



Materiales Educativos GRATIS

FISICA

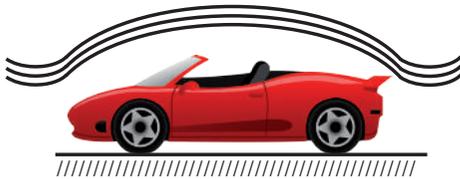
QUINTO

HIDRODINÁMICA

El estudio de la hidrodinámica tiene una importancia grande, que fácilmente ha de advertirse con solo pensar que en él está basado nada menos que el vuelo de los aviones. En estos últimos años se ha avanzado mucho en el estudio de esta parte de la Física, y en la lucha por superar ese límite que significaba la velocidad del sonido. De allí que la línea de los aviones destinados a vuelos supersónicos sea muy distinta de la de los aviones comunes, sobre todo en el ángulo de las alas y en la altura de la cola.

Cuando el fluido está en movimiento, su flujo se caracteriza como uno de dos tipos principales:

- ▶ **Flujo estable o laminar**
Cada partícula del fluido sigue una trayectoria uniforme, de tal modo que las trayectorias de diferentes partículas nunca se crucen. Todas las partículas de fluido que llegan a un punto dado tienen la misma velocidad.



Flujo laminar alrededor de un automóvil en un túnel de viento y sobre cierta rapidez crítica.

- ▶ **Flujo turbulento**
Es un flujo irregular que se caracteriza por pequeñas regiones con forma de remolino.

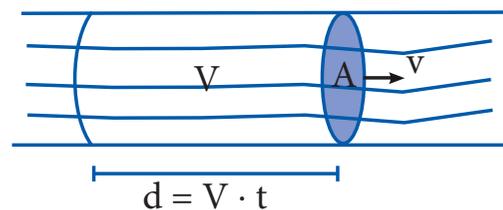


No olvidar los siguientes términos:

Flujo de un fluido ideal

- ▶ Flujo ideal es incompresible (su densidad no puede cambiar) y no tiene viscosidad (se desprecia la fricción interna).
- ▶ Los líquidos casi siempre son aproximadamente incompresibles, y también se puede tratar a los gases como incompresibles si las diferencias de presiones de una región a otra no son muy grandes.
- ▶ El camino de una partícula individual en un fluido en movimiento se llama «línea de flujo».
- ▶ Si la distribución global de flujo no cambia con el tiempo, tenemos un flujo estable.
- ▶ Una línea de corriente es una curva cuya tangente en cualquier punto tiene la dirección de la velocidad del fluido en ese punto.
- ▶ En situaciones de flujo, las líneas de flujo y las de corriente son idénticas.

Caudal de una corriente (Q)



$$Q = \frac{V}{t} \dots \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \begin{array}{l} V: \text{volumen (m}^3\text{)} \\ T: \text{tiempo (s)} \end{array}$$

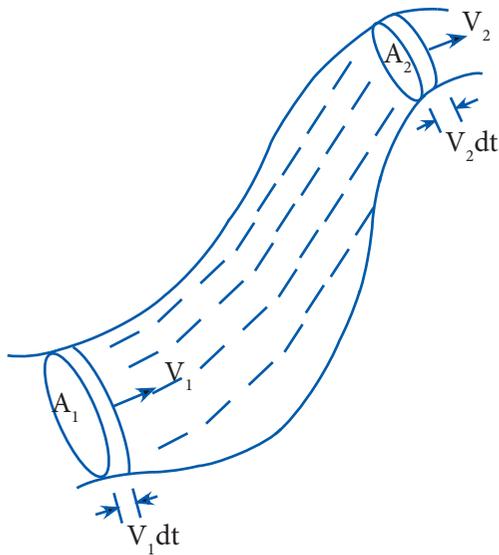
$$V = A \cdot V \cdot t \Rightarrow Q = A \cdot V$$

A: área de la sección transversal (m²)

V: rapidez (m/s)

La ecuación de continuidad

(Descubierto por Castelli, discípulo de Galileo)



La masa de un fluido en movimiento no cambia al fluir.

$$\rho_1 A_1 V_1 dt = \rho_2 A_2 V_2 dt$$

Flujo compresible

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2$$

Flujo incompresible

$$\begin{aligned} \rho A_1 V_1 &= \rho A_2 V_2 \\ A_1 V_1 &= A_2 V_2 \end{aligned}$$

A: área

V: rapidez

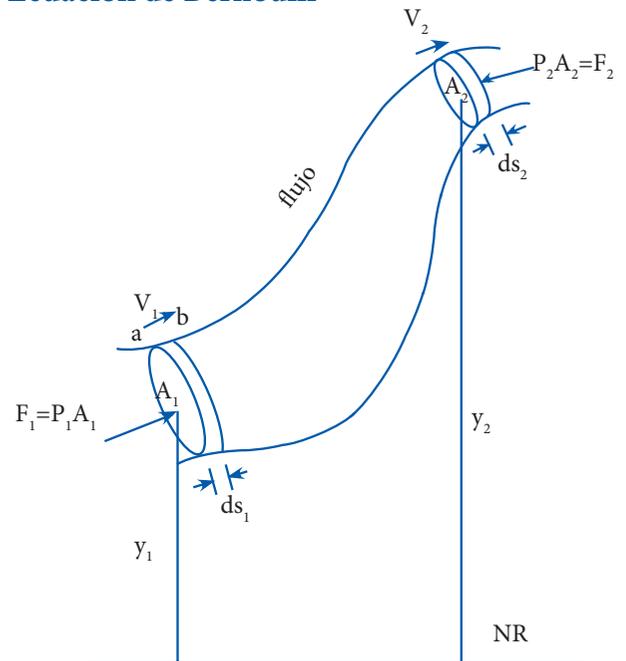
(para flujo estables)

El producto AV es la razón de flujo de volumen $\frac{dV}{dt}$

Advertencia pre

Tener cuidado de no confundir la presión hidrostática con la presión hidrodinámica, ya que en esta última hay que añadirle aquella presión generada por el movimiento del flujo.

Ecuación de Bernoulli



$$\begin{aligned} dw &= P_1 A_1 ds_1 + (-P_2 A_2 ds_2) = (p_1 - p_2) dv \\ dE_k &= \frac{1}{2} \rho A_2 ds_2 V_2^2 - \frac{1}{2} \rho A_1 ds_1 V_1^2 \\ dE_k &= \frac{1}{2} \rho dv (V_2^2 - V_1^2) \\ dE_p &= \rho dv g (y_2 - y_1) \\ dw &= dE_k + dE_p \\ (p_1 - p_2) dv &= \frac{1}{2} \rho dv (V_2^2 - V_1^2) + \rho dv g (y_2 - y_1) \\ P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho g V_1^2 &= P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 \end{aligned}$$

En el principio de Bernoulli nos damos cuenta que:

- En los líquidos en movimiento no se cumple la ley general de la hidrostática.
- La presión de un fluido en movimiento es mayor donde la rapidez es menor, o, lo que es lo mismo, donde mayor es la rapidez, menor es la presión.
- Se llama presión hidrodinámica (P) a la suma de la presión hidrostática con la mitad de la densidad del líquido por el cuadrado de su rapidez.

$$P = P_h + \frac{1}{2} \rho V^2$$

P_h : presión hidrostática (Pa)

ρ : densidad (kg/m^3)

V: rapidez (m/s)

- La ecuación de Bernoulli es aplicada a un fluido ideal y con frecuencia se expresa como:

$$P_h + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho g y = \text{constante}$$

Trabajando en clase

Integral

1. Por una canilla cuya sección mide 2 cm^2 sale agua a razón de 1 litro por cada 10 s. ¿Cuál es la rapidez de salida del agua en cm/s ?

Resolución:

$$Q = A \cdot V$$

$$\text{Reemplazando: } 1 \ell = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \frac{1000}{10} = 2 \cdot V$$

$$V = 50 \text{ cm/s}$$

2. Por una canilla cuya sección mide 5 cm^2 sale agua a razón de 2 litros por cada 40 s. ¿Cuál es la rapidez de salida del agua en cm/s ?
3. El agua es conducida hasta la canilla del problema anterior por un caño de 4 cm^2 de sección transversal. ¿Con qué rapidez corre el agua por ese caño?
4. El agua es conducida hasta la canilla de 3 cm^2 por un caño, saliendo con una rapidez de 24 cm/s . Si la rapidez con la que el agua se transporta por dicho caño es de 36 cm/s , calcula el área de la sección transversal del caño.

UNMSM

5. Un manómetro indica, en una cañería, una presión de 20 kPa , y la rapidez del agua es de 60 cm/s . Calcula la presión hidrodinámica.

Resolución:

$$P = P + \frac{1}{2} \rho V^2$$

$$P = 20\,000 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot \left(\frac{60}{100}\right)^2$$

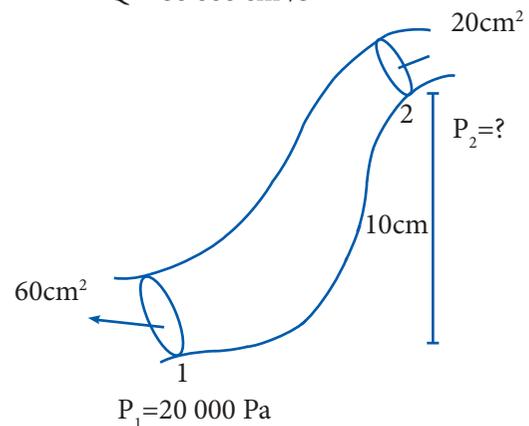
$$P = 20\,180 \text{ Pa}$$

6. Un manómetro indica, en una cañería, una presión de 15 kPa , y la rapidez del agua es de 40 cm/s . Calcula la presión hidrodinámica.
7. Si la presión hidrodinámica en cierto punto de una cañería es de $10\,500 \text{ Pa}$, siendo su presión hidrostática $10\,000 \text{ Pa}$, calcula la rapidez con la que el agua pasa por dicho punto.

8. Por un caño de 60 cm^2 de sección transversal corre agua con un caudal de 6 litros por segundo. En un trozo de la cañería, el caño sube 10 cm y se estrecha hasta que la sección vale 20 cm^2 . Calcula la presión hidrostática, en esta sección, si en aquella era de 20 kPa .

Resolución:

$$Q = 60\,000 \text{ cm}^3/\text{s}$$



Usando:

$$Q = AV$$

$$6000 = 60 V^1$$

$$6000 = 20 V^2$$

$$V^1 = 1 \text{ m/s}$$

$$V^2 = 3 \text{ m/s}$$

Ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g H$$

$$20\,000 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 3^2 + 1000 \cdot \dots$$

$$P_2 = 15 \text{ kPa}$$

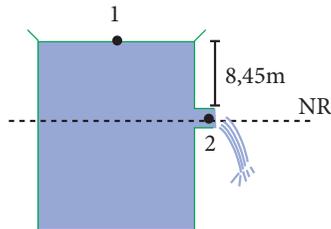
9. Por un caño de 50 cm^2 de sección transversal corre agua con un caudal de 5 litros por segundo. En un trozo de la cañería, el caño sube 10 cm y se estrecha hasta que la sección vale 10 cm^2 . Calcula la presión hidrostática en esta sección si en aquella era de 10 kPa .
10. La compañía de bomberos de Trujillo tiene una manguera para apagar incendios de 7 cm de diámetro por la cual fluye agua a razón de $0,0048\pi \text{ m}^3/\text{s}$. Si la manguera tiene una bombilla de 4 cm de diámetro, ¿con qué rapidez sale el agua de la boquilla?

- De un tubo de 2 cm de diámetro fluye agua con una rapidez de $0,25/\pi$ m/s. ¿Cuánto tiempo le tomará llenar un recipiente de 10 litros?
- La rapidez de un líquido a través de una sección transversal de 6 cm^2 es de 120 cm/s. ¿Cuál es el caudal de esa corriente?
- Una tubería de 16 cm de diámetro por la cual circula agua, tiene un estrangulamiento gradual que reduce su diámetro a 8 cm. Si la rapidez del fluido en la parte ancha es 1 m/s, calcula la rapidez en el estrangulamiento y el caudal.
- La velocidad de flujo de agua a través de una manguera de jardín es de $66 \text{ cm}^3/\text{s}$, la manguera y la boquilla tienen un área transversal de 6 cm^2 y 1 cm^2 respectivamente. Si la boquilla está a 10 cm del grifo, calcula la diferencia de presión entre el grifo y la boquilla.

UNI

- Se tiene un depósito que contiene agua como se muestra en la figura. Calcula la rapidez en la boquilla por donde sale el agua.

Resolución:



Aplicando la Ec. De Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2$$

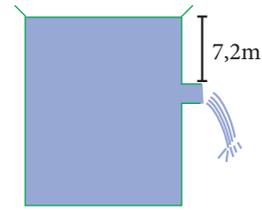
$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}} \quad V_1 = 0 \text{ (baja muy lentamente)}$$

$$h_2 = 0 \Rightarrow \rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

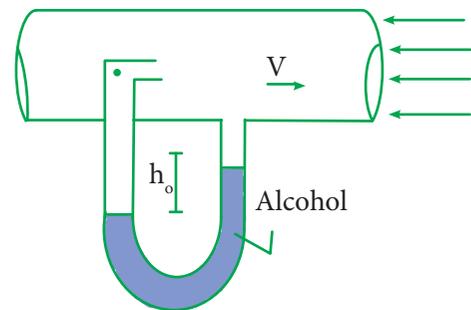
$$V_2 = \sqrt{2gh_1} \quad V_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 8,45}$$

$$V_2 = 13 \text{ m/s}$$

- Se tiene un depósito que contiene agua como se muestra en la figura. Calcula la rapidez en la boquilla por donde sale el agua.



- Un tubo de Pitot, como el mostrado en la figura, va montado en el ala de un avión para determinar la rapidez de este. Si la densidad del aire es $1,44 \text{ kg/m}^3$, el manómetro contiene alcohol de densidad 810 kg/m^3 e indica una diferencia de nivel de 0,2 m; calcula la rapidez del avión.



- Por la boquilla de un extinguidor contra incendios sale agua bajo presión de aire. ¿Qué tanta presión manométrica en el aire se requiere para que el chorro de agua tenga una rapidez de 30 m/s cuando el nivel del agua está a 0,5 m debajo de la boquilla?