



Fluidos en movimiento

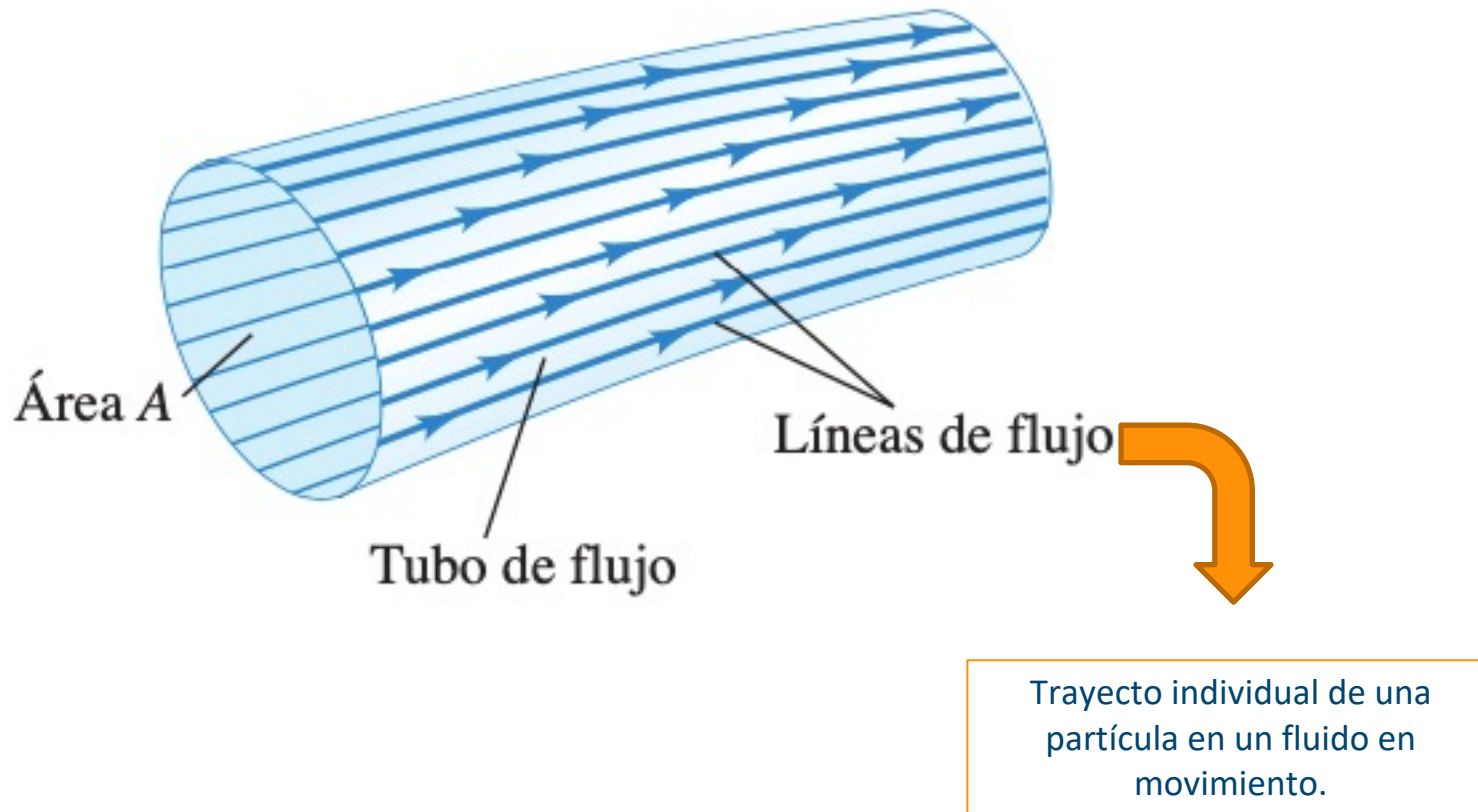
Fluido ideal

Consideraremos un fluido ideal como aquel que es incompresible y que su viscosidad (fricción interna) es despreciable.

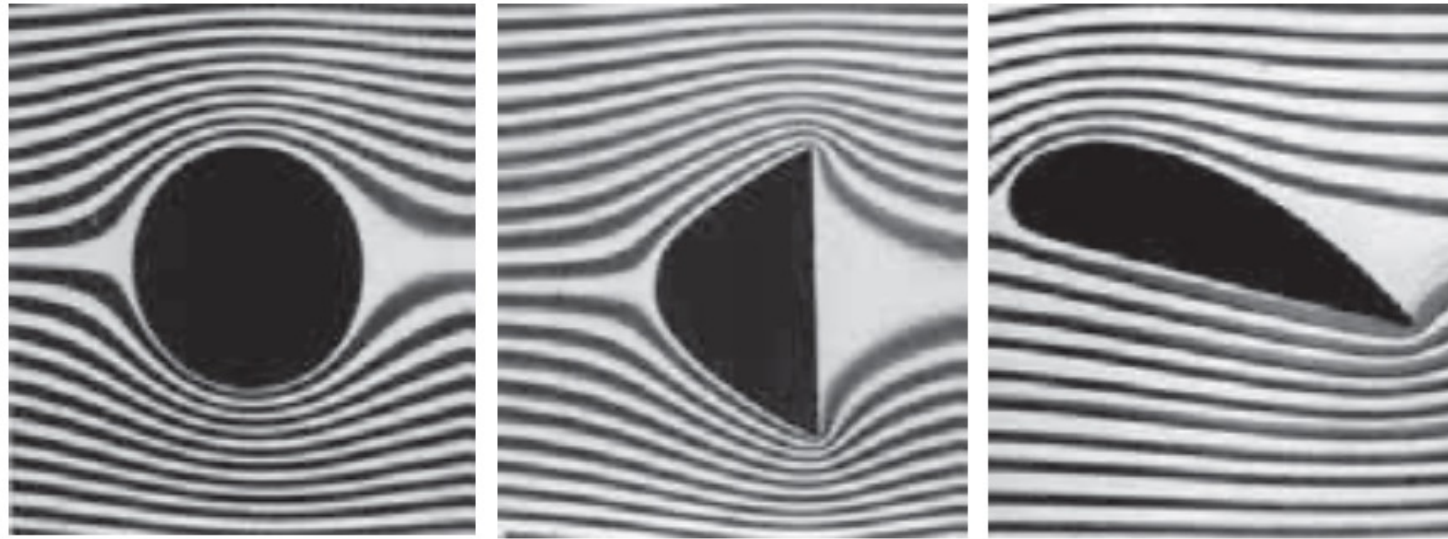
En algunos casos, podemos despreciar las fuerzas de corte producto de estas fricciones internas en comparación con las fuerzas debidas a la gravedad y a diferencias de presión.

Flujo estable

En un flujo estable, cada elemento que pasa por un punto dado sigue la misma línea de flujo de modo que las trayectorias de diferentes partículas nunca se cruzan unas con otras.



Flujo estable o laminar alrededor de obstáculos



Andy Sacks/Getty



Flujo turbulento



Werner Wolff/Black Star

Flujo – Caudal

$$Q = \frac{\text{Volumen de fluido}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

Pregunta 2

Sabiendo que podemos obtener el caudal como $Q = V/\Delta t$, ¿cuál es la unidad de medida de caudal para el S.I.?

a. $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$

b. $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

c. $\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$

d. $\frac{\text{litro}}{\text{min}}$

e. $\frac{\text{kg}}{\text{min}}$

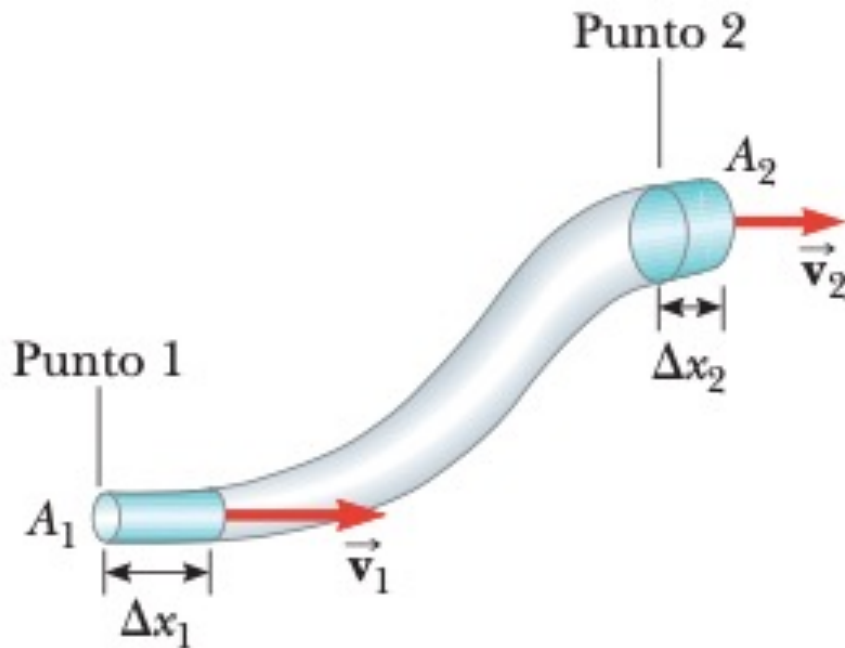
Pregunta 3

¿Cuál es el caudal de una cañería por la que fluyen 20.000 litros de agua en 2 minutos?

- a. 10.000 m³/s
- b. 16,7 m³/s
- c. 0,17 m³/s
- d. 2400 m³/s
- e. 40 m³/s

Flujo – Ecuación de continuidad

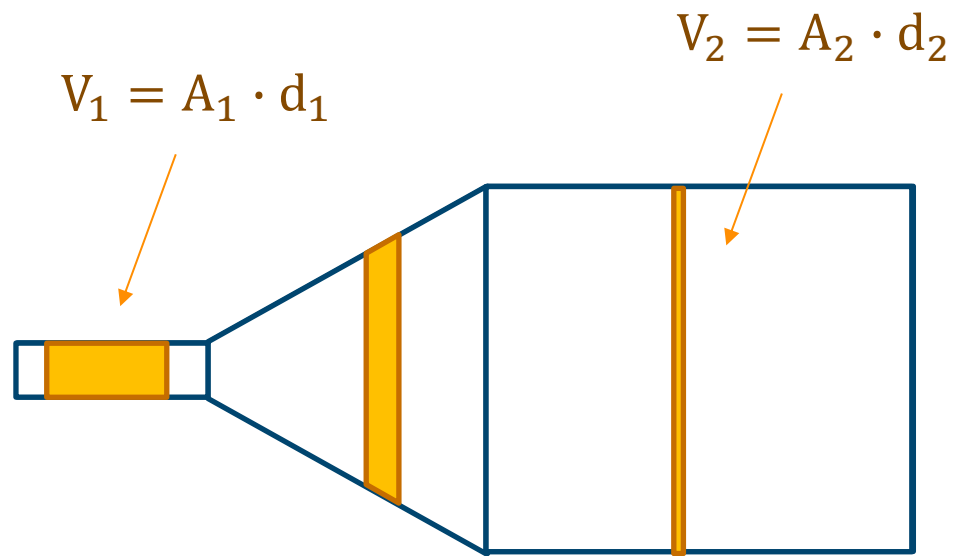
$$Q_{entrada} = Q_{salida}$$



George Semple

Flujo

Si el líquido es incompresible y tienen densidad uniforme, entonces un volumen debe demorarse lo mismo en recorrer distintas secciones.



Donde,
V: volumen
A: área
d: distancia o longitud
t: tiempo
v: rapidez

Todo lo que entra por un lado sale por el otro, y si el fluido es incompresible, debe ser en un mismo tiempo.

$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$$

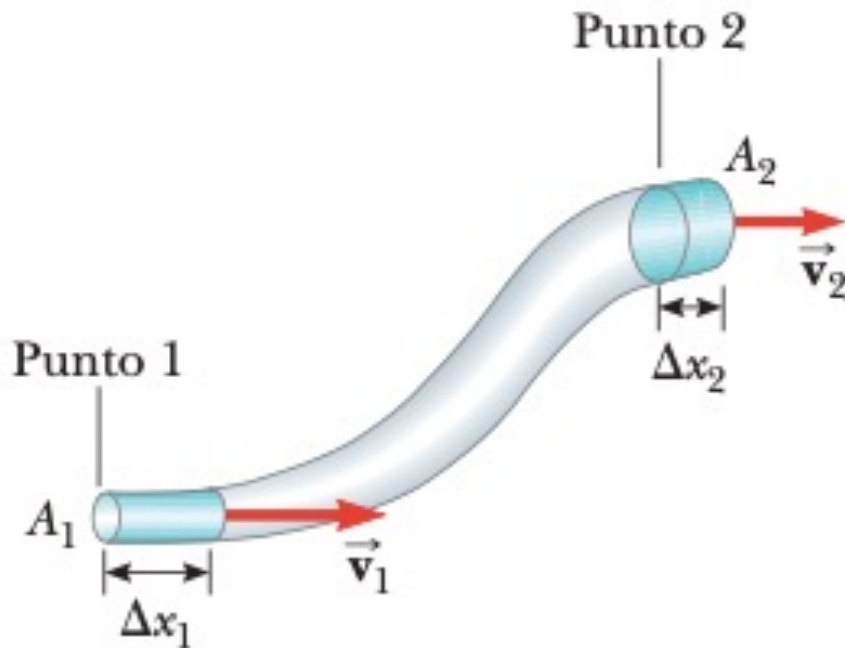
$$\frac{A_1 \cdot d_1}{\Delta t} = \frac{A_2 \cdot d_2}{\Delta t}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Flujo – Ecuación de continuidad

$$Q_{entrada} = Q_{salida}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$



George Semple

Flujo – Caudal

$$Q = \frac{\text{Volumen de fluido}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$



$$Q = A \cdot v$$

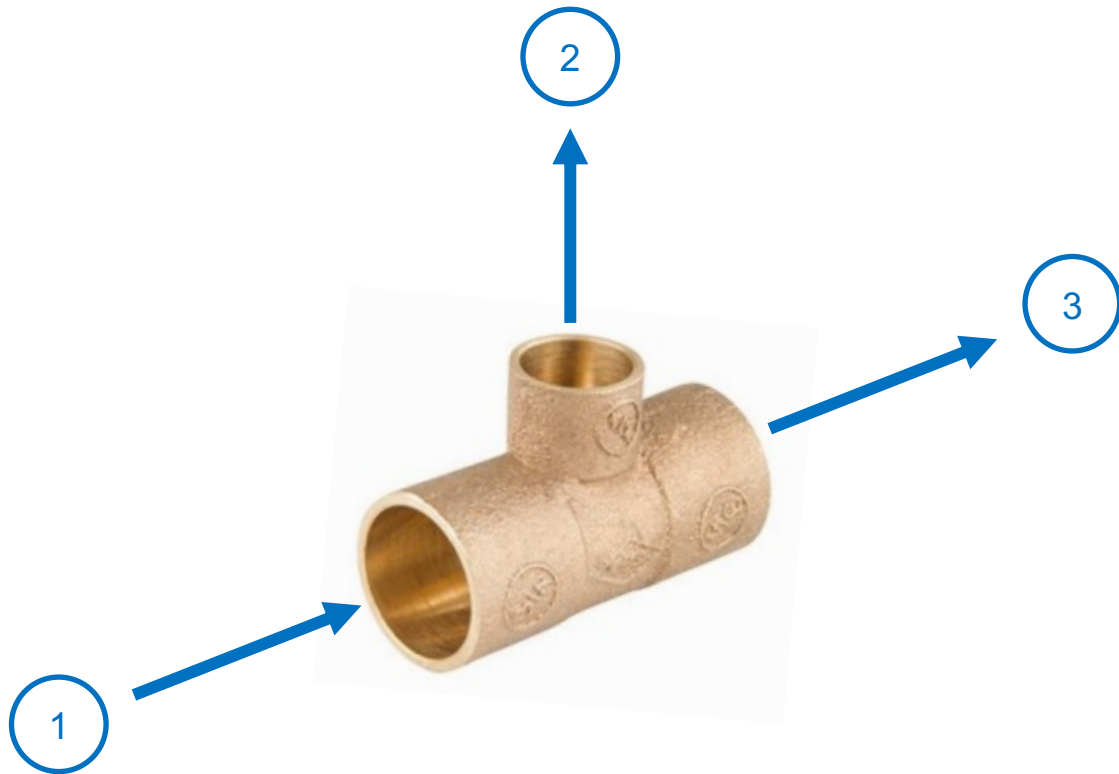
Problema de aplicación

Ud. dispone de una jeringa. El émbolo tiene una superficie circular interior de radio 11 mm. Ud. observa que al presionar el émbolo con una rapidez de 0,20 cm/s, por la punta de salida el líquido sale con una rapidez de 45 cm/s. Estime el radio del orificio de la aguja.



Flujo – Caudal

La ecuación de continuidad también se aplica a separaciones:



$$Q_{entrada} = Q_{salida}$$

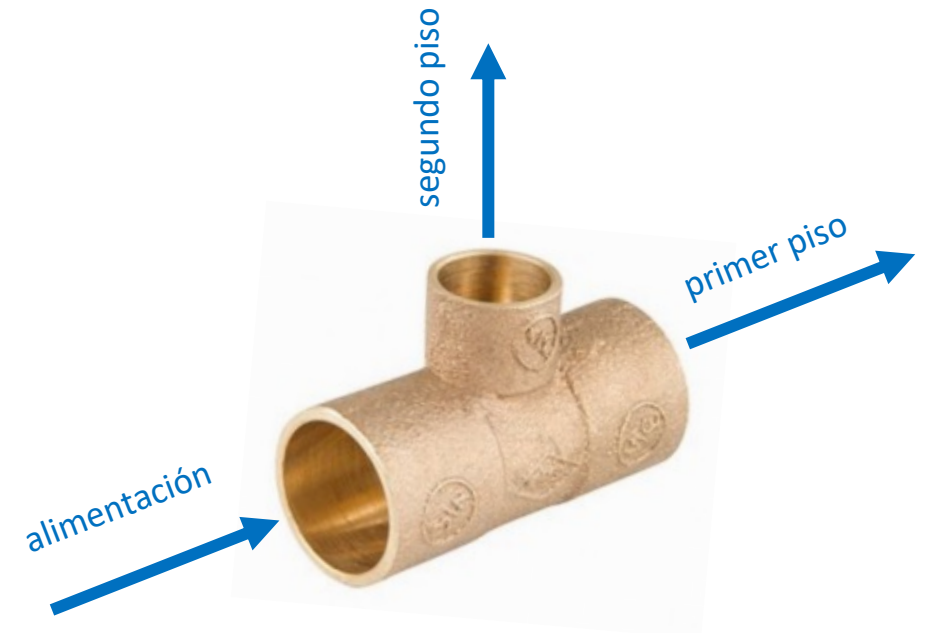
$$Q = Q_1 \longrightarrow Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 + A_3 \cdot v_3$$

Problema – Tubería T

La alimentación de agua de una casa es separada en una parte que va al primer piso, donde hay un baño, una logia y una cocina; y otra que va al segundo piso, donde hay un baño. La cañería de alimentación y la del primer piso tienen un diámetro interior de $\frac{3}{4}$ in (18,92 mm) y la que va al segundo piso de $\frac{1}{2}$ in (13,40 mm). Si el agua de alimentación está fluyendo a 2,0 m/s.

- Calcule el caudal de alimentación.
- Si todas las llaves del primer piso se encuentran cerradas, y la del segundo piso abiertas, indique la rapidez del agua en la salida al segundo piso.
- Si todas las llaves están abiertas, y se mide un caudal de $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ en el segundo piso, calcule el caudal de salida en el primer piso. Calcule las velocidades en cada tubería.



Agua y movimiento

¿Qué ocurre cuando abrimos la llave?

- ✓ ¡Sale agua!
- ✓ Agua en movimiento: velocidad $\vec{v}$ y rapidez v
- ✓ Hay un caudal Q

¿A qué presión se ve sometida el agua que sale de ella?

- ✓ El agua estará a presión atmosférica

¿Cuál es la presión a la que está sometida el agua antes de salir?

- ✓ El agua viene a la presión de la cañería

¿Cómo se relacionan las presiones con la velocidad del agua?

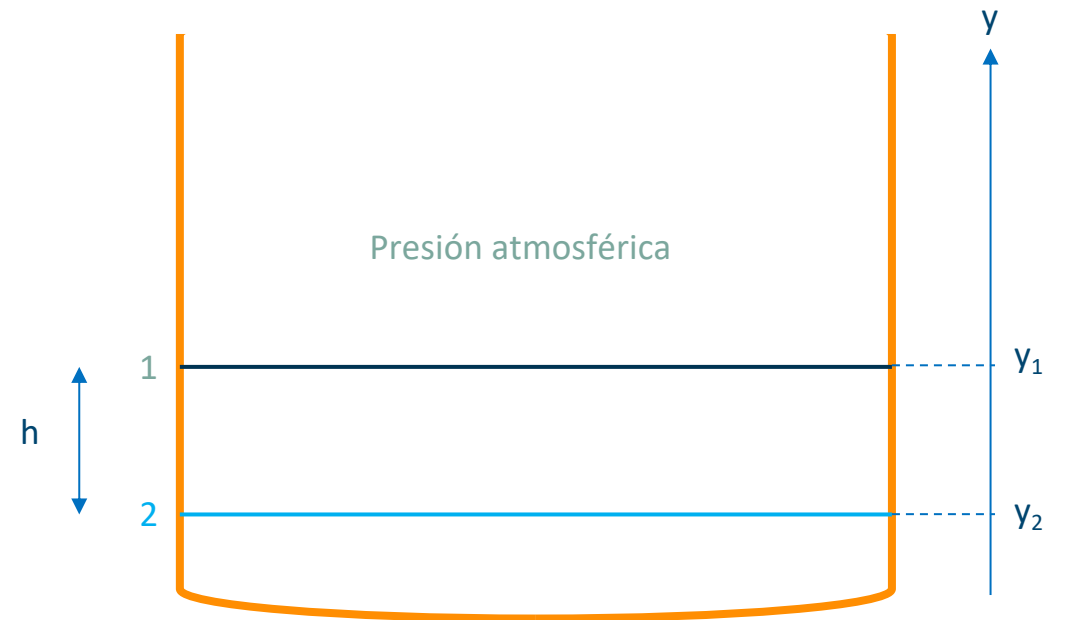


Presión de los fluidos

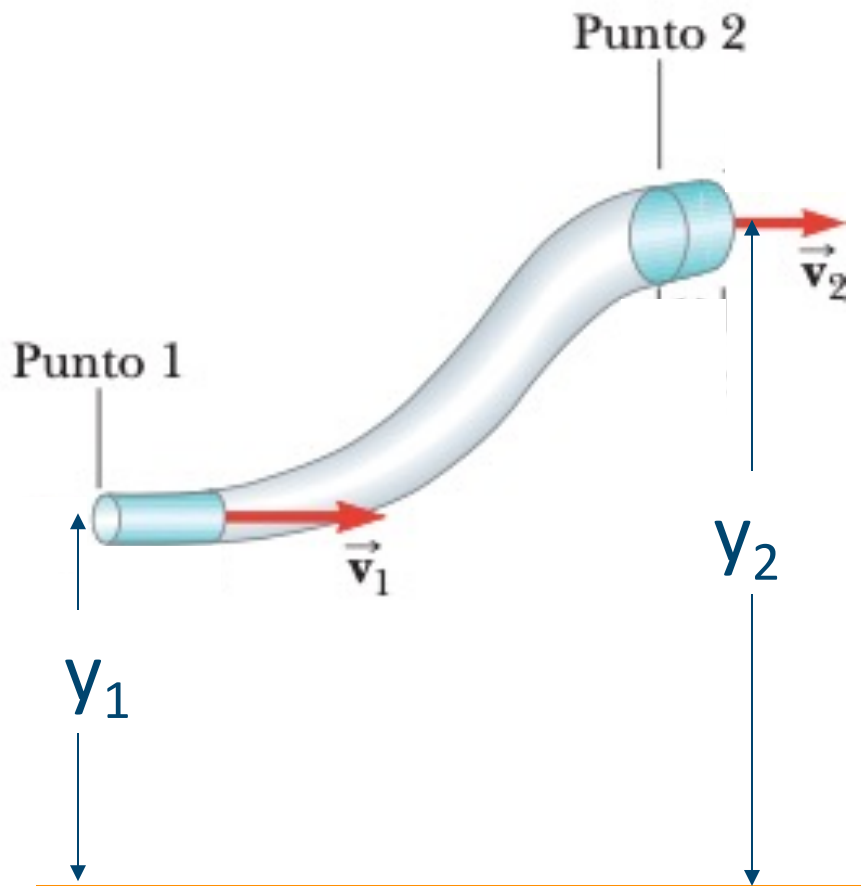
Para un líquido de densidad uniforme en equilibrio, expresamos las presiones tal que:

$$p_2 = p_1 + \rho gh$$

$$p_2 + \rho gy_2 = p_1 + \rho gy_1$$



Ecuación de Bernoulli



La manera en que podemos relacionar las variables de presión, altura de agua y velocidad de su movimiento, es mediante la ecuación de Bernoulli.

Para un **fluido incompresible** de densidad ρ en **flujo estable** y **sin** pérdidas por **viscosidad**, se verifica para cualquier par de puntos (1 y 2):

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

Aplicación de Bernoulli

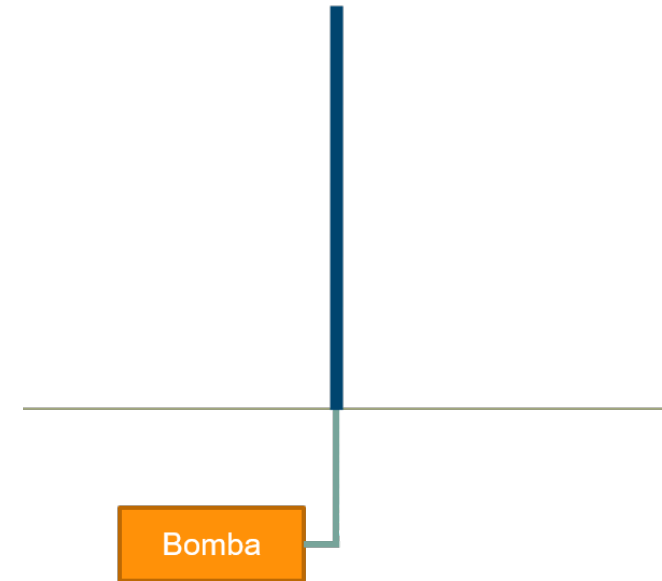
Se descarga agua por un tubo horizontal cilíndrico a razón de $465 \text{ cm}^3/\text{s}$. En una sección del tubo donde el diámetro es de $4,10 \text{ cm}$, la presión absoluta es de $1,60 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. ¿Qué diámetro tiene un enangostamiento del tubo donde la presión se reduce a $1,20 \cdot 10^5 \text{ Pa}$?

Juegos de agua – parte 1

Ud. se ha adjudicado un proyecto para diseñar juegos de agua. Uno de ellos consiste en una serie de chorros verticales que salen desde el suelo por un agujero de $3,0 \text{ cm}^2$ de área, y que llegan a distintas alturas. El más potente alcanzará $3,0 \text{ m}$ sobre el suelo. Para hacerlo, ud. dispone de una bomba de agua cuya manguera de salida está $1,0 \text{ m}$ bajo el nivel del suelo.

Considere $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$ y $\rho_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$.

- Encuentre la rapidez con la que el agua sale por el agujero.
- Determine el caudal de salida.
- Calcule cuánta agua (volumen) transita por este sistema durante las 6 h de funcionamiento diario del chorro.
- Si la tubería que sale de la bomba tiene $4,0 \text{ cm}^2$ de área. Calcule la rapidez con la que el agua sale de la bomba.
- Deduzca la presión que la bomba debe proveer.



La torre de agua

Observemos una torre de agua. Supongamos que el nivel del agua es de 2 m en el reservorio de la torre, y que la base de este se encuentra a 9 m sobre el nivel del suelo. Si la llave está 1 m sobre el suelo y tiene una sección de salida de $1,0 \text{ cm}^2$, ¿a qué velocidad sale el agua al abrirla completamente? ¿cuál es el caudal en la llave?

Nota: considere que la velocidad a la que desciende el nivel del estanque es muy baja.

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



Hasta pronto