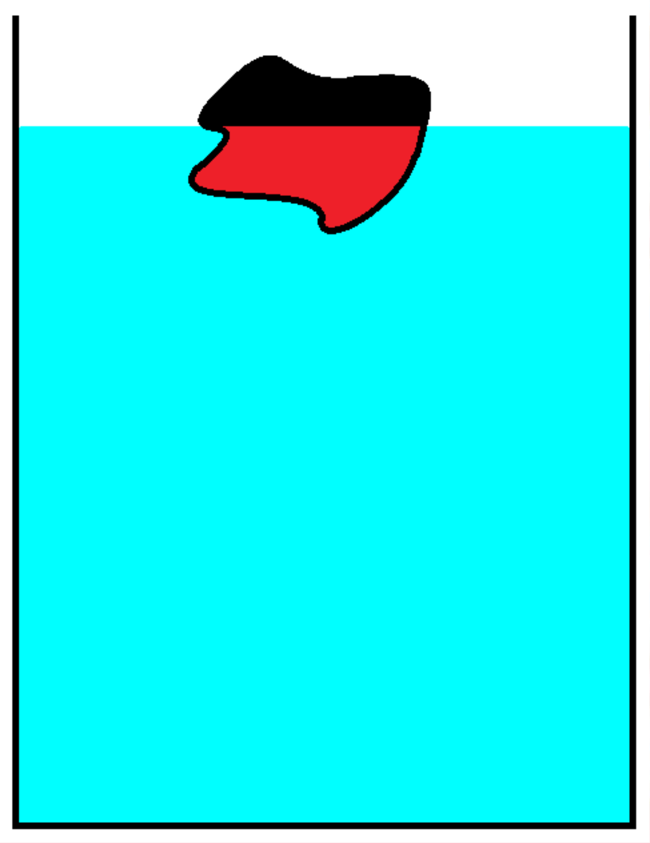
ACTIVIDAD 4: FLUIDOS

EMPUJE DE ARQUÍMEDES



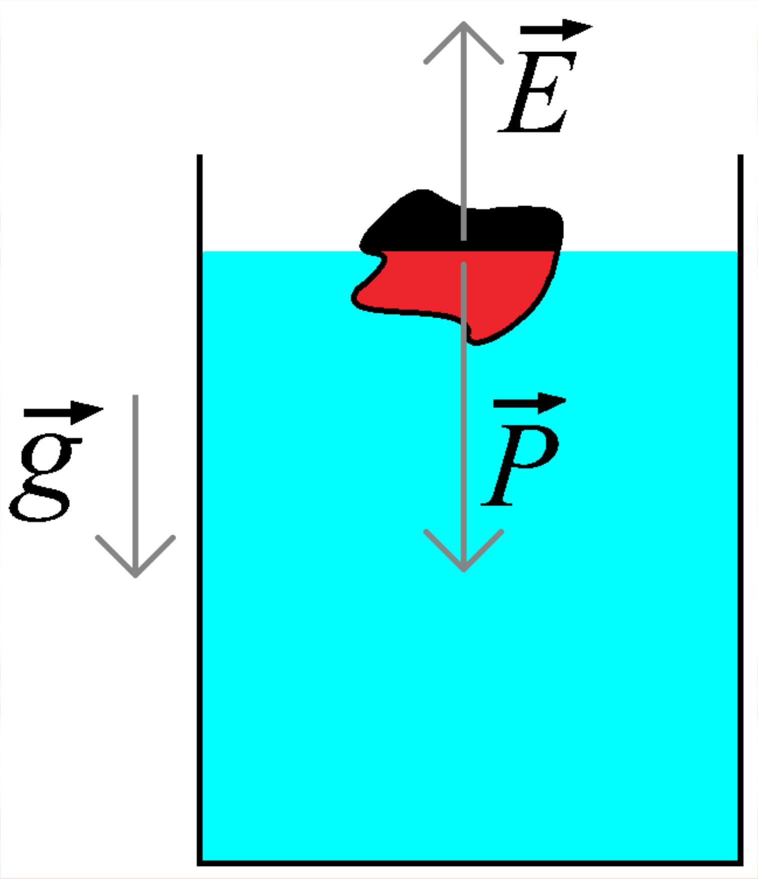
- Volumen no sumergido = *Vns* (negro)
- Volumen sumergido = *Vs* (rojo)
- Volumen del cuerpo: *V* = *Vs* + *Vns*

- ρf = densidad del fluido
- ρc = densidad del objeto

Empuje de Arquímedes:

$$\vec{E} = -Vs \times \rho f \times \vec{g}$$

(Fuerza de flotación)



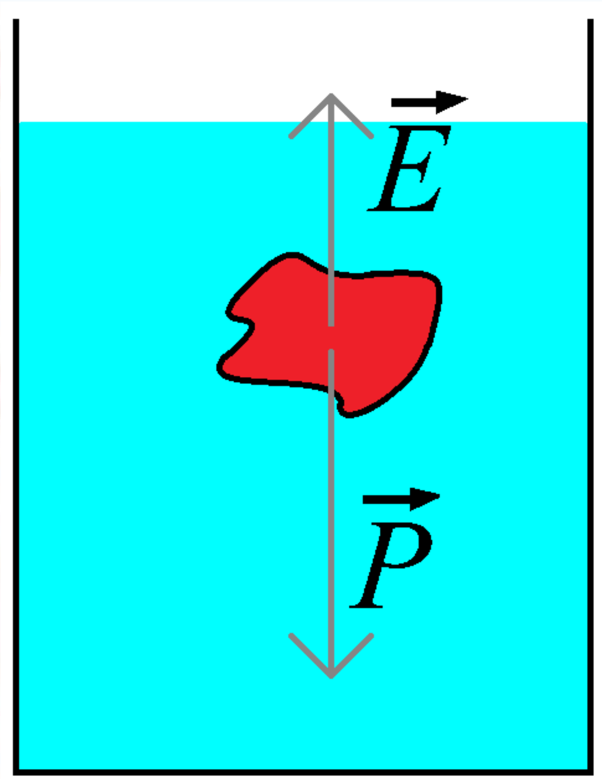
Empuje de Arquímedes:

$$\vec{E} = -Vs \times \rho f \times \vec{g}$$

La fuerza de empuje tiene dirección opuesta a la aceleración gravitatoria y su módulo es igual al peso del volumen de fluido desplazado (Vs):

$$E = Vs \times \rho f \times g$$

Notar que *Vs* (volumen de la porción sumergida del cuerpo) es igual al volumen desplazado de agua al sumergir dicho cuerpo.



Fuerza peso:

$$\vec{P} = V \times \rho c \times \vec{g}$$

Si el cuerpo está completamente sumergido, *Vs* = *V*:

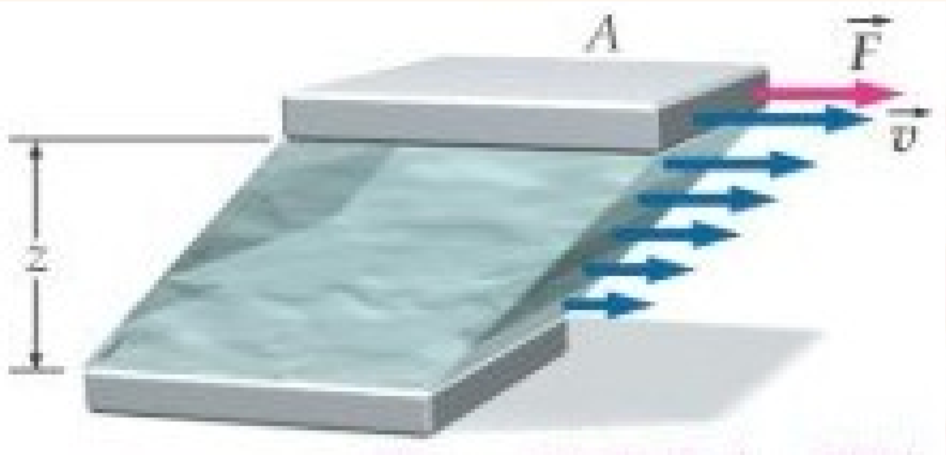
$$\vec{E} = -V \times \rho f \times \vec{g}$$

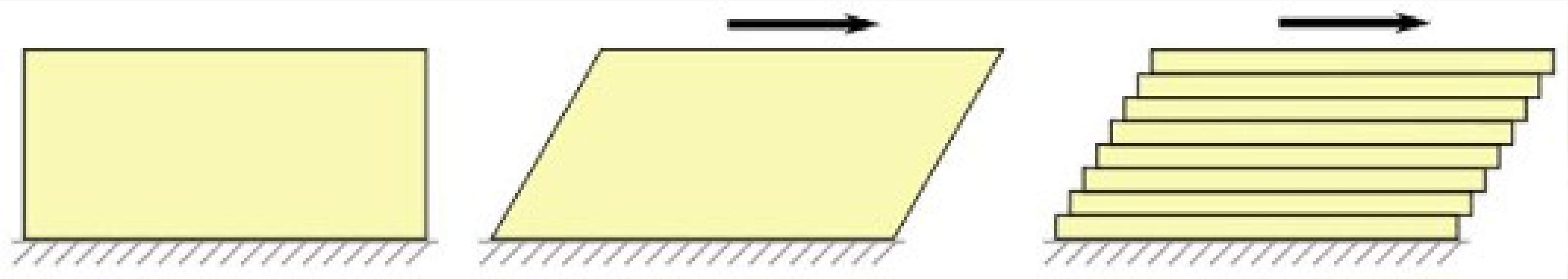
La suma de estas fuerzas es:

$$\vec{P} + \vec{E} = V \times (\rho c - \rho f) \times \vec{g}$$

- Si $\rho c > \rho f$: fuerza neta hacia abajo, el cuerpo se **hunde**
- Si $\rho c < \rho f$: fuerza neta hacia arriba, el cuerpo **sube**
- Si $\rho c = \rho f$: fuerza neta nula, el cuerpo **flota** en reposo

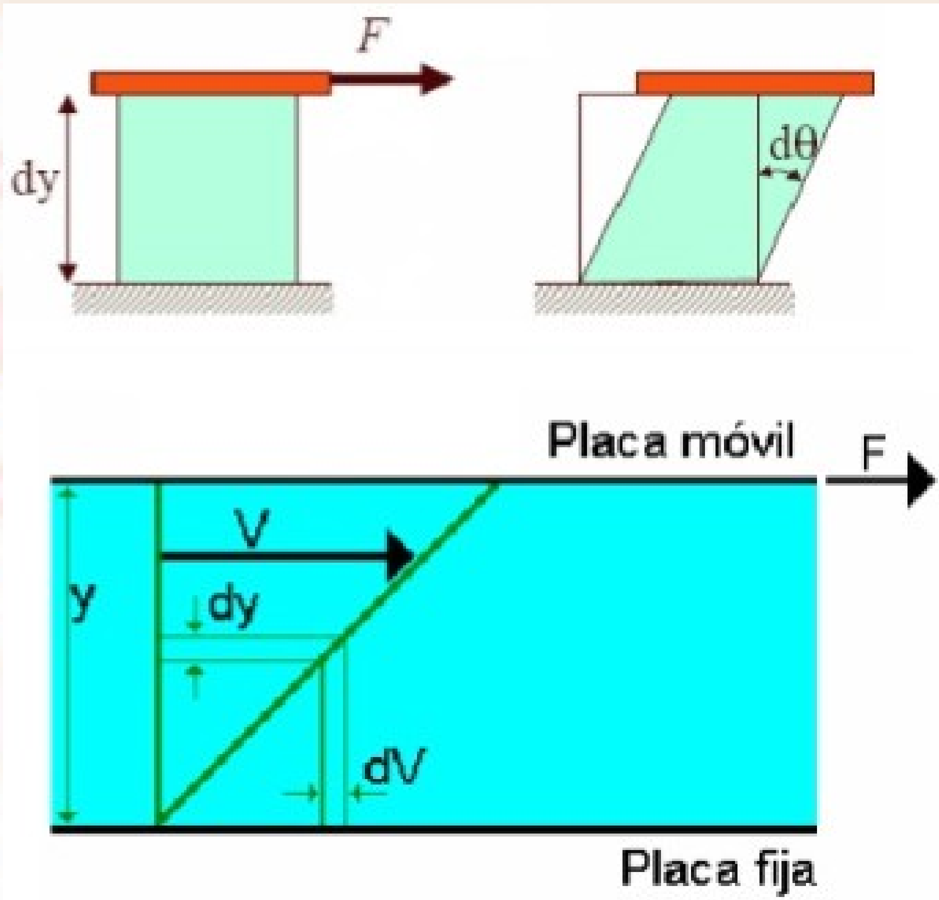
VISCOSIDAD DE UN FLUIDO





Coloquial: la **viscosidad** es la resistencia a fluir.

Ahora, de manera técnica...



Si, ante una velocidad constante *v* de la placa superior,de área *A*, el perfil de velocidades es **lineal**, el fluido se clasifica como **fluido newtoniano**.

En ese caso, definimos la **viscosidad** dinámica como:

$$\mu = \frac{F/A}{v/L}$$

Donde *L* es la distancia entre la placa superior y la inferior (en reposo) y *F* es la fuerza aplicada para mover la placa superior.

Las unidades (MKS) de μ son **Pa.s** (Recordar: 1 Pa = 1 N/m2)

Tabla de viscosidad dinámica (a la presión de 1 bar)

www.v8

Substancia	T °C	μ Pa·s
Aceite de castor	25	0,985
Aceite de oliva	25	0,081
Acetona	25	$3{,}06\times10^{-4}$
Ácido sulfúrico	25	0,0242
Agua	20	$1{,}003\times10^{-3}$
Agua	25	$8{,}91\times10^{-4}$
Aire	0	$17{,}4\times10^{-6}$
Argón	27	$22{,}9\times10^{-6}$
Benceno	25	$6{,}04\times10^{-4}$
Brea / pez / piche	25	$2{,}3\times10^{8}$
Crema de cacahuete /mani	25	250 000
Etanol (alcohol etilico)	25	$1{,}074\times10^{-3}$
Etilenglicol	25	0,0161
Glicerina (glicerol)	25	1,5
Helio	27	$19{,}9\times10^{-6}$
Hidrógeno	0	$8{,}4\times10^{-6}$
Jarabe de maiz	25	1,3806
Ketchup	25	50 000 - 100 000
Melaza	25	5000 - 10 000
Mercurio	25	$1{,}526\times10^{-3}$
Metano	27	$11{,}2\times10^{-6}$
Metanol	25	$5{,}44\times10^{-4}$
Miel	25	2000 - 10 000
Nitrobenceno	25	$1{,}863\times10^{-3}$
Nitrógeno	27	18×10^{-6}
Nitrógeno liquido	-196	$1{,}58\times10^{-4}$
Propanol	25	$1{,}945\times10^{-3}$
Sangre humana	37	3×10^{-3} - 4×10^{-3}
Sirope de chocolate	25	10 000 - 25 000
Xenon	0	$21{,}2\times10^{-6}$

Viscosity of Aqueous Glycerine Solutions in Centipoises/mPa s

Temperatur e (°C)										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
12070	3900	1410	612	284	142	81.3	50.6	31.9	21.3	14.8

[1]Viscosity of water taken from "Properties of Ordinary Water-Substance." N.E. Dorsey, p. 184. New York (1940)

LEY DE STOKES

FUERZA DE STOKES

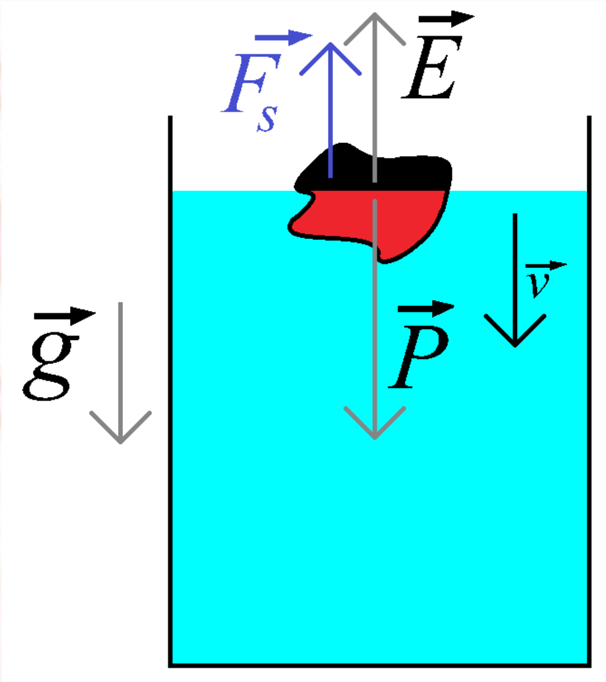
La ley de Stokes nos da la fuerza $\vec{F}_s$ de *resistencia* que ejerce un fluido *viscoso* ante el movimiento de un cuerpo *esférico* de radio *R,* que se mueve con velocidad $\vec{v}$ completamente sumergido:

$$\vec{F}_s = -6\pi\mu R\vec{v}$$

Por lo tanto, esta fuerza tiene *dirección opuesta a la velocidad* (se opone al movimiento) y su módulo es:

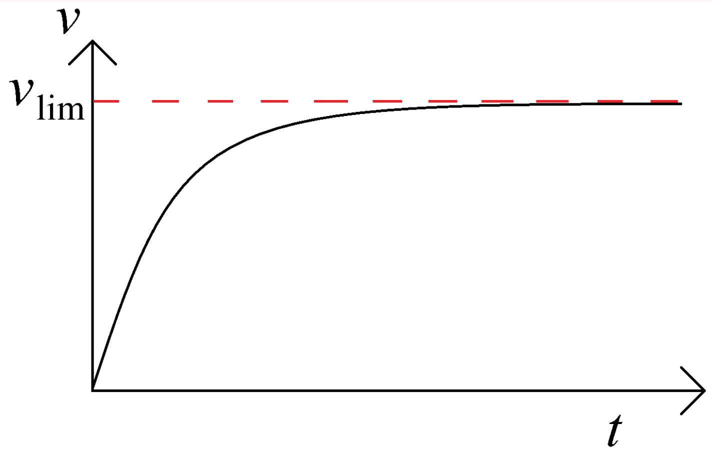
$$F_s = 6\pi\mu R v$$

Hipótesis...



$$m\,\vec{a} = \vec{P} + \vec{E} + \vec{F}_s$$

$$m\,a = P - E - F_s$$



Ejemplo para el caso *v0=0*

Alcanzada la velocidad límite *constante*, *a = 0*, es decir:

$$P - E - F_s = 0$$

$$\rho_c V g - \rho_f V g - 6\pi\mu R v_{limite} = 0$$

donde $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

Despejamos la velocidad límite:

$$v_{limite} = \frac{2}{9}\frac{(\rho_c - \rho_f) g R^2}{\mu}$$

Si medimos experimentalmente la velocidad límite de la esfera, **¡hemos construido un viscosímetro!**

$$\mu = \frac{2}{9} \frac{(\rho_c - \rho_f)\, g\, R^2}{v_{limite}}$$

Rango de validez: **número de *Reynolds* bajo**

$$Re = \frac{2R\rho_f v_{limite}}{\mu}$$

Estrictamente $Re \ll 1$