



Viscosidad y Ley de Stokes

Experiencia de Laboratorio, Física II, 2000

Arnold Rodríguez^{1,2}, Juan Pérez^{1,3} y Alberto Camus^{1,4}

1. Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN

2. prodriguez@yahoo.com

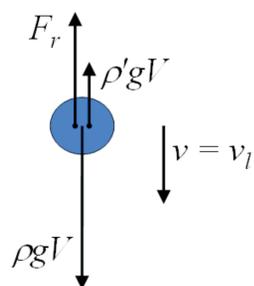
3. jperez@gmail.com

4. albertoc@gmail.com

Resumen

En este trabajo se estudió la velocidad límite de esferas de acero en un tubo con glicerina. Se verificó la validez de la Ley de Stokes y se determinó la viscosidad de la glicerina con la que trabajamos.

Introducción



• Ley de Stokes $F_r = 6\pi\eta r v$

η : viscosidad dinámica
 r : radio de la esfera
 v : velocidad de la esfera

• Si $v = \text{cte} = v_l$ (velocidad límite)

$$\rho g V = \rho' g V + 6\pi\eta r v_l$$

ρ : densidad de la esfera

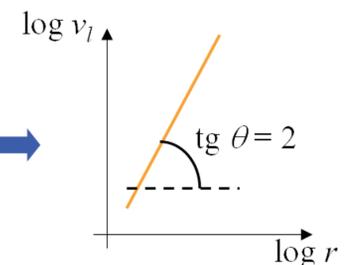
ρ' : densidad del fluido

V : volumen esfera

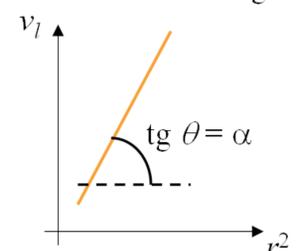
$$v_l = \frac{2}{9} \frac{g}{\eta} (\rho - \rho') r^2$$

Reescribiendo:

$$v_l = \alpha r^2$$



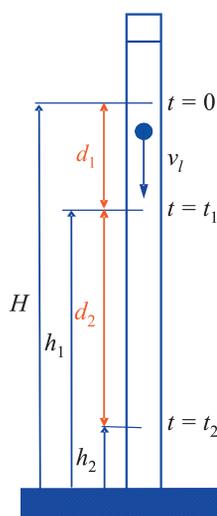
$$\alpha = \frac{2}{9} \frac{g}{\eta} (\rho - \rho')$$



Desarrollo experimental

Se utilizaron 10 esferas de acero de varios diámetros:

Esfera	Diámetro [cm]
1	0.301 ± 0.001
2	0.351
3	0.423
4	0.482
5	0.793
6	0.795
7	0.856
8	0.956
9	1.203
10	1.502



• Cada esfera se dejó caer cuatro veces en un tubo lleno de glicerina.

• Altura del tubo 1.5 m.
 • Diámetro $R = 25.9 \pm 0.1$ mm.

• La velocidad límite se alcanza a una altura $H = 1300 \pm 1$ mm con respecto al piso.

• $h_1 = 900 \pm 1$ mm
 • $h_2 = 100 \pm 1$ mm.

Se calculó:

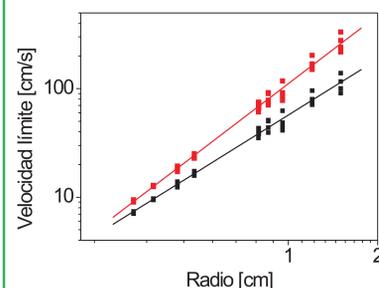
$$v_1 = \frac{d_1}{t_1}$$

$$v_2 = \frac{d_2}{t_2}$$

$$v_l = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

Resultados

¿ $\log v_l = 2 \log r$?



Pend = $(1.71 \pm 0.03) \text{ s}^{-1}$

$r = 0.9936$

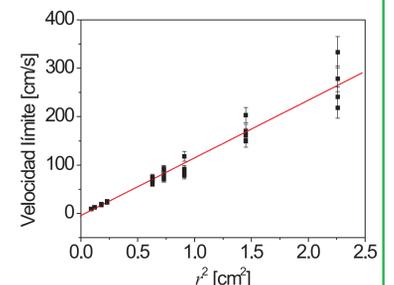
Corrección de Ledenburg:

$$V_l = v_l \left(1 + 2.4 \frac{r}{R} \right)$$

Pend = $(2.09 \pm 0.03) \text{ s}^{-1}$

$r = 0.99575$

¿ η ?



$$\eta = \frac{2}{9} \frac{g}{\alpha} (\rho - \rho')$$

$\alpha = (119 \pm 4) (\text{cm} \cdot \text{s})^{-1}$

$r = 0.97773$

$$\eta = (12.0 \pm 0.7) \text{ P}$$

Conclusiones

Se montó un tubo de Stokes con glicerina y se midió la velocidad límite de esferas de acero de distinto tamaño.

Se comprobó que dicha velocidad no se ajusta a la Ley de Stokes debido a que el movimiento de las esferas se ve influenciado por el escaso diámetro del tubo.

Se logra un buen acuerdo con la Ley de Stokes si esta influencia se tiene en cuenta a través de un factor de corrección.

Se confirma que la velocidad límite es proporcional al área de las esferas.

Se determinó la viscosidad de la glicerina.

La diferencia del valor obtenido con el de la literatura puede deberse a posible absorción de humedad ambiente por parte de la glicerina utilizada en la experiencia.

Referencias

[1] M. Alonso, E. J. Finn, Física Vol. I: Mecánica, Fondo Educativo Interamericano, México, 1986.

[2] Paul L. Meyer, Probabilidades y aplicaciones estadísticas, Segunda Edición, Addison Wesley Iberoamericana, 1992.