

a) Para un sólido inmerso en un fluido, se observa experimentalmente que existe una fuerza que se opone al movimiento, siendo proporcional a la velocidad:

$$\begin{aligned} \text{Para pequeñas velocidades: } \mathbf{F}_{\text{fricción}} &\propto \mathbf{v} \\ \text{Para grandes velocidades: } \mathbf{F}_{\text{fricción}} &\propto v^2 \mathbf{e}_v \end{aligned}$$

Para el caso concreto de pequeñas velocidades, en el seno de un fluido laminar (sin turbulencias):

$$\mathbf{F}_{\text{fricción}} = -K\eta\mathbf{v}$$

que es lo que se conoce como ley de Stokes.

K es el coeficiente de fricción o coeficiente aerodinámico. Depende de la geometría del cuerpo y tiene unidades de longitud.

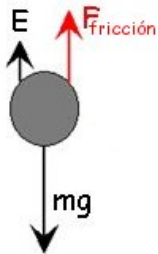
η es el coeficiente de viscosidad. Depende de la fricción interna del fluido. Disminuye al aumentar la temperatura y es menor en los gases que en los líquidos. Se mide en $\text{Pa} \cdot \text{s}$.

b) Para un cuerpo que se desplaza en un fluido viscoso bajo la acción de una fuerza \mathbf{F} tendremos que por la segunda ley de Newton:

$$\mathbf{F} + \mathbf{F}_{\text{fricción}} = m\mathbf{a} \Rightarrow \mathbf{F} - K\eta\mathbf{v} = m\mathbf{a}$$

Podemos ver en esta ecuación, que si hay aceleración la velocidad aumentará, con lo que aumenta la fuerza de fricción y el término de la derecha puede llegar a hacerse nulo. En este caso, la aceleración es nula y la velocidad constante, ya que la fuerza de fricción se equilibra con la fuerza aplicada. Esta velocidad se llama velocidad límite o terminal:

$$F - K\eta v_L = 0 \Rightarrow v_L = \frac{F}{K\eta}$$



Para un cuerpo que cae bajo la acción de su propio peso y donde el empuje no es despreciable tendremos el diagrama de sólido libre de la figura. Aplicando lo que hemos visto, cuando adquiere la velocidad límite:

$$mg - E - F_{\text{fricción}} = 0$$

Teniendo en cuenta el principio de Arquímedes (todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado) y la ley de Stokes:

$$\begin{aligned} mg - E - F_{\text{fricción}} = 0 &\Rightarrow mg - m_{\text{fluido}}g - K\eta v_L = 0 \\ mg - m_{\text{fluido}}g - K\eta v_L = 0 &\Rightarrow v_L = \frac{mg - m_{\text{fluido}}g}{K\eta} = \frac{(m - m_{\text{fluido}})g}{K\eta} \end{aligned}$$

$$\underline{v_L = \frac{(m - m_{\text{fluido}})g}{K\eta}}$$