Mecánica de fluidos ejercicios

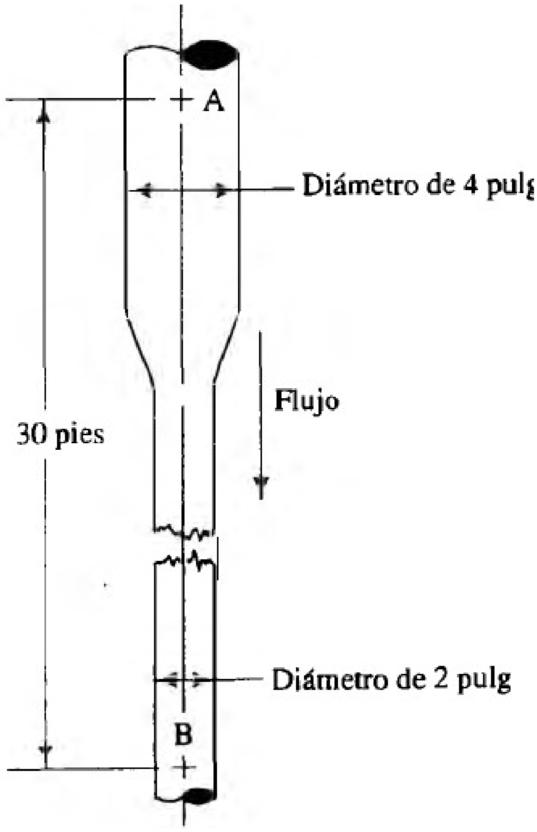
Mecanica de Fluidos (Universidad Nacional de Jaén)

ACTIVIDADES Y EVALUACIÓN

Seleccionar 5 problemas aplicativos de los temas en la Guía de Aprendizaje 07, desde el libro Mecánica de Fluidos-Autor: Robert Mott. Resolver.

PROBLEMA 1

Por el tubo de la figura 7.11 fluye agua a 40 °F, hacia abajo. En el punto A la velocidad es de 10 pies/s y la presión es de 60 psig. La pérdida de energía entre los puntos A y B es de 25 lb-pie/lb. Calcule la presión en el punto B.

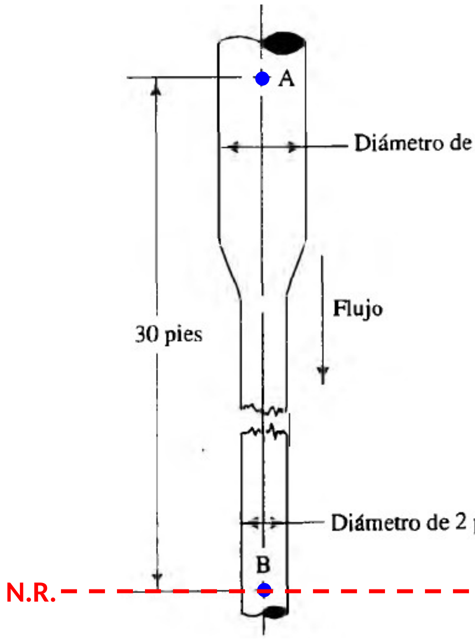


SOLUCIÓN

DATOS

- ✓ Temperatura : 40°F
- ✓ V_A=10 pies/s
- ✓ z_A= 30 pies
- ✓ h_L =25 lb.pie/lb = 25 lb
- ✓ D_A= 4 pulg
- ✓ D_B = 2 pulg
- ✓ P_A =60 psig¿ $60\frac{lbf}{pulg^2}=1$
- ✓ $\gamma_{H_2O}=62.4\frac{lbf}{pie^3}$
- ✓ g = 32.2 pie/s^2

A partir del problema realizamos el siguiente diagrama de cuerpo libre , entonces tenemos que :



A partir de los dos puntos ubicados en el diagrama de cuerpo libre , podemos aplicar la ecuación de la Energía , entonces tenemos que :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^2}{2g}+z_A-h_L=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B^2}{2g}+z_B$$

Debido a que el nivel de referencia se encuentra en el punto B , el valor de la altura en ese punto sería cero ($z_B=0$), entonces despejamos en función de lo que nos piden :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^2}{2g}+z_A-h_L=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B^2}{2g}+\cancel{z_B}$$

$$\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}=\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^2}{2g}\frac{-v_B^2}{2g}+z_A-h_L$$

$$P_B=\gamma_{H_2O}\left(\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^2}{2g}\frac{-v_B^2}{2g}+z_A-h_L\right)$$

Calculamos la velocidad de B , para ello aplicamos la ecuación de la continuidad , entonces tenemos :

$$A_A \times v_A = A_B \times v_B$$

$$v_B = \frac{A_A \times v_A}{A_B}$$

$$v_B = \frac{\left[\frac{\pi (4\,pie)^2}{4}\right] \times 10\,\frac{pie}{s}}{\left[\frac{\pi (2\,pie)^2}{4}\right]}$$

$$v_B = 40\,\frac{pie}{s}$$

Reemplazamos los valores que tenemos como datos a en el problema y el valor de la velocidad en B , entonces :

$$P_B = \gamma_{H_2O}\left(\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}} + \frac{{v_A}^2}{2g}\frac{-{v_B}^2}{2g} + z_A - h_L\right)$$

$$P_B = 62.4\,\frac{lbf}{pie^3}\left[\frac{\left(60\,\frac{lbf}{pulg^2}\right) \times \left(\frac{12\,pulg}{pie}\right)^2}{62.4\,\frac{lbf}{pie^3}} + \frac{\left(10\,\frac{pie}{s}\right)^2}{2\left(32.2\,\frac{pie}{s^2}\right)}\frac{-\left(40\,\frac{pie}{s}\right)^2}{2\left(32.2\,\frac{pie}{s^2}\right)} + (30\,pie) - (25\,pie)\right]$$

$$P_B = 62.4\,\frac{lbf}{pie^3}(138.462\,pie + 1.553\,pie - 24.845\,pie + 30\,pie - 25\,pie)$$

$$P_B = 62.4\,\frac{lbf}{pie^3}(120.17\,pie)$$

$$P_B = 7498.608\,\frac{lbf}{pie^2}\left(\frac{pie}{12\,pulg}\right)^2$$

$$P_B = 52.073\,psi$$

PROBLEMA 2

Una tubería de acero de 6 pulg cédula 40 descarga 0.085 mi/s de agua desde un depósito abierto a la atmósfera, como se muestra en la figura 7.13. Calcule la pérdida de energía en la tubería.

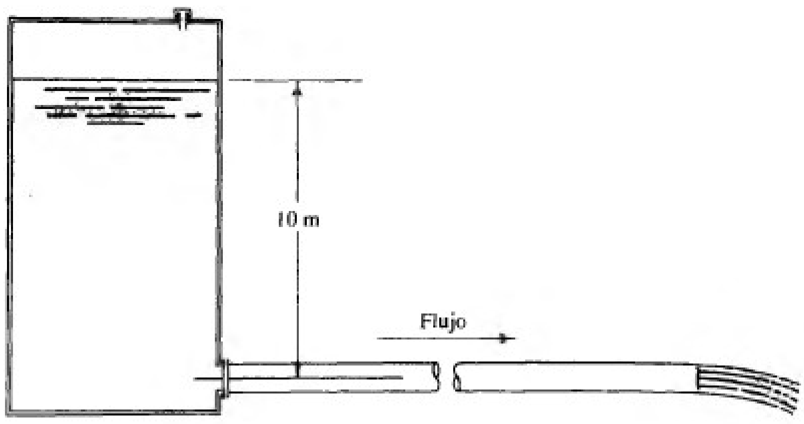


FIGURA 7.13 Problema 7.4.

SOLUCIÓN

DATOS

- ✓ $V_A = 0$
- ✓ Q= 0.085 m/s
- ✓ $z_A = 10$ m
- ✓ $z_B = 0$
- ✓ $D_A = 4$ pulg
- ✓ $D_B = 2$ pulg
- ✓ $P_A = 0$
- ✓ $P_B = 0$
- ✓ $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$
- ✓ Área $= 1.854 \times 10^{-2} m^2$ (según la tabla de acuerdo al diámetro nominal)

A partir del problema realizamos el siguiente diagrama de cuerpo libre , entonces tenemos que :

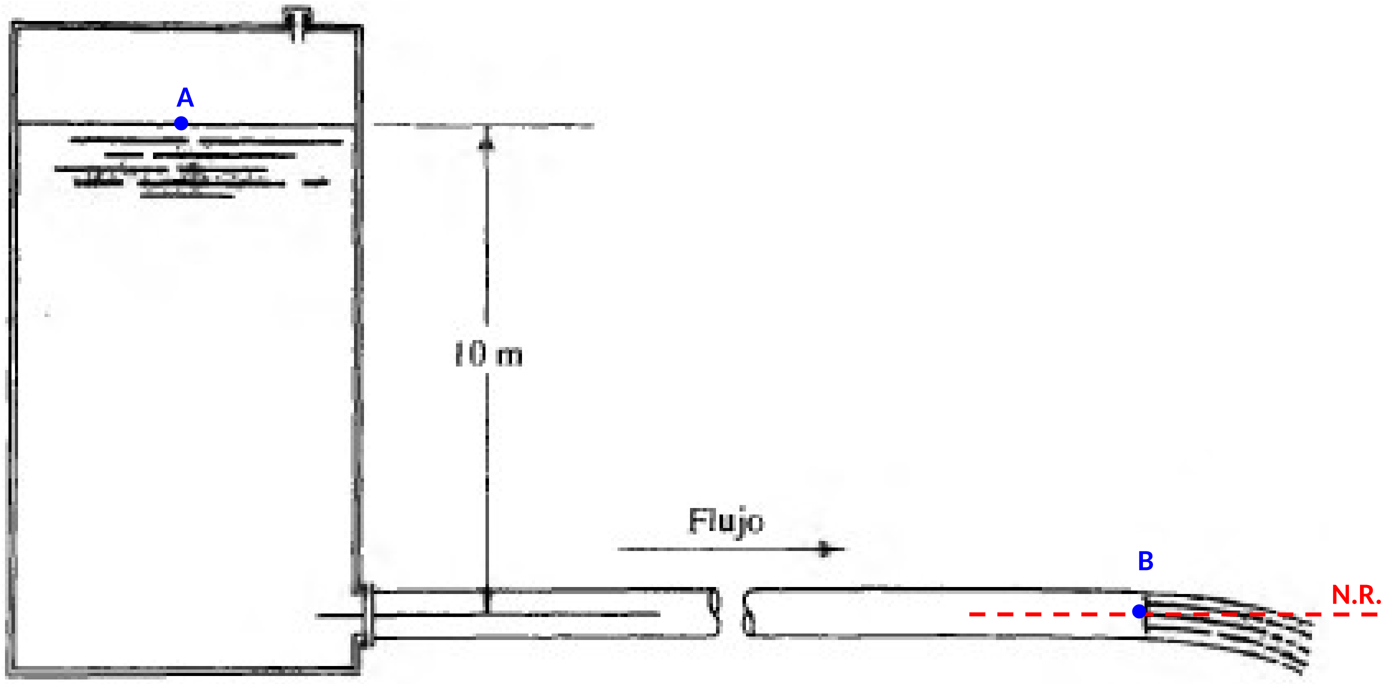


FIGURA 7.13 Problema 7.4.

A partir de los dos puntos ubicados en el diagrama de cuerpo libre , podemos aplicar la ecuación de la Energía , entonces tenemos que :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^2}{2g}+z_A-h_L=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B^2}{2g}+z_B$$

Determinamos el valor de la velocidad en el punto B para ello aplicamos la ecuación del caudal o flujo volumétrico del tanque , entonces tenemos que :

$$Q_B=A_B\times v_B$$

$$v_B=\frac{Q_B}{A_B}$$

$$v_B=\frac{0.085\frac{m^3}{s}}{1.865\times10^{-2}m^2}$$

$$v_B = 4.558\,\frac{m}{s}$$

Reemplazamos los valores que tenemos como datos a en el problema y el hallado anteriormente , para determinar el valor de la pérdida de energía de la tubería ,entonces :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}} + \frac{{v_A}^2}{2g} + z_A - h_L = \frac{P_B}{\gamma_{H_2O}} + \frac{{v_B}^2}{2g}$$

$$z_A - h_L = \frac{{v_B}^2}{2g}$$

$$z_A - \frac{{v_B}^2}{2g} = h_L$$

$$10\,m - \frac{\left(4.558\,\frac{m}{s}\right)^2}{2\left(9.81\,\frac{m}{s^2}\right)}$$

$$h_L = 8.941\,m$$

PROBLEMA 3

Encuentre el flujo volumétrico de agua que sale del tanque de la figura 7-12. El tanque está sellado y hay una presión de 140 kPa sobre el agua. Conforme el líquido fluye por la abertura ocurre una pérdida de energía de 2.0 N-m/N.

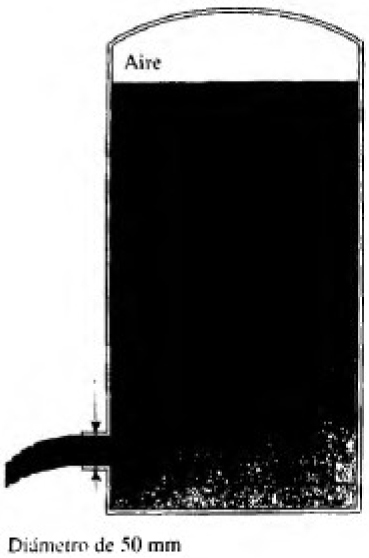


FIGURA 7.12 Problema 7.3.

SOLUCIÓN

DATOS

- ✓ $V_A = 0$
- ✓ $z_A = 2.4$ m
- ✓ $z_B = 0$ m
- ✓ $h_L = 2.0$ N-m/N = 2m
- ✓ $D_B = 50$ mm
- ✓ $P_A = 140$ kPa
- ✓ $P_B = 0$
- ✓ $\gamma_{H_2O} = 62.4 \frac{lbf}{pie^3}$

- ✓ $g = 9.81 \frac{kN}{m^3}$

A partir del problema realizamos el siguiente diagrama de cuerpo libre , entonces tenemos que :

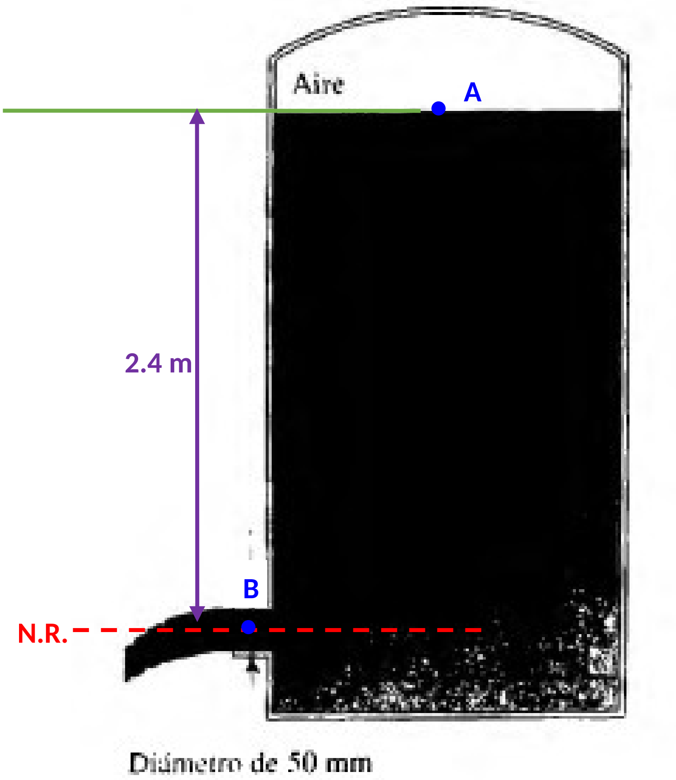


FIGURA 7.12 Problema 7.3.

A partir de los dos puntos ubicados en el diagrama de cuerpo libre , podemos aplicar la ecuación de la Energía , entonces tenemos que :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^{\ 2}}{2g}+z_A-h_L=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B^{\ 2}}{2g}+z_B$$

Reemplazamos los valores que tenemos como datos a en el problema y el valor de la velocidad en B , entonces :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A{}^2}{2g}+z_A-h_L=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B{}^2}{2g}+z_B$$

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+z_A-h_L=\frac{v_B{}^2}{2g}$$

$$v_B{}^2=2g\left(\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+z_A-h_L\right)$$

$$v_B{}^2=2g\left[\frac{140\frac{kN}{m^2}}{9.81\frac{kN}{m^3}}+z_A-h_L\right]$$

$$v_B{}^2=2\left(9.81\frac{kN}{m^3}g\right)\left[\frac{\left(140\frac{kN}{m^2}\right)}{\left(9.81\frac{kN}{m^3}\right)}+2.4m-2m\right]$$

$$v_B=\sqrt[2]{2\left(9.81\frac{kN}{m^3}\right)\left[\frac{\left(140\frac{kN}{m^2}\right)}{\left(9.81\frac{kN}{m^3}\right)}+2.4m-2m\right]}$$

$$v_B=16.966\frac{m}{s}$$

Determinamos el valor del flujo volumétrico del tanque , entonces tenemos que :

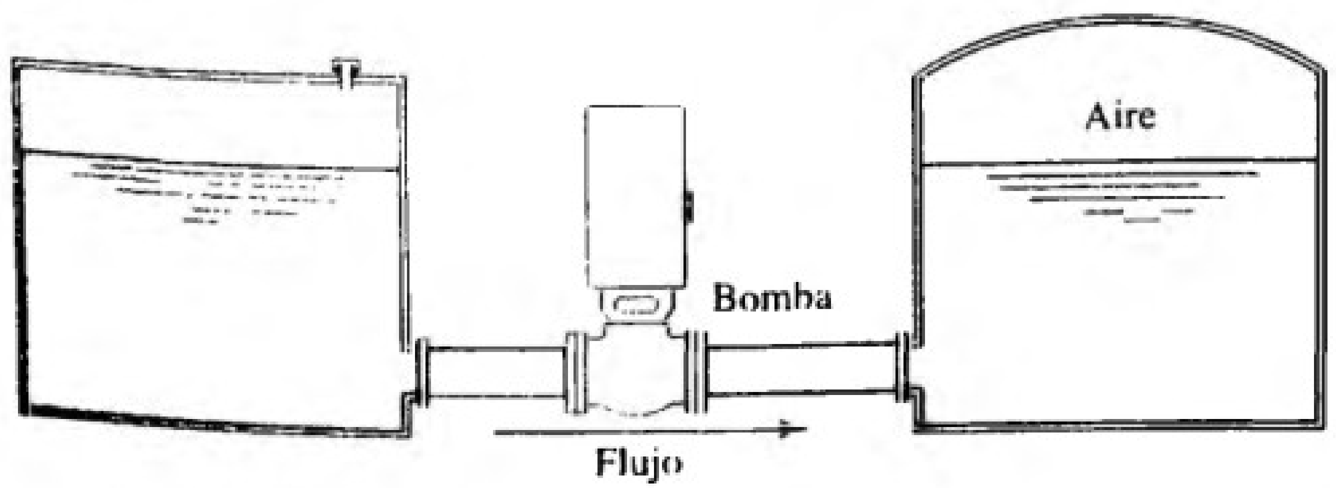
$$Q_B=A_B\times v_B$$

$$Q_B=\left[\frac{\pi\left(50\times 10^{-3}m\right)^2}{4}\right]\times 16.966\frac{m}{s}$$

$$Q_B=0.033\frac{m^3}{s}$$

PROBLEMA 4

Se emplea una bomba para transferir agua de un tanque abierto hacia otro que tiene aire a 500 kPa sobre el agua, como se ve en la figura 7.17. Si se bombea 2250 L/min, calcule la potencia que la bomba trasmite al agua. Suponga que el nivel de la superficie de cada tanque es el mismo.



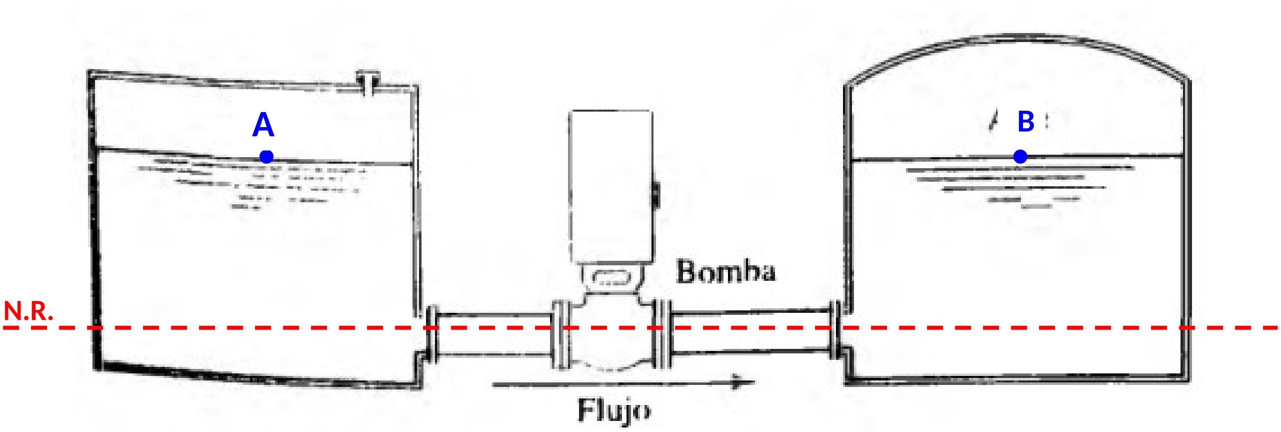
SOLUCIÓN

DATOS

- ✓ $V_A = V_B = 0$
- ✓ $z_A = z_B$

- ✓ $Q=2250\frac{L}{mim}$
- ✓ $h_L = 0$
- ✓ $P_A = 0$
- ✓ $P_B = 500\,kPa=500\frac{kN}{m^2}$
- ✓ $\gamma_{H_2O}=9.81\frac{kN}{m^3}$

A partir del problema realizamos el siguiente diagrama de cuerpo libre , entonces tenemos que :



A partir de los dos puntos ubicados en el diagrama de cuerpo libre , podemos aplicar la ecuación de la Energía , entonces tenemos que :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A^{2}}{2g}+z_A-h_L+h_A=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B^{2}}{2g}+z_B$$

Reemplazamos los valores que tenemos como datos a en el problema, entonces :

$$\frac{P_A}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_A{}^2}{2g}+z_A-h_L+h_A=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+\frac{v_B{}^2}{2g}+z_B$$

$$z_A+h_A=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}+z_A$$

$$h_A=\frac{P_B}{\gamma_{H_2O}}$$

$$h_A=\frac{500\,\frac{kN}{m^2}}{9.81\,\frac{kN}{m^3}}$$

$$h_A=50.968\,m$$

Convertimos las unidades del caudal de L/min a m^3/s , entonces tenemos que :

$$Q=2250\,\frac{L}{mim}\times\left(\frac{1\,\frac{m^3}{s}}{60000\,\frac{L}{mim}}\right)$$

$$Q=0.0375\,\frac{m^3}{s}$$

Determinamos el valor de la potencia transmitida por la bomba , entonces tenemos que :

$$P_A=(h_A)(\gamma_{H_2O})(Q)$$

$$P_A=(50.968\,m)\left(9.81\,\frac{kN}{m^3}\right)\left(0.0375\,\frac{m^3}{s}\right)$$

$$P_A=18.75\,kN.\frac{m}{s}$$

$$P_A=18.75\,kW$$

PROBLEMA 5

8.1.E Una tubería de 4 pulg de diámetro conduce 0.20 pie ^{3}/s de glicerina (sg = 1.26) a 100 °F. ¿El flujo es laminar o turbulento?

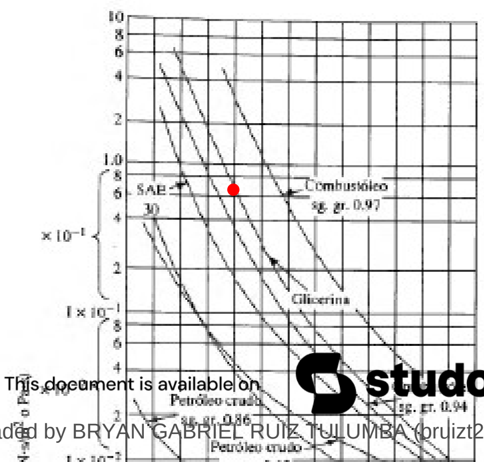
SOLUCIÓN

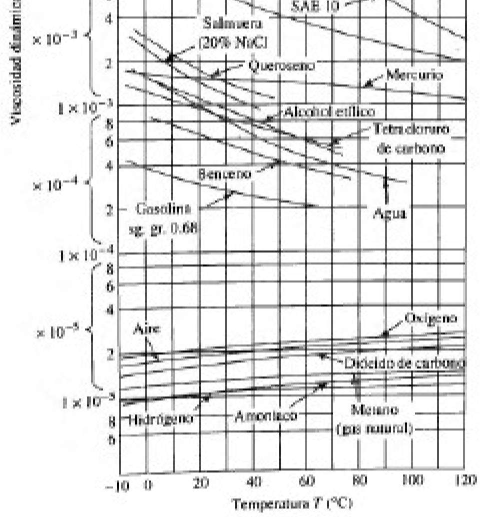
Datos :

- Diámetro = 4 pulg
- Caudal = 0.20 pie^3/s
- Sg de glicerina = 1.26
- Temperatura = 100 °F

A partir del apéndice D , el valor de la densidad consideramos la viscosidad absoluta de la glicerina aproximadamente $7\text{x}10^{-3}$ lb.s/ pie^2

Apéndice D Variación de la viscosidad con la temperatura





Determinamos el valor de la velocidad , entonces aplicamos la siguiente ecuación :

$$v=\frac{Q}{A}$$

$$v=\frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

$$v=\frac{0.20\frac{pie^3}{s}}{\frac{\pi\left(4\,pulg\times\frac{1\,pie}{12\,pulg}\right)^2}{4}}$$

$$v=2.291\frac{pie}{s}$$

Para determinar si el flujo es laminar o turbulento aplicamos la ecuación de Reynolds , entonces reemplazamos loa datos anteriormente encontrados :

$$N_R=\frac{vD\rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{2.291\frac{pie}{s} \times \left(4\,pulg \times \frac{1\,pie}{12\,pulg}\right) \times \left(1.26 \times 1.94\frac{slug}{pie^3}\right)}{7 \times 10^{-3}\frac{lb.s}{pie^2}}$$

$$N_R = 267$$

Por lo tanto, como el valor de $N_R <\ 2000$, entonces se determina que el flujo es laminar.

PROBLEMA 6

8.9M Por una tubería de acero de 1 pulg, cédula 80, fluye benceno (sg = 0.86) a 60 °C, a razón de 25 L/min. ¿El flujo es laminar o turbulento?

SOLUCIÓN

Datos

- Caudal = 25 L/min
- Viscosidad = 3.95 x 10 $^{-4}$ Pa.s
- $Densidad\,(\rho) = 0.86 \times 1000 = 860\frac{kg}{m^3}$
- $A\ partir\ del\ libro\ de\ Robert\ Moth\ tenemos\ que:$
  - $A = 4.636 \times 10^{-4}\,m^2$
  - $d = 0.0243$ m

Determinamos el valor de la velocidad , entonces aplicamos la siguiente ecuación :

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{25\frac{L}{min} \times \frac{1\frac{m^3}{s}}{60\,000\frac{L}{min}}}{4.636 \times 10^{-4} m^2}$$

$$v = 0.89876\frac{m}{s}$$

Para determinar si el flujo es laminar o turbulento aplicamos la ecuación de Reynolds , entonces reemplazamos los datos y el valor de la velocidad:

$$N_R = \frac{vD\rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{0.89876\frac{m}{s} \times 0.0243 \times 860\frac{kg}{m^3}}{3.95 \times 10^{-4} Pa.s}$$

$$N_R = 4.76 \times 10^4$$

Por lo tanto, como el valor de $N_R >$ 4000 , entonces se determina que el flujo es turbulento .