



Aprendizaje de física experimental

El Aula-Laboratorio en casa

Propuestas experimentales para estudiantes - Versión 1.0

José Di Laccio-Andrés Monetta-Javier Carro



El Laboratorio en casa

Índice general

I	Laboratorio 9	
1	Fluidos	7
1.1	Modelo de fluido newtoniano	7
1.1.1	Introducción	7
1.1.2	Ley de Torricelli	8
1.2	Proyecto 1: Trayectoria de un chorro de agua	9
1.2.1	Introducción	9
1.2.2	Equipo	9
1.2.3	Sugerencias de trabajo	9



Laboratorio 9

1	Fluidos	7
1.1	Modelo de fluido newtoniano	
1.2	Proyecto 1: Trayectoria de un chorro de agua	

El Laboratorio en casa

1. Fluidos

1.1 Modelo de fluido newtoniano

1.1.1 Introducción

Los fluidos en movimiento pueden analizarse introduciendo variables como la presión, densidad y velocidad. Luego, aplicando las leyes de la dinámica de Newton o la conservación de la energía junto con la conservación de la masa a un elemento del fluido puede obtenerse la ecuación de Bernoulli y describir su comportamiento. Estudio que, como primera aproximación puede ser simplificado si se introducen algunas restricciones:

- 1) En estado estacionario y en un punto dado, la velocidad permanece constante.
- 2) Incompresible, la densidad es constante (no depende de la posición y el tiempo).
- 3) No viscoso, no se tienen en cuenta las pérdidas por fricción debidas al movimiento relativo entre las capas del fluido (sistema conservativo).
- 4) Irrotacional: no presenta remolinos ni turbulencias.

El concepto de línea de corriente sirve para representar la velocidad de diferentes puntos dentro del fluido, así como para construir el concepto de tubo de corriente. El tubo de corriente es simplemente un haz de líneas de corriente, ver figura 1.1.

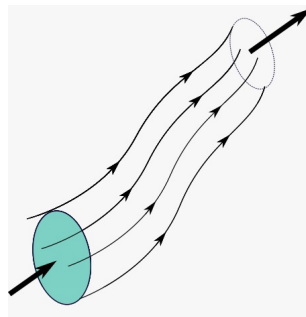


Figura 1.1: Tubo de corriente.

1.1.2 Ley de Torricelli

Considere un flujo de fluido ideal como el representado en la figura 1.2, la conservación de la masa usada entre los puntos P_1 y P_2 permite reconocer que la masa que ingresa en P_1 por la sección A_1 en un tiempo dt es igual a la masa que sale por P_2 por la sección A_2 en el mismo tiempo, $m_P = m_Q$. Este resultado puede escribirse en función de la densidad del fluido y el volumen como: $\rho V_P = \rho V_Q$, que usando la velocidad del fluido, el tiempo y la sección transversal lleva a:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2. \quad (1.1)$$

El producto Av se denomina caudal y se representa con C , su unidad en el sistema internacional es $\frac{m^3}{s}$. Note que si la velocidad es constante el caudal también lo será y puede escribirse:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1.2)$$

ΔV es el volumen de fluido que atraviesa la sección transversal de una tubería en un tiempo Δt . La demostración de ecuación de Bernoulli para un flujo estacionario, incompresible, no

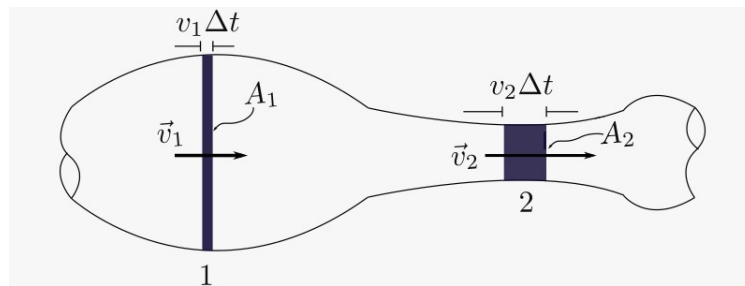


Figura 1.2: Ecuación de la continuidad.

viscoso e irrotacional puede encontrarse en textos de Física introductoria [3]. La ecuación puede escribirse como:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2, \quad (1.3)$$

en donde la presión se representa con P , la densidad del fluido con ρ , v es la velocidad, g la aceleración gravitatoria y la altura se representa con y . Los índices 1 y 2 indican dos puntos a lo largo de una línea de corriente.

La figura 1.3, se muestra un depósito cilíndrico, de sección A_1 que tiene un orificio lateral A_2 , siendo $A_2 \ll A_1$ para evitar la turbulencia. De acuerdo con la ecuación 1.1 la velocidad de descenso del fluido en la A_1 será muy lenta. Si se aplica la ecuación de Bernoulli, 1.2, a los puntos (1) y (2) situados en la superficie libre del fluido y en el centro del orificio lateral tomando como sistema de referencia el piso se obtiene:

$$v_2^2 = 2\rho g h, \quad (1.4)$$

en donde $h = H_2 - H_1$ es la diferencia de alturas, la distancia vertical entre la superficie del fluido y el orificio de salida.

1.2 Proyecto 1: Trayectoria de un chorro de agua

1.2.1 Introducción

Si se supone que un tubo de fluido puede modelarse como un conjunto de partículas en interacción mutua, el comportamiento de un chorro de líquido como el de la figura 1.3 debería cumplir con la cinemática de un proyectil modelado como masa puntual en condiciones ideales: Tierra plana, efectos aerodinámicos despreciables y cambios de g con la altura. Cada partícula cumple entonces:

$$x(t) = vt ; y(t) = -\frac{gt^2}{2} \qquad y(x) = -\frac{gx^2}{2v^2} \qquad (1.5)$$

a la ecuación de la trayectoria en donde v es la velocidad de salida del fluido en el recipiente y x e y son las coordenadas de posición en el plano de movimiento. Esta hipótesis se puede poner a prueba de forma sencilla en algunas situaciones, a continuación se propone estudiar la validez de la hipótesis anterior. Con una simple botella se puede observar la trayectoria de un chorro de agua o se puede preparar un prototipo para hacerlo [1] [2].

1.2.2 Equipo

Un teléfono inteligente, un recipiente transparente, una regla o vara de referencia.

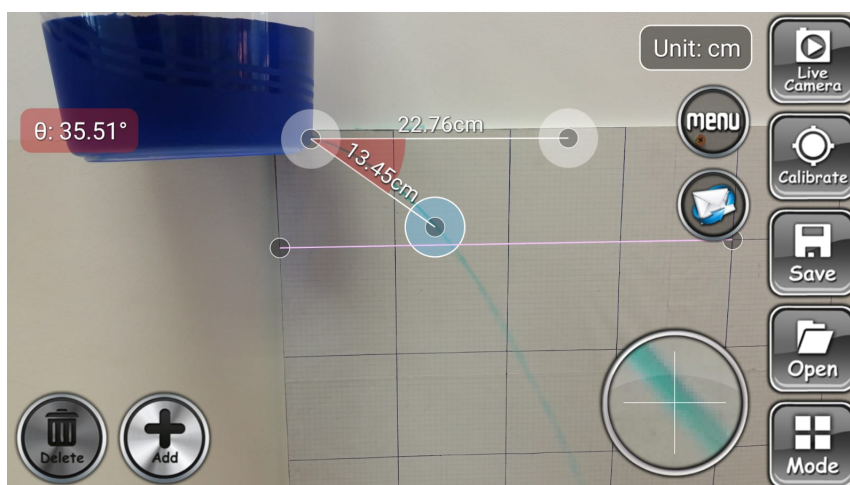


Figura 1.3: Vaciado un depósito.

1.2.3 Sugerencias de trabajo

- Realice un montaje experimental como el que se muestra en la figura 1.3.
- Defina como origen para su sistema de referencia el lugar desde donde sale el fluido y usando la escala real determine el módulo de diferentes posiciones del chorro y el ángulo que tiene el vector posición respecto de la horizontal (Use la aplicación ON 2DMeasure en opción de medir ángulos) . Registre al menos 15 de dichos valores.
- Determine las coordenadas x e y de las posiciones anteriores usando $x = r\cos\theta$ e $y = r\sin\theta$ y grafique $y = f(x)$. ¿Qué tipo de trayectoria obtiene?
- Grafique $y = f(x^2)$ y mediante el ajuste adecuado de los datos determine la velocidad de salida del chorro de agua.

- Para comparar su resultado de la velocidad obtenida, repita el montaje experimental inicial con el mismo nivel de agua del recipiente y vierta el chorro de líquido en un recipiente donde sea posible medir el volumen (por ejemplo una probeta o vaso cilíndrico) y mida el tiempo que tarda en descender el nivel de líquido aproximadamente 1 cm . Use las ecuaciones 1.1 y 1.2 para determinar la velocidad de salida. Mida con cuidado el diámetro del orificio de salida, puede ser útil usar la opción zoom de la cámara del teléfono colocando un objeto de dimensiones conocida en la imagen.