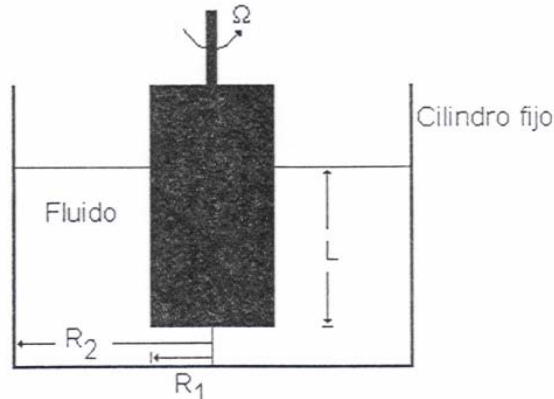


FENOMENOS DE TRANSPORTE I (TF-1221)
Ejercicios para el segundo parcial. Trimestre Septiembre - Diciembre 07
Prof. Carlos Romero

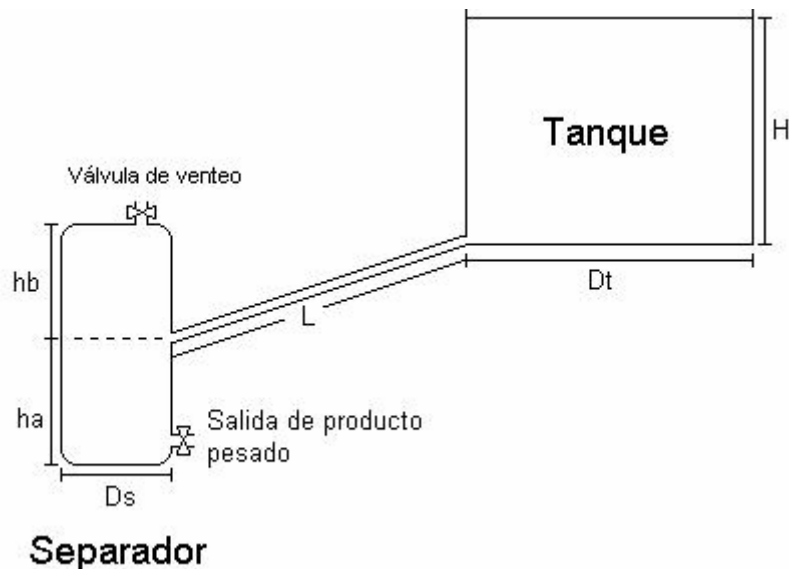
PROBLEMA 1: Para medir la viscosidad de un fluido newtoniano se dispone de un equipo de cilindros concéntricos, tal como se muestra en la figura. El cilindro exterior es fijo y posee perfectamente centrado otro cilindro macizo que rota a una velocidad angular Ω , constante. En el espacio vacío se coloca el fluido cuya viscosidad se desea medir. Si la fuerza necesaria para mantener el movimiento del cilindro es F , encuentre una expresión para calcular la viscosidad del fluido en función de la geometría del sistema (L , R_1 , R_2), de la velocidad angular Ω y de la fuerza aplicada F . Desprecie los efectos de borde ($L \gg R_1$).



PROBLEMA 2: Se desea transportar crudo desde un tanque de almacenamiento atmosférico de diámetro D_t y altura H (constante) hasta un separador cilíndrico de diámetro D_s y altura (h_a+h_b) , por una tubería de longitud L , diámetro interno d y ángulo de inclinación con respecto a la horizontal, α . Suponga fluido newtoniano de densidad ρ y viscosidad μ , régimen laminar y propiedades constantes.

- Si se abre la válvula de venteo del separador, determine el tiempo de llenado para que la altura en el separador sea h_a , si originalmente estaba vacío (4 puntos).
- Una vez alcanzada la altura h_a , se cierra la válvula de venteo y se continúa llenando el separador. Determine la máxima altura de líquido a la que se puede llegar en el separador (6 puntos).

Nota: La válvula de salida de producto pesado va permanecer cerrada en todo el proceso de llenado del separador. Suponga que el aire dentro del separador se comporta como gas ideal a temperatura constante.



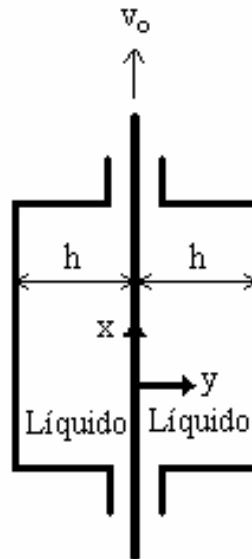
PROBLEMA 3: Una lámina delgada de un cierto material es arrastrada verticalmente hacia arriba a una velocidad constante v_o , a través de un líquido newtoniano de densidad ρ y viscosidad μ contenido en una columna vertical larga de sección transversal rectangular. Un corte vertical del sistema se muestra en la figura. La columna de líquido es puesta en movimiento por la lámina, pero el flujo neto a través de cualquier sección horizontal es cero. Demuestre que el movimiento del líquido puede ser descrito por la ecuación

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \rho g \right) \text{ donde } \frac{\partial P}{\partial x} \neq 0$$

y que la fuerza total que el líquido ejerce sobre la lámina, F_T está dada por:

$$\frac{F_T}{\frac{1}{2} \rho v_o^2 A} = 8 \left(\frac{\rho v_o h}{\mu} \right)^{-1}$$

donde A es el área total de la superficie mojada y h es la distancia uniforme entre cada una de la superficie de la lámina y los lados de la columna. Suponga que la columna está completamente llena de líquido, que no hay fugas a través de la ranuras por las que pasa la lámina, que el movimiento del líquido es laminar y estacionario.



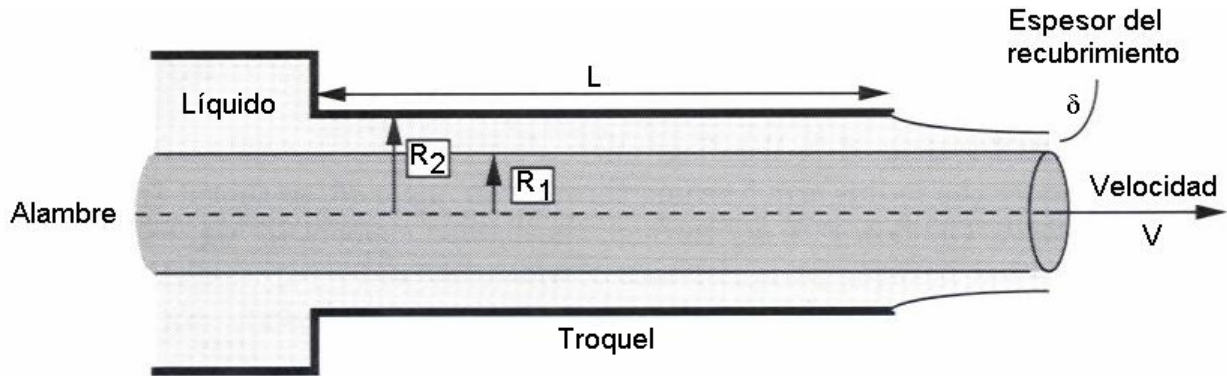
PROBLEMA 5: En la industria manufacturera de alambres recubiertos, el alambre se sumerge en un envase lleno del líquido recubridor y a continuación se pasa a través de un troquel el cual cepilla el líquido y deja una capa del espesor deseado (δ). El proceso puede representarse como se muestra en la figura. La presión a ambos lados del troquel es la atmosférica.

Determine:

- El perfil de velocidades en el espacio anular (troquel) (4 puntos).
- El flujo volumétrico total (Q) que circula por el ánulo (2 puntos).
- El valor límite de Q cuando R_1 tiende a cero (1 punto).
- El espesor final del recubrimiento (δ) (2 puntos).
- La fuerza F necesaria para mover el alambre a través del troquel (2 puntos).

Nota: Suponga que el proceso ocurre en estado estacionario, que el líquido se comporta como newtoniano con propiedades constantes (ρ y μ).

Son datos del problema: R_1 , R_2 , L , V , ρ y μ .



PROBLEMA 6: En la compañía de alimentos “Antonio” se fabrican “habaneras” para helados. Estas consisten en un cilindro hueco de barquilla de radio interno R_1 , radio externo R_2 y longitud L . Para aumentar las ganancias el gerente de la fábrica decide comercializar las mismas barquillas pero recubiertas interna y externamente con una pasta de chocolate. Para facilitar el estudio económico se le pide a usted que determine la máxima cantidad de esta pasta que se empleará para recubrir 100 “habaneras”. Considere que la pasta de chocolate tiene las siguientes propiedades: Fluido Bingham con ρ , μ y τ_0 conocidos.

PROBLEMA 7: Para el tratamiento superficial de una barra cilíndrica maciza de radio $R = 1$ cm y longitud L ($L \gg R$), se debe sumergir la misma en dos fluidos A y B para formar una capa no deslizante sobre la superficie de la pieza.

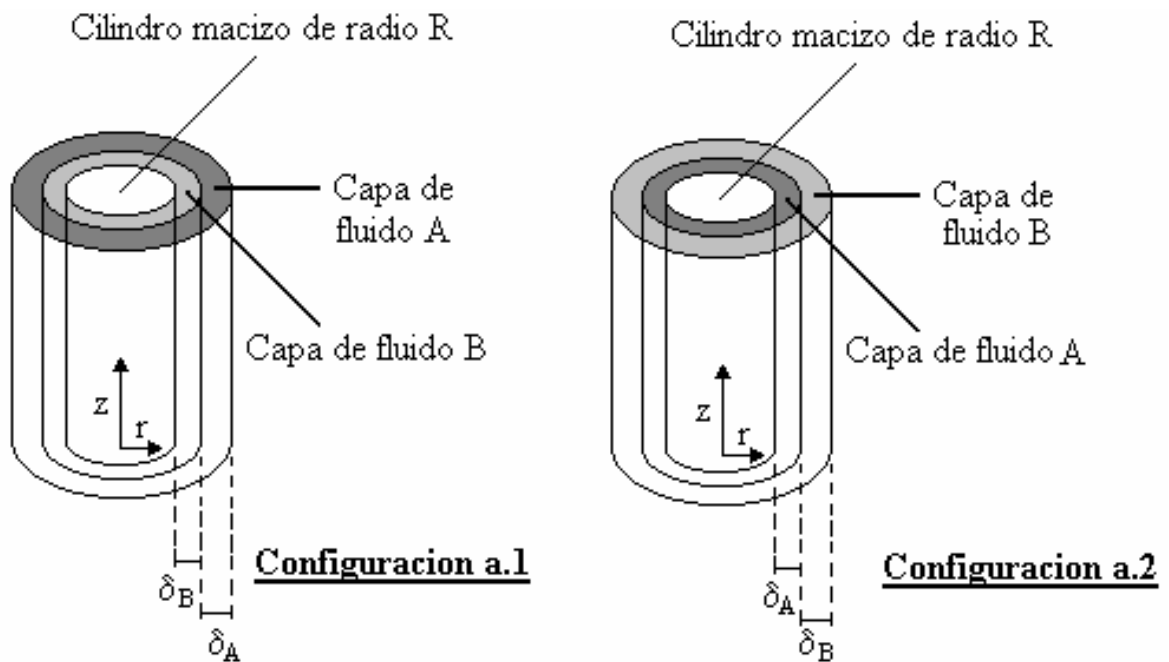
Considere que los fluidos A y B siguen el modelo de Bingham: $\tau_{rz} = \tau_0 - \mu \cdot \frac{\partial v_z}{\partial r}$,

con $\tau_{0A} = 400$ Pa, $\tau_{0B} = 700$ Pa y $\mu_A = 3$ cP, $\mu_B = 5$ cP, $\rho_A = 1500$ kg/m³, $\rho_B = 500$ kg/m³

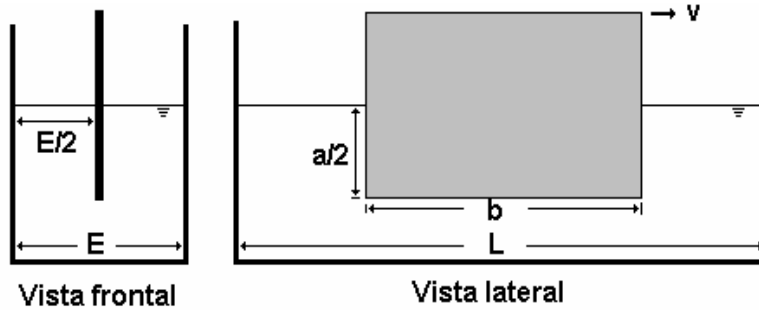
(a) Diga cuál es la mejor forma de recubrir la pieza para lograr un espesor total ($\delta = \delta_A + \delta_B$) máximo: Sumergirla primero en B y luego en A (configuración a.1) o viceversa (configuración a.2)?

(b) Calcule el valor de δ máximo en estado estacionario.

Nota: Utilice el sistema de referencia indicado en la figura.



PROBLEMA 8: Para estimar viscosidades de fluidos se ideó el siguiente equipo:



El líquido se almacena en un envase rectangular de dimensiones $L \times E$ ($L \gg E$) y se arrastra a través de él una lámina muy delgada con una velocidad constante v . En un dial es posible detectar la fuerza F , aplicada para lograr este movimiento.

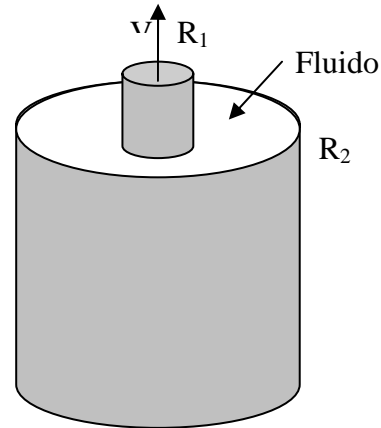
Encuentre una expresión para determinar la viscosidad de un fluido newtoniano en función de F , v , las dimensiones de la lámina y la distancia de ésta al estanco ($E/2$).

Suponga despreciables los efectos de borde.

PROBLEMA 9:

Determine la fuerza por unidad de longitud con la que se debe halar una barra maciza cilíndrica de radio R_1 muy larga, contenida concéntricamente en una tubería cilíndrica de radio interno R_2 para que la barra se mueva hacia arriba a una velocidad constante V , mientras que la tubería permanece inamovible. El espacio anular entre la barra y la tubería está relleno con un fluido newtoniano de viscosidad μ y densidad ρ . Suponga estado estacionario, régimen laminar y $(\partial P / \partial z) = 0$.

Densidad de la barra ρ_s .



PROBLEMA 10: Se desea llenar un tanque de 50 L de capacidad (tanque B, ver figura). Esto se realiza removiendo la lámina colocada en el extremo inferior de una tubería de 2 m de longitud y 1 in de diámetro interno, la cual está conectada a un tanque con una gran área transversal (A), abierto a la atmósfera y que contiene fluido hasta un nivel de 2,5 m. Considerando que el nivel en el tanque A casi no varía durante el llenado del tanque B y que el flujo en la tubería es estacionario, incompresible y unidimensional, determine en cuánto tiempo se llenará el tanque B para los fluidos siguientes:

(a) Fluido newtoniano con $\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$ y $\mu = 80 \text{ mPa s}$.

(b) Fluido que sigue la ley de la potencia: $\tau_{rz} = m (dv_z/dr)^n$ con $m = 25 \text{ dina s}^n/\text{cm}^2$, $n = 0,6$ y $\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$.

(c) El fluido sigue el modelo de Bingham con:

$\tau_0 = 300 \text{ Pa}$; $\mu = 80 \text{ mPa s}$; $\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$

