

DINÁMICA DE FLUIDOS

ÍNDICE

1. Tipos de flujo
2. Ecuación de continuidad
3. Ecuación de Bernouilli
4. Aplicaciones de la ecuación de Bernouilli
5. Efecto Magnus
6. Viscosidad

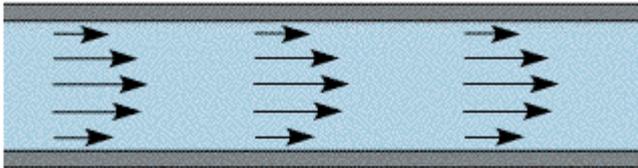
BIBLIOGRAFÍA:

Cap. 13 del Tipler–Mosca, vol. 1, 5ª ed.
Cap. 14 del Serway–Jewett, vol. 1, 7ª ed.
Cap. 15 del Gettys-Frederick-Keller.

1. TIPOS DE FLUJO. NÚMERO DE REYNOLDS

Laminar

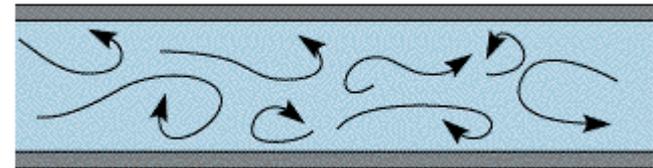
(movimiento fluido ordenado)



Fluido en régimen laminar.

Turbulento

(movimiento fluido caótico)



Fluido en régimen turbulento.

El régimen fluido se caracteriza por el **Número de Reynolds**: $Re = \frac{Dv\rho}{\eta}$ (Adimensional)

D : Longitud característica del sistema. $[D] = L$.

v : Velocidad característica del fluido. $[v] = LT^{-1}$.

ρ : Densidad del fluido. $[\rho] = ML^{-3}$.

η : Viscosidad dinámica del fluido. $[\eta] = ML^{-1}T^{-1}$.

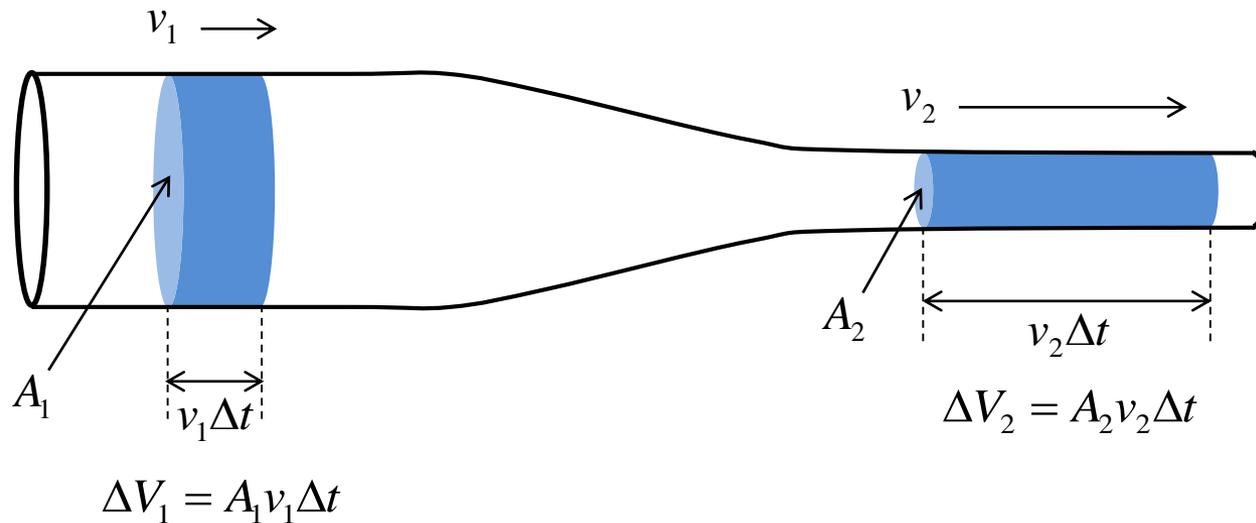
$Re < 2000 \Rightarrow$ Laminar.

$2000 < Re < 4000 \Rightarrow$ Transición.

$Re > 4000 \Rightarrow$ Turbulento.

2. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

Conservación de la masa en un flujo estacionario:



Si el fluido es incompresible se tiene que $\Delta V_1 = \Delta V_2$, y por lo tanto:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Ecuación de continuidad para un fluido incompresible

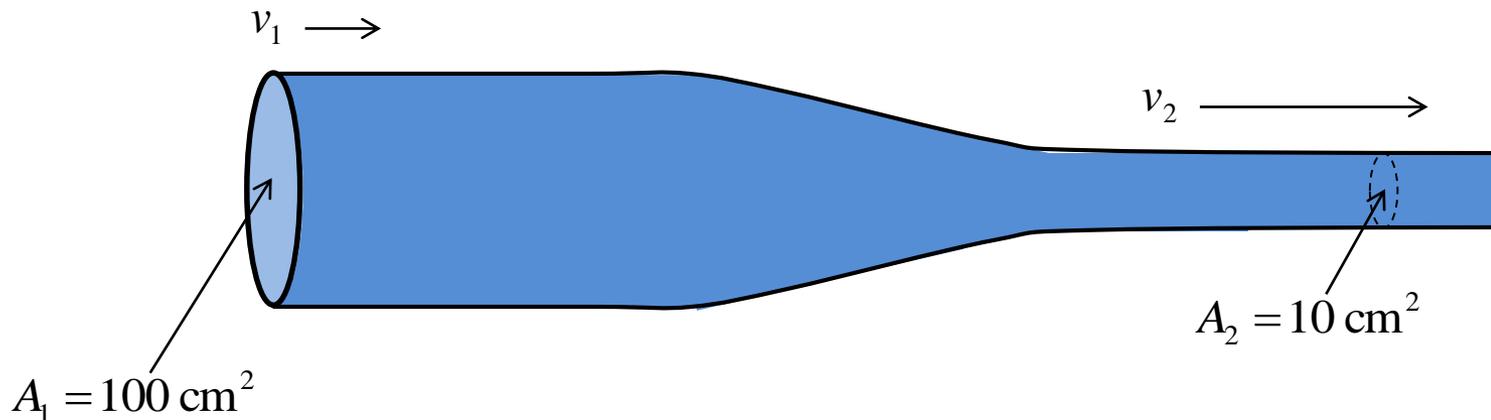
El caudal es el mismo en todos los puntos de un fluido incompresible con flujo estacionario.

2. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

Problema

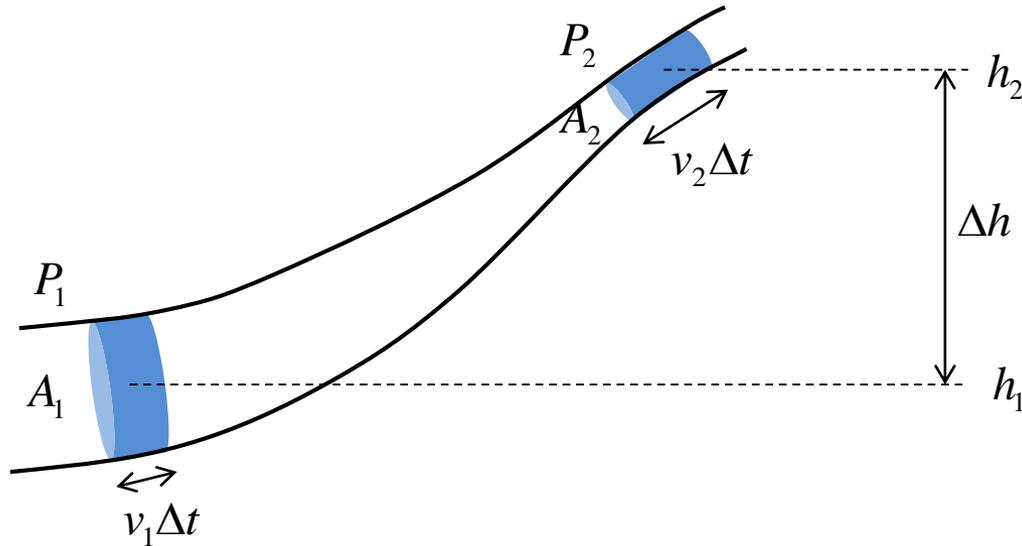
Por la tubería de la figura, cuya sección transversal es decreciente, fluye agua de izquierda a derecha. Si la velocidad por el tramo de sección A_1 es $v_1 = 20 \text{ cm/s}$:

- ¿Cuál es el caudal por el tramo de sección A_1 ?
- ¿Cuál es el caudal por el tramo de sección A_2 ?
- ¿Cuál es la velocidad del agua en la zona estrecha?



3. ECUACIÓN DE BERNOUILLI

Conservación de la energía en un flujo estacionario:



$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Ecuación de Bernouilli

Si $v_1 = v_2$ se recupera

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_2 - h_1)$$

(Válida para flujos estacionarios, no viscosos e incompresibles)

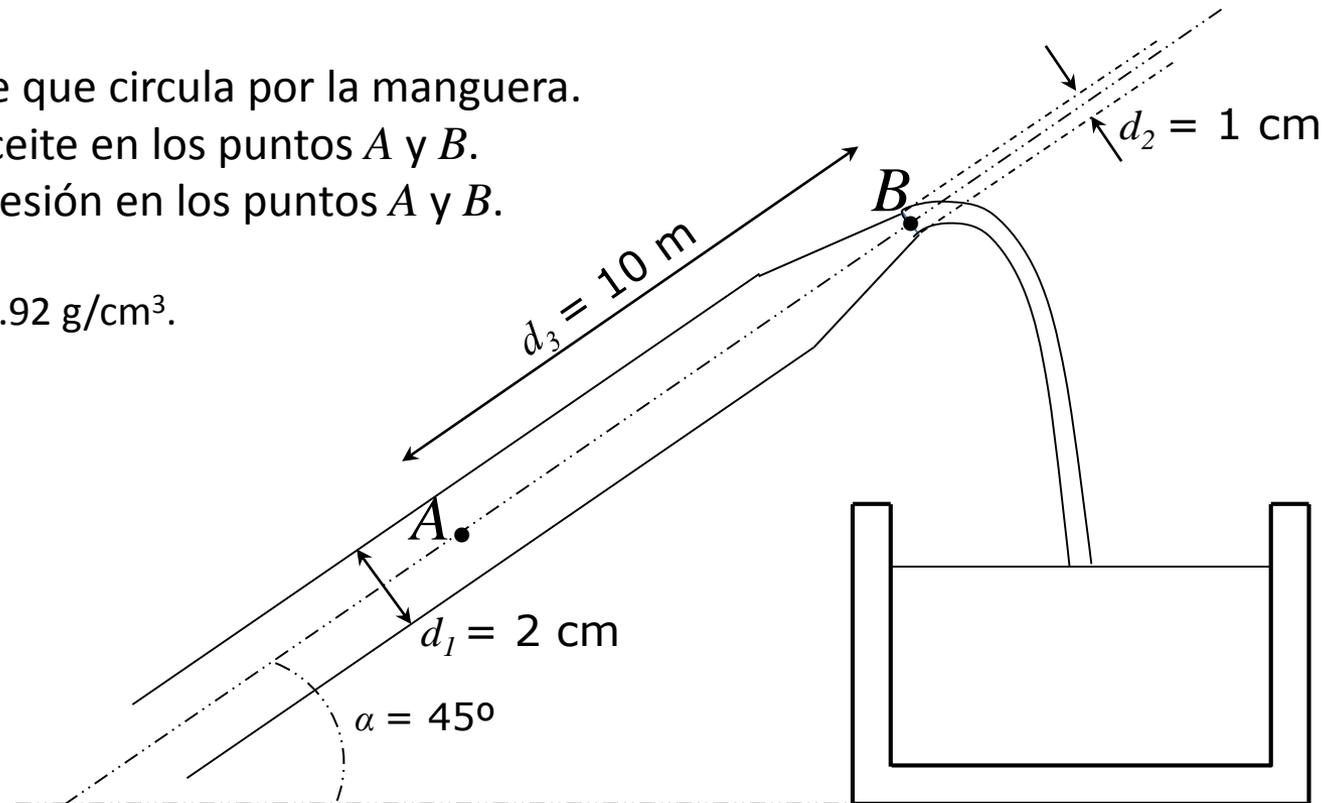
3. ECUACIÓN DE BERNOUILLI

Problema

Una manguera por la que circula aceite (ver figura) vierte su contenido sobre un contenedor. El volumen del contenedor es de 3 m^3 y tarda un 1 día en llenarse. Calcular:

- Caudal de aceite que circula por la manguera.
- Velocidad del aceite en los puntos A y B .
- Diferencia de presión en los puntos A y B .

Densidad del aceite: 0.92 g/cm^3 .



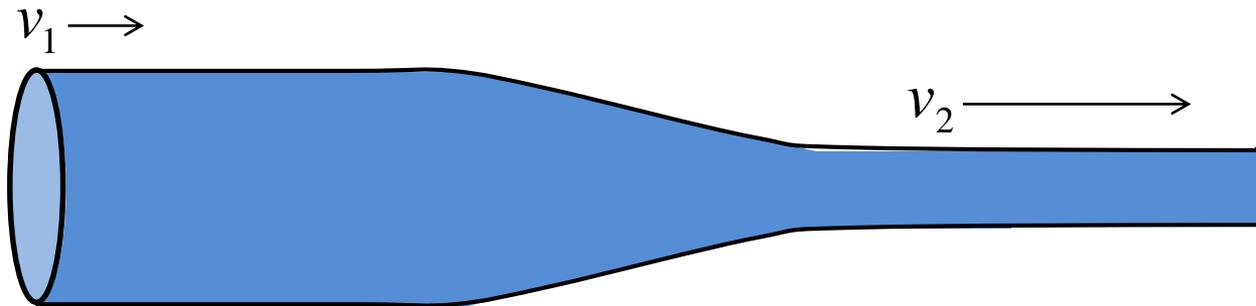
4. APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE BERNOUILLI

EFEECTO VENTURI

De la ecuación de Bernouilli, con $h_1 = h_2$ se tiene:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

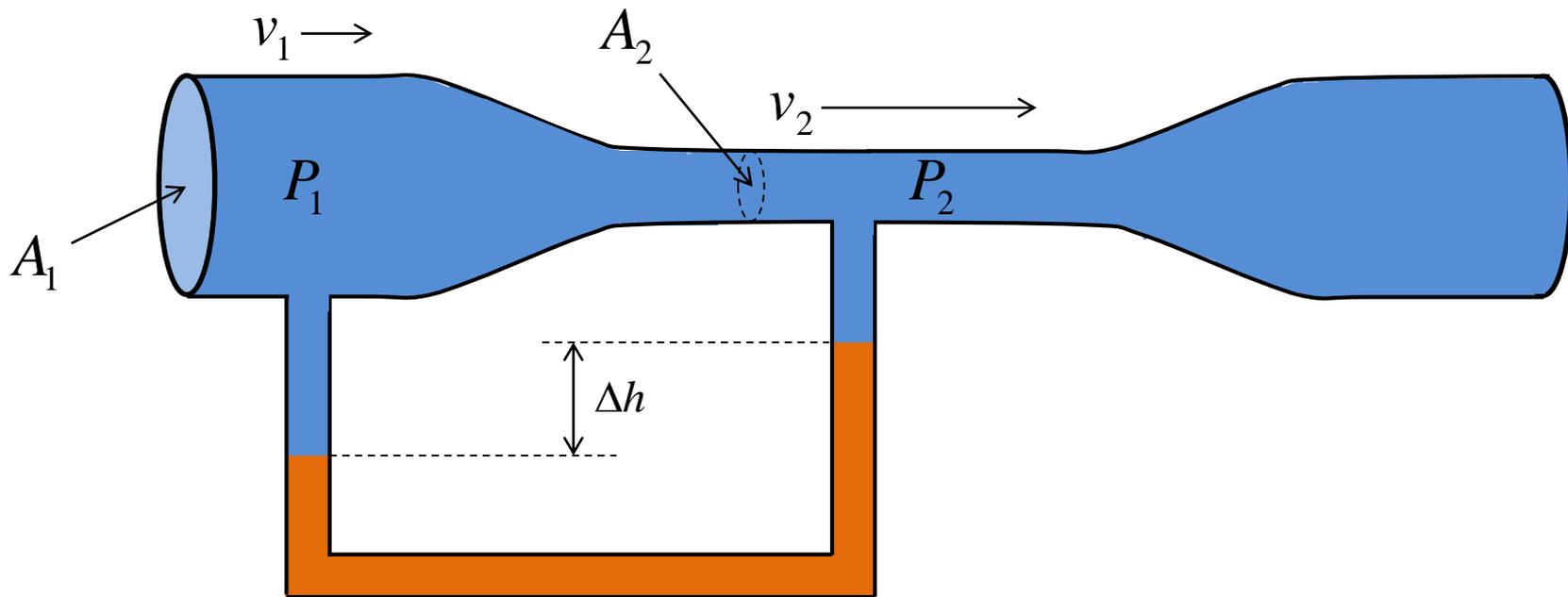
Cuando el desnivel es cero (tubería horizontal), la presión disminuye con la velocidad del fluido.



$$v_1 < v_2 \Rightarrow P_1 > P_2$$

4. APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE BERNOUILLI

EFEECTO VENTURI



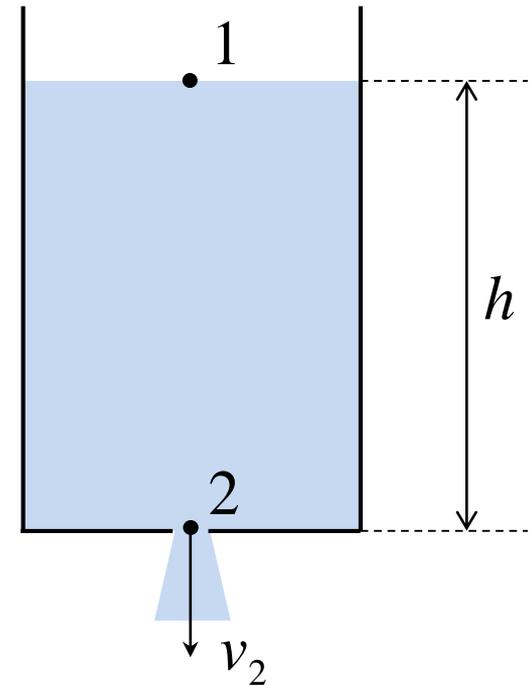
4. APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE BERNOUILLI

TEOREMA DE TORRICELLI

Velocidad de salida de un líquido contenido en un recipiente a través de un orificio a una distancia h de la superficie. Se obtiene a partir de la ecuación de Bernouilli, con $P_1 = P_2 = P_{at}$ y $v_1 = 0$:

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

El fluido sale con una velocidad igual a la de la caída libre de un cuerpo.



4. APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE BERNOUILLI

LEY DE BUNSEN

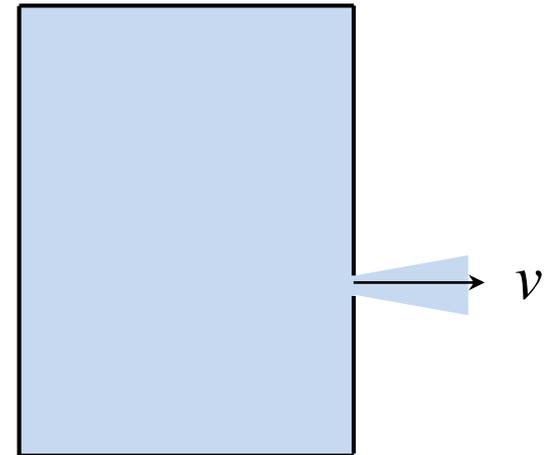
Velocidad de salida de un gas contenido en un recipiente a una presión P a través de un orificio:

$$v = \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho}}$$

P : Presión del gas en el interior del recipiente.

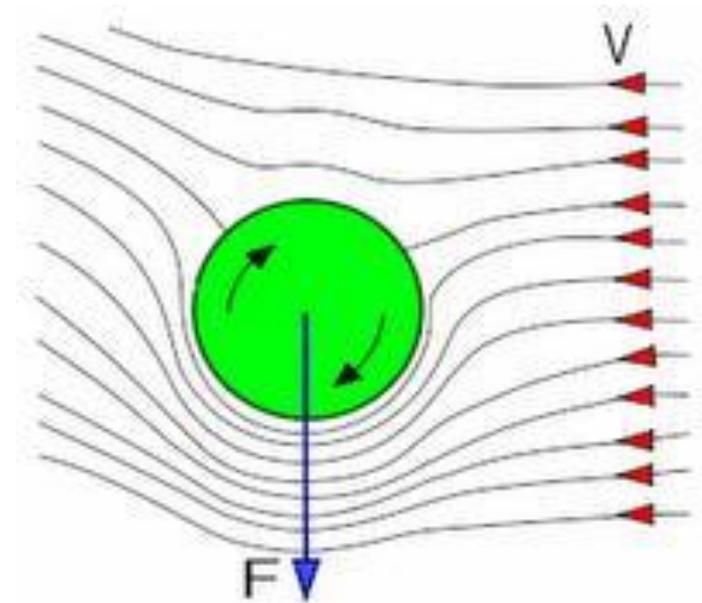
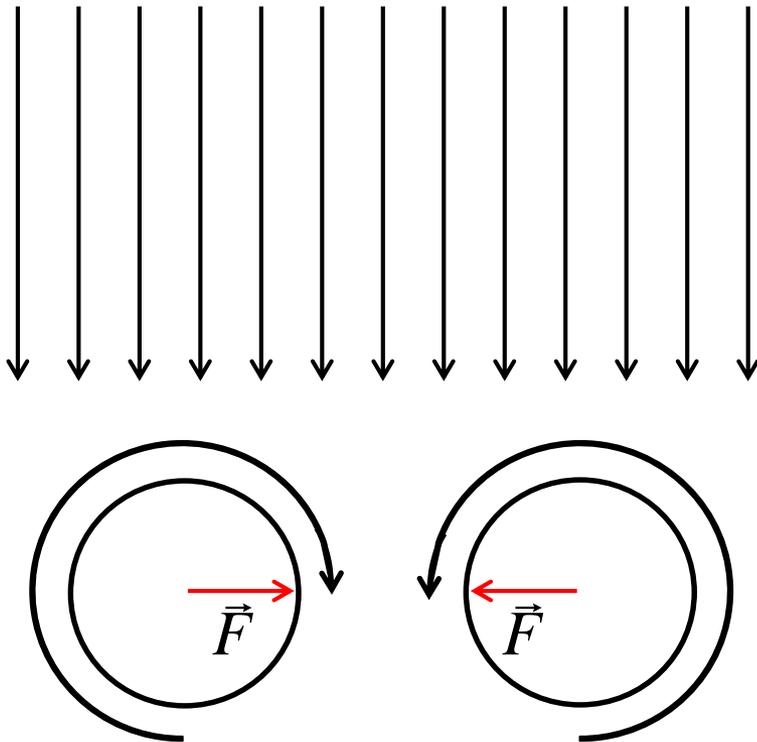
P_0 : Presión atmosférica (fuera del recipiente).

ρ : Densidad del gas.



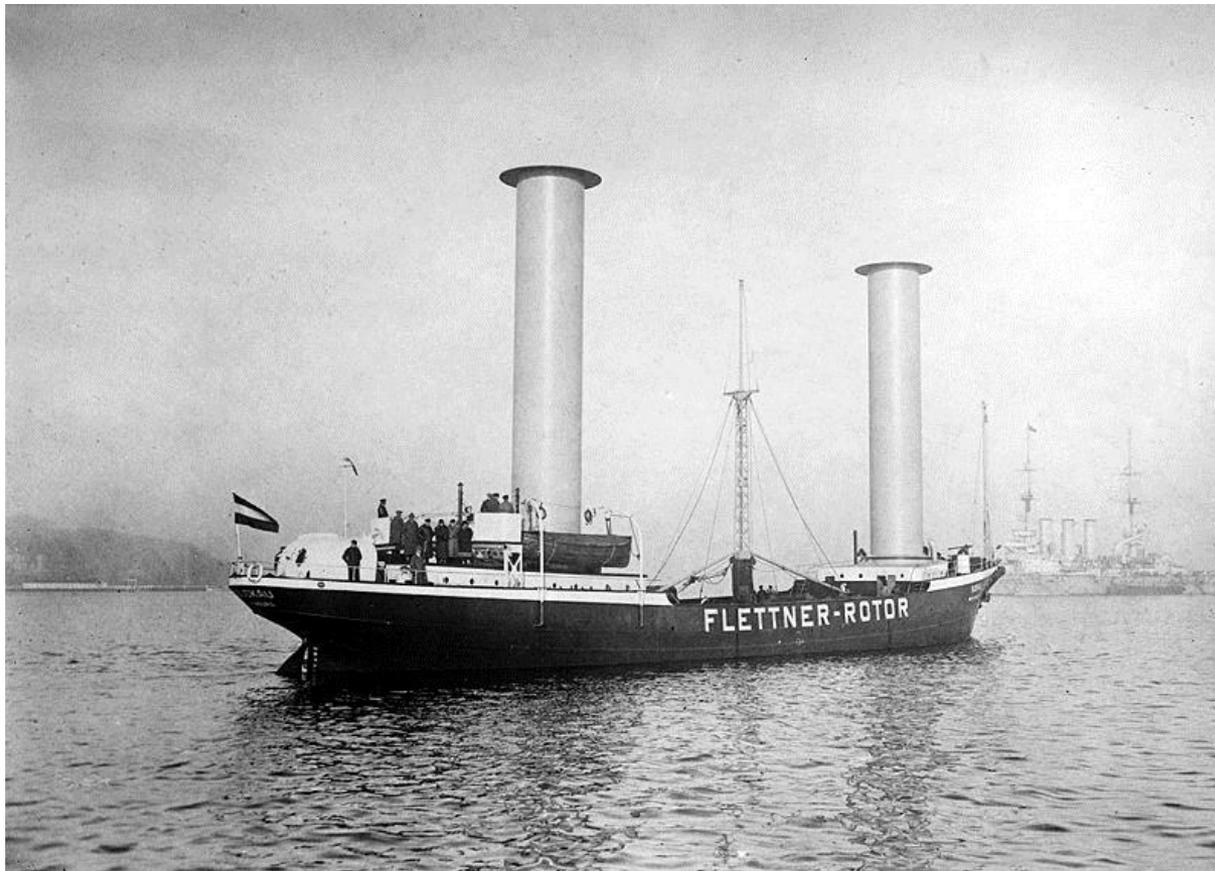
5. EFECTO MAGNUS

La rotación de un objeto que se traslada en el seno de un fluido afecta a su trayectoria.



5. EFECTO MAGNUS

El uso del efecto Magnus ha sido propuesto para concretar sistemas de propulsión compuestos por grandes cilindros verticales capaces de producir un empuje hacia adelante cuando la presión del aire es lateral.

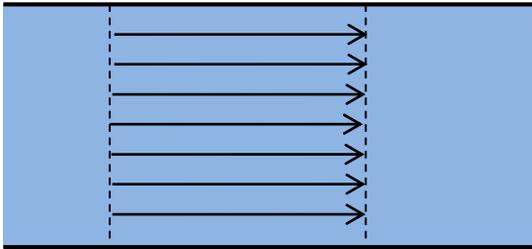


6. VISCOSIDAD

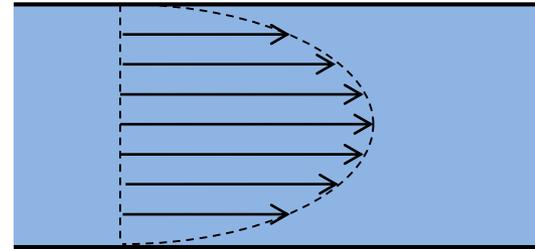
La viscosidad es el rozamiento interno entre las capas de fluido. A causa de la viscosidad, es necesario ejercer una fuerza para obligar a una capa de fluido a deslizar sobre otra.

Perfiles de velocidades en una tubería

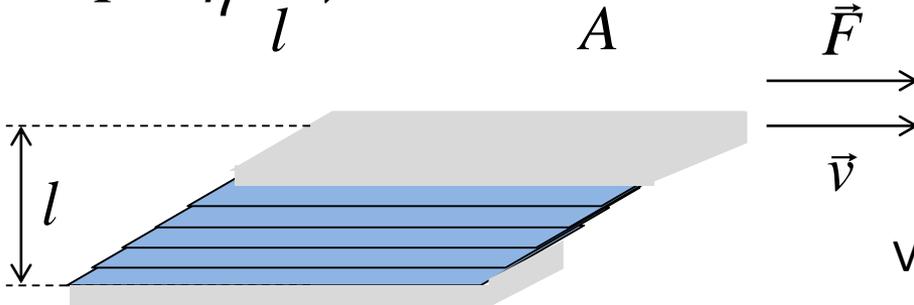
Fluido ideal (viscosidad nula)



Fluido real



$$F = \eta \frac{A}{l} v$$



Dimensiones de viscosidad: $[\eta] = \text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}$

Unidades S. I. : $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2 = \text{Pa}\cdot\text{s} = \text{decapoise} = 10 \text{ poise}$

1 poise = 1 dina·s/cm² (unidad cgs)

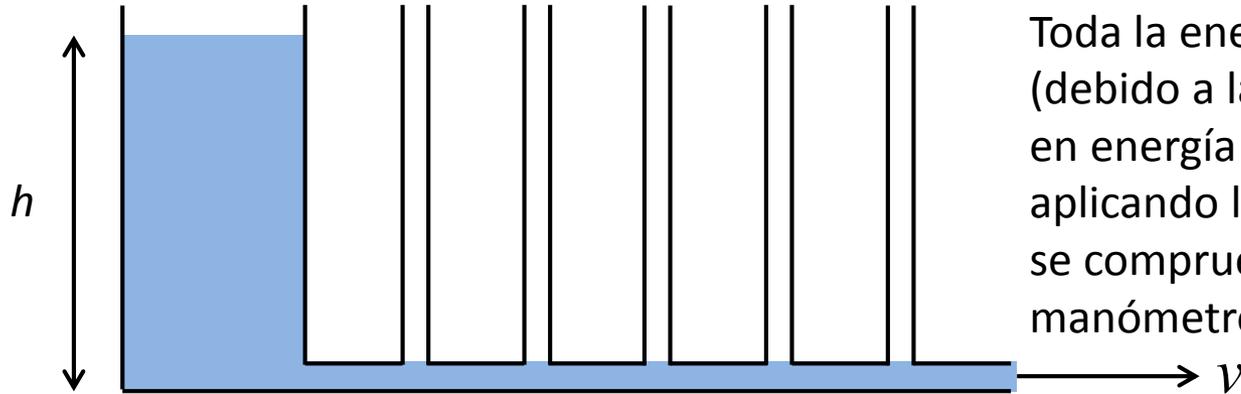
Variación con T

Gases: aumenta con T

Líquidos: disminuye con T

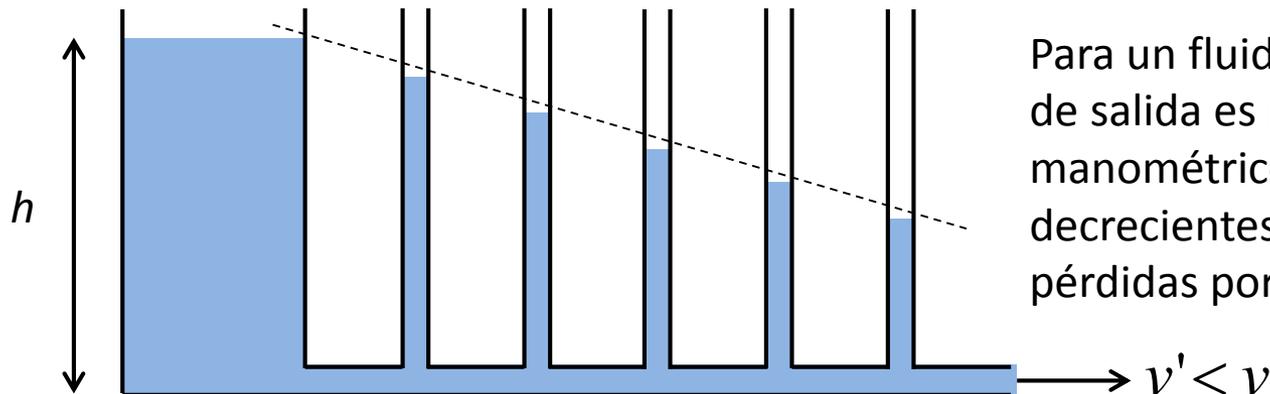
6. VISCOSIDAD

Fluido ideal



Toda la energía potencial disponible (debido a la altura h) se transforma en energía cinética a la salida, y aplicando la ecuación de Bernoulli se comprueba que la altura de los manómetros debe ser cero.

Fluido viscoso



Para un fluido viscoso, la velocidad de salida es más pequeña. Los tubos manométricos marcan alturas decrecientes, indicando que hay pérdidas por rozamiento viscoso.