2b - 3 = 0$.

Masa $M^b \cdot M^c \cdot M = M^0$ $\quad b + c + 1 = 0$

Solucionando $a = -1 \quad b = -1 \quad c = 0$

$\pi_3 : Q^{-1} \cdot \Delta P^{-1} \cdot \rho^0 \cdot P \qquad \pi_3 = \dfrac{P}{Q \cdot \Delta P}$

$$f(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = f\left(e, \frac{\Delta P \cdot D}{Q^2 \cdot \rho}, \frac{P}{Q \cdot \Delta P}\right) = 0$$

$$P = Q \cdot \Delta P \cdot f_1\left(e, \frac{\Delta P \cdot D}{Q^2 \cdot \rho}\right)$$

5) $\delta = f(D, L, E, V, \rho, \mu) \qquad \delta = s$ (Se cambiará la letra por S, para un mejor uso)

$$s = f(D, L, E, V, \rho, \mu)$$

$$f(s, D, L, E, V, \rho, \mu) = 0$$

Unidades

$S = L \quad D = L \quad L = L \quad E = ML^{-1}T^{-2} \quad V = LT^{-1} \quad \rho = ML^{-3}$

$\mu = ML^{-1}T^{-1}$

Existen $7 - 3 = 4$ números π adimensionales

Para π_1 : $E^a \cdot V^b \cdot \rho^c \cdot s$.

$$(ML^{-1}T^{-2})^a \cdot (LT^{-1})^b \cdot (ML^{-3})^c \cdot L.$$

Longitud $L^{-a} \cdot L^b \cdot L^{-3c} \cdot L = L^0$ $\quad -a + b - 3c + 1 = 0$

Tiempo $T^{-2a} \cdot T^{-b} = T^0$ $\quad -2a - b = 0$.

Masa $M^a \cdot M^c = M^0$ $\quad a + c = 0$

Solucionando se tiene un sistema inconsistente. por tanto se cambiarán las magnitudes.

Para π_1 : $E^a \cdot \rho^b \cdot \mu^c \cdot S.$

$$(ML^{-1}T^{-2})^a \cdot (ML^{-3})^b \cdot (ML^{-1}T^{-1})^c \cdot L$$

Longitud $L^{-a} \cdot L^{-3b} \cdot L^{-c} \cdot L = L^0$ $\quad -a-3b-c+1=0$
Tiempo $T^{-2a} \cdot T^{-c} = T^0$ $\quad -2a-c=0$
Masa $M^a \cdot M^b \cdot M^c = M^0$ $\quad a+b+c=0$

Solucionando $a=\frac{1}{2}$ $b=\frac{1}{2}$ $c=-1$

$$\pi_1 = E^{1/2} \cdot \rho^{1/2} \cdot \mu^{-1} \cdot S \qquad \pi_1 = \frac{E^{1/2} \cdot \rho^{1/2}}{\mu} \cdot S$$

Para π_2 : $E^a \cdot \rho^b \cdot \mu^c \cdot D$

Tiene la misma forma de π_1

Por tanto $\pi_2 = \frac{E^{1/2} \cdot \rho^{1/2}}{\mu} \cdot D$ $\qquad \pi_2 = \frac{E\rho D^2}{\mu^2}$

Para π_3 : $E^a \cdot \rho^b \cdot \mu^c \cdot L$ (Igual al anterior)

$$\pi_3 = \frac{E^{1/2}\rho^{1/2}}{\mu} \cdot L \qquad \pi_3 = \frac{E \cdot \rho L^2}{\mu^2}$$

Para $\pi_4 = E^a \cdot \rho^b \cdot \mu^c \cdot V$

$$(ML^{-1}T^{-2})^a \cdot (ML^{-3})^b \cdot (ML^{-1}T^{-1})^c \cdot (LT^{-1})$$

Longitud $L^{-a} \cdot L^{-3b} \cdot L^{-c} \cdot L = L^0$ $\quad -a-3b-c+1=0$
Tiempo $T^{-2a} \cdot T^{-c} \cdot T^{-1} = T^0$ $\quad -2a-c-1=0$
Masa $M^a \cdot M^b \cdot M^c = M^0$ $\quad a+b+c=0$

Solucionando $a=-\frac{1}{2}$ $b=\frac{1}{2}$ $c=0.$

$$\pi_4 = E^{-1/2} \cdot \rho^{1/2} \cdot \mu^0 \cdot V$$

$$\pi_4 = E^{-1} \cdot \rho^1 \cdot \mu^0 \cdot V^2 \qquad \text{(Elevando al cuadrado)}$$

$$\pi_4 = \frac{V^2}{E \cdot \rho}$$

$$f(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4) = 0 \qquad f\left(\frac{E^{1/2} \cdot \rho^{1/2}}{\mu} \cdot S,\ \frac{E\rho D^2}{\mu^2},\ \frac{E\rho L^2}{\mu^2},\ \frac{V^2}{E \cdot \rho}\right) = 0$$

$$\delta = S = \frac{\mu}{E^{1/2} \cdot \rho^{1/2}} \cdot f_1\left(\frac{E\rho D^2}{\mu^2}, \frac{E\rho L^2}{\mu^2}, \frac{V^2}{E \cdot \rho}\right)$$

6)

$D = 8\,cm$ $20°$ Agua

$P_A = 186\ kPa$ $V_A = 3{,}2\ m/s$ $Z_A = 24{,}5\ m$

$P_B = 260\ kPa$ $V_B = 3{,}2\ m/s$ $Z_B = 9{,}1\ m$

$L = 100\ m.$

Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_A}{\omega} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\omega} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + \text{Pérdidas}_{A-B}$$

Si $T = 20°$ (Por tablas) $\rho = 998.2\ \frac{Kg}{m^3}$ $\omega = 9789\ \frac{N}{m^3}$ (Peso especifico)

$$\frac{186 \times 10^3\ N/m^2}{9789\ N/m^3} + \cancel{\frac{(3.2\ m/s)^2}{2 \times 9.8\ m/s^2}} + 24{,}5\ m = \frac{260 \times 10^3\ N/m^2}{9789\ N/m^3} + \cancel{\frac{(3.2\ m/s)^2}{2 \times 9.8\ m/s^2}}$$

$$+\ 9.1\ m + \text{Pérdidas } A-B.$$

$19.3073\ m + 24{,}5\ m = 26{,}56 + 9{,}1 + \text{Perdidas.}$

$43{,}8073\ m = 35{,}66 + \text{Pérdidas}$

$\text{Pérdidas} = 43{,}8073\ m - 35{,}66\ m$
$= 8{,}1473\ m$

a) El fluido va de A a B

b) Pérdida de carga = $8{,}1473\ m$.

c) Factor de Fricción.

Fórmula de Darcy – Weisbach.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D}\frac{V^2}{2g} \qquad 8{,}1473 = f \times \frac{100}{0{,}08} \times \frac{(3{,}2)^2}{2 \times 9.8}$$

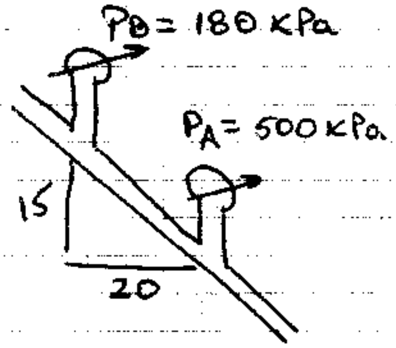
$$8{,}1473 = 653{,}06\ f$$

$$f = 0{,}01247$$

Factor de friccion $f = 0{,}01247$

7) Aceite $\rho = 891 \frac{Kg}{m^3}$ $\mu = 0{,}29 \frac{Kg}{m\text{-}s}$.

Inclinación 37°



a) El flujo

a) Para determinar si es ascendente o no.

Bernoulli: $$\frac{P_A}{w} + \frac{V_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_B}{w} + \frac{V_B^2}{2g} + z_B + \text{Pérdidas.}$$

$$\frac{500 \times 10^3 \, N/m^2}{891 \times 9.8 \, N/m^3} + \frac{V_A^2}{2g} + 0 = \frac{180 \times 10^3 \, N/m^2}{891 \times 9.8 \, N/m^3} + \frac{V_B^2}{2g} + 15 + \text{Pérdidas}$$

$$57{,}26 + \frac{V_A^2}{2g} = 20{,}61 + 15 + \frac{V_B^2}{2g} + \text{Pérdidas.}$$

$$\frac{V_B^2}{2g} - \frac{V_A^2}{2g} + \text{Pérdidas} = 57{,}26\,m - 20{,}61\,m - 15\,m$$
$$= 21{,}65\,m.$$

$V_A = V_B$ $\quad \frac{V_A^2}{2g} - \frac{V_B^2}{2g} = 0$

$$\text{Pérdidas} = 21{,}65\,m.$$

El flujo es ascendente

Pérdidas $\Rightarrow h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$.

Para determinar L

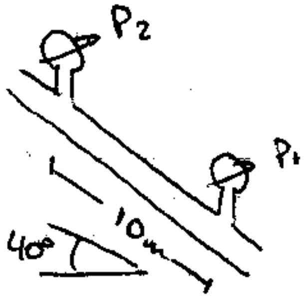
L $\quad \cos 37° = \frac{20}{L} \quad L = \frac{20\,m}{\cos 37°} = 25{,}04\,m.$

En este ejercicio no se dispone del diámetro de la tubería no se puede avanzar en el desarrollo.

8) $\gamma = 8830\ N/m^3$ $\nu = 0{,}0002\ m^2/s$

$P_1 = 350\ kPa$ $P_2 = 250\ kPa$

$r = 6\ cm$



$$\tau = \frac{\Delta(P+\gamma z)}{2L} \cdot r$$

$L = 10$ $r = 0{,}06$

$\gamma = 8830\ N/m^3$

$$\frac{\Delta(P+\gamma z)}{2L} \cdot r = \frac{(350-250) \times 10^3 + 10 \times \operatorname{sen} 40° \cdot \gamma}{2L} \cdot r$$

$$\frac{100 \times 10^3 + 56758{,}14}{2 \cdot L} \cdot r$$

$$\frac{156758{,}14}{2 \times 10} \times r$$

$$\tau = 7837{,}90 \times r \qquad 0 < r < 0{,}06$$

El esfuerzo cortante varía linealmente con el radio.

9) $\gamma = 7{,}88\ \frac{kN}{m^3}$ $D = 25\ mm.$ $r = \frac{D}{2} = 12{,}5\ mm$

Tubería vertical. $\mu = 0{,}5\ Pa.s$

$\mu = 0.5\ \frac{kg}{m \cdot s}$

Distribución de velocidades:

$$v = \frac{\Delta(P+\gamma z)}{4\mu L}(r_0^2 - r^2)$$

$$\Delta(P+\gamma z) = (240-192) \times 10^3 + 7880 \times (31-18)\ m$$

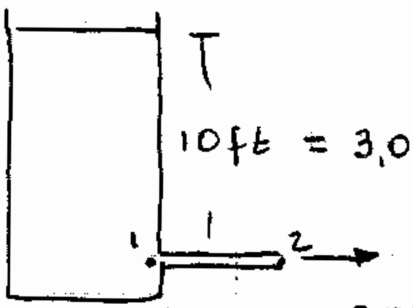
$$= 48000 + 102440$$

$$= 150440$$

$$v = \frac{150440}{4 \times 0.5 \times (31-18)} \times (0{,}0125^2 - r^2) \qquad 0 < r < 0{,}0125\ m.$$

$$v = 5786{,}15\,(0{,}00015625 - r^2)\ m/s \qquad 0 < r < 0{,}0125\ m$$

10) $S.G = 0.9 \qquad Q = 35\ ft^3/h. \qquad \nu = ?$



$10ft = 3{,}0480\ m.$

$10ft = 3{,}0480\ m.$

$D = \frac{1}{2}\ in = 0{,}0127\ m.$

$$Q = 35\ \frac{ft^3}{h} * \frac{1h}{3600} * \left(\frac{12 in}{1 ft}\right)^3 * \left(\frac{2{,}54\ cm}{1\ in}\right)^3 * \left(\frac{1\ m}{100\ cm}\right)^3$$

$$Q = 0{,}000275\ \frac{m^3}{s}.$$

Por la ecuación de Hagen - Poiseulle se tiene

$$Q = \frac{\Delta P \pi D^4}{128 \mu L} \qquad P_1 = \rho g h = 0{,}9 * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.8 \frac{m}{s^2} * 3{,}04 m$$

$$P_1 = 26\,883{,}36\ \frac{N}{m^2}.$$

$P_2 = 0$ (Es el orificio de salida

$$\Delta P = 26883{,}36\ \frac{N}{m^2}$$

$$Q = \frac{\Delta P \pi D^4}{128 \mu L} \qquad \mu = \frac{\Delta P \pi D^4}{128\, Q \cdot L}$$

$$\mu = \frac{26883{,}36\ N/m^2 * (0{,}0127\ m)^4}{128 * 0{,}000275 \frac{m^3}{s} * 10 m} = 0{,}00198\ \frac{Kg}{m\text{-}s}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0{,}00198\ kg/m\text{-}s}{900\ \frac{kg}{m^3}} = 2{,}20 * 10^{-6}\ m^2/s$$