



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Elementos de física

Clase 16

Dr. David González

Profesor Principal

Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología

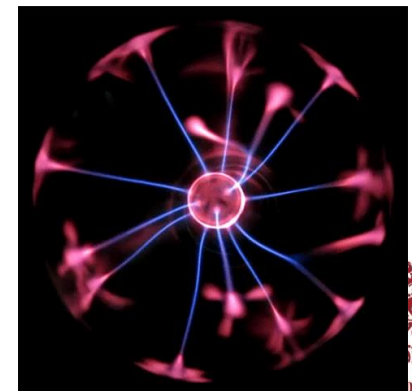
Mayo 17, 2023

Capítulo 12 – Mecánica de fluidos



¿Qué es un fluido?

- Un fluido es cualquier sustancia que pueda fluir y cambiar su forma a la del volumen que ocupa.
- Un fluido es toda sustancia en fase líquida, gaseosa o plasma que se caracteriza porque sus partículas se mueven y cambian de posición con gran facilidad
- Al aplicarle una fuerza a un fluido este se deforma continuamente
- Las moléculas de un líquido están cerca entre sí, por lo que pueden ejercer fuerzas atractivas unas con otras y así tienen a permanecer juntas.



Capítulo 12 – Presión de un fluido

Cuando un fluido (ya sea líquido o gas) está en reposo, ejerce una fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto con este.

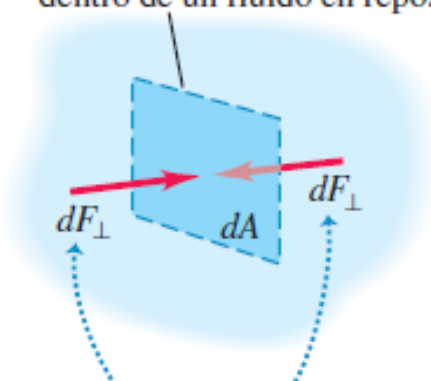
La fuerza ejercida por el fluido se debe a los choques de la moléculas con su entorno.

$$p = \frac{dF_{\perp}}{dA} \quad (\text{definición de presión})$$

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

12.2 Las fuerzas actúan sobre una pequeña superficie dentro de un fluido en reposo.

Pequeña superficie de área dA dentro de un fluido en reposo



La superficie no se acelera, por lo que el fluido circundante ejerce fuerzas normales iguales sobre ambos lados de ella. (El fluido no puede ejercer ninguna fuerza paralela a la superficie, ya que eso provocaría que la superficie se acelerara.)



Capítulo 12 – Presión de un fluido



Pascal

La unidad del SI para la presión es el pascal (abreviado Pa y llamado así en honor del científico y filósofo francés del siglo XVII Blaise Pascal).



$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

La presión atmosférica (Pa) es la presión de la atmosfera terrestre. Esta presión varía con el cambio de clima y con la altitud.

La presión atmosférica normal al nivel del mar (un valor medio) es 1 atmósfera (atm), definida exactamente como 101,325 Pa.

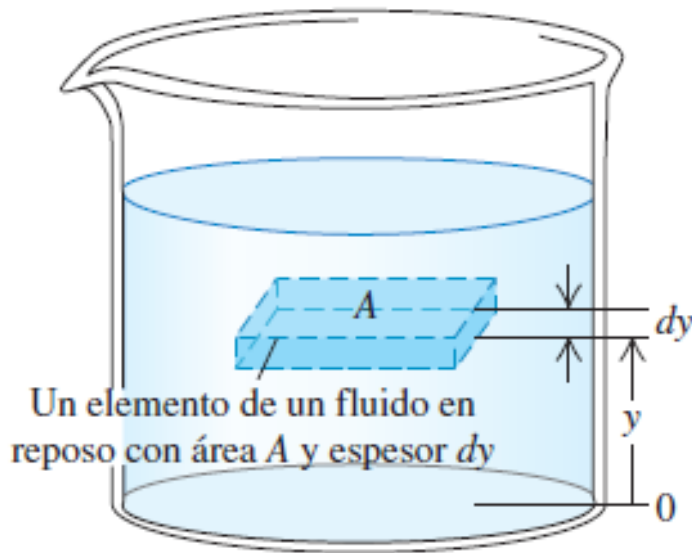
$$(p_a)_{\text{med}} = 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$



Capítulo 12 – Presión de un fluido

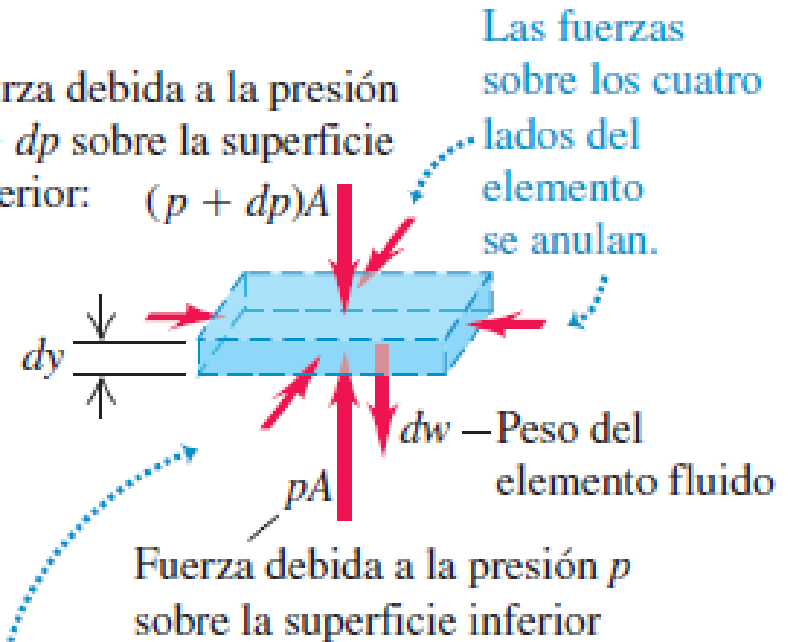
12.4 Las fuerzas sobre un elemento de fluido en equilibrio.

a)



b)

Fuerza debida a la presión $p + dp$ sobre la superficie superior: $(p + dp)A$

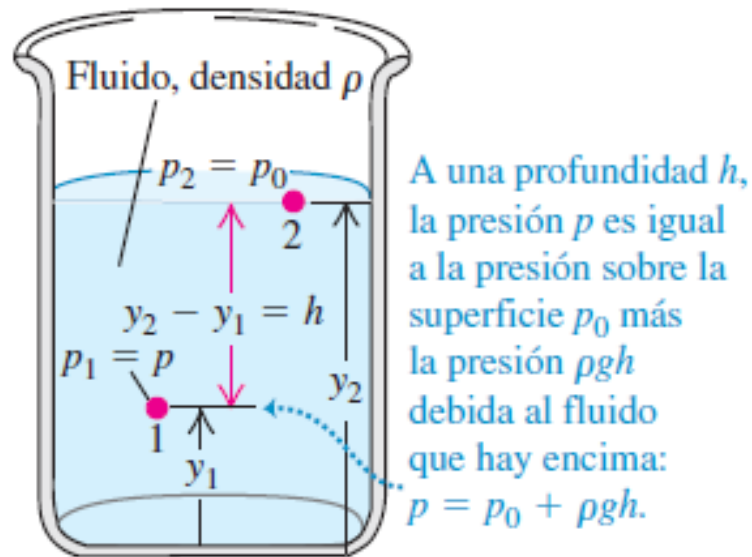


Como el fluido está en equilibrio, la suma vectorial de las fuerzas verticales sobre el elemento fluido debe ser cero:

$$pA - (p + dp)A - dw = 0.$$


Capítulo 12 – Presión de un fluido

12.5 Cómo varía la presión en función de la profundidad en un fluido con densidad uniforme.



La diferencia de presión entre los niveles 1 y 2:

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1)$$

La presión es mayor en un nivel más bajo.

$$p = p_0 + \rho gh$$

La ecuación nos dice que si aumentamos la presión P_0 en la superficie superior, la presión P a cualquier profundidad aumenta exactamente en la misma cantidad.

https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-vtd22_pressuredensity

https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-vtd23_pascalsvase



Capítulo 12 – Presión de un fluido

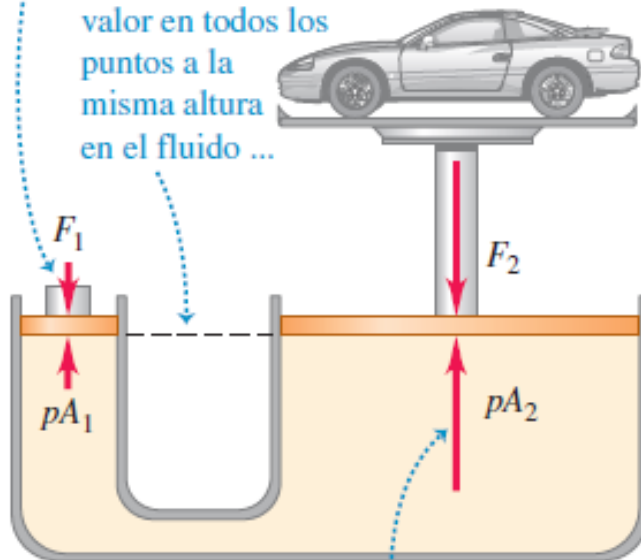


Ley de Pascal: La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a todas las partes del fluido y las paredes del recipiente.

12.7 El elevador hidráulico es una aplicación de la ley de Pascal. El tamaño del recipiente lleno de fluido se ha exagerado por claridad.

Se aplica una fuerza pequeña a un pistón.

Ya que la presión p tiene el mismo valor en todos los puntos a la misma altura en el fluido ...



... un pistón con una mayor área, a la misma altura, experimenta una gran fuerza.

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{y} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

<https://www.educaplus.org/game/principio-de-pascal>



Capítulo 12 – Presión de un fluido



Presión absoluta y presión manométrica

El exceso de presión más allá de la atmosférica suele llamarse presión manométrica, y la presión total se llama presión absoluta.

Si la presión es menor que la atmosférica, como en un vacío parcial, la presión manométrica es negativa.



➤ ¿Qué sucede si la presión dentro de un neumático es igual a la presión atmosférica?

32 psi (lb/in²) = 220 kPa
Presión manométrica

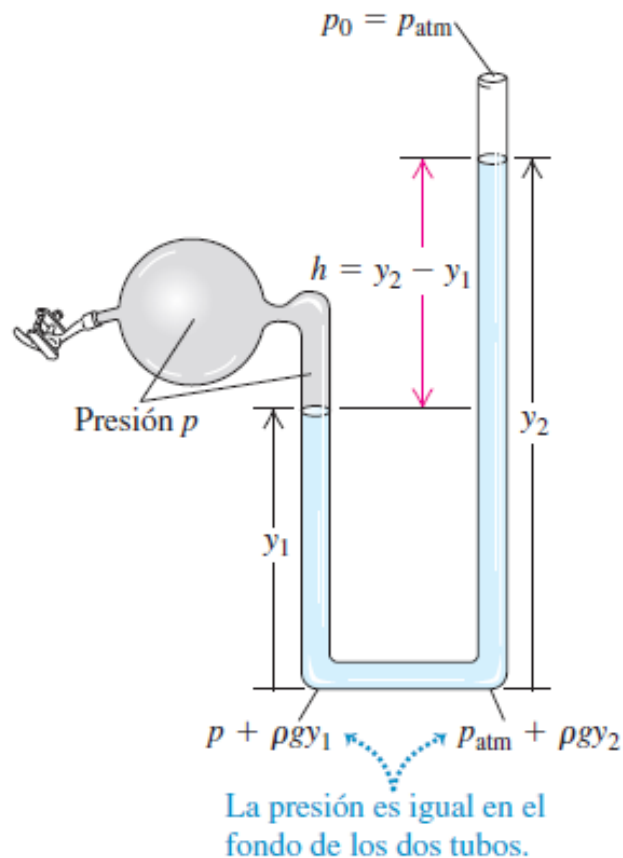
47 psi (lb/in²) = 320 kPa
Presión absoluta



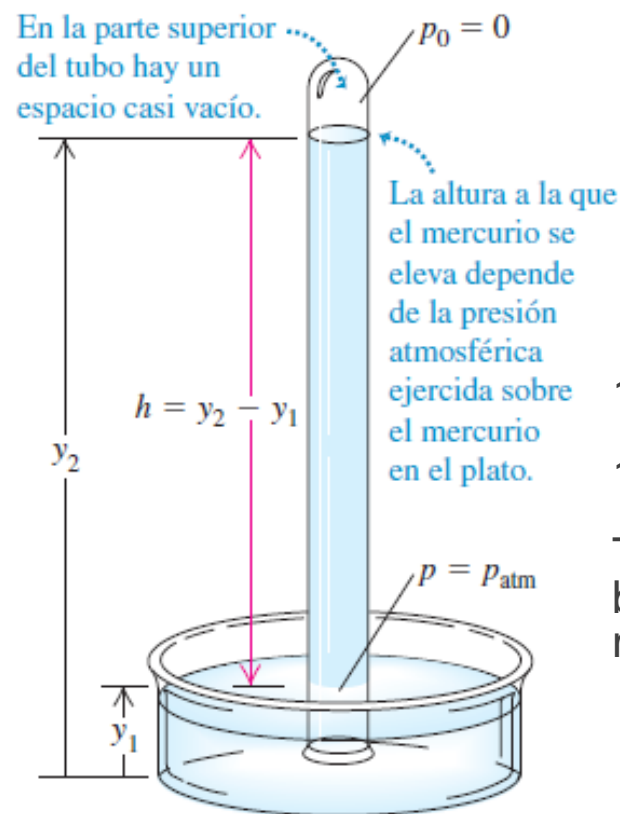
Capítulo 12 – Presión de un fluido

Medidores de presión

a) Manómetro de tubo abierto



b) Barómetro de mercurio



$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ torr}$$

$$1 \text{ mm Hg} = 133 \text{ kPa}$$

Torricelli – inventor
barómetro de
mercurio



Capítulo 12 – Presión de un fluido



Medidores de presión

b)



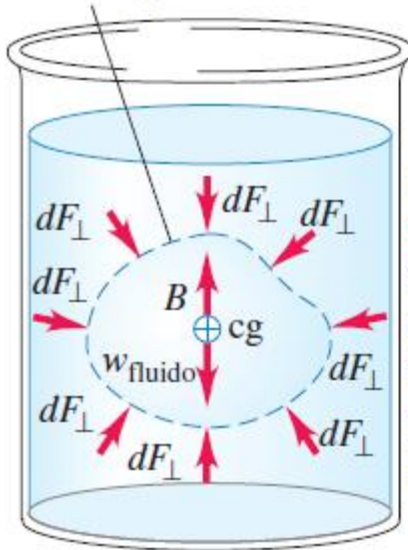
Muchos tipos de medidores de presión usan un recipiente flexible sellado. Un cambio en la presión adentro o afuera del recipiente provoca un cambio en sus dimensiones, que se detecta de manera óptica, eléctrica o mecánica.



Capítulo 12 – Flotación

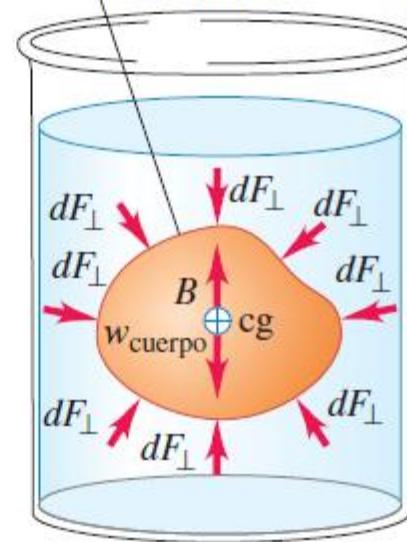
El principio de Arquímedes establece lo siguiente: Si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, este ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo.

a) Elemento arbitrario de un fluido en equilibrio



Las fuerzas en el elemento de fluido debidas a la presión deben sumarse a la fuerza de flotación de igual magnitud al peso del elemento.

b) El elemento de fluido se sustituye por un cuerpo sólido de forma y tamaño idénticos



Las fuerzas debidas a la presión son iguales, por lo que sobre el cuerpo debe actuar la misma fuerza de flotación que sobre el elemento de fluido, sin importar el peso del cuerpo.

https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/secs-vtd24_buoyantforce



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Capítulo 12 – Flotación

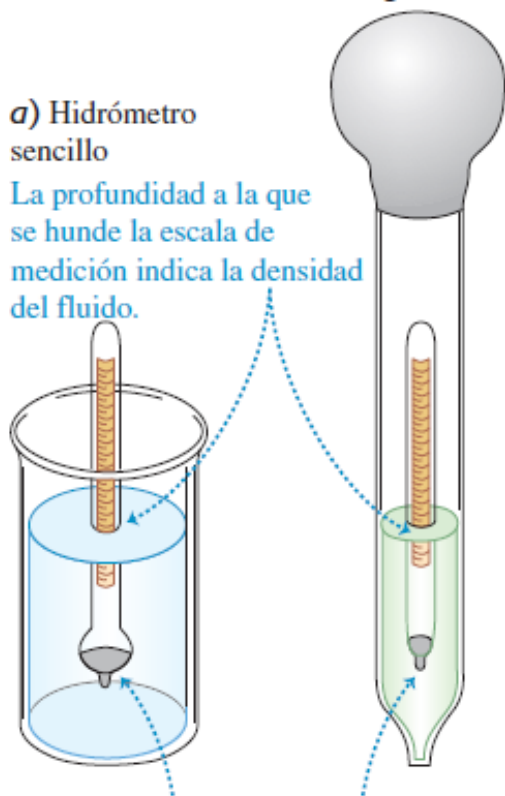
12.12 Medición de la densidad de un fluido.

b) Uso de un hidrómetro para medir la densidad del ácido de un acumulador o del anticongelante

<https://www.youtube.com/watch?v=UTcTvyZFcCI>

a) Hidrómetro sencillo

La profundidad a la que se hunde la escala de medición indica la densidad del fluido.



El peso en la base hace que la escala flote en posición erguida.

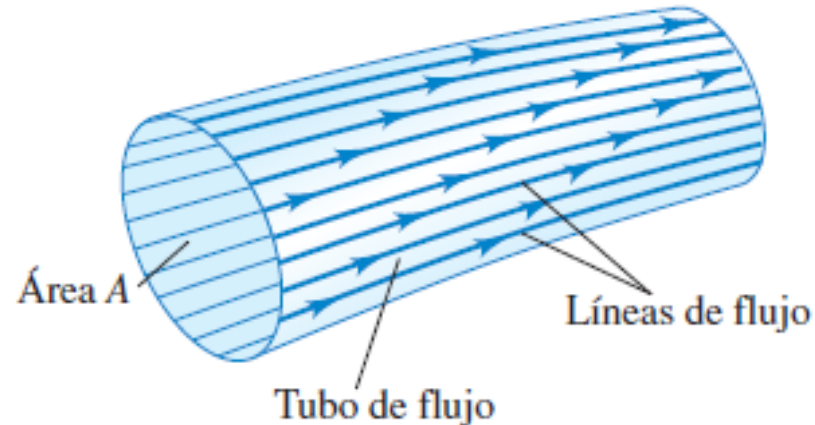


Capítulo 12 – Flujo de un fluido

Un **fluido ideal** es incompresible (densidad no varía) y no tiene fricción interna (viscosidad).

La trayectoria de una partícula individual en un fluido en movimiento se llama **línea de flujo**. Si el patrón global de flujo no cambia con el tiempo, el flujo se llama **flujo estable**.

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.

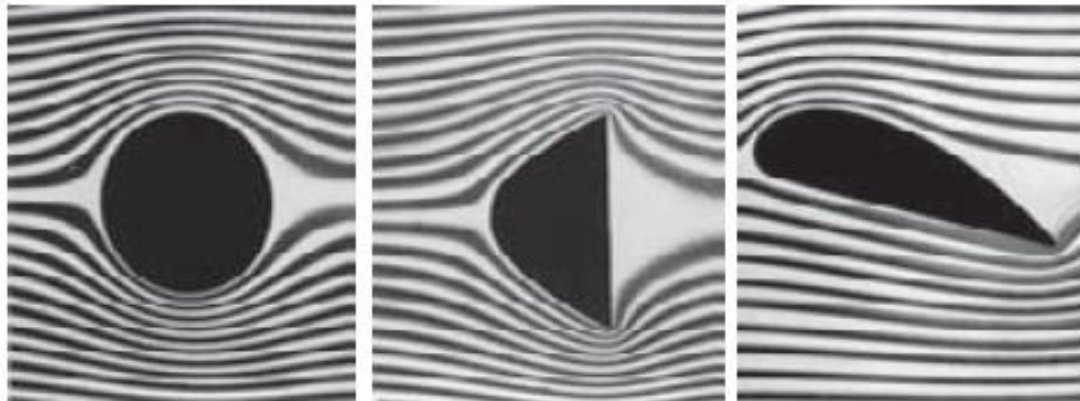


Capítulo 12 – Flujo de un fluido

Cuando las capas adyacentes de fluido se deslizan suavemente una sobre otra, y el flujo es estable, tenemos un flujo laminar.

Si la rapidez de flujo es suficientemente alta, o si las superficies de frontera causan cambios abruptos en la velocidad, el flujo puede volverse irregular o caótico, conocido como flujo turbulento. En el flujo turbulento no hay un patrón de estado estable, el patrón de flujo cambia continuamente.

12.19 Flujo laminar alrededor de obstáculos con diferente forma.



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



Capitulo 12 – Fujo de un fluido

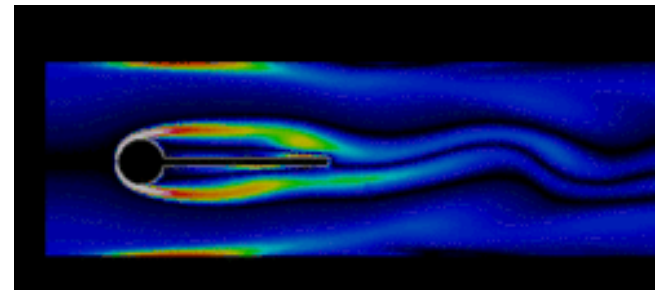
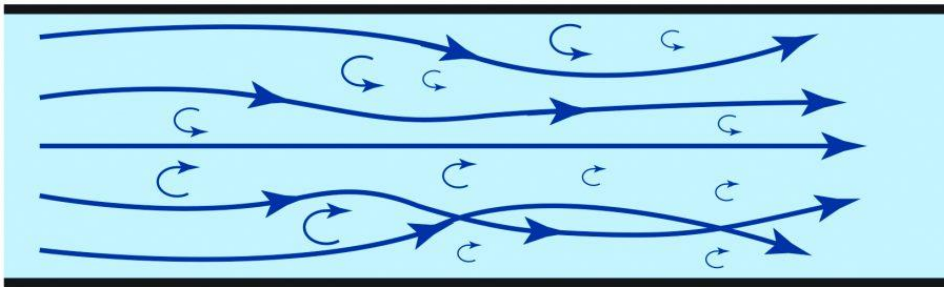


Laminar Flow



<https://www.youtube.com/watch?v=ATX0H6-fqSY&t=33s>

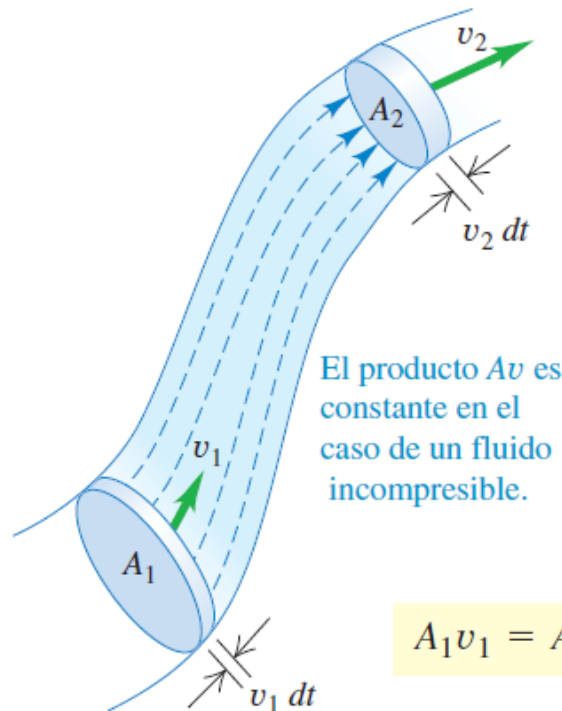
Turbulent Flow



Capítulo 12 – Ecuación de continuidad

La masa de un fluido en movimiento no cambia el flujo. Eso conduce a una relación cuantitativa llamada **ecuación de continuidad**.

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.



El producto Av es constante en el caso de un fluido incompresible.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (\text{ecuación de continuidad, fluido incompresible})$$



Capítulo 12 – Ecuación de continuidad



El producto del área por velocidad es la rapidez del flujo de volumen, la rapidez con que el volumen cruza una sección del tubo:

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

La rapidez de flujo de masa es el flujo de masa por unidad de tiempo a través de una sección transversal, y es igual a la densidad (ρ) multiplicada por la rapidez de flujo de volumen.



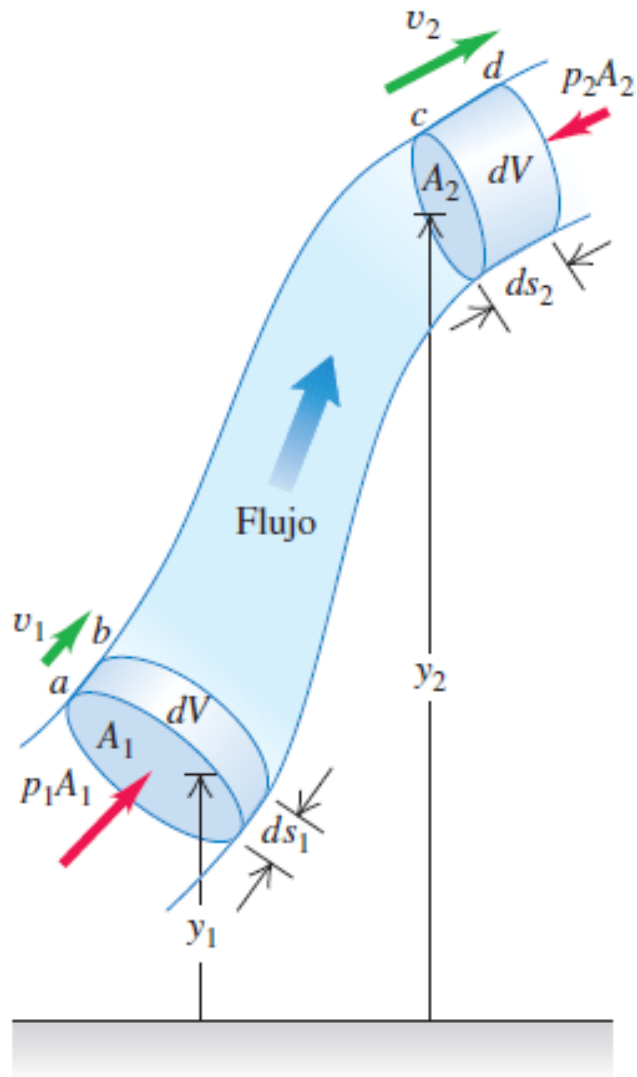
Capítulo 12 – Ecuación de Bernoulli

Según la ecuación de continuidad, la rapidez de flujo de un fluido puede variar a lo largo de las trayectorias del flujo. La presión también puede variar; depende de la altura y la rapidez del flujo.

La ecuación de Bernoulli relaciona la presión, la rapidez de flujo y la altura para el flujo de un fluido ideal incompresible.



Capítulo 12 – Ecuación de Bernoulli



Capítulo 12 – Ecuación de Bernoulli



La ecuación de Bernoulli dice que el trabajo efectuado sobre una unidad de volumen de fluido por el fluido circundante es igual a la suma de los cambios de las energías cinéticas y potencial por unidad de volumen que ocurren durante el flujo.

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (\text{ecuación de Bernoulli})$$

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

Si el fluido no se moviera, obtendríamos la expresión que dedujimos para un fluido en reposo.

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow&locale=es>





¿Preguntas?

Dr. David González

Profesor Principal

Davidfeli.gonzalez@urosario.edu.co

Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología

Universidad del Rosario



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO