

# Mecánica de Fluidos 12



# Mecánica de fluidos

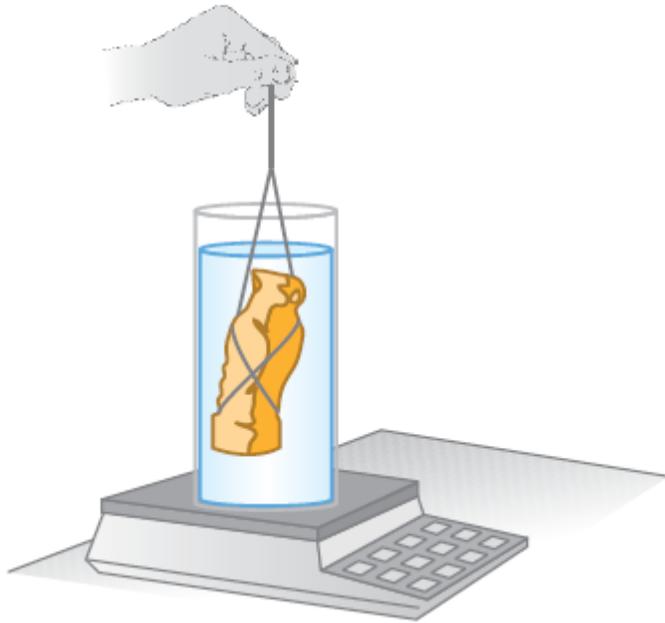
**Estática de fluidos**, es decir, el estudio de fluidos en reposo en situaciones de equilibrio. Al igual que otras situaciones de equilibrio, esta se basa en la primera y tercera leyes de Newton.

Exploraremos los conceptos clave de densidad, presión y flotación.

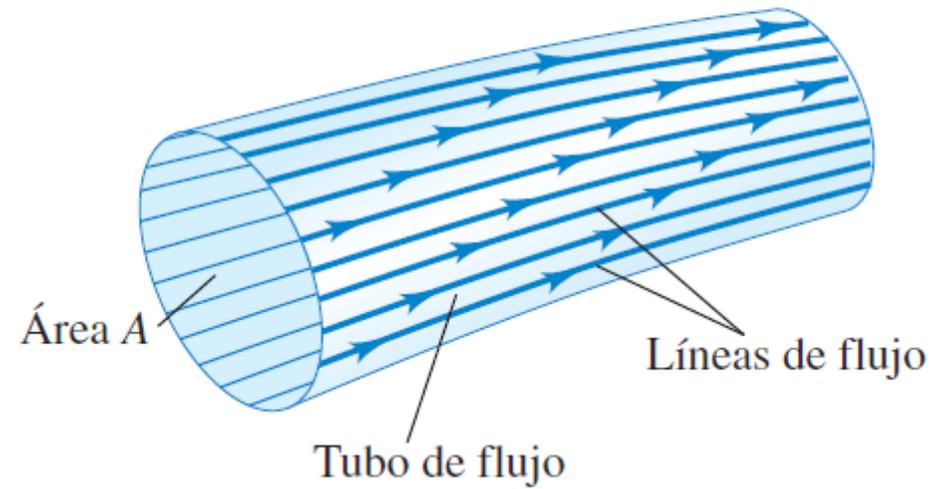
La **dinámica de fluidos**, que es el estudio de fluidos en movimiento, es mucho más compleja; de hecho, es una de las ramas más complejas de la mecánica. Por fortuna, podemos analizar muchas situaciones importantes usando modelos idealizados sencillos y los principios que ya conocemos, como las leyes de Newton y la conservación de la energía.

# Flujo de un fluido

**12.17** ¿Cómo cambia la lectura de la báscula cuando la estatua se sumerge en el agua?

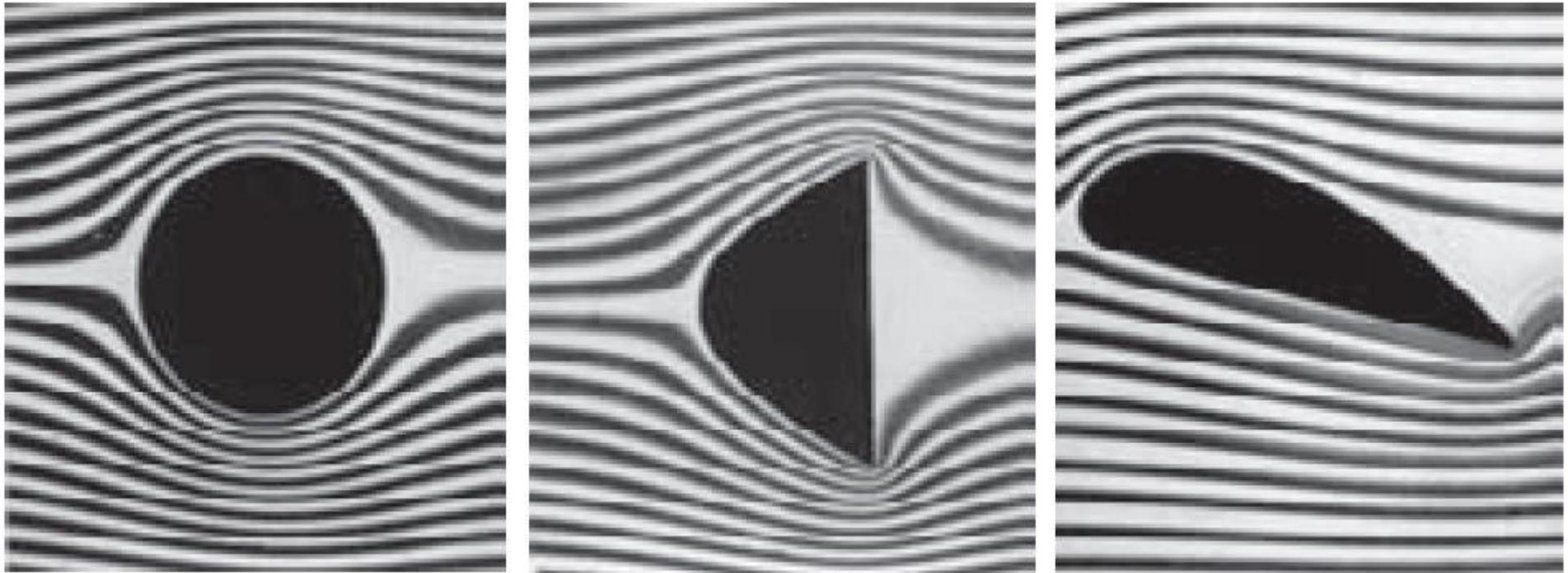


**12.18** Tubo de flujo delimitado por líneas de flujo. En flujo estable, el fluido no puede cruzar las paredes de un tubo de flujo.



# Flujo de un fluido

**12.19** Flujo laminar alrededor de obstáculos con diferente forma.



# Flujo de un fluido

**12.20** El flujo de humo que sale de estas varas de incienso es laminar hasta cierto punto; luego se vuelve turbulento.



# Ecuación de continuidad

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (\text{tasa de flujo de volumen})$$

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$dm = \rho Av dt$$

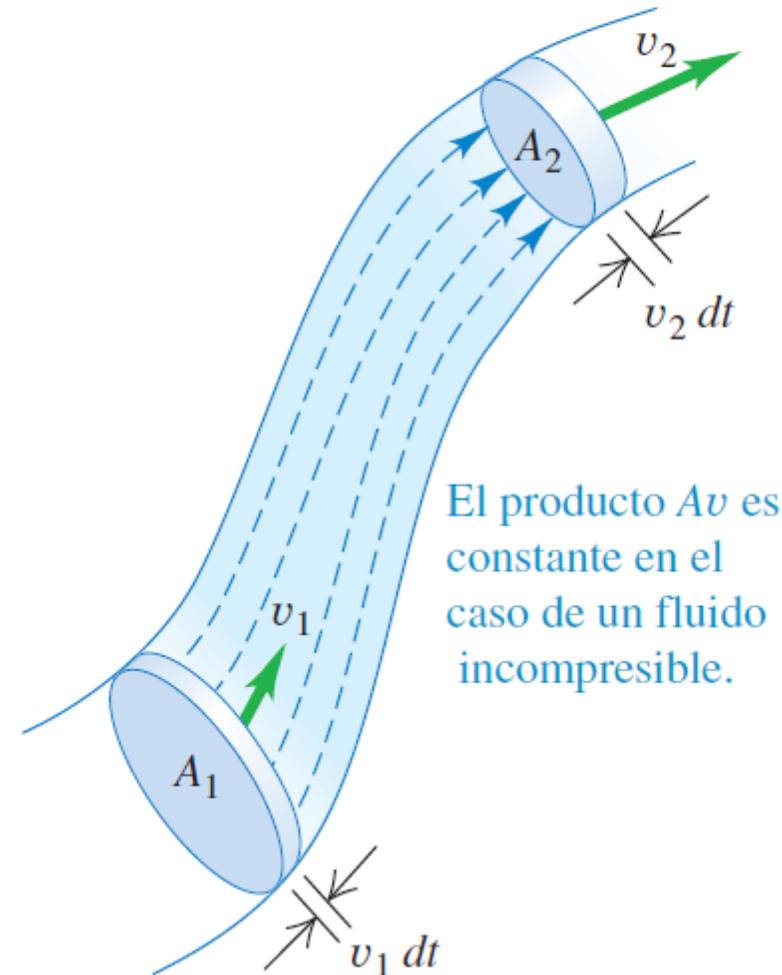
$$dm_1 = dm_2$$

$$\rho A_1 v_1 dt = \rho A_2 v_2 dt$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \text{Fluido incompresible}$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad \text{Fluido compresible}$$

**12.21** Tubo de flujo con área de sección transversal cambiante. Si el fluido es incompresible, el producto  $Av$  tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo del tubo.



# Ecuación de continuidad

Un aceite incompresible con densidad de  $850 \text{ kg/m}^3$  se bombea a través de un tubo cilíndrico a razón de 9.5 litros por segundo. *a)* La primera sección de la tubería tiene un diámetro de 8.0 cm. ¿Cuál es la rapidez de flujo del aceite? ¿Cuál es la rapidez de flujo de masa? *b)* La segunda sección de la tubería tiene un diámetro de 4.0 cm. En esta sección, ¿cuál es la rapidez del flujo y la rapidez de flujo de masa?

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \text{Fluido incompresible}$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad \text{Fluido compresible}$$

$$\frac{dV}{dt} = Av \quad (\text{tasa de flujo de volumen})$$

# Ecuación de Bernoulli

Flujo del volumen del fluido

$$dV = A_1 ds_1 = A_2 ds_2$$

Trabajo efectuado en el fluido durante un tiempo  $dt$

$$dW = p_1 A_1 ds_1 - p_2 A_2 ds_2 = (p_1 - p_2) dV$$

Teorema de energía mecánica

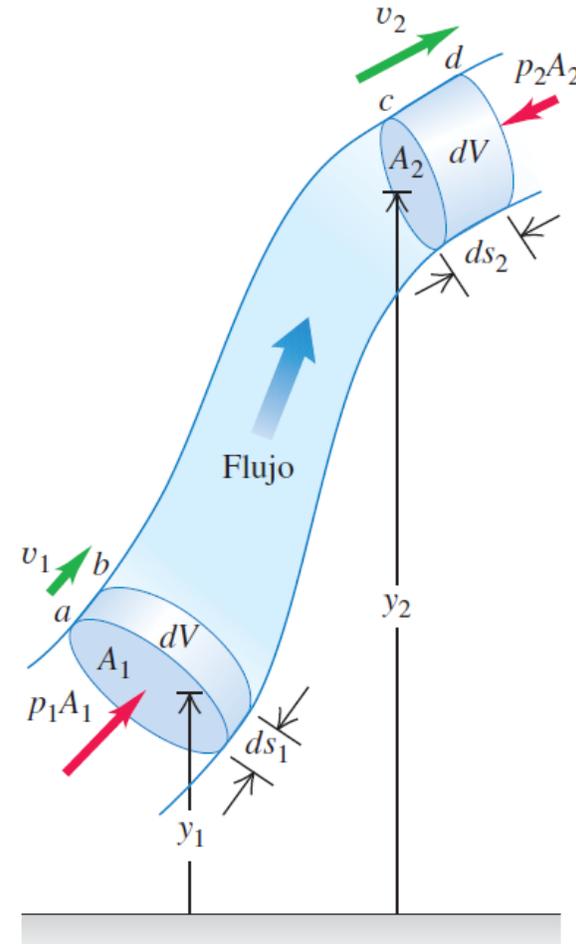
$$K = \frac{1}{2} \rho A ds v^2 = \frac{1}{2} \rho dV v^2$$

$$U = \rho dV gy$$

$$dK = \frac{1}{2} \rho dV (v_2 - v_1)$$

$$dU = \frac{1}{2} \rho dV g (y_2 - y_1)$$

**12.22** Deducción de la ecuación de Bernoulli. El trabajo neto realizado sobre un elemento de fluido por la presión del fluido circundante es igual al cambio en la energía cinética más el cambio en la energía potencial gravitacional.



# Ecuación de Bernoulli

$$dW = dK + dU$$

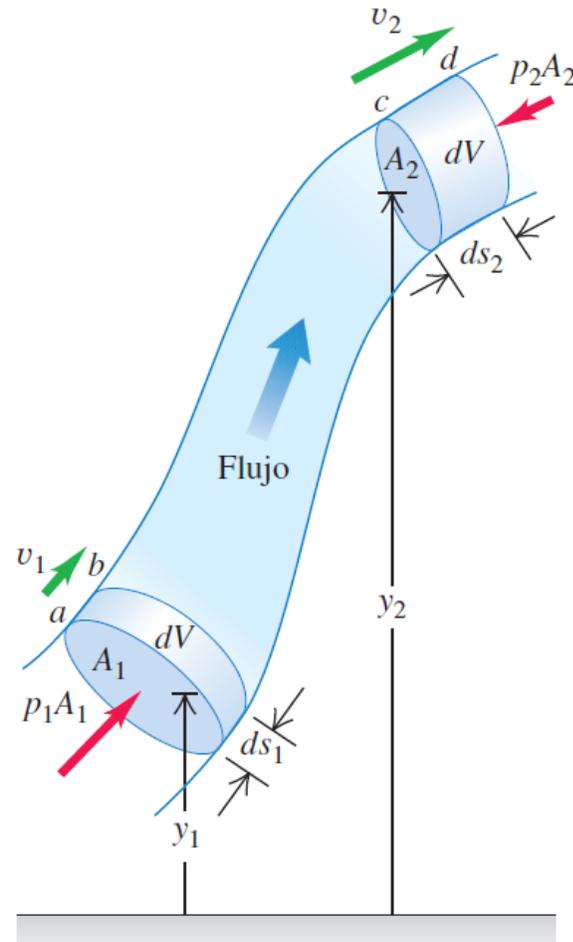
$$dW = p_1 A_1 ds_1 - p_2 A_2 ds_2 = (p_1 - p_2) dV$$

$$dK = \frac{1}{2} \rho dV (v_2^2 - v_1^2) \quad dU = \frac{1}{2} \rho dV g (y_2 - y_1)$$

$$(p_1 - p_2) dV = \frac{1}{2} \rho dV (v_2^2 - v_1^2) + \rho dV g (y_2 - y_1)$$

$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (y_2 - y_1)$$

**12.22** Deducción de la ecuación de Bernoulli. El trabajo neto realizado sobre un elemento de fluido por la presión del fluido circundante es igual al cambio en la energía cinética más el cambio en la energía potencial gravitacional.

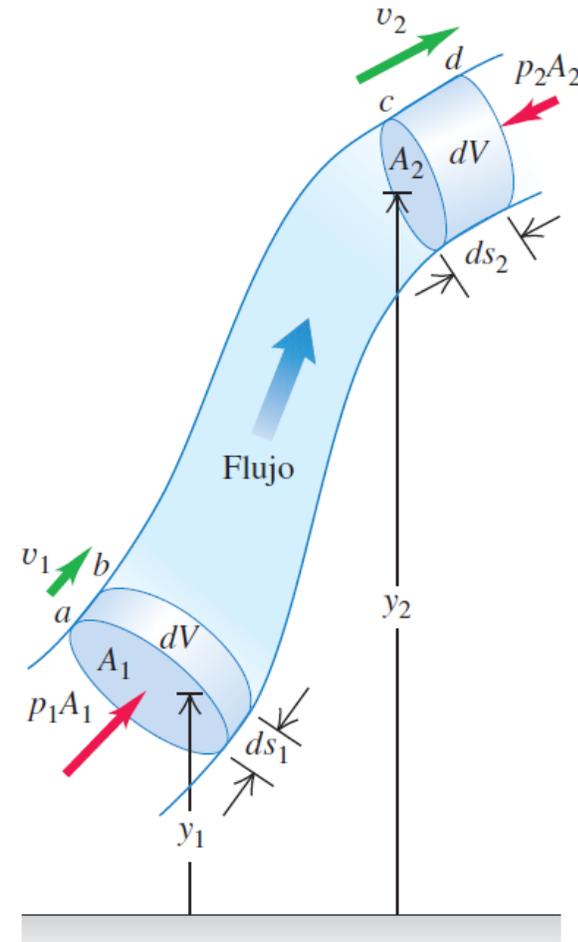


# Ecuación de Bernoulli

$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

**12.22** Deducción de la ecuación de Bernoulli. El trabajo neto realizado sobre un elemento de fluido por la presión del fluido circundante es igual al cambio en la energía cinética más el cambio en la energía potencial gravitacional.



# Ecuación de Bernoulli

En una casa entra agua (figura 12.23) por un tubo con diámetro interior de 2.0 cm a una presión absoluta de  $4.0 \times 10^5$  Pa (aproximadamente 4 atm). Un tubo de 1.0 cm de diámetro va al cuarto de baño del segundo piso, 5.0 m más arriba. Calcule la rapidez de flujo, la presión y la razón de flujo de volumen en el cuarto de baño, cuando la rapidez de flujo en el tubo de entrada es de 1.5 m/s.

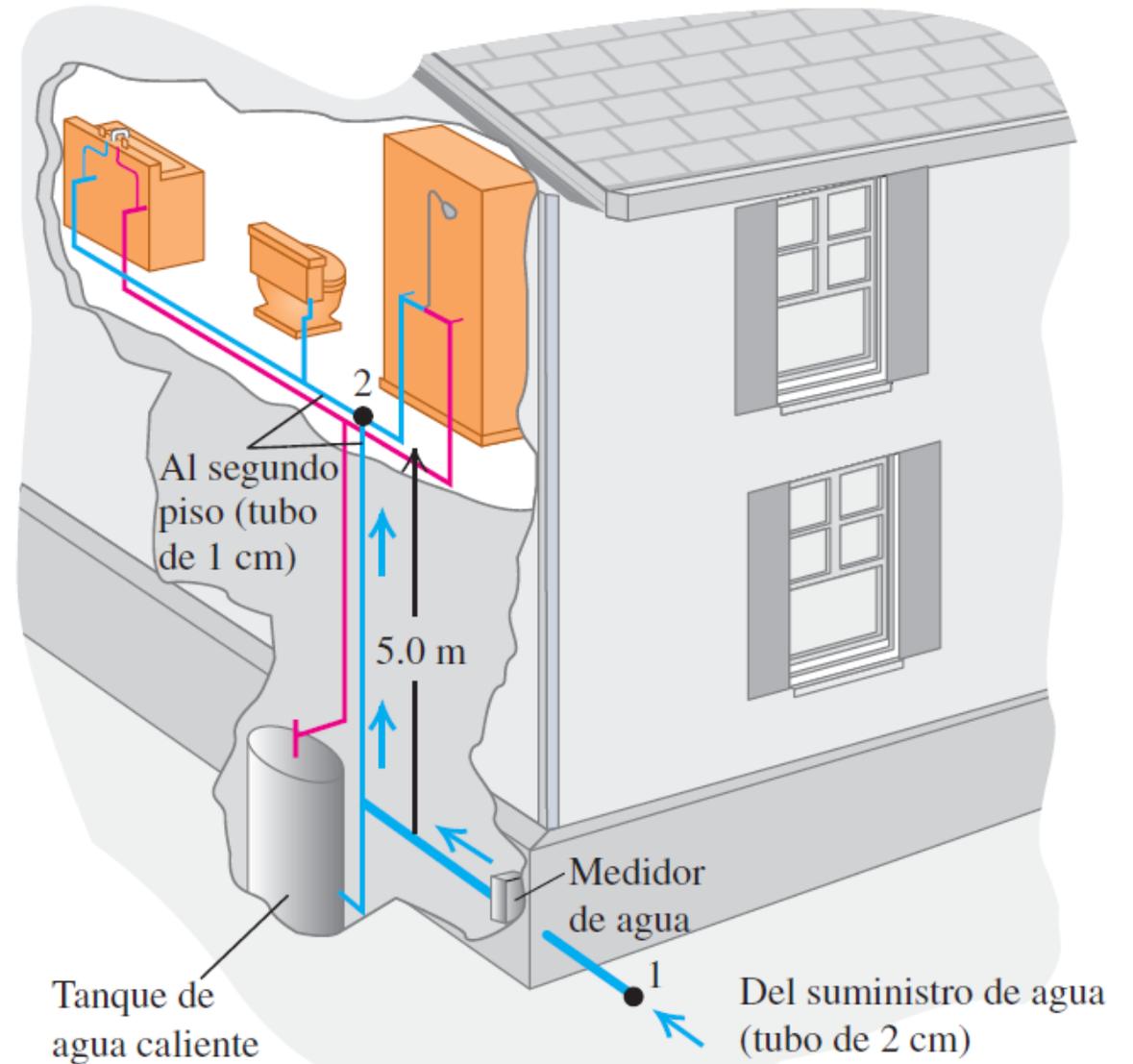
$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

# Ecuación de Bernoulli

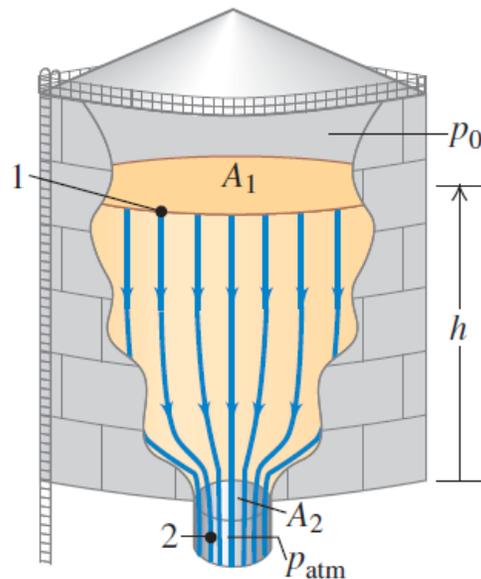
$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$



# Ecuación de Bernoulli

La figura 12.24 muestra un tanque de almacenamiento de gasolina con área transversal  $A_1$ , lleno hasta una altura  $h$ . El espacio arriba de la gasolina contiene aire a  $p_0$  y la gasolina sale por un tubo corto de área  $A_2$ , ubicado en la parte inferior del tanque. Deduzca expresiones para la rapidez de flujo en el tubo y la rapidez de flujo de volumen.

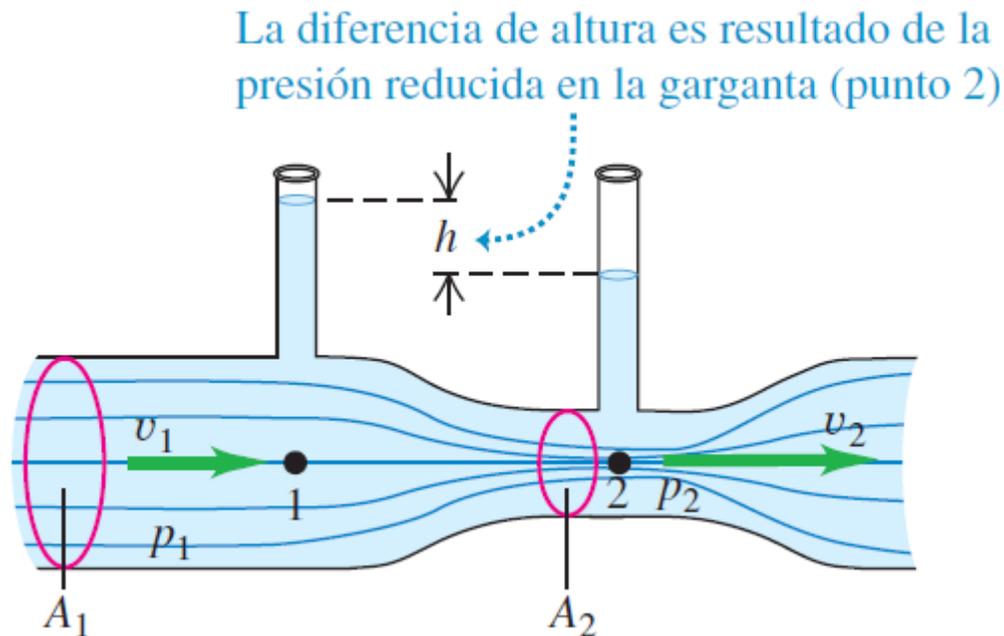


$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

# Ecuación de Bernoulli

La figura 12.25 muestra un *medidor Venturi*, que se usa para medir la rapidez de flujo en un tubo. Deduzca una expresión para la rapidez de flujo  $v_1$  en términos de las áreas transversales  $A_1$  y  $A_2$  y la diferencia de altura  $h$  del líquido en los dos tubos verticales.



$$(p_1 - p_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

**12.1 ••** Usted realiza un trabajo de medio tiempo, y un supervisor le pide traer del almacén una varilla cilíndrica de acero de 85.8 cm de longitud y 2.85 cm de diámetro. ¿Necesitará usted un carrito? (Para contestar, calcule el peso de la varilla).

**12.2 ••** Un cubo de 5.0 cm por lado está hecho de una aleación de metal. Después de perforar un agujero cilíndrico de 2.0 cm de diámetro para atravesar por completo una cara, en forma perpendicular a esta, encuentra que el cubo pesa 7.50 N. *a)* ¿Cuál es la densidad de este metal? *b)* ¿Cuánto pesaba el cubo antes de taladrar el agujero en este?

**12.3** • Imagine que compra una pieza rectangular de metal de  $5.0 \times 15.0 \times 30.0$  mm y masa de 0.0158 kg. El vendedor le dice que es de oro. Para verificarlo, usted calcula la densidad media de la pieza. ¿Qué valor obtiene? ¿Fue una estafa?

**12.4** •• **Lingote de oro.** Se gana la lotería y decide impresionar a sus amigos exhibiendo un cubo de oro de un millón de dólares. En ese momento, el oro tiene un precio de venta de \$426.60 por onza troy, y 1.0000 onza troy es igual a 31.1035 g. ¿Qué altura debe tener su cubo de un millón de dólares?

**12.5 ••** Una esfera uniforme de plomo y una de aluminio tienen la misma masa. ¿Cuál es la razón entre el radio de la esfera de aluminio y el de la esfera de plomo?

**12.6 •** *a)* ¿Cuál es la densidad media del Sol? *b)* ¿Cuál es la densidad media de una estrella de neutrones que tiene la misma masa que el Sol pero un radio de solo 20.0 km?

**12.7 ••** Un tubo cilíndrico hueco de cobre mide 1.50 m de longitud, tiene un diámetro exterior de 3.50 cm y un diámetro interior de 2.50 cm. ¿Cuánto pesa?