

PROBLEMAS PROPUESTOS DE FLUJO DE FLUIDOS
Y ECUACIÓN DE BERNOULLI

7.43. ¿Cuál es la velocidad media en una tubería de 15,24 cm, si el caudal de agua transportado es de 3,785 m³/día?

Solución: 2,40 m/s.

7.44. ¿Qué diámetro debe tener una tubería para transportar 2,36 m³/s a una velocidad media de 3 m/s?

Solución: 1 m.

7.45. Una tubería de 305 mm de diámetro, que transporta 111 l/s, está conectada a una tubería de 152 mm. Determinar la altura de velocidad en la tubería de 152 mm.

Solución: 1,89 m.

7.46. Una tubería de 15 cm de diámetro transporta 81,3 l/s. La tubería se ramifica en otras dos, una de 5 cm y la otra de 10 cm de diámetro. Si la velocidad en la tubería de 5 cm es de 12,2 m/s, ¿cuál es la velocidad en la tubería de 10 cm?

Solución: 7,32 m/s.

7.47. Determinar si las expresiones siguientes de las componentes de la velocidad satisfacen las condiciones de flujo permanente e incompresible. a) $u = 3xy^2 + 2x + y^2$; $v = x^2 - 2y - y^3$. b) $u = 2x^2 + 3y^2$; $v = -3xy$.

Solución: a) Sí b) No.

7.48. Una tubería de 30,48 cm de diámetro transporta aceite, viniendo dada la distribución de velocidades por $v = 29,5 \cdot (r_0^2 - r^2)$. Determinar la velocidad media y el valor del coeficiente de corrección de la energía cinética.

Solución: $a = 2,00$; $V_{av} = 34,5$ cm/s.

7.49. Demostrar que la ecuación de continuidad puede escribirse en la forma

$$1 = \frac{1}{A} \int_A \left(\frac{v}{V_{av}} \right) dA.$$

7.50. Una tubería de 30 cm de diámetro transporta 111 l/s de un aceite de densidad relativa 0,812 y la presión manométrica en A es de 18,4 kPa. Si el punto A está situado

1,89 m por encima del plano de referencia, calcular la energía en A .

Solución: 4,3 mkN/kN.

- 7.51. ¿Cuántos kp/s de anhídrido carbónico fluyen a través de una tubería de 15 cm de diámetro si la presión manométrica es de 1,75 kp/cm², la temperatura de 27° C y la velocidad media de 2,50 m/s?

Solución: 0,213 kp/s.

- 7.52. A través de una tubería de 200 mm de diámetro está circulando agua a una velocidad de 2,00 m/s. Determinar el caudal en volumen, el caudal en peso y el caudal másico.

Solución: 0,0628 m³/s; 0,615 kN/s; 62,8 kg/s.

- 7.53. Una tubería de 20 cm de diámetro transporta aire a 24 m/s, 1,51 kp/cm² de presión absoluta y 27° C. ¿Cuál es el caudal de aire en peso que fluye? La tubería de 20 cm se reduce a 10 cm de diámetro y la presión y temperatura en esta última son 1,33 kp/cm² (ab) y 11° C, respectivamente. Determinar la velocidad en la tubería de 10 cm y los caudales en m³/s en ambas tuberías.

Solución: 1,29 kp/s; 103 m/s; 0,75 m³/s; 0,81 m³/s.

- 7.54. A través de una tubería de 10 cm está fluyendo aire a una velocidad de 4,88 m/s. La presión manométrica medida es de 207 kPa y la temperatura 16° C. En otro punto, aguas abajo, la presión manométrica es 138 kPa y la temperatura 27° C. Para una lectura barométrica correspondiente a la presión atmosférica normal calcular la velocidad en el punto aguas abajo y los caudales en volumen en ambas secciones.

Solución: 6,50 m/s; 0,40 m³/s; 0,053 m³/s.

- 7.55. Anhídrido sulfuroso fluye a través de una tubería de 30 cm de diámetro, que se reduce a 10 cm de diámetro al desaguar en el interior de una chimenea. Las presiones

en la tubería y en el chorro que desagua son, respectivamente, 1,40 kp/cm² (ab) y la presión atmosférica (1,033 kp/cm²). La velocidad en la tubería es de 15,0 m/s y la temperatura 27° C.

Determinar la velocidad en la corriente de desagüe si la temperatura del gas es allí de -5° C.

Solución: 72,5 m/s.

- 7.56. A través del conducto que se muestra en la Figura 7.19 está circulando un gas. Para los datos que se indican en la figura, determinar el caudal másico de gas y su densidad en la sección 2.

Solución: 0,399 kg/s; 1,76 kg/m³.

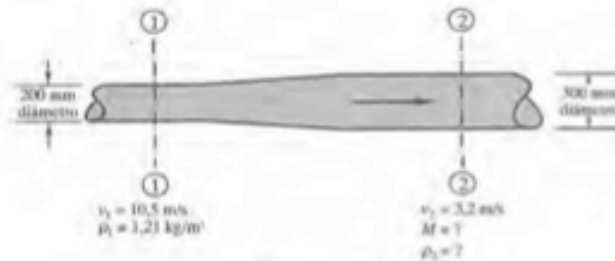


Figura 7.19.

- 7.57. A través de una tubería de 15 cm de diámetro fluye agua a una presión de 414 kPa. Suponiendo que no hay pérdidas, ¿cuál es el caudal si en una reducción de 7,5 cm de diámetro la presión es de 138 kPa?

Solución: $Q = 0,11$ m³/s.

- 7.58. Si en el Problema 7.57 fluye un aceite de densidad relativa 0,752, calcular el caudal.

Solución: 0,13 m³/s.

- 7.59. Si lo que fluye en el Problema 7.57 es tetracloruro de carbono (densidad relativa, 1,594), determinar Q .

Solución: 0,087 m³/s.

- 7.60. A través de una tubería vertical de 30 cm de diámetro fluyen hacia arriba 0,222 m³/s de agua. En el punto A de la tubería la presión es 210 kPa. En el punto B , 4,57 m por

encima de A , el diámetro es de 60 cm y la pérdida de carga entre A y B es igual a 1,83 m. Determinar la presión en B .

Solución: 152 kPa.

- 7.61. Una tubería de 30 cm de diámetro tiene un corto tramo en el que el diámetro se reduce gradualmente hasta 15 cm y de nuevo aumenta a 30 cm. La sección de 15 cm está 60 cm por debajo de la sección A , situada en la tubería de 30 cm, donde la presión es de 5,25 kp/cm². Si entre las dos secciones anteriores se conecta un manómetro diferencial de mercurio, ¿cuál es la lectura del manómetro cuando circula hacia abajo un caudal de agua de 120 l/s? Supóngase que no existen pérdidas.

Solución: 17,6 cm.

- 7.62. A través de una tubería de 150 mm de diámetro circula un fluido a una velocidad de 2,50 m/s. La presión del fluido es de 35 kPa. La cota del eje de la tubería sobre el plano de referencia es de 5,0 m. Determinar la altura total de carga si el fluido es a) agua, b) amoníaco de densidad relativa 0,83, c) gas de peso específico igual a 12,5 N/m³.

Solución: 8,89 m; 9,63 m; 2.805,32 m.

- 7.63. Una tubería de 30 cm de diámetro transporta aceite de densidad relativa 0,811 a una velocidad de 24 m/s. En los puntos A y B las medidas de la presión y elevación fueron, respectivamente, 3,70 kp/cm² y 2,96 kp/cm² y 30 m y 33 m. Para un flujo permanente, determinar la pérdida de carga entre A y B .

Solución: 6,12 m.

- 7.64. Un chorro de agua, de 7,5 cm de diámetro, descarga en la atmósfera a una velocidad de 24,4 m/s. Calcular la potencia, utilizando como plano de referencia el horizontal que pasa por el eje del chorro.

Solución: 33 kW.

- 7.65. Un recipiente suministra agua a través de una tubería horizontal de 15 cm de diámetro y 300 m de longitud. El flujo es a tubería llena y desagua en la atmósfera un caudal de 65 l/s. ¿Cuál es la presión en la mitad de la longitud de la tubería al suponer que la única pérdida de carga es de 6,20 m cada 100 m de tubería?

Solución: 0,93 kp/cm².

- 7.66. Un chorro de 100 mm de diámetro descarga horizontalmente en el aire a través de una tobera. El caudal de agua del chorro es de 0,22 m³/s. Determinar la potencia del chorro. Supóngase que el chorro de agua está en el plano de referencia.

Solución: 86,2 kW.

- 7.67. Un aceite de densidad relativa 0,750 es bombeado desde un depósito por encima de una colina a través de una tubería de 60,96 cm de diámetro, manteniendo una presión en el punto más elevado de la línea de 1,79 kp/cm². La parte superior de la tubería está 76,25 m sobre la superficie libre del depósito y el caudal de aceite bombeado es de 624 l/s. Si la pérdida de carga desde el depósito hasta la cima es de 4,79 m, ¿qué potencia debe suministrar la bomba al líquido?

Solución: 654 CV.

- 7.68. Una bomba aspira agua de un pozo mediante una tubería vertical de 15,24 cm. La bomba desagua a través de una tubería horizontal de 10,16 cm de diámetro, situada 3,23 m sobre el nivel del agua del pozo. Cuando se bombean 35,4 l/s, las lecturas de los manómetros colocados a la entrada y a la salida de la bomba son $-0,32$ kp/m² y $+1,80$ kp/cm², respectivamente. El manómetro de descarga está situado 0,915 m por encima del manómetro de succión. Calcular la potencia de salida de la bomba y la pérdida de carga en la tubería de succión de 15,24 cm.

Solución: 10,8 CV; 0,732 m.

- 7.69. Calcular la pérdida de carga en una tubería de 15 cm de diámetro si es necesario mantener una presión de 231 kPa en un punto aguas arriba y situado 1,83 m por debajo de la sección de la tubería por la que desagua en la atmósfera $0,556 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua.

Solución: 21,70 m.

- 7.70. Un depósito cerrado de grandes dimensiones está parcialmente lleno de agua, y el espacio superior con aire a presión. Una manguera de 5,08 cm de diámetro, conectada al depósito, desagua sobre la azotea de un edificio 15,25 m por encima de la superficie libre del agua del depósito. Las pérdidas por fricción son de 5,49 m. ¿Qué presión de aire debe mantenerse en el depósito para desaguar sobre la azotea un caudal de 12,3 l/s?

Solución: $2,26 \text{ kp/cm}^2$

- 7.71. Por la tubería que se muestra en la Figura 7.20 circula agua de la sección 1 a la 2. Para los datos que se dan en la figura, determinar la velocidad del fluido y la presión del mismo en la sección 2. Supóngase que la pérdida total de carga entre las secciones 1 y 2 es de 3,00 m.

Solución: 8,00 m/s, 260 kPa.

- 7.72. Mediante una bomba se envía agua desde un recipiente A, a una elevación de 228,75 m, hasta otro depósito E, a una elevación de 244 m, a través de una tubería de 30,5 cm de diámetro. La presión en la tubería de 30,5 cm en el punto D, a una elevación de 198,3 m, es de $5,62 \text{ kp/cm}^2$. Las pérdidas de carga son: de A a la entrada de la bomba B = 0,61 m; de la salida de la bomba C hasta D = $38 V^2/2g$, y desde D a E = $40 V^2/2g$. Determinar el caudal Q y la potencia en CV suministrada por la bomba BC.

Solución: 168 l/s, 83 CV.

- 7.73. Un venturímetro horizontal tiene diámetros de 61 y 45,72 cm en la entrada y garganta, respectivamente. La lectura de un manómetro diferencial de agua es de

10,2 cm cuando está conectado entre la entrada y la garganta y fluye aire a través del aparato. Considerando constante e igual a $1,282 \text{ kp/m}^3$ el peso específico del aire y despreciando la fricción, determinar el caudal en m^3/s .

Solución: $7,81 \text{ m}^3/\text{s}$.

- 7.74. Desde un depósito hay que trasvasar un caudal de agua de 89,2 l/s mediante un sifón. El extremo por el que desagua el sifón ha de estar 4,27 m por debajo de la superficie libre del agua en el depósito. Los términos de pérdida de carga son: $1,50 V^2/2g$ desde el depósito hasta la parte más elevada del sifón y $1,00 V^2/2g$ desde ésta al desagüe. La parte superior del sifón está 1,52 m por encima de la superficie del agua. Determinar el diámetro de la tubería necesaria y la presión en la parte superior del sifón.

Solución: 15,0 cm; -45 kPa .

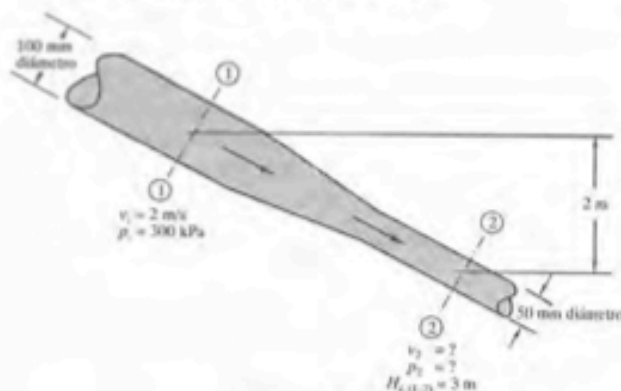


Figura 7.20.

- 7.75. Una tubería horizontal de 61 cm de diámetro transporta 444 l/s de un aceite de densidad relativa 0,825. Las cuatro bombas instaladas a lo largo de la línea son iguales, es decir, las presiones a la entrada y a la salida son, respectivamente, $-0,56 \text{ kp/cm}^2$ y $24,60 \text{ kp/cm}^2$. Si la pérdida de carga, en las condiciones en que desagua, es de 6,00 m cada 1.000 m de tubería, ¿con qué separación deben colocarse las bombas?

Solución: 50.935 m.

- 7.76. Por la tubería que se muestra en la Figura 7.21 circula un aceite de densidad relativa 0,87. La presión en el punto 1 es de 500 kPa. Si la pérdida de carga entre el punto 1 y el punto 2 es de 5,00 m de aceite y el caudal de descarga del aceite es $0,050 \text{ m}^3/\text{s}$, determinar la presión en el punto 2.

Solución: 721 kPa.

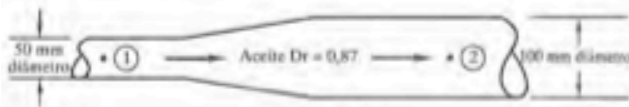


Figura 7.21.

- 7.77. Un depósito cerrado de grandes dimensiones está lleno de aire a una presión manométrica de $0,37 \text{ kp/cm}^2$ y una temperatura de $18,3^\circ \text{C}$. El aire se descarga en la atmósfera ($1,033 \text{ kp/cm}^2$) a través de un pequeño orificio abierto en uno de los lados del depósito. Despreciando las pérdidas por fricción, calcular la velocidad de salida del aire al suponer a) densidad constante del aire, b) condiciones de flujo adiabático.

Solución: 211 m/s; 222 m/s.

- 7.78. En el Problema 7.77, cuando la presión sea de $0,70 \text{ kp/cm}^2$ (man), ¿cuáles serán las velocidades en los casos a) y b)?

Solución: 261 m/s, 285 m/s.

- 7.79. Por una tubería de 25 mm, donde la presión manométrica es de 414 kPa y la temperatura de 4°C , está fluyendo anhídrido carbónico en el interior de una tubería de 12,5 mm un caudal en peso de $0,267 \text{ N/s}$. Despreciando el rozamiento y suponiendo el flujo isotérmico, determinar la presión en la tubería de 12,5 mm.

Solución: 19,2 kPa (absoluta).

- 7.80. Un soplador de aire ha de proporcionar $1.132 \text{ m}^3/\text{min}$. Dos manómetros de tubo en U miden las presiones de succión y de descarga. La lectura del manómetro de succión es negativa de 5,08 cm de agua. El manómetro de descarga, colocado 0,915 m

por encima del orificio manométrico de succión, da una lectura de $+ 7,62 \text{ cm}$ de agua. Los conductos de descarga y de succión son del mismo diámetro. ¿Qué potencia debe tener el motor que mueva el soplador si el rendimiento global es del 68 % ($\gamma = 1,20 \text{ kp/m}^3$ para el aire)?

Solución: 47,4 CV.

- 7.81. La tubería que se muestra en la Figura 7.22 lleva adosada una tobera (boquilla). Determinar la velocidad del chorro para las condiciones dadas en la figura. Se supone que la pérdidas de carga en el chorro son despreciables.

Solución: 32,7 m/s.

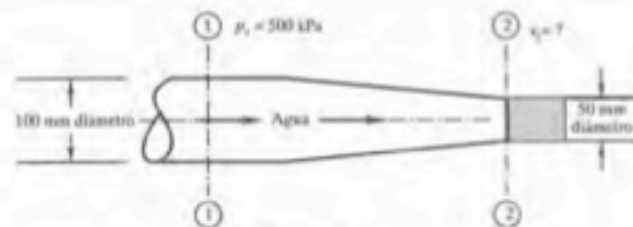


Figura 7.22.

- 7.82. Se está ensayando una tubería de 30,5 cm para evaluar las pérdidas de carga. Cuando el caudal de agua es de $178,6 \text{ l/s}$, la presión en el punto A de la tubería es de $2,81 \text{ kp/cm}^2$. Entre el punto A y el punto B, aguas abajo y 3,05 m más elevado que A, se conecta un manómetro diferencial. La lectura manométrica es de 1,0 m, siendo el líquido mercurio e indicando mayor presión en A. ¿Cuál es la pérdida de carga entre A y B?

Solución: 12,81 m.

- 7.83. Prandtl sugirió que la distribución de velocidades, para flujo turbulento en conductos, viene representada muy aproximadamente por la expresión $v = v_{\text{máx.}} (y/r_o)^{1/7}$, donde r_o es el radio de la tubería e y la distancia medida a partir de la pared. Determinar la expresión de la velocidad media en función de la velocidad en el eje $v_{\text{máx.}}$

Solución: $V = 0,817 v_{\text{máx.}}$

- 7.84. ¿Cuál es el coeficiente de corrección de la energía cinética para la distribución de velocidades del Problema 7.83?

Solución: $\alpha = 1,06$.

- 7.85. Dos placas planas de grandes dimensiones están separadas 2,54 cm. Demostrar que $\alpha = 1,54$ si la distribución de velocidades viene representada por $v = v_{\max} (1 - 6.200 r^2)$, donde r se mide desde el plano medio entre las placas.

- 7.86. A través de un conducto de sección variable está fluyendo aire isentrópicamente. Para un flujo permanente, demostrar que la velocidad V_2 en una sección aguas abajo de la sección 1 puede escribirse

$V_2 = V_1 (p_1/p_2)^{1/k} (A_1/A_2)$ para un conducto de forma cualquiera, y $V_2 = V_1 (p_1/p_2)^{1/k} (D_1/D_2)^2$ para conductos circulares.

- 7.87. Desde el depósito que se muestra en la Figura 7.23 se está enviando agua hacia una cota más baja desagando en el aire. Para los datos que aparecen en la figura, determinar la distancia vertical entre el punto en que descarga el agua y la superficie libre del agua en el depósito.

Solución: 12,11 m.

- 7.88. Con referencia a la Figura 7.24, la presión absoluta en el interior de la tubería en S no debe ser inferior a 23,9 kPa. Despreciando las pérdidas, ¿hasta qué altura sobre la superficie libre A del agua puede elevarse S ?

Solución: 6,70 m.

- 7.89. La bomba B comunica una altura de 42,88 m al agua que fluye hacia E , como se muestra en la Figura 7.25. Si la presión en C es de $-0,14 \text{ kp/cm}^2$ y la pérdida de carga entre D y E es $8,0 (V^2/2g)$ ¿cuál es el caudal?

Solución: 252 l/s.

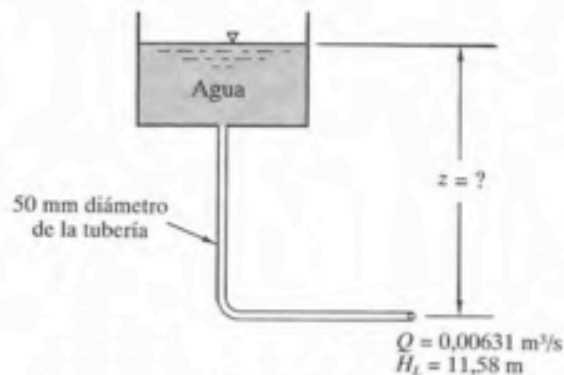


Figura 7.23.

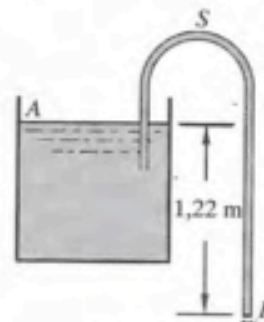


Figura 7.24.

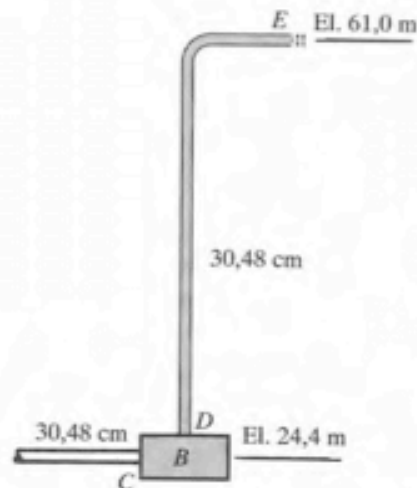


Figura 7.25.

- 7.90. El agua fluye radialmente entre dos bridas situadas en el extremo de una tubería de 15,24 cm de diámetro, como se muestra en la Figura 7.26. Despreciando las pérdidas,

si la altura de presión en A es $-0,305$ m, determinar la altura de presión en B y el caudal en l/s.

Solución: $-0,046$ m; $109,8$ l/s.

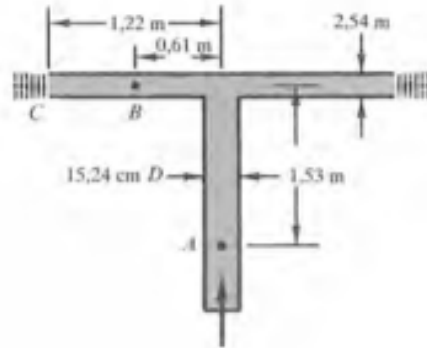


Figura 7.26.

- 7.91. La tubería que se muestra en la Figura 7.27 tiene un diámetro uniforme igual a 150 mm. Se supone que la pérdida de carga entre los puntos 1 y 2 es de 1,2 m y entre los puntos 2 y 3 es de 2,0 m. Determinar el caudal de agua de descarga a través de la tubería y la presión en el punto 2.

Solución: $0,102$ m³/s; $-40,11$ kpa.

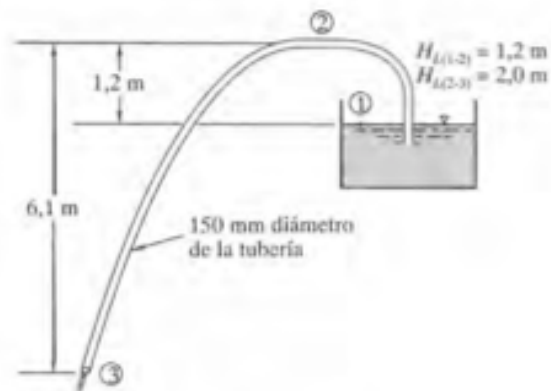


Figura 7.27.

- 7.92. Demostrar que la velocidad media V en una tubería circular de radio r_o es igual a $2v_{\text{máx.}} \left[\frac{1}{(K+1)(K+2)} \right]$ para una distribución de velocidades que venga expresada por $v = v_{\text{máx.}} (1 - r/r_o)^K$.
- 7.93. Encontrar el coeficiente de corrección de la energía cinética α para el Problema 7.92.

Solución: $\gamma = \frac{(K+1)^3 (K+2)^3}{4(3K+1)(3K+2)}$