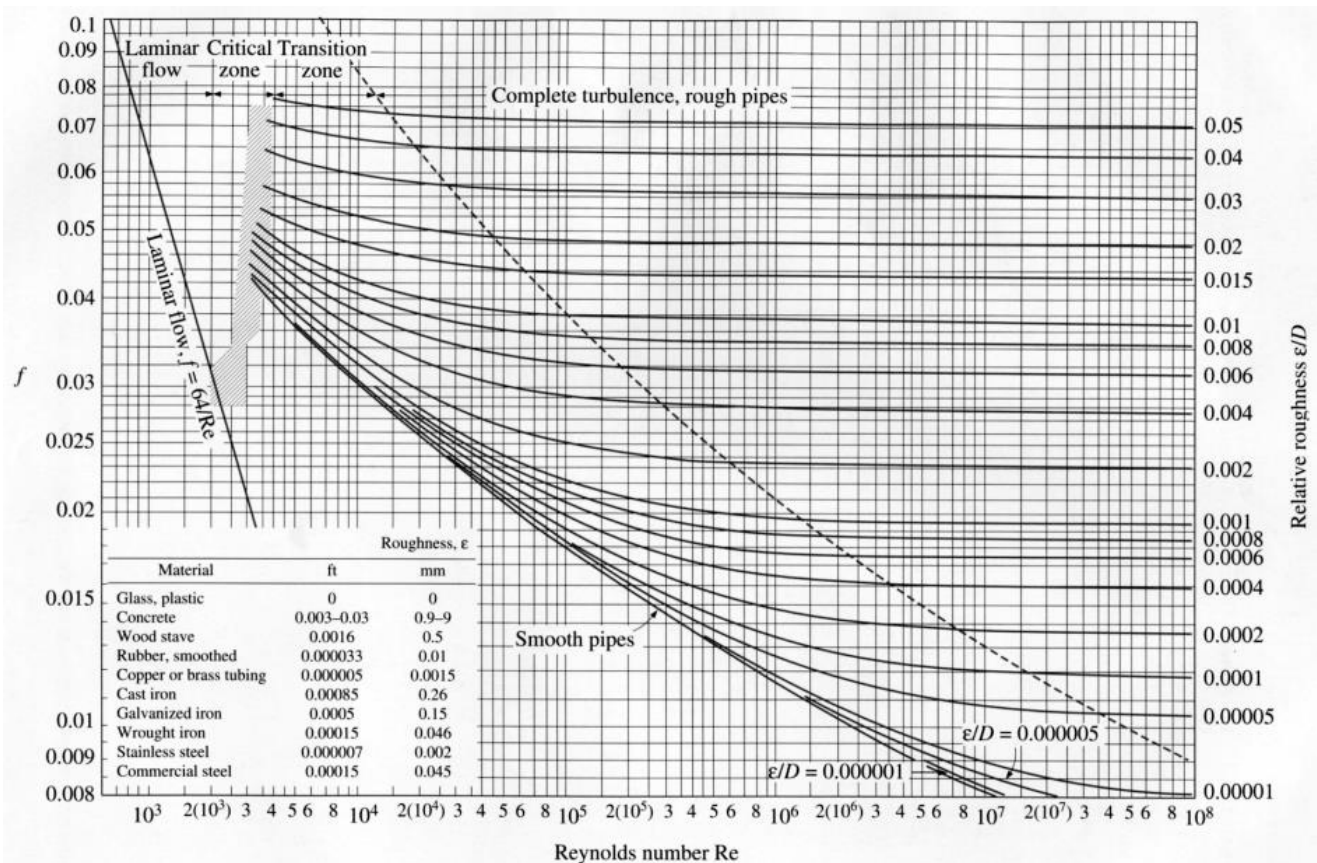


PARA APROBAR ESTE EXAMEN TENDRÁN QUE RESOLVER CORRECTAMENTE, AL MENOS, TRES EJERCICIOS CORECTAMENTE

Problema 1

Se diseña un oleoducto para transportar 10.000 barriles/hora de petróleo de densidad relativa 0,8 y viscosidad $6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ por un conducto de acero que tiene una rugosidad de 0,05 mm y un diámetro de 24 pulgadas. Se instalarán estaciones de bombeo cada 40 km. La presión de entrada a cada estación no debe ser inferior a 1,3 atm (manométricas).
Calcular la presión de salida de cada estación de bombeo y la potencia transmitida por cada bomba.
Nota: Un barril equivale a 159 litros – 1 pulgada = 2,54 cm



$Q = 10.000 \frac{\text{BARRILES}}{\text{H}}$

$\rho_{pet} = 0,8$ $\rho_{petrol} = \frac{\rho_{pet}}{\rho_{H_2O}} \Rightarrow \rho_{petrol} = \rho_{pet} \cdot \rho_{H_2O}$

$\nu = 6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\epsilon = 0,05 \text{ MM}$

$\phi = 24'' = 0,61 \text{ M}$ $1'' = 0,0254 \text{ M}$

$P_e = 1,3 \text{ AT} = 131,722 \text{ Pa}$ $1 \text{ AT} = 101,325 \text{ Pa}$

Calcular P_s y W_B

1 BARRIL = 159 l

$L = 40 \text{ km}$

$$Q = 10.000 \frac{\text{litros}}{\text{h}} \cdot \frac{159 \text{ l}}{\text{Barril}} = 1590.000 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 1.590.000 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$$

$$Q = 1.590.000 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ dm}^3}$$

$$Q = 0,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta P + \frac{1}{2} \rho \Delta V^2 + \rho g \Delta Z + \Delta P_F &= \frac{\dot{Q}}{Q} - \frac{W_0}{Q} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta P_F &= \frac{1}{2} \rho V^2 \left(f \frac{L}{D} + \sum k_{acc} \right) \end{aligned} \right.$$

PLANTEO LA EC. ING. DE BERNOULLI ENTRE LA SALIDA (B) Y LA ENTRADA (C)

$$(P_e - P_s) + \frac{1}{2} \rho (V_e^2 - V_s^2) + \rho g (Z_e - Z_s) + \frac{1}{2} \rho V^2 \left(f \frac{L}{D} + \sum k_{acc} \right) = 0$$

Como:

$$Z_e = Z_s$$

$$V_e = V_s$$

LA EC. SE REDUCE A:

$$(P_e - P_s) + \frac{1}{2} \rho V^2 \left(f \frac{L}{D} \right) = 0$$

$$\boxed{P_s = P_e + \frac{1}{2} \rho V^2 f \frac{L}{D}} \quad \text{Presión de salida}$$

$$Q = V \cdot A \Rightarrow V = \frac{Q}{A} \Rightarrow \boxed{V = \frac{4Q}{\pi D^2}} \quad ; \quad \boxed{V^2 = \left[\frac{4Q}{\pi D^2} \right]^2}$$

$$P_s = P_e + \frac{1}{2} \rho_{\text{aer.}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \left[\frac{4Q}{\pi D^2} \right]^2 \cdot f \cdot \frac{L}{D}$$

$$P_s = P_e + \frac{1}{2} \rho_{\text{aer.}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{16}{\pi^2} Q^2 f \frac{L}{D^5} = P_e + \rho_{\text{aer.}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 8 \left(\frac{Q}{\pi} \right)^2 f \frac{L}{D^5}$$

$$\boxed{P_s = P_e + \rho_{\text{aer.}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 8 \left(\frac{Q}{\pi} \right)^2 f \frac{L}{D^5}}$$

DEBO DETERMINAR EL FACTOR F

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D^2} \frac{D}{\nu} \Rightarrow \boxed{Re = \frac{4Q}{\pi D \nu}} \quad Re = \frac{4 \cdot 0,44}{\pi \cdot 0,61 \cdot 6 \times 10^{-6}}$$

$$\boxed{Re = 1,53 \times 10^5}$$

$$\frac{f}{D} = \frac{0,05 \times 10^{-3}}{0,61} = 8,2 \times 10^{-5} = 0,00008 \Rightarrow 0,0001 \rightarrow \boxed{f = 0,017}$$

$$P_s = 131.722 + 0,8 \cdot 1000 \cdot 8 \cdot \left(\frac{0,44}{\pi}\right)^2 \cdot 0,017 \cdot \frac{40 \times 10^3}{(0,61)^5}$$

$$P_s = 131.722 + 1.010.753$$

$$P_s = 1142475,65 \quad P_w = 1142,47 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{\text{BOMBA}} = \Delta P \cdot Q = (P_s - P_e) \cdot Q = 1.010.753 \cdot 0,44$$

$$\dot{W}_s = 444,73 \text{ kW} = 596,15 \text{ HP}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

ESTE EXAMEN SERÁ CONSIDERADO NULO, SI EL ALUMNO A LA FECHA DE RENDIRLO:

- Adeuda materia/s del colegio secundario
- Adeuda aranceles
- Adeuda materia/s (solo en caso de examen final)

Problema 2

El vehículo de exploración Curiosity pesa en la Tierra 900 kgf. La atmósfera de Marte a baja altura tiene una densidad igual al 1% del aire en condiciones estándar y la gravedad en Marte es un 38% de la terrestre. Si se hubiera querido frenar con un paracaídas semiesférico, con coeficiente de resistencia $C_D = 1,2$, y suponiendo solamente la velocidad vertical de caída, ¿Cuál debería haber sido la **superficie del paracaídas** para que la velocidad de contacto con el suelo fuera de 6 m/s? (Obviamente no se usó este sistema para frenar la caída).

②

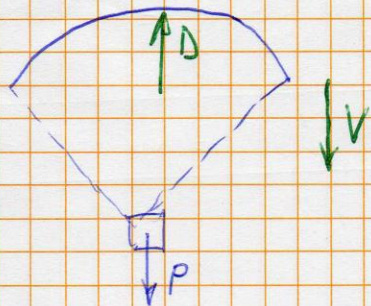
$$P_{\text{EN TIERRA}} = 900 \text{ kgf} \rightarrow \text{Masa} = 900 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{MARTE}} = \frac{1}{100} \rho_{\text{TIERRA}} = 0,01 \rho_{\text{TIERRA}}$$

$$g_{\text{MARTE}} = \frac{38}{100} g_{\text{TIERRA}} = 0,38 g_{\text{TIERRA}}$$

$$C_D = 1,2$$

$$V = 6 \text{ m/s}$$



$$P = D$$

$$P = M g$$

$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 C_D S$$

EN MARTE

$$M \cdot g_{\text{MARTE}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{MARTE}} \cdot V^2 \cdot C_D \cdot S$$

$$M \cdot \frac{38}{100} g_T = \frac{1}{2} \frac{1}{100} \rho_{\text{TIERRA}} \cdot V^2 \cdot C_D \cdot S$$

$$\boxed{\frac{M \cdot 38 \cdot g_T \cdot 2}{\rho_{\text{TIERRA}} \cdot V^2 \cdot C_D} = S}$$

$$S = \frac{900 \cdot 38 \cdot 9,81 \cdot 2}{1,225 \cdot 6^2 \cdot 1,2}$$

$$\boxed{S = 12679,5 \text{ m}^2} \rightarrow \text{SUP. PROYECTADA}$$

ESTE EXAMEN SERÁ CONSIDERADO NULO, SI EL ALUMNO A LA FECHA DE RENDIRLO:

- Adeu... orrelativa/s (solo en caso de examen final)
- Adeu... materia/s del colegio secundario
- Adeuda aranceles

$$\text{Sup. PROYECTADA} = \pi r^2$$

$$\text{Sup. ESFERA} = 4\pi r^2 = 4\pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Sup. SEMIESFERA} = 2\pi r^2 = 2 \text{ Sup. Proj.}$$

$$\text{Sup. PARACAIDAS} = 2 \cdot 12679,5$$

$$\text{Sup. PARACAIDAS} = 25.359 \text{ m}^2$$

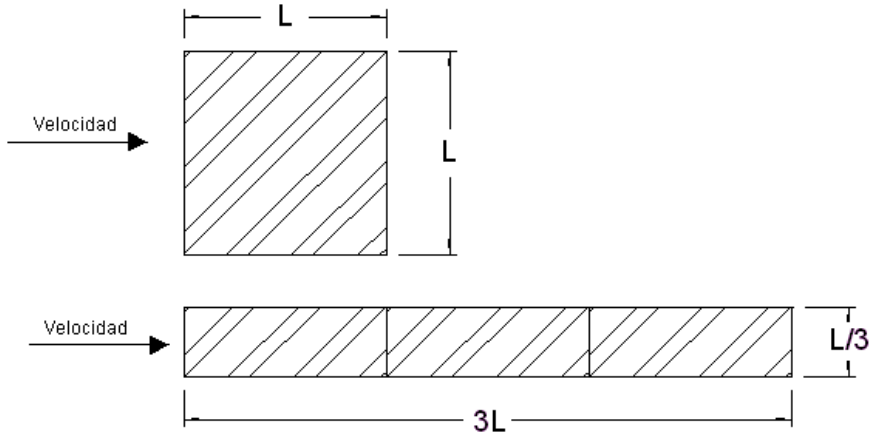
Problema 3

Asumiendo que el caudal Q de gases de combustión que circula por una chimenea es una función de la densidad del aire del ambiente ρ_{aire} ; densidad de los gases internos ρ_{gases} , aceleración de la gravedad g , además del alto de la chimenea y el diámetro de la misma d respectivamente. Con las variables enumeradas desarrollar los números Pi que pueden ser usados para describir este problema, dando una expresión del caudal en función de los números π obtenidos.

Ejercicio 4

La placa plana de ancho L y largo L se corta en tres partes iguales como se muestra en la figura. Determinar qué relación tienen las fuerzas de arrastre entre ambas placas; si para los dos casos el flujo puede suponerse que existe una capa límite laminar con un número de $Re_{CRITICO}$ de 500000 y un C_d para capa límite laminar (para ambas caras de la placa) de

$$C_d = \frac{1,328}{\sqrt{Re_L}}$$



Caso A

$$F_{DA} = C_d \frac{1}{2} \rho V^2 A$$

$$A = L^2$$

$$C_d = \frac{1,328}{\sqrt{\frac{V L}{\nu}}}$$

$$F_{DA} = \frac{1,328}{\sqrt{\frac{V L}{\nu}}} \cdot \frac{1}{2} \rho V^2 L^2$$

$$F_{DA} = \frac{1,328}{V^{1/2} L^{1/2}} \cdot \frac{1}{2} \rho V^2 L^2 = 0,664 \cdot \rho^{1/2} V^{3/2} L^{3/2}$$

Caso B

$$F_{DB} = C_d \frac{1}{2} \rho V^2 A$$

$$A = 3L \cdot \frac{L}{3} = L^2$$

$$F_{DB} = \frac{1,328}{\sqrt{\frac{V \cdot 3L}{\nu}}} \cdot \frac{1}{2} \rho V^2 L^2 =$$

$$F_{DB} = \frac{1,328}{V^{1/2} (3L)^{1/2}} \cdot \frac{1}{2} \rho V^2 L^2 =$$

$$F_{DB} = \frac{1,328}{2^{3/2}} \rho^{1/2} V^{3/2} \frac{L^2}{L^{1/2}} =$$

$$F_{DB} = 0,38 \rho^{1/2} V^{3/2} L^{3/2}$$

$$\frac{F_{DA}}{F_{DB}} = \frac{0,664 \cancel{\rho^{1/2}} \cancel{V^{3/2}} \cancel{L^{3/2}}}{0,38 \cancel{\rho^{1/2}} \cancel{V^{3/2}} \cancel{L^{3/2}}} = 1,73$$

$F_{DA} = 1,73 F_{DB}$

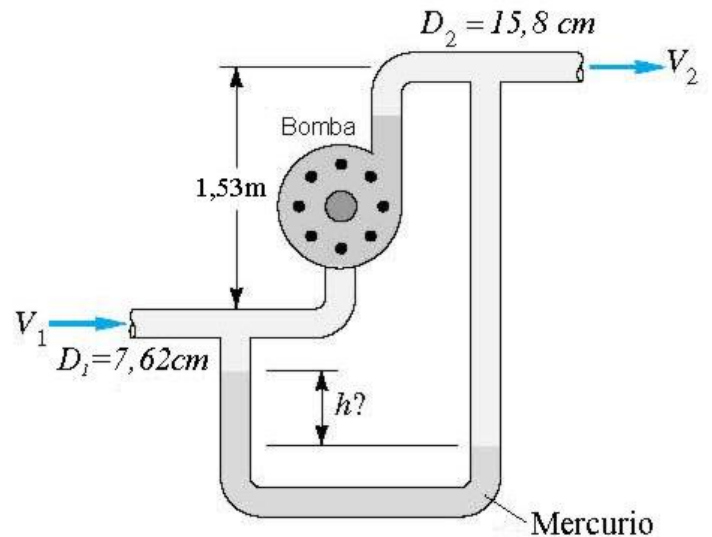
ESTE EXAMEN SERÁ CONSIDERADO NULO SI EL ALUMNO A LA FECHA DE RENDIRLO:
 a) Audeare correlatiuás;
 b) Audeare materiáls del colegio secundarió;
 c) Audeare cuotás de aranceles.

Ejercicio 5

Kerosene a 20°C (Densidad: 800 Kg/m^3) fluye a través de una bomba como indica la figura a $65,25 \text{ litros / s}$. La pérdida de energía entre los puntos 1 y 2 es de $2,44 \text{ m}$; la bomba centrífuga le está entregando 8 hp al flujo de kerosene ($1 \text{ hp} = 735,5 \text{ W}$).

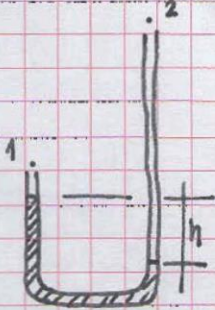
Para esta instalación ¿Cuál será la altura h que marcará el manómetro de mercurio?
(Densidad del mercurio 13530 Kg/m^3)

Toda suposición que haga debe justificarse
Las unidades deben estar expresadas correctamente



Ejercicio 2

A) En el manómetro:



$$P_2 + \gamma_k 1,53\text{m} + \gamma_k \cdot h = P_1 + \gamma_{Hg} h$$

$$P_2 - P_1 = \gamma_{Hg} h - \gamma_k 1,53\text{m} - \gamma_k h$$

$$P_2 - P_1 = \gamma_{Hg} h - \gamma_k h - \gamma_k 1,53\text{m}$$

$$P_2 - P_1 = (\gamma_{Hg} - \gamma_k) h - \gamma_k 1,53\text{m}$$

$$P_2 - P_1 = (13530 - 800) \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot h - 800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,53\text{m}$$

$$P_2 - P_1 = 12730 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot h - 11.995,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= \frac{4Q}{\pi d_1^2} = 14,3 \text{ m/s} \\ V_2 &= \frac{4Q}{\pi d_2^2} = 3,32 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned} \right\}$$

B) $\text{Pot} = \gamma Q H$

$$8 \text{ hp} \cdot 735,5 \frac{\text{W}}{\text{hp}} = \rho g Q H_B$$

$$5884 \text{ W} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 65,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot H_B$$

$$H_B = \frac{5884 \text{ N/m}^2/\text{s}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 65,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 11,50 \text{ m}$$

$$\boxed{H_B = 11,50 \text{ m}}$$

$$C) -H_B - H_f = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 - \frac{P_1}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - z_1$$

~~$$-H_B - H_f = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 - \frac{P_1}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - z_1$$~~

$$-H_B - 2,44 \text{ m} - 1,53 \text{ m} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma_k} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

$$-(-11,5 \text{ m}) - 2,44 \text{ m} - 1,53 \text{ m} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma_k} + \frac{3,32^2 - 14,3^2}{2g}$$

$$7,53\text{m} = \frac{P_2 - P_1}{\rho_k} - 9,87\text{m}$$

$$17,4\text{m} = \frac{P_2 - P_1}{\rho_k} \Rightarrow P_2 - P_1 = 136.422,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$136.422,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 12750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} h - 11.995,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$148.417,4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 12750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} h \Rightarrow h = 1,18 \text{ metros}$$