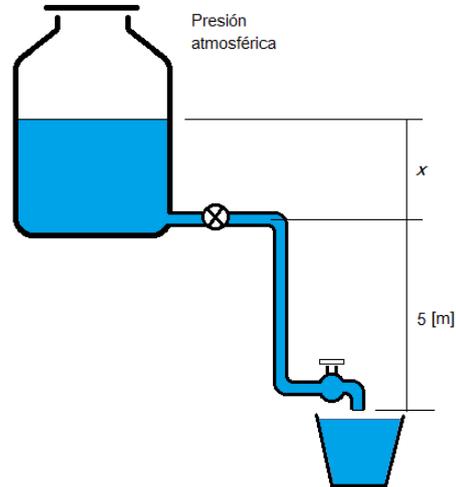




Mecánica de fluidos – Ecuación de Bernoulli

Problema – Tinaco Se desea determinar el nivel del agua (x) dentro de un tinaco, cuya capacidad es de 600 litros de agua. El diámetro al interior del tinaco cilíndrico es de 0.97 [m] y se considera como recipiente abierto a la atmósfera.

El diámetro de la tubería, al igual que en la boquilla de la llave es de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Al llenar un vaso con capacidad de 500 ml, se midió que el tiempo de llenado del vaso es de 1.5 [s]. La disposición del sistema de distribución de agua se ilustra en la figura.



- Describe como procedería en la solución del problema.
- De acuerdo a la descripción, muestre las ecuaciones que utilizaría.
- Desarrolle las ecuaciones para encontrar la solución y sustituya valores.
- Efectúe un análisis del resultado y enuncie sus conclusiones.

Desarrollo:

- Por los datos y las condiciones del problema, se debe efectuar un análisis energético y de conservación de flujo volumétrico. De forma que se planté un equilibrio en la transformación de energía entre el punto más alto que tiene el agua (espejo del agua al interior del tinaco, sección 1), con relación al punto más bajo del agua en el sistema (boquilla de la llave, sección 2).
- Para este problema, la ecuación de conservación de energía se representa con la ecuación de Bernoulli, misma que se aplica en las dos secciones de interés:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad [Pa] \quad \dots(1)$$

Y las ecuaciones de conservación de flujo volumétrico están dadas por:

Para este problema, la ecuación de conservación de energía se representa con la ecuación de Bernoulli, misma que se aplica en las dos secciones de interés:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{V}{t} \quad \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad \dots(2)$$

$$Q = \text{Área} * \text{Velocidad} = A_1 * v_1 = A_2 * v_2 \quad [m^2/s] \quad \dots(3)$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Asignatura: Física Clásica
Profesor: Dr. Emilio Vargas

- c) De acuerdo a los datos del problema, la presión en la sección 1 es la presión atmosférica y es la misma presión en la sección 2, por lo que ambas presiones se anulan en la igualdad que muestra (1). La altura manométrica en la sección 2 es cero, y la altura manométrica en la sección 1 está dada por la relación:

d)

$$h_1 = 5 + x \quad (4)$$

Por otra parte, de las ecuaciones 2 y 3 se pueden obtener las velocidades en las dos secciones de interés, ya que se conocen los diámetros de las secciones transversales (tinaco y boquilla de la llave), resultando:

$$v_1 = \frac{V}{t A_1} = \frac{V}{t \left(\frac{\pi}{4} d_1^2\right)} = \frac{4V}{t \pi d_1^2} \quad (5)$$

$$v_2 = \frac{V}{t A_2} = \frac{V}{t \left(\frac{\pi}{4} d_2^2\right)} = \frac{4V}{t \pi d_2^2} \quad (6)$$

Sustituyendo (4), (5) y (6) en (1) y despejando x , resulta:

$$x = \frac{1}{2g} \left(\left(\frac{4V}{t \pi d_2^2} \right)^2 - \left(\frac{4V}{t \pi d_1^2} \right)^2 \right) - 5 \quad (7)$$

Sustituyendo valores, se obtiene:

$$x = \frac{1}{2(9.81)} \left(\left(\frac{4(0.0005)}{(1.5)\pi(0.00635)^2} \right)^2 - \left(\frac{4(0.0005)}{(1.5)\pi(0.97)^2} \right)^2 \right) - 5 = 0.64 \text{ [m]} \leftarrow$$

- e) El resultado muestra un valor aceptable con relación a la altura del agua dentro de un tinaco. La altura de tinacos comerciales de 600 litros es aprox. 1.2 [m].
Por otra parte, se concluye que la velocidad del agua dentro del tinaco es muy cercana a cero, debido a que la relación del diámetro del tinaco y el diámetro de la llave es de 152 éste último. Se deduce una relación no lineal de la altura del agua dentro del tinaco con respecto al volumen del recipiente, el tiempo de llevado y los diámetros.