

Trabajo Práctico Nº 12

Hidrodinámica. Teorema de Bernoulli. Teorema de Torricelli. Continuidad. Viscosidad.

1 En un gran tanque de almacenamiento lleno de agua se forma un pequeño hoyo en su costado en un punto 16 m debajo del nivel de agua. Si la tasa de flujo de la fuga es $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$:

- La velocidad, a la cual el agua sale por el hoyo.
- El diámetro de éste.

(a) $v = 17,71 \text{ m/s}$; (b) $d = 0,173 \text{ cm}$.

2 Se perfora un hoyo en un costado de un recipiente lleno de agua de 20 cm de altura, como se ilustra en la Fig. 12-01. Si lo que se quiere es que el agua llegue lo más lejos posible horizontalmente.

- ¿A qué distancia del fondo del recipiente debe perforarse el hoyo?
- Si se ignoran las pérdidas por fricción, ¿a qué distancia (inicialmente) desde el costado del recipiente llegará el agua al suelo?

(a) $h = 10 \text{ cm}$; (b) $x = 0,2 \text{ m}$.

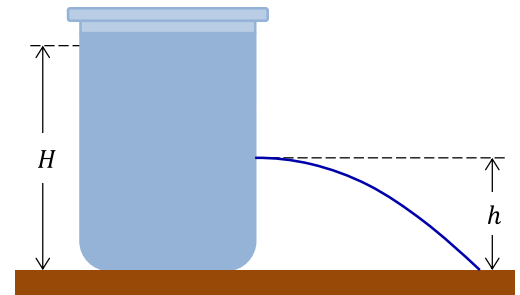


Fig. 12-01

3 Dentro de un depósito cerrado, de paredes verticales, el agua alcanza una altura de 1 m. Sobre la superficie del agua hay aire a una presión manométrica de 7.902 hPa. El depósito descansa sobre una plataforma situada 2,45 m por encima del suelo. En una de las paredes laterales y justamente encima del fondo se practica un orificio de $3,25 \text{ cm}^2$.

- ¿Cuál es la velocidad de salida del chorro?
- ¿Dónde golpea el suelo el chorro de agua que sale del orificio?
- ¿Cuál es el caudal que sale por el orificio?

(a) $v = 40 \text{ m/s}$; (b) $x = 28,284 \text{ m}$; (c) $Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$.

4 El agua sale continuamente del depósito representado en la Fig. 12-02. La altura del punto 1 es 12 m; la de los puntos 2 y 3 es 1,2 m. La sección transversal en el punto 2 es 450 cm^2 , y en el punto 3 es 225 cm^2 . El área del depósito es muy grande comparada con las secciones del tubo. Hállense:

- La presión manométrica en el punto 2.
- El gasto en litros por segundo.

(a) Del teorema de Bernoulli y del caudal:

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{cte.} \quad (1)$$

$$Q = vA = \text{cte.} \quad (2)$$

Aplicándolo la ecuación (1) entre los puntos (1 - 2) (1 - 3) y (2 - 3):

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (3)$$

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_3 + \rho gh_3 + \frac{1}{2} \rho v_3^2 \quad (4)$$

$$P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = P_3 + \rho gh_3 + \frac{1}{2} \rho v_3^2 \quad (5)$$

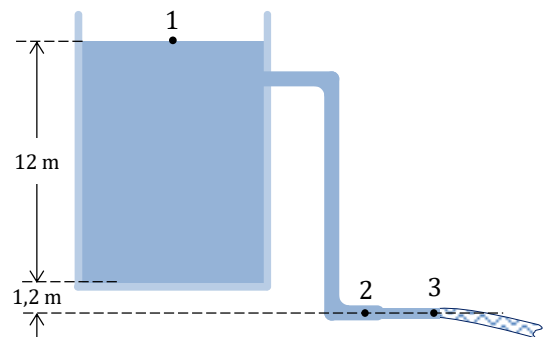


Fig. 12-02

Siendo, $P_1 = P_3 = P_0$ y como nos pide la presión manométrica, tomamos a $P_0 = 0$. Por otro lado, al ser un recipiente de mucho diámetro $v_1 = 0$. Del enunciado se observa también que, $h_1 = 12 \text{ m} + 1,2 \text{ m}$, por lo que $h_2 = h_3 = 0$, si queremos hallar la P_2 , la ecuación (3) queda:

$$0 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot 0 = P_2 + \rho g \cdot 0 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$\rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (7)$$

Tenemos dos incógnitas. De la ecuación (4):

$$0 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot 0 = 0 + \rho g \cdot 0 + \frac{1}{2} \rho v_3^2$$

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho v_3^2$$

$$v_3^2 = 2 g h_1 \quad (8)$$

De la ecuación (5).

$$P_2 + \rho g \cdot 0 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = 0 + \rho g \cdot 0 + \frac{1}{2} \rho v_3^2$$

$$P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = \frac{1}{2} \rho v_3^2$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho v_3^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_3^2 - v_2^2) \quad (9)$$

Si la ecuación (2) la escribimos para los puntos (2) y (3)

$$Q = v_2 A_2 = v_3 A_3 \quad (10)$$

Despejemos v_2 de la ecuación (10) y reemplazamos $A_2 = 450 \text{ cm}^2$ y $A_3 = 225 \text{ cm}^2$. Luego, reemplazamos en (9):

$$v_2 = v_3 \frac{A_3}{A_2} = v_3 \frac{225 \text{ cm}^2}{450 \text{ cm}^2}$$

$$v_2 = \frac{v_3}{2}$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho \left[v_3^2 - \left(\frac{v_3}{2} \right)^2 \right] = \frac{1}{2} \rho \left(v_3^2 - \frac{v_3^2}{4} \right) = \frac{1}{2} \rho \frac{3}{4} v_3^2 = \frac{3}{8} \rho v_3^2$$

Reemplazando la ecuación (8):

$$P_2 = \frac{3}{8} \rho 2 g h_1 = \frac{3}{4} \rho g h_1 = \frac{3}{4} \left(1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (13,2 \text{ m})$$

$$P_2 = 97.020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 97.020 \text{ Pa}$$

El gasto o caudal lo calculamos, reemplazando en (10):

$$Q = v_3 A_3 = \sqrt{2 g h_1} A_3 = \left[\sqrt{2 \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (13,2 \text{ m})} \right] (0,0225 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0,36 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

5 El caudal de agua por un tubo horizontal es $2 \text{ m}^3/\text{min}$. Determine la velocidad del flujo en un punto donde el diámetro del tubo es:

a) 10 cm

b) 5 cm.

(a) $v = 4,24 \text{ m/s}$; (b) $v = 17 \text{ m/s}$

6 Un tubo de Venturi (Fig. 12-03) puede utilizarse como un medidor de flujo de fluido. Si la diferencia en la presión $P_1 - P_2 = 21 \text{ kPa}$, encuentre el caudal en m^3/s dado que el radio del tubo de salida es 1 cm, el radio del tubo de entrada es 2 cm y el fluido es nafta ($\rho = 700 \text{ kg/m}^3$).

$$Q = 2,51 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

7 Por una manguera contra incendios de 6,35 cm de diámetro fluye agua a una tasa de $0,012 \text{ m}^3/\text{s}$. La manguera termina en una boquilla de diámetro interior igual a 2,20 cm. ¿Cuál es la velocidad con la cual el agua sale de la boquilla?

$$v = 31,6 \text{ m/s}.$$

8 Sea una cañería de sección S . Si en cierto punto le colocamos un tubo vertical, llamado piezómetro, el líquido alcanzará una cierta altura en él. La diferencia de presiones entre el punto en la cañería y el extremo libre del tubo se denomina "presión piezométrica". Evaluar la presión piezométrica medida en el piezómetro de la Fig. 12-04. Si el extremo libre está conectado a la atmósfera y se sabe que la presión atmosférica es de 758 mm de mercurio, evaluar la presión absoluta del punto en la corriente donde nace el piezómetro.

$$P = 1.029,93 \text{ hPa}.$$

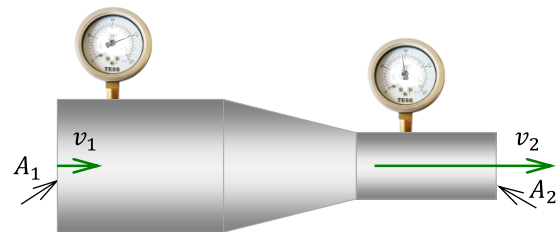


Fig. 12-03

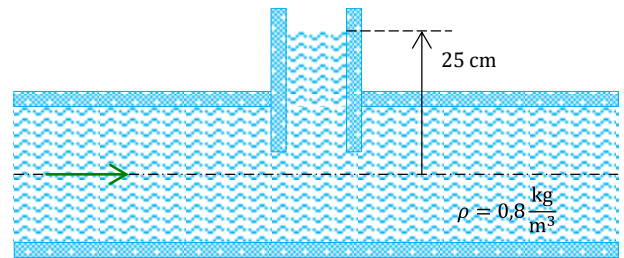


Fig. 12-04

9 Un tubo horizontal de 10 cm de diámetro tiene una reducción uniforme que lo conecta con un tubo de 5 cm de diámetro. Si la presión del agua en el tubo más grande es $8 \times 10^4 \text{ Pa}$ y la presión en el tubo más pequeño es $6 \times 10^4 \text{ Pa}$, ¿con qué caudal circula el agua a través de los tubos?

$$Q = 1,283 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}.$$

10 La diferencia de presión entre el tubo principal y el estrechamiento de un tubo de Venturi es $1,1 \text{ kg/cm}^2$. Las secciones del tubo y del estrechamiento son 900 cm^2 y 450 cm^2 . ¿Cuántos litros por segundo fluyen a través del tubo? El líquido del tubo es agua.

$$(a) P = 1,5 \times 10^7 \text{ Pa}; (b) v = 2,94 \text{ m/s}.$$

11 Un depósito de gran superficie se llena con agua hasta una profundidad de 30 cm. Se practica en el fondo un orificio de sección igual a $6,25 \text{ cm}^2$, por el cual sale el agua formando una vena continua

a) ¿Qué cantidad de líquido saldrá del depósito, expresada en decímetros cúbicos por segundo?

b) ¿A qué distancia por debajo del fondo del depósito será la sección transversal de la vena igual a la mitad del área del orificio?

$$(a) Q = 1,52 \text{ dm}^3/\text{s}; (b) h = 12 \text{ dm}.$$

12 Para el medidor de la Fig. 12-05, la sección S_1 es de 20 cm^2 y S_2 de 1 cm^2 , el fluido tiene una densidad $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$ y la diferencia de altura entre los piezómetros es de 20 cm.

a) Evaluar las velocidades v_1 y v_2 .

b) Evaluar el caudal del fluido circulante.

$$(a) v_1 = 0,1 \text{ m/s}, v_2 = 2 \text{ m/s};$$

$$(b) Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

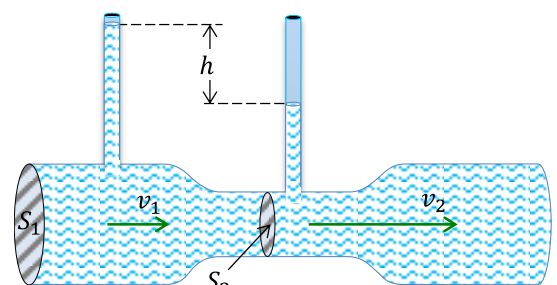


Fig. 12-05

13 Un tubo horizontal de $37,5 \text{ cm}^2$ de sección recta se estrecha hasta que dicha sección sea $12,5 \text{ cm}^2$. Si por el tubo pasa agua de mar de densidad $1,066 \text{ g/cm}^3$ con una velocidad de 54

m/min por la parte ancha, donde se lee una presión manométrica de $0,80 \text{ kg/cm}^2$, ¿cuál es la presión manométrica en la parte estrecha del tubo? El barómetro señala una presión de 75 cm de mercurio.

$$P = 7,75 \times 10^4 \text{ Pa.}$$

14 Por un tubo de sección constante fluye continuamente agua del mar, de densidad 1.066 kg/m^3 , que sale de un depósito elevado. En un punto situado $1,35 \text{ m}$ por debajo del nivel del agua en el depósito, la presión manométrica de la corriente es $0,076 \text{ kg/cm}^2$.

a) ¿Cuál es la velocidad del agua en este punto?

b) Si el tubo alcanza un punto situado $2,7 \text{ m}$ por encima del nivel de agua en el tanque, ¿cuáles son la velocidad y la presión en el último punto?

$$(a) v_1 = 3,53 \text{ m/s}; (b) v_1 = 3,53 \text{ m/s}, P_2 = 8,05 \times 10^4 \text{ Pa.}$$

15 Con un tubo de Pitot (Fig. 12-06) se puede determinar la velocidad del flujo de aire al medir la diferencia entre la presión total y la presión estática. Si el fluido en el tubo es mercurio, densidad relativa $\rho_{Hg} = 13,60$ y $\Delta h = 5 \text{ cm}$, encuentre la velocidad del flujo de aire. (Suponga que el aire está estancado en el punto A y considere $\rho_{AIRE} = 1,25 \text{ kg/m}^3$).

$$v = 100 \text{ m/s.}$$

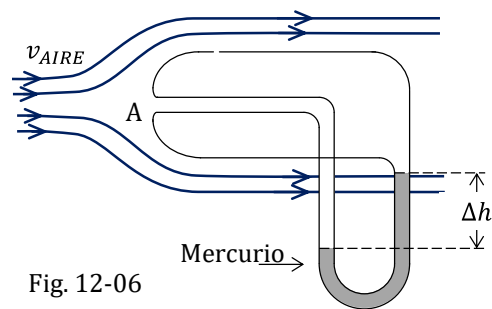


Fig. 12-06

16 Para medir la velocidad de un avión se monta en él un tubo de Prandtl (Fig. 12-07), utilizándose agua como líquido manométrico. Si la mayor diferencia de altura entre las columnas de líquido es 10 cm , ¿cuál es la velocidad máxima que puede medirse? Considere a densidad del aire de $1,3 \text{ kg/m}^3$.

$$v = 38,8 \text{ m/s.}$$

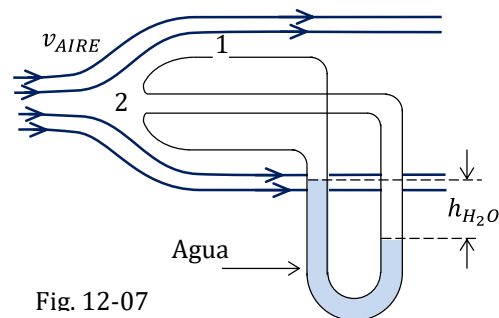


Fig. 12-07