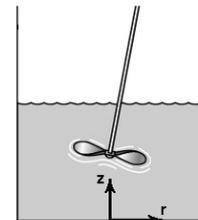


## Mecánica de Fluidos - EXAMEN FINAL - 17/9/2020

### Parte Teórica (50% de la calificación. MÍNIMO: 40/100 puntos)

**NO escriba en los espacios entre problemas**

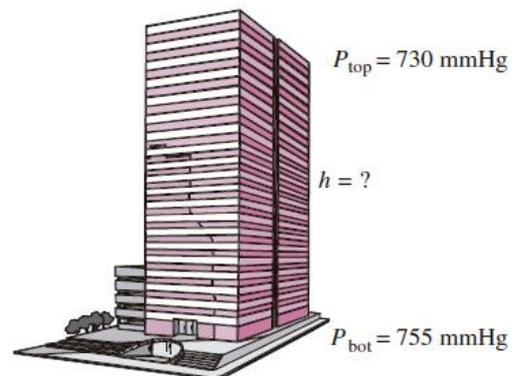
- (1) En el tanque agitado de la figura considere que la velocidad de deformación (del líquido alrededor de la paleta) es proporcional a la velocidad de rotación, y que el esfuerzo de corte es proporcional al torque aplicado.



Suponga que el material es pseudoplástico. En gráficos separados represente viscosidad vs velocidad de rotación y torque aplicado vs velocidad de rotación. Explique las razones físicas por las cuales la viscosidad varía de esa manera.

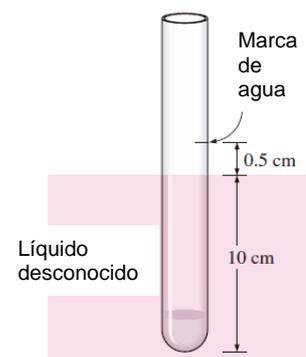
b) Ahora considere que el líquido es calentado hasta una temperatura  $T_2$ . Represente en los gráficos anteriores las variaciones de viscosidad y torque aplicado a esta nueva temperatura (identifique estas curvas como  $T_2$ ).

- (2) Un simple barómetro puede utilizarse para estimar la altura de un edificio. Si las lecturas barométricas en las partes superior e inferior de un edificio son 730 y 755 mmHg (figura), respectivamente, calcular la altura del mismo en los siguientes casos:

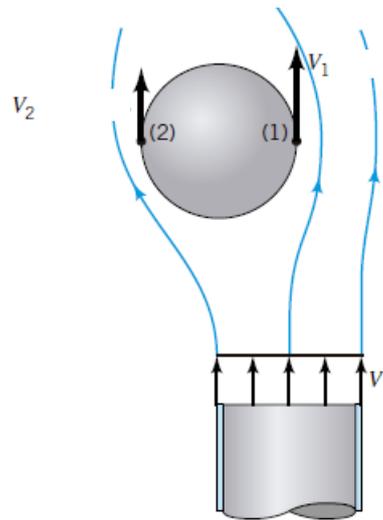


- Asumiendo una densidad promedio del aire de  $1.18 \text{ kg/m}^3$ .
- Suponiendo que la densidad varía con la altura, pero la temperatura es constante e igual a  $15^\circ\text{C}$ .
- Suponiendo que tanto la densidad como la temperatura varían con la altura, siguiendo el modelo de atmósfera estándar.
- Cree que la simplificación hecha en el inciso a es aceptable para una estimación rápida de la altura? Por qué?

- (3) Se quiere determinar la densidad de un líquido utilizando un viejo hidrómetro cilíndrico de 1 cm de diámetro cuyas líneas divisorias están completamente borradas. El hidrómetro se deja caer primero en agua y se marca el nivel, que es de 10.5 cm (figura). Luego se deja caer en un líquido de densidad desconocida, y el nivel de líquido queda 0.5 cm por debajo de la marca del agua. Determinar la densidad de este líquido.

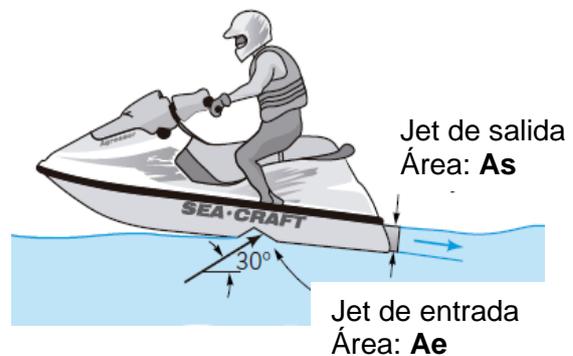


(4) Un jet de aire con velocidad de salida  $V$  fluye alrededor de una bola (figura). Cuando la bola no está centrada en el jet, la velocidad en el lado de la bola cerca del centro del jet ( $V_1$ ) es mayor que la del lado externo ( $V_2$ ). Suponiendo que los efectos de gravedad y viscosos son despreciables:



- Es válido aplicar la Ecuación de Bernoulli en este caso? Justifique.
- Es correcto plantear la Ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y 2? Por qué?
- Dibuje (en la figura) la ó las líneas de corriente que utilizaría.
- Determine la diferencia de presión,  $p_2 - p_1$ .
- Cómo se denomina la fuerza resultante y hacia dónde actúa? Qué ocurrirá con la bola?

(5) La propulsión desarrollada para impulsar la moto de agua de la figura es resultado del agua bombeada a través del vehículo y expulsada como un jet de agua de alta velocidad. Para las condiciones mostradas en la figura:

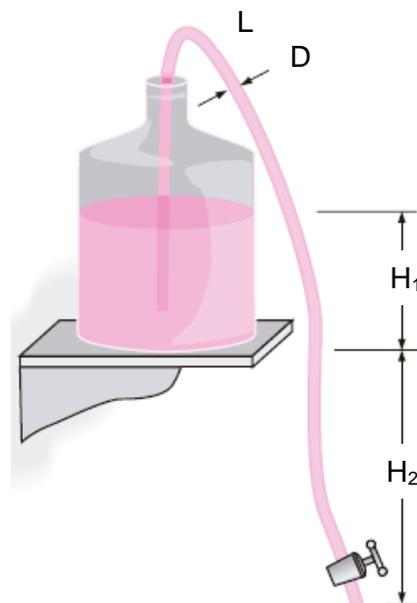


- Plantee el balance de masa de agua, y el balance de cantidad de movimiento en dirección horizontal (en este último considere despreciable el efecto de las presiones).
- Cuál es la fuerza externa horizontal que actúa sobre la moto de agua? En qué dirección actúa?
- Si el jet de entrada ingresa con un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la horizontal, el jet de salida es aproximadamente horizontal, el caudal de agua bombeado es  $Q$  y la moto se desplaza a velocidad constante, obtenga una expresión para la fuerza externa (en función de los datos del problema).

(6) El agua para tomar de una oficina es provista por un bidón como el mostrado en la figura, ubicado en un estante alto. Un extremo de una manguera de diámetro  $D$  y longitud  $L$  es insertado en el bidón (hasta el fondo del mismo) mientras que el otro extremo con una válvula on/off es mantenido una distancia  $H_2$  por debajo del fondo del bidón. El nivel de agua en el bidón cuando está lleno es  $H_1$ . El coeficiente de pérdida de la válvula cuando está abierta es  $K_L$ . Suponiendo que el resto de las pérdidas menores es despreciable, y que el factor de fricción  $f$  en la manguera es conocido, encuentre expresiones para la velocidad de salida del agua cuando:

- el bidón está totalmente lleno,
- el bidón está casi vacío.
- En qué caso se tardará más en llenar un vaso de agua?

Nota: suponga que  $f$  es el mismo para los flujos con bidón lleno y vacío.



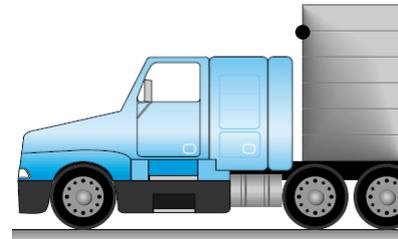
(7) El arrastre aerodinámico en un camión puede ser reducido mediante el uso de un deflector de aire ubicado sobre la cabina, como se muestra en la figura.

a) Indique con flechas la fuerza de arrastre ( $F_A$ ) que actúa en los puntos indicados en la figura. Para cada  $F_A$ , dibuje las componentes debidas a la presión ( $F_A^p$ ) y a la fricción de corte ( $F_A^t$ ). Indique claramente qué es cada cosa.

b) Si el camión tiene una altura  $H$  y un ancho  $W$ , y el deflector reduce el coeficiente de arrastre de 0.96 a 0.70, en qué porcentaje se reduce la fuerza de arrastre para circular a una velocidad  $U$ ?



(a)  $C_D = 0.70$



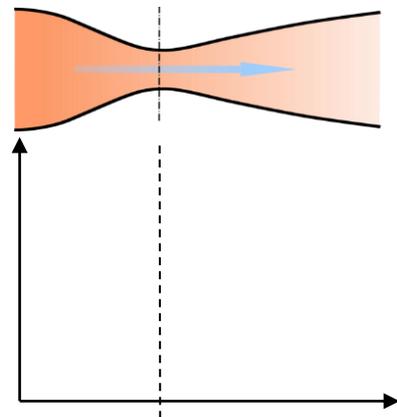
(b)  $C_D = 0.96$

(8) a) En 2008 la sonda Phoenix descendió en la atmósfera de Marte (formada de  $CO_2$  ( $k=1.3$ ,  $M=44$ ) a  $-35^\circ C$  y 600 Pa) a una velocidad promedio de 1800 km/h. ¿En qué régimen de flujo bajó la sonda ?, **subsónico, sónico o supersónico?**



b) ¿Cuáles son los motivos por los cuales los **flujos compresibles en toberas** se consideran **isentrópicos**?

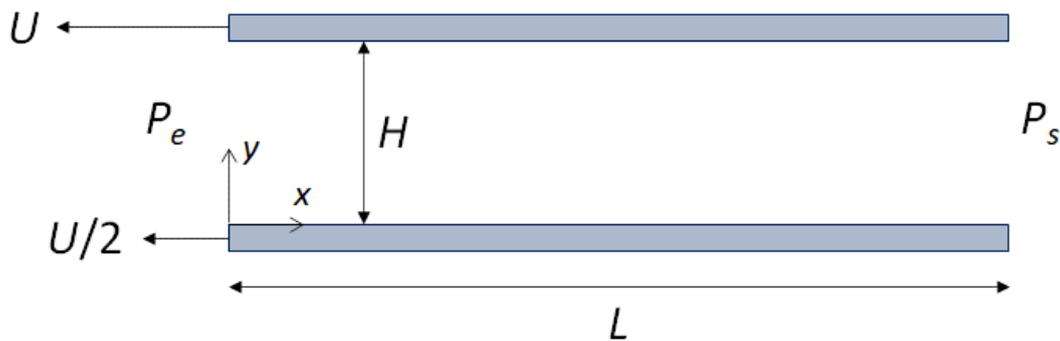
c) Considere el esquema de la derecha representando una tobera convergente-divergente y agregue en los ejes inferiores las curvas que muestren el comportamiento de la **presión** ( $p$ ), la **temperatura** ( $T$ ) y la **velocidad** ( $v$ ) del fluido a medida que éste avanza en la tobera, para el caso en que el flujo sale supersónico de la tobera.



**Problema 1** (25% de la calificación)

Un fluido de densidad  $\rho$  y viscosidad  $\mu$  constantes, fluye en régimen laminar entre dos placas de ancho  $W$ . La placa superior se mueve a una velocidad  $U$  y la placa inferior, a una velocidad  $U/2$ , en el mismo sentido que la placa superior. Entre el inicio ( $x = 0, P = P_e$ ) y el final ( $x = L, P = P_s$ ) de las placas hay una diferencia de presión, de forma tal que  $P_e > P_s$ .

- Halle el perfil de velocidad del fluido entre las placas.
- Halle el perfil de tensiones entre las placas.
- Escriba las expresiones para el caudal y para la fuerza que el fluido hace sobre ambas placas (sólo la expresión integral, sin realizar cálculos).
- Halle el valor del gradiente de presión y los valores de las tensiones de corte en  $y = 0$  e  $y = H$  para el caso en que el caudal neto de flujo es nulo.
- Halle el valor de  $y$  donde la tensión de corte vale 0 para las condiciones del inciso d).
- Grafique el perfil de velocidad y el perfil de tensiones para las condiciones del inciso d).



**Problema 2** (25% de la calificación)

Suponga que usted está construyendo una casa rural y necesita llevar una tubería hasta el suministro de agua más cercano, que afortunadamente está 1000 m por encima del nivel de su casa. La tubería tendrá 6000 m de longitud, la distancia hasta el suministro de agua, donde la presión manométrica es de 1 MPa. Usted necesita un caudal mínimo de 3 gal/min y el final de la tubería, que es extremadamente lisa, estará abierto a la atmósfera. Para minimizar costos, usted compra la tubería con el menor diámetro posible.

- Calcule la pérdida de carga total desde la entrada a la tubería hasta la salida. Desprecie las pérdidas menores, ya que la tubería es muy larga y éste es el efecto dominante.
- ¿Qué es más importante en este problema, la caída de presión debida a la diferencia de alturas o la debida a la fricción viscosa dentro del conducto?
- Calcule el diámetro (en cm) necesario para la tubería.
- ¿Qué pasaría si se empleara una cañería de mayor diámetro al calculado en c)? Explique con palabras, no es necesario demostrar con ecuaciones.
- Si las pérdidas menores no pueden despreciarse y representan el 75% de las pérdidas mayores, ¿cuál sería el diámetro necesario en este caso (en cm)?

