8/28

hecho

UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA
SANTA MARÍA DE LOS BUENOS AIRES
FACULTAD DE FISICOMATEMÁTICAS E INGENIERÍA
CÁTEDRA DE MECÁNICA DE FLUIDOS
PRIMER PARCIAL / ING. INDUSTRIAL

Nombre y apellido: Dibbero Federico

Año de cursada: 2011

ANTES DE COMENZAR A RESPONDER PRESTE ATENCIÓN

- Lea atentamente las consignas y responda claramente cada pregunta, detallando con la mayor precisión posible lo solicitado en cada ítem.
- Sea ordenado en el desarrollo de los temas.
- Se solicita prolijidad en la caligrafía a fin de no tener problemas en la corrección posterior.
- Sea cuidadoso con la ortografía.
- El tiempo estipulado para la resolución de los temas es de 3 HORAS COMO MAXIMO.

TEORIA

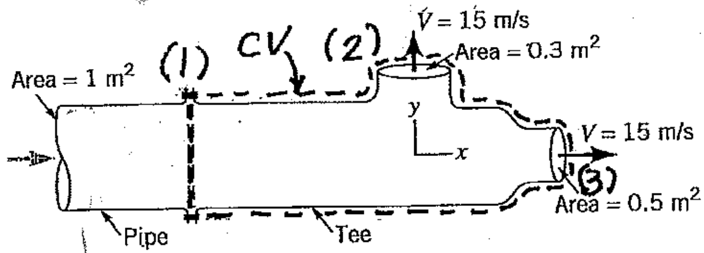
Problema 1

a) Una tobera se diseña para acelerar el fluido desde V_1 a V_2 en forma lineal, es decir, $V = ax + b$, donde a y b son constantes. Si el flujo es constante con $V_1 = 10$ m/s en $x_1 = 0$ y $V_2 = 25$ m/s en $x_2 = 1$m, determinar la aceleración en los puntos (1) y (2).

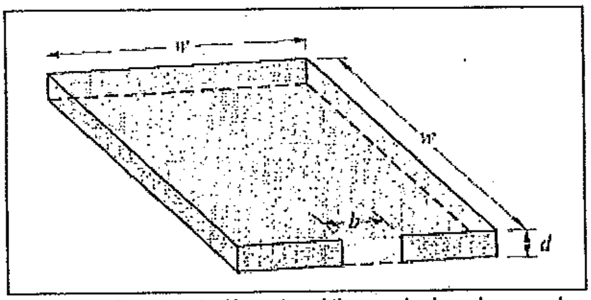
a) Repetir el punto a) suponiendo que el flujo es no estacionario, Se sabe que en el instante en que $V_1 = 10$ m/s y $V_2 = 25$ m/s, $\partial V_1/\partial t = 20$ m/s^2 y que $\partial V_2/\partial t = 60$ m/s^2.

Problema 2

Un flujo de agua se establece en un caño (pipe) adosado a una tubería "T" (tee), con una velocidad de salida de 15 m/s. Hallar las componentes de la fuerza requerida que el pipe ejerce sobre la T. Ver datos en figura.



Problema 3 1° adimensional



Un estacionamiento cuadrado de ancho w y alto d, tiene una abertura de ancho b en el borde frontal como muestra la figura. Durante una lluvia copiosa se llena el estacionamiento con agua y drena completamente por la abertura hasta que la lluvia para. Un modelo a escala se usa para estudiar este problema y se asume que :

$$t = f(w, b, d, g, \mu, \rho)$$

a) Hallar los números Pi asociados con este problema.

b) Para un modelo geométricamente similar a escala 1 / 10, cuál es la relación entre el tiempo de drenaje para el modelo y el correspondiente al estacionamiento real. Asumir que todos los requisitos de similaridad se satisfacen.

¿Se pude usar agua en el modelo? Explicar y justificar la respuesta

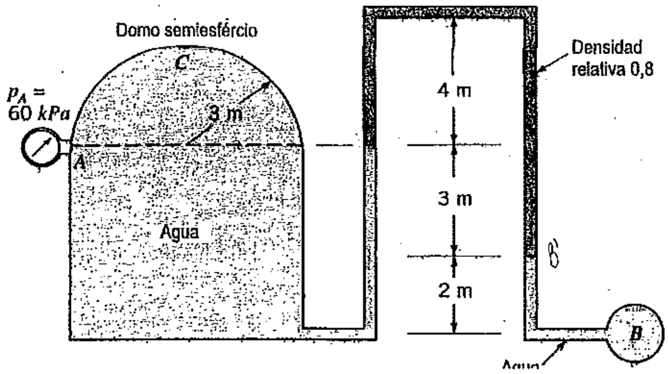
PRÁCTICA

Problema 1:

Un cilindro cerrado lleno con agua tiene un domo semiesférico conectado a un sistema con un caño invertido como se muestra en la figura, el líquido en la parte superior del tubo tiene una densidad relativa de 0,8 el resto está lleno de agua. Si la presión relativa que mide el manómetro en el punto a, es de 60 kPa determine:

a) La presión en el punto B
b) La presión en el punto C en Kpa y milímetros de mercurio

β



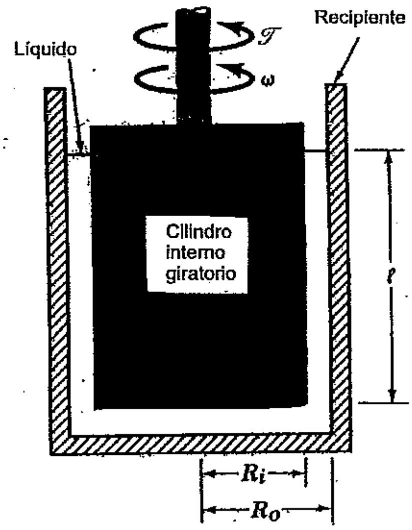
Problema 2: L

La viscosidad de un líquido puede ser medida utilizando un *viscosímetro cilíndrico rotatorio*, como el mostrado en la figura. En este dispositivo un recipiente exterior contiene un líquido de viscosidad μ desconocida y dentro del cilindro y bañado por el líquido se encuentra un cilindro rotatorio el cual gira a una velocidad angular ω. El torque $\mathscr{T}$ requerido para desarrollar la velocidad angular ω es medido y mediante estas dos mediciones se puede conocer la viscosidad del fluido.

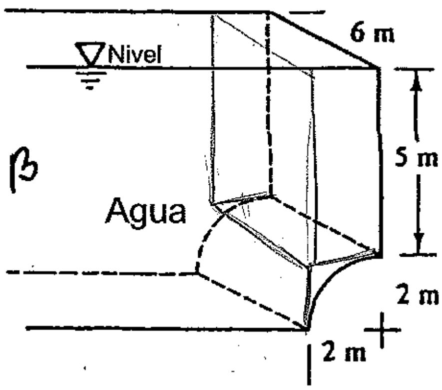
a) Desarrollar una ecuación relacionando μ, ω, $\mathscr{T}$, ℓ, R_0 y R_i que permita calcular la viscosidad, sin tener el cuenta los efectos de la superficie plana del fondo del cilindro y asumiendo que la distribución de velocidad es lineal.

β

b) Qué torque y que potencia se requerirá para mover un cilindro de 15,25 cm de largo, que tiene glicerina con una viscosidad $\mu = 37{,}8\ 10^{-3}$ kgf . s /m^2, que gira a 6π rad/s. El radio del cilindro interior es de 7,62 cm y la separación entre recipiente y cilindro es de 0,254 cm



β

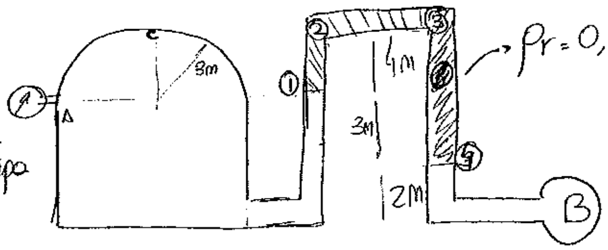


Problema 3:

Calcule la fuerza horizontal y vertical como así también su ubicación sobre la superficie de cuarto de circulo ubicada en el fondo del tanque. Considerar ρ_{agua} = 1000 Kg/m^3.

Dibbern Federico 02-090121-7 5/10/11 1/4

P.1)



γ_f : γ_{fluido}

γ(valor)

a)

$P_1 = P_a$ ⇒ por ser el mismo fluido y tener la misma h.

$P_2 = P_1 - \gamma_f h_1 = 60\,Kpa - 1000\,\frac{Kg}{m^3} \cdot 0,8 \cdot 9,8\,\frac{m}{s^2} \cdot 4m = 28,64\,Kpa$

$P_3 = P_2$

$P_4 = P_3 + \gamma_f h_{4+3} = 28,64\,Kpa + 1000\,\frac{Kg}{m^3} \cdot 0,8 \cdot 9,8\,\frac{m}{s^2} \cdot 7m = 83,52\,Kpa$

$P_B = P_4 + \gamma_{H_2O} h_2 = 83,52\,Kpa + 1000\,\frac{Kg}{m^3} \cdot 2m \cdot 9,8\,\frac{m}{s^2} = 103,12\,Kpa$

$\boxed{P_B = 103,12\,Kpa}$ ✓

b)

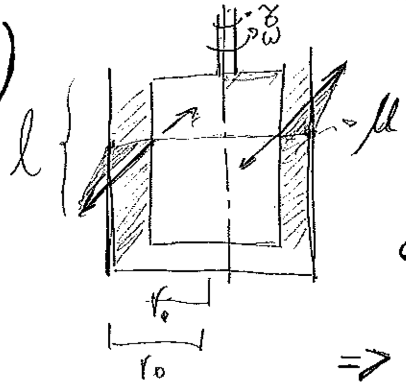
$P_C = P_A - \gamma_{H_2O} \cdot R = 60000\,pa - (1000 \cdot 9,8 \cdot 3)\,\frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m = 30,6\,Kpa$

$\boxed{P_C = 30,6\,Kpa}$

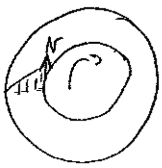
$760\,mmHg = 1,033\,\frac{Kg}{cm^2} = 10\,cm = 101,325\,Kpa$

$P_c = 30,6\,Kpa \cdot \frac{760\,mmHg}{101,325\,Kpa} = \boxed{229,5\,mmHg}$

?.2)



a)



$V = \omega . r_i$

$$\frac{F_b}{A_c} = \mu \frac{dV}{de} \overset{\text{por ser lineal}}{=} \mu \frac{V}{e} = \mu \frac{\omega r_i}{r_0 - r_1}$$

$$\Rightarrow F_b = \frac{\mu \omega r_i . 2\pi r_i l}{r_0 - r_i}$$

$$F_b = \frac{2\mu \omega r_i^2 \pi l}{r_0 - r_1}$$

$$\frac{F}{A} = \mu \cdot \frac{V-0}{r_1 - r_0}$$

$$F = \mu \frac{V^{\to \omega r}}{(r_1 - r_0)} \cdot 2\pi r l$$

~~Si no se~~ acelera angularmente, $\Sigma \tau = 0$

$\tau = F . r$

$\tau - F_b . r_i = 0$

$$\tau = \frac{\mu \omega r_i^3 2\pi l}{r_0 - r_1}$$

$$\boxed{\Rightarrow \frac{\tau (r_0 - r_1)}{2\pi \omega r_i^3 l} = \mu}$$

b) $l = 15,25\ cm = 0,1525\ m.$

$\mu = 37,8 \times 10^{-3} \frac{kg\ s}{m^2} = 0,37044 \frac{Ns}{m^2} = 0,37044 \frac{kg\ m}{s^2 m^2} s = 0,37044 \frac{kg}{m s}$

$\omega = 6\pi \frac{rad}{s}$

$r_1 = 0,0762\ m$

$r_0 - r_1 = 2,54 \times 10^{-3}\ m.$

$$\Rightarrow \tau = \frac{2\pi . 0,37044 \frac{N\cancel{s}}{\cancel{m^2}} . 0,0762^3 . \cancel{m^3} . 6\pi \frac{rad}{\cancel{s}} . 0,1525 \cancel{m}}{2,54 \times 10^{-3} \cancel{m}} = \boxed{1,165\ N.m}$$

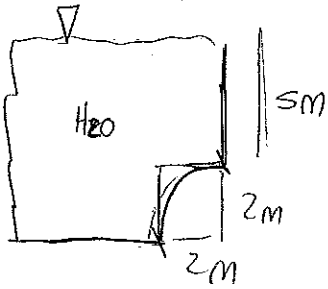
$$\Rightarrow \boxed{\tau = 1,165\ N.m}$$

$$\Rightarrow P = \tau . \omega = 1,165\ Nm . 6\pi \frac{rad}{s} = \boxed{21,96\ watt}$$

$$\boxed{P = 21,96\ w}$$ ✓

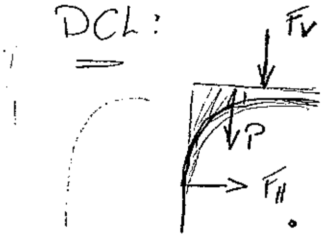
Dibbern Federico 02-090121-7 5/10/11 2/4

P.3)



Prof = 6m

DCL:



$$F_h = \gamma_{H_2O} \cdot h_{cg} \cdot A = 9{,}8\,\frac{m}{s^2} \cdot 1000\,\frac{kg}{m^3} \cdot 6m \cdot 2m \cdot 6m = \boxed{705{,}6\ KN}$$ ✓

$$y_{cp} = y_{cg} + \frac{I_{xx}}{y_{cg} \cdot A} = 6m + \frac{\frac{6m \cdot 2^3 m^3}{12}}{6m \cdot 6m \cdot 2m} = \boxed{6{,}056\ m}$$ desde la sup.

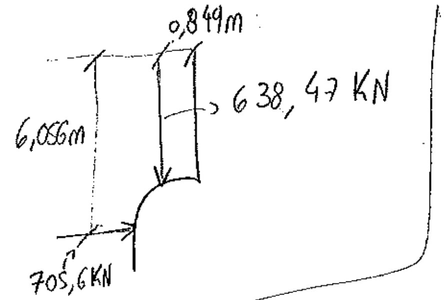
=> La sup curva es sometida a una F_H de modulo 705,6 KN aplicado en un punto a 6,056 m desde la superficie

$$F_V = \gamma_{H_2O} \cdot h_{cg} \cdot A = 9{,}8\,\frac{m}{s^2} \cdot 1000\,\frac{kg}{m^3} \cdot 5m \cdot 2m \cdot 6m = 588\ KN$$

$$P = \gamma_{H_2O}\, V_{ol} = 1000\,\frac{kg}{m^3}\, 9{,}8\,\frac{m}{s^2} \cdot 6m \left(2^2 m^2 - \frac{\pi\, 2^2}{4}\right) m^2 = 50{,}47\ KN$$

$$\Rightarrow F_{VT} = F_V + P = (588 + 50{,}47)\ KN = \boxed{638{,}47\ KN}$$ ✓

esta aplicado sobre el cg del ~~cuarto~~ circulo, a $\frac{4R}{3\pi}$ desde el centro => aplicado a 0,849 m a la izq de la pared vertical de la derecha



T.1)

a) $V = ax + b$

$$\begin{cases} 10 = a \cdot 0 + b \\ 25 = a \cdot 1 + b \end{cases}$$

$$\boxed{V = 15x + 10} \; [m/s]$$

$$a_x = \cancel{\frac{\partial u}{\partial t}} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\cancel{\frac{\partial u}{\partial y}} + w\cancel{\frac{\partial u}{\partial z}} \quad [m/s^2]$$

$$a_x = (15x + 10) \cdot 15 = 225x + 150 \quad [m/s^2]$$

$$a_x = 225x + 150 \quad [m/s^2]$$

$$\boxed{a_0 = 150 \frac{m}{s^2} \qquad a_1 = 375 \frac{m}{s^2}}$$

b)

$$\boxed{a_x = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x}}$$

Si $V_1 = 10 \frac{m}{s}$; $a_1 = 20 \frac{m}{s^2}$

Si $V_2 = 25 \frac{m}{s}$; $a_2 = 60 \frac{m}{s^2}$

$$a_x = \frac{\partial u}{\partial t} + (ax + b) \cdot a$$

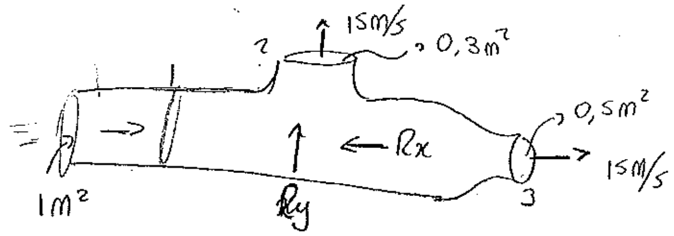
$$a_x = \frac{\partial u}{\partial t} + a^2 x + ba$$

$$a_{(0)} = 20 + 150 = 170 \; m/s^2$$

$$a_{(1)} = 375 + 60 = 435 \; m/s^2$$

Dibbern Federico 020901217 5/10/11 3/4

T.2)



$\dot{m}_e = \dot{m}_s$

$\rho Q_e = \rho Q_s$

$\cancel{\rho} Q_1 = \cancel{\rho}(Q_2 + Q_3)$

$Q_1 = Q_2 + Q_3$

$V_1 A_1 = V_2 A_2 + V_3 A_3$

$V_1 = V_2 \left(\frac{A_2 + A_3}{A_1}\right) = 12\ m/s$

$\Rightarrow \sum F_x = \frac{dP}{dt}$

$P_1 A_1 - P_3 A_3 - R_x = \rho Q (V_3 - V_1)$

$\boxed{R_x = P_1 A_1 - P_3 A_3 - \rho V_1 A_1 (V_3 - V_1)}$ (*)

Si tomamos P_1 y P_3 como atmosfericos,

$\boxed{R_x = 14{,}65\ KN}$ ⇒ hacia la izquierda

$\sum F_y = \frac{dP}{dt}$

$R_y - P_2 A_2 = \rho Q(-V_2)$

$\boxed{R_y = P_2 A_2 - \rho A_2 V_2^2}$

Si tomamos $P_2 = P_{atm}$

$\boxed{R_y = -37{,}110\ KN}$ ⇒ hacia abajo

(*) Si expresamos P_1 en funcion de P_3:

$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g}$

$P_1 = P_3 + \frac{\rho}{2}(V_3^2 - V_1^2)$

$\Rightarrow R_x = \left[P_3 + \frac{\rho}{2}(V_3^2 - V_1^2)\right] A_1 - P_3 A_3 - \rho V_1 A_1 (V_3 - V_1)$

$\boxed{\Rightarrow R_x = 55{,}25\ KN}$ No

tomo P_3 como P_{atm}

T.3) a) $t = f(\omega, b, d, g, \mu, \rho)$ $n = 7$

$[t] = t$ / $[\omega] = L$ / $[b] = L$ / $[d] = L$ / $[g] = \frac{L}{t^2}$ / $[\mu] = \frac{M}{Lt}$ / $[\rho] = \frac{M}{L^3}$

$K = 3 \Rightarrow$ hay 4 Nros Π.

$$\begin{cases} \Pi_1: b^{\kappa_1} \cdot g^{\kappa_2} \rho^{\kappa_3}\, t \\ \Pi_2: b^{\beta_1} \cdot g^{\beta_2} \rho^{\beta_3}\, \omega \\ \Pi_3: b^{\gamma_1} g^{\gamma_2} \rho^{\gamma_3}\, d \\ \Pi_4: b^{a} g^{b} \rho^{c}\, \mu \end{cases}$$

Π_1) $[\Pi_1] = 1 = L^{\kappa_1} \left(\frac{L}{t^2}\right)^{\kappa_2} \cdot \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\kappa_3} \cdot t^1$

$L: \kappa_1 + \kappa_2 - 3\kappa_3 = 0 \Rightarrow \kappa_1 = -\frac{1}{2}$

$M: \kappa_3 = 0$

$t: -2\kappa_2 + 1 = 0 \Rightarrow \kappa_2 = \frac{1}{2}$

$$\boxed{\Pi_1 = \sqrt{\frac{g}{b}}\, t}$$

Π_2) $[\Pi_2] = 1 = L^{\beta_1} \left(\frac{L}{t^2}\right)^{\beta_2} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\beta_3} L$

$L: \beta_1 + \beta_2 - 3\beta_3 + 1 = 0 \Rightarrow \beta_1 = -1$

$M: \beta_3 = 0$

$t: -2\beta_2 = 0 \Rightarrow \beta_2 = 0$

$$\boxed{\Pi_2 = \frac{\omega}{b}}$$

Π_3) $[\Pi_3] = 1 = L^{\gamma_1} \left(\frac{L}{t^2}\right)^{\gamma_2} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\gamma_3} L$

$L: \beta_1 + \beta_2 - 3\beta_3 + 1 = 0 \Rightarrow \beta_1 = 0$

$M: \beta_3 = 0$

$t: -2\beta_2 = 0 \Rightarrow \beta_2 = 0$

$$\boxed{\Pi_3 = \frac{d}{b}}$$

Π_4) $[\Pi_4] = 1 = L^{a} \left(\frac{L}{t^2}\right)^{b} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{c} \frac{M}{Lt}$

$L: a + b - 3c - 1 = 0 \Rightarrow a = -3/2$

$M: c + 1 = 0 \Rightarrow c = -1$

$t: -2b - 1 = 0 \Rightarrow b = -\frac{1}{2}$

$$\boxed{\Pi_4 = \frac{\mu}{\rho\sqrt{g b^3}}}$$

b) $\frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{10}$ Para cumplir semejanza, $\Pi_{1m} = \Pi_{1p} \Rightarrow \sqrt{\frac{g}{b_m}}\, t_m = \sqrt{\frac{g}{b_p}}\, t_p$

$$\frac{t_m}{t_p} = \sqrt{\frac{g}{b_p} \cdot \frac{b_m}{g}} = \sqrt{\frac{b_m}{b_p}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

Dibbern Federico 02090121-7 5/10/11 4/4

$10 L_m = L_p$

T.3.b) $\frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{10}$ para cumplir con la semejanza,

$\Pi_{1m} = \Pi_{1p} \Rightarrow \sqrt{\frac{g}{b_m}}\, t_m = \sqrt{\frac{g}{b_p}}\, t_p$

$$\frac{t_m}{t_p} = \sqrt{\frac{\cancel{g}\cdot b_m}{b_p\, \cancel{g}}} \Rightarrow \frac{t_m}{t_p} = \sqrt{\frac{b_m}{b_p}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$t_p = t_m \cdot \sqrt{10}$ $\Rightarrow$ es decir, el prototipo, se vacia $\sqrt{10}$ veces mas lento que el modelo.

$$\Rightarrow \Pi_{4m} = \Pi_{4p} \Rightarrow \frac{\mu_m}{\rho_m \sqrt{g b_m^3}} = \frac{\mu_p}{\rho_p \sqrt{g b_p^3}}$$

$$\frac{\mu_m}{\mu_p} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_m} = \sqrt{\frac{\cancel{g} b_m^3}{\cancel{g} b_p^3}}$$

$$\frac{\nu_m}{\nu_p} = \sqrt{\frac{1}{1000}}$$

$$\boxed{\nu_m = \frac{\nu_p}{\sqrt{1000}}}$$

$\Rightarrow$ No puede usarse agua porque la viscocidad cinematica es una propiedad de la sustancia, y no puede haber una misma sustancia a la misma temperatura que tenga dos valores de viscosidad cinematica (que difiera en un factor de $\sqrt{1000}$)