

## 6. Fuerza de resistencia

### Continuación - Fuerzas macroscópicas relacionada a la fuerza electromagnética

#### fuerza de resistencia



**Fuerza** actuando sobre un **cuerpo** que se **mueve en un fluido**. Se manifiesta en la **dirección en contra** del movimiento. Se simboliza por la  $\vec{D}$ .

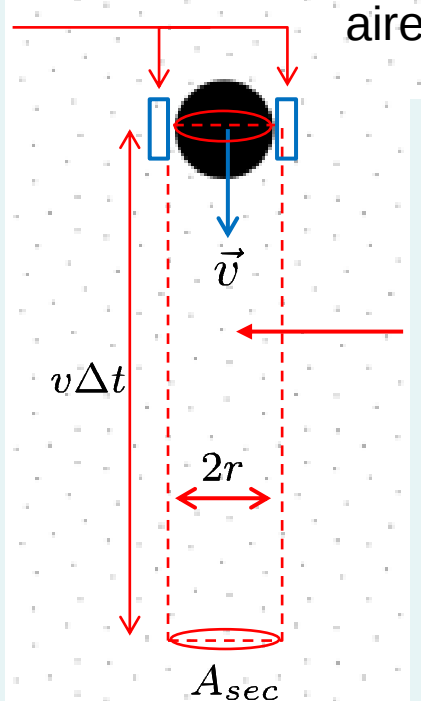
Al nivel **microscópico** la fuerza de resistencia se explica por **dos mecanismos**: fuerzas **inerciales** y fuerzas de **viscosidad**.

Fuerza de **atracción electromagnética** entre las partículas **de aire** y entre las **partículas** y el **objeto** llamado **fuerza de viscosidad**.

ley de Stokes

$$F_V = 6\pi\eta_{\text{aire}}rv$$

viscosidad dinámica  $\rightarrow \eta_{\text{aire}}$  rapidez  $\rightarrow v$  radio de la esfera  $\rightarrow r$



Debido a la **colisión** del **objeto** con el **aire** las partículas de aire ejercen una **fuerza** sobre el objeto:

$$F \approx m_{\text{aire}} \frac{v}{\Delta t}$$

$m_{\text{aire}} = \rho_{\text{aire}} V = \rho_{\text{aire}} v \Delta t A_{\text{sec}}$

Labels:  $\rho_{\text{aire}}$  (densidad),  $V$  (volumen),  $A_{\text{sec}}$  (área de sección)

$$F_i \approx \rho_{\text{aire}} v \Delta t A_{\text{sec}} \frac{v}{\Delta t} \approx v^2 \rho_{\text{aire}} A_{\text{sec}}$$

**Fuerza inercial** debido que depende de la masa del fluido.

Caracterizamos la fuerza de resistencia con el numero Reynolds

$$\Rightarrow R_e = \frac{\text{fuerzas inerciales}}{\text{fuerzas de viscosidad}}$$

$$R_e = \frac{v^2 \rho L^2}{\eta L v} = \frac{v L}{(\eta / \rho)} = \frac{v L}{\nu}$$

viscosidad  
cinemática

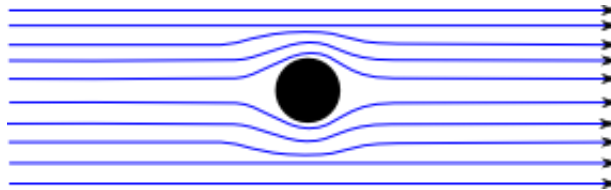
largo característico  
del sistema

## 2 casos:

$R_e < 1 \rightarrow$  movimiento del fluido alrededor del objeto o **flujo es laminar**

$$\Rightarrow D = C_L \rho A v$$

coeficiente de  
resistencia laminar

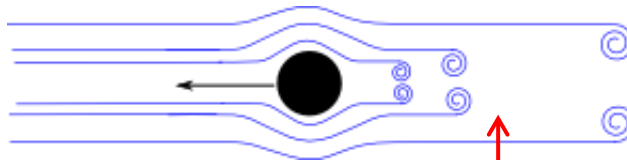


líneas de  
corriente

$R_e > 10,000 \rightarrow$  **flujo es turbulento**

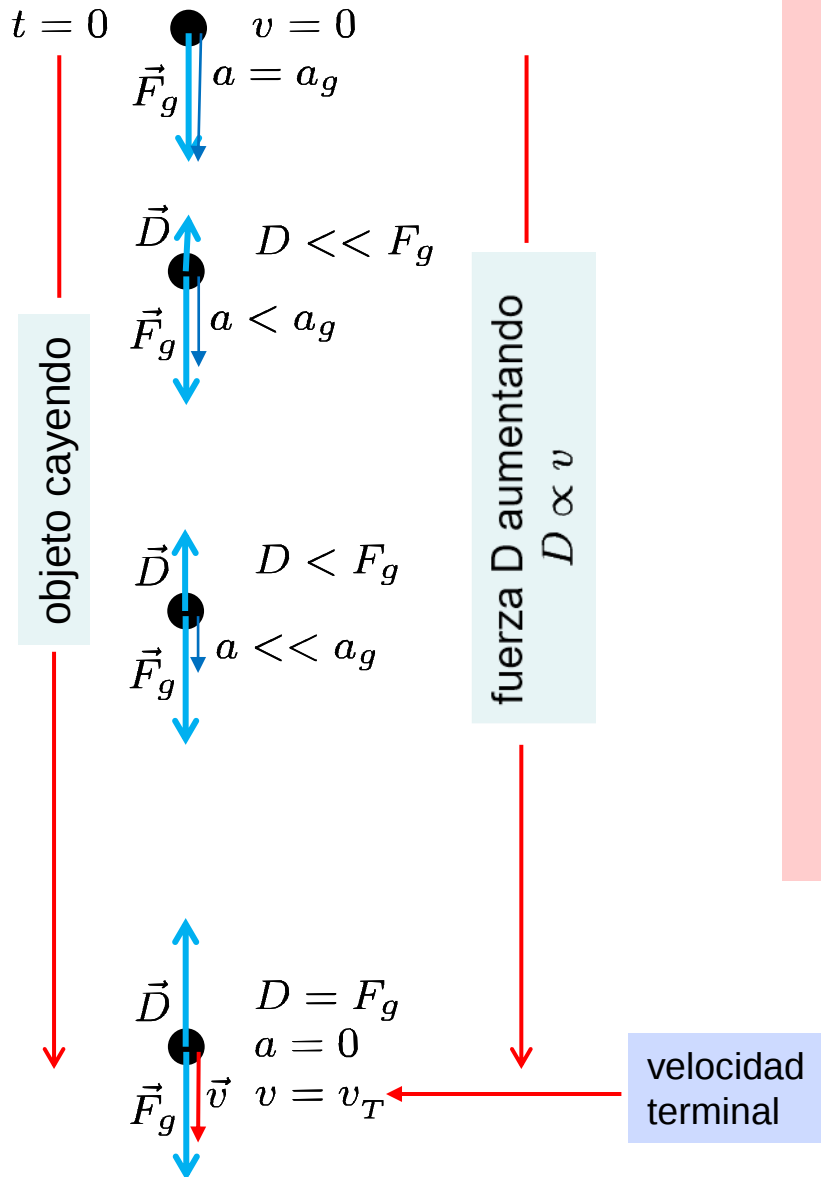
$$\Rightarrow D = \frac{1}{2} C_T \rho A v^2$$

coeficiente de  
resistencia turbulento



presencia de  
remolinos

# Dinámica con fuerza de resistencia



Tenemos velocidad terminal cuando  $D = F_g$

**Caso flujo laminar:**

$$C_L \rho A v_T = mg$$

$$v_T = \frac{mg}{C_L \rho A} \longrightarrow v_T \propto m$$

**Caso flujo turbulento:**

$$\frac{1}{2} C_T \rho A (v_T)^2 = mg$$

$$v_T = \sqrt{\frac{mg}{\frac{1}{2} C_T \rho A}} \longrightarrow v_T \propto \sqrt{m}$$