

GUÍA DE EJERCICIOS N° 1

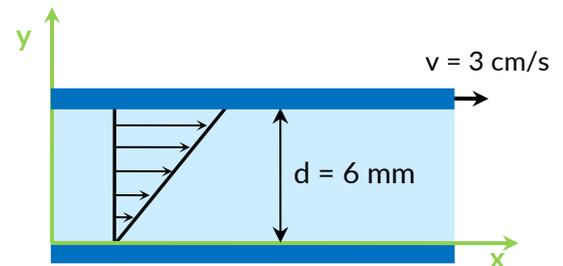
Introducción a la transferencia de Cantidad de Movimiento

- 1.1) a) Comparar los valores de viscosidad absoluta de aire, agua y H_2SO_4 a 1 atm y 20 °C entre sí, y con los valores de viscosidad absoluta a 1 atm y 60 °C.
b) Calcular la viscosidad cinemática de los tres fluidos a 20 °C y a 60 °C.

1.2) Resolución Individual

- a) Obtener la viscosidad absoluta del aire (a 1 atm), agua y H_2SO_4 a 20, 40, 60 y 80 °C.
b) Graficar la viscosidad en función de la temperatura absoluta para los tres fluidos.
c) ¿Qué funcionalidad espera de μ con T en cada caso?

- 1.3) Una placa infinita se mueve por encima de una segunda placa, sobre una capa de un fluido newtoniano como se indica en la figura (flujo Couette). La superficie de ambas placas es de 10 m^2 . Para un pequeño ancho de separación, $d = 6 \text{ mm}$, la distribución de velocidad en el líquido es lineal.



Si el fluido es glicerina a 20 °C, determinar:

- a) El perfil de esfuerzos en el sistema.
b) La fuerza que el fluido realiza sobre la placa superior.
c) La fuerza que el fluido realiza sobre la placa inferior.
d) Esquematice la dirección y sentido de la densidad de flujo de cantidad de movimiento sobre ambas placas.

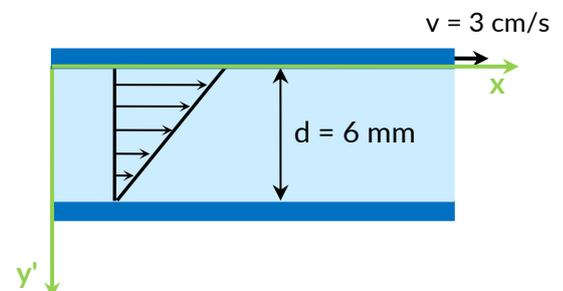
Nota:

Viscosidad cinemática de la glicerina a 20 °C: $\nu = 1,12 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$.

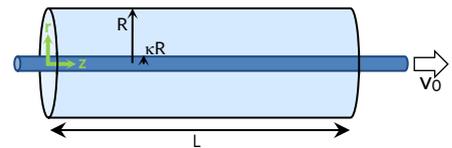
Densidad de la glicerina a 20 °F: $\rho = 1.261 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$.

1.4) Resolución Individual

Resuelva el problema anterior con el sistema de ejes indicados en la figura. Compare los resultados obtenidos.

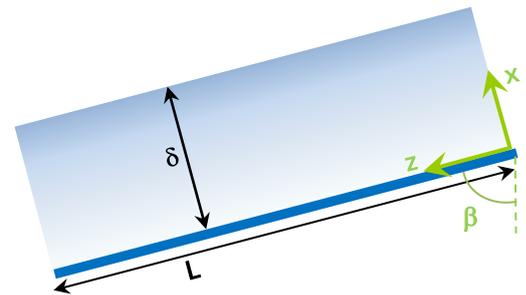


- 1.5) Una varilla cilíndrica infinita de radio κR se mueve axialmente con velocidad v_0 a lo largo del eje de un tubo de radio R , que contiene un fluido newtoniano de propiedades físicas conocidas. El perfil de velocidades que se establece en el fluido es $v_z(r) = v_0 \frac{\ln(\frac{r}{R})}{\ln(\kappa)}$.



- Obtener una expresión para el esfuerzo cortante τ_{rz} .
- ¿El esfuerzo cortante es nulo en algún punto del sistema?
- Graficar el perfil de velocidades, el perfil de esfuerzos y la densidad de flujo de cantidad de movimiento en el sistema.
- Calcular la fuerza por unidad de longitud que el fluido realiza sobre la varilla.

- 1.6) Un fluido newtoniano e incompresible fluye libremente en régimen laminar y estado estacionario sobre una placa de largo L y ancho W , inclinada un ángulo β respecto a la vertical, formando una película de espesor δ constante.



Al situar el origen de coordenadas de forma que x se mide a partir de la pared, la distribución de la velocidad viene dada por: $v_z = \frac{\rho g \cos \beta}{\mu} \delta^2 \left[\left(\frac{x}{\delta}\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{\delta}\right)^2 \right]$.

- Hallar la velocidad media del escurrimiento.

- Calcular la relación $\frac{v_z^{máx}}{\langle v_z \rangle}$.

- Resolución Individual**

La distribución de velocidades, tomando el origen de coordenadas en la superficie del líquido ($x' = 0$ corresponde a la superficie libre y $x' = \delta$ a la pared de la placa) es (ver deducción en el teórico):

$$v_z = \frac{\rho g \cos \beta}{2\mu} \delta^2 \left[1 - \left(\frac{x'}{\delta}\right)^2 \right]$$

Demostrar cómo se puede llegar a esta distribución de velocidades a partir de la distribución original sin hacer el balance de envoltura.

- 1.7) Para la situación planteada en el ejercicio anterior:

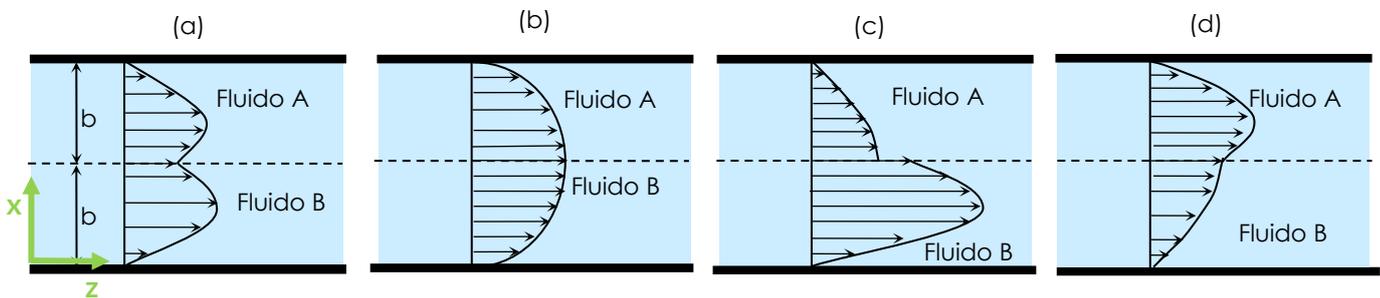
- Explique por qué la siguiente igualdad es una identidad escalar pero no vectorial.

$$\tau_{xz} = \frac{\partial F_z}{\partial A_x} = -\mu \frac{\partial v_z}{\partial x}$$

- Siendo que el esfuerzo cortante y el flujo de cantidad de movimiento tienen igual magnitud, pero son vectores de distinta dirección y sentido:

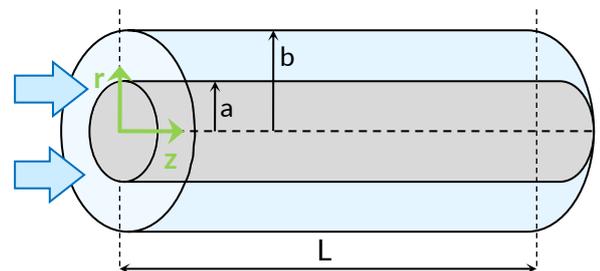
- Indique la dirección y sentido del esfuerzo cortante y sobre qué área se ejerce.
- Indique la dirección y sentido de la densidad de flujo de cantidad de movimiento y el área de dicho flujo.
- La fuerza calculada a partir del esfuerzo mencionado en (b.1) y evaluado a nivel de la placa, ¿es la fuerza que el fluido ejerce sobre la placa?
- Indique la magnitud, dirección y sentido de la fuerza tangencial que el fluido ejerce sobre la placa.

1.8) Dos líquidos newtonianos e inmiscibles A y B de distinta viscosidad, fluyen en régimen laminar entre dos láminas planas paralelas. Indicar cuál de los siguientes esquemas se corresponde con la forma del perfil de velocidad esperado. Justifique su respuesta.



1.9) Un fluido newtoniano e incompresible (μ , ρ) fluye en estado estacionario y con flujo laminar por el espacio anular entre dos tubos concéntricos horizontales, según se muestra en la figura. El perfil de velocidades en el sistema está dado

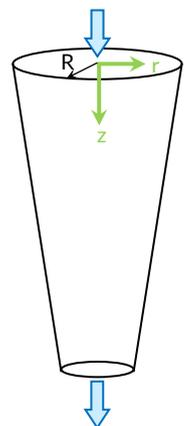
$$v_z = \frac{P_0 - P_L}{4\mu L} \left[a^2 - r^2 + \frac{(b^2 - a^2)}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)} \ln\left(\frac{r}{a}\right) \right]$$



- Calcular la posición radial donde el fluido tiene velocidad máxima. Explique por qué el máximo de velocidades no se produce en $r = (a+b)/2$ e indique hacia que pared se corre.
- Calcular la fuerza ejercida por el fluido sobre la pared del tubo interior.

1.10) En el sistema de la figura, un fluido newtoniano e incompresible fluye en dirección z en régimen laminar y estado estacionario por un tubo convergente.

Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.



Afirmación 01. El vector velocidad es $\vec{v} = [v_r, 0, v_z]$.

Afirmación 02. La velocidad v_z es función de r y de z.

Afirmación 03. Los elementos de fluido están sometidos únicamente a esfuerzos cortantes.

Afirmación 04. Existen esfuerzos en el sistema que provocan transferencia de cantidad de movimiento en dirección z.

Afirmación 05. El único componente del tensor esfuerzo es $\tau_{rz} = -\mu \frac{\partial v_z}{\partial r}$

Afirmación 06. Si el fluido estuviese estático, no existirían esfuerzos cortantes en el sistema.