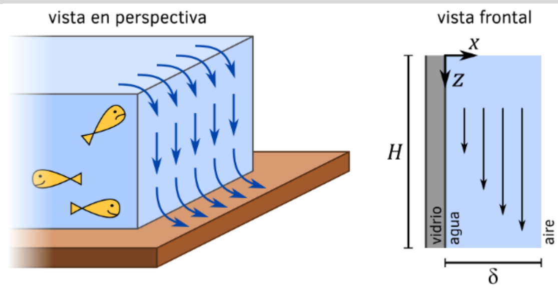
Balance de Momentum, Calor y Masa

Ejercicios Enero – Junio 2025

Unidad 1 – Balances de momentum

EJERCICIO 1

Se está derramando el agua por el costado de una pecera (se quedó abierta la llave del agua). El agua forma una capa vertical descendente de espesor δ uniforme (de ancho W y altura H). Usando el sistema de coordenadas indicado en la figura, hallar el perfil de velocidad v_z en función de x, mediante simplificación de las ecuaciones de conservación.

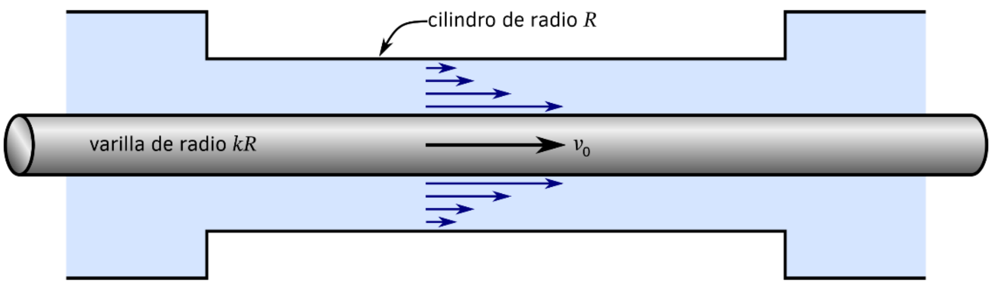


RESPUESTA: $v_z = \dfrac{\rho g}{2\mu}\left(2\delta x - x^2\right)$

EJERCICIO 2

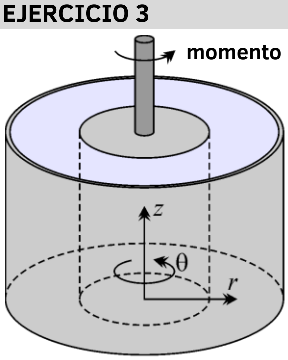
Adaptado de Bird (2002)

Una varilla cilíndrica de radio kR se mueve con velocidad v_0 constante a lo largo del centro de un tubo cilíndrico de radio interno R. El espacio entre la varilla y el tubo está lleno de un líquido newtoniano viscoso (esta situación se presenta en el recubrimiento de alambres con barniz). La presión y la temperatura son constantes en todo el sistema. Determinar el perfil de velocidad en estado estable para el fluido en el espacio entre $r = kR$ y $r = R$.

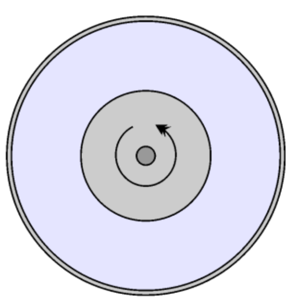


RESPUESTA: $v_z = v_0 \dfrac{\ln\left(r / R\right)}{\ln k}$

EJERCICIO 3



vista en perspectiva



vista superior

El espacio entre dos cilindros coaxiales verticales se encuentra lleno con un líquido newtoniano a temperatura constante. El cilindro interno tiene radio bR y el cilindro externo tiene radio R (con $0 < b < 1$). El cilindro interno gira con una velocidad angular constante Ω debido a la aplicación de un momento de giro; mientras que el cilindro externo se mantiene fijo. Mediante simplificación de las ecuaciones de conservación, determinar el perfil de velocidad v_θ para el movimiento laminar del fluido.

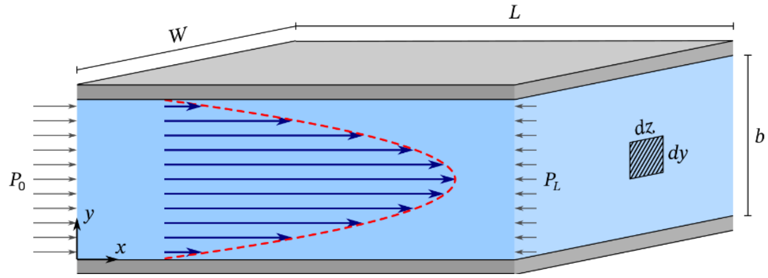
NOTA: Recordar que la velocidad tangencial es igual al producto de la velocidad angular por el radio de giro.

RESPUESTA: $v_\theta = \dfrac{b^2 R\Omega}{1 - b^2}\left(\dfrac{R}{r} - \dfrac{r}{R}\right)$

EJERCICIO 4

Determinar el flujo volumétrico y la velocidad media para un fluido newtoniano en flujo de Poiseuille entre dos superficies planas horizontales (de ancho W y longitud L, separadas por una distancia vertical b), debido una diferencia de presión $\left(P_0 - P_L\right)$, sabiendo que su perfil de velocidad está dado por:

$$v_x = \frac{\left(P_0 - P_L\right)}{2\mu L}\left(by - y^2\right)$$



RESPUESTA: $\dot{V} = \dfrac{\left(P_0 - P_L\right) b^3 W}{12\mu L}$, $\left\langle v_x \right\rangle = \dfrac{\left(P_0 - P_L\right) b^2}{12\mu L}$

EJERCICIO 5

Para el caso de un cilindro vertical girando dentro de otro, con un líquido newtoniano llenando el espacio entre ambos (ejercicio 3), determinar el perfil de esfuerzo $\tau_{r\theta}$. Evaluarlo en la superficie del cilindro interno para encontrar el esfuerzo en la pared τ_w.

RESPUESTA: $\tau_{r\theta} = \dfrac{2\mu b^2 \Omega}{1 - b^2}\left(\dfrac{R}{r}\right)^2$, $\tau_w = \dfrac{2\mu\Omega}{1 - b^2}$