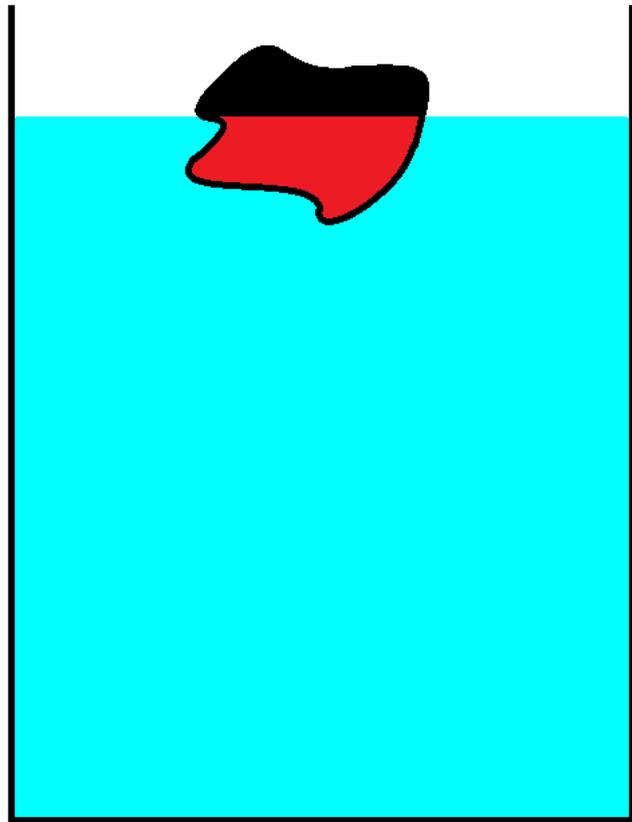


ACTIVIDAD 3: FLUIDOS

EMPUJE DE ARQUÍMEDES





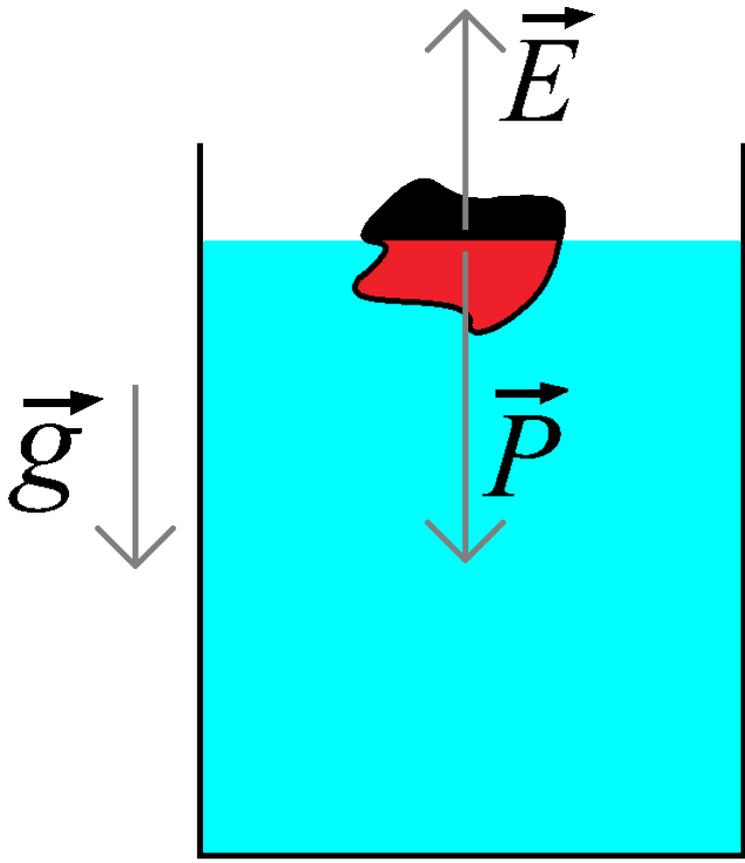
- Volumen no sumergido = V_{ns} (negro)
- Volumen sumergido = V_s (rojo)
- Volumen del cuerpo: $V = V_s + V_{ns}$

- ρ_f = densidad del fluido
- ρ_c = densidad del objeto

Empuje de Arquímedes:

$$\vec{E} = -V_s \times \rho_f \times \vec{g}$$

(Fuerza de flotación)



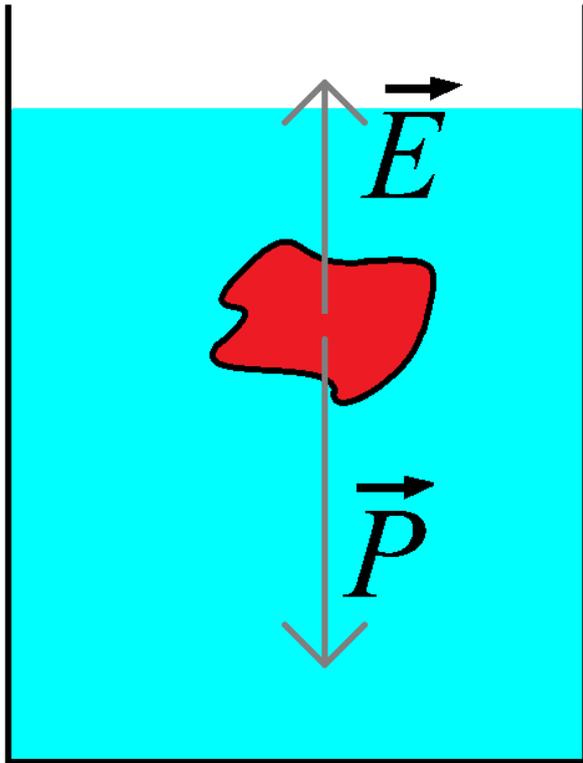
Empuje de Arquímedes:

$$\vec{E} = -V_s \times \rho_f \times \vec{g}$$

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

$$E = V_s \times \rho_f \times g$$

Notar que V_s (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, $V_s = V$:

$$\vec{E} = -V \times \rho_f \times \vec{g}$$

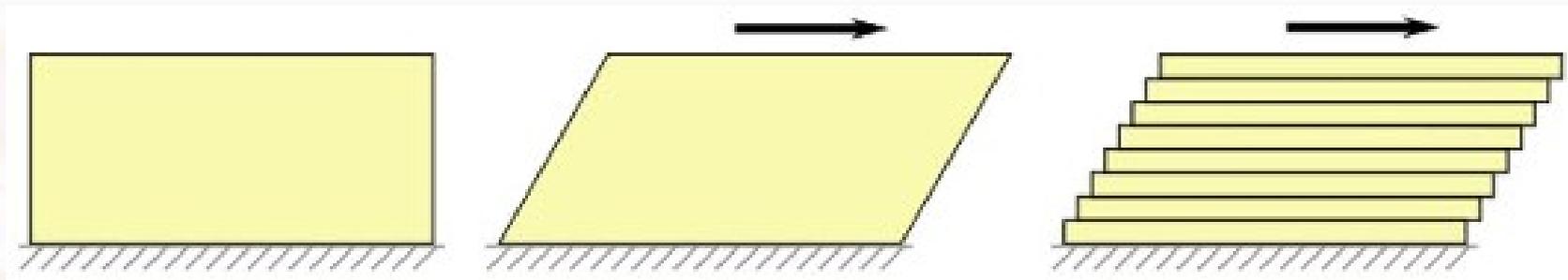
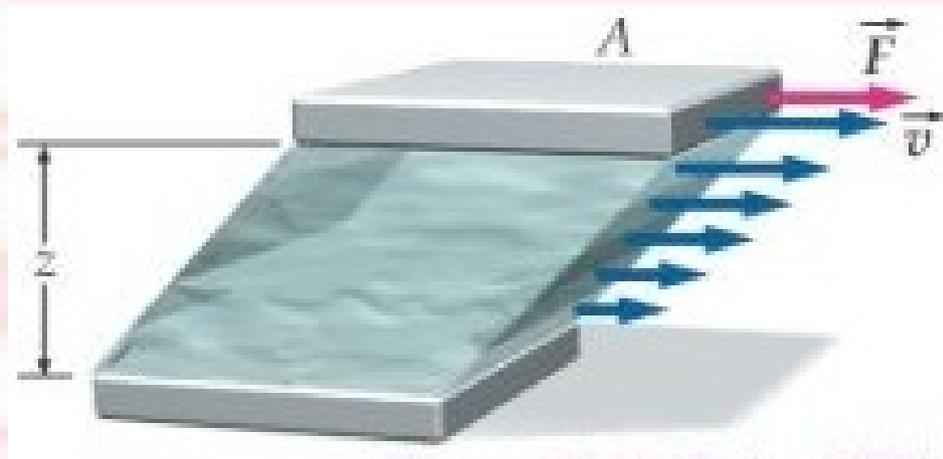
La suma de estas fuerzas es:

$$\vec{P} + \vec{E} = V \times (\rho_c - \rho_f) \times \vec{g}$$

- 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

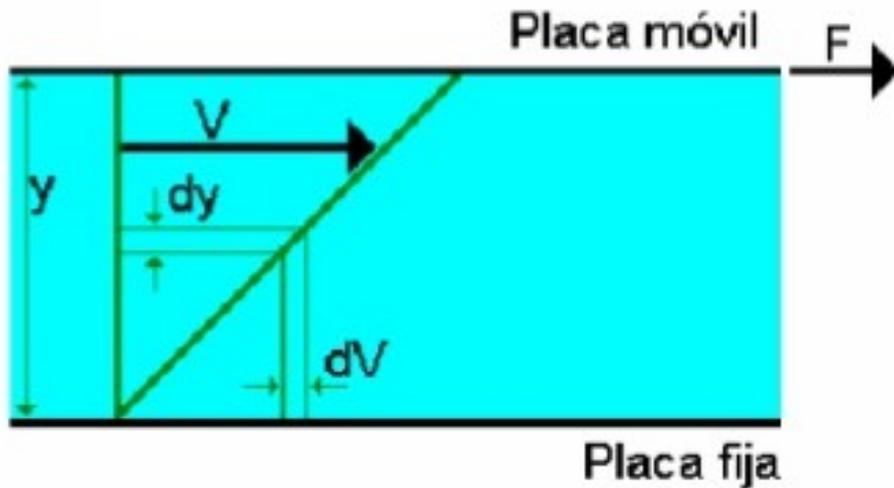
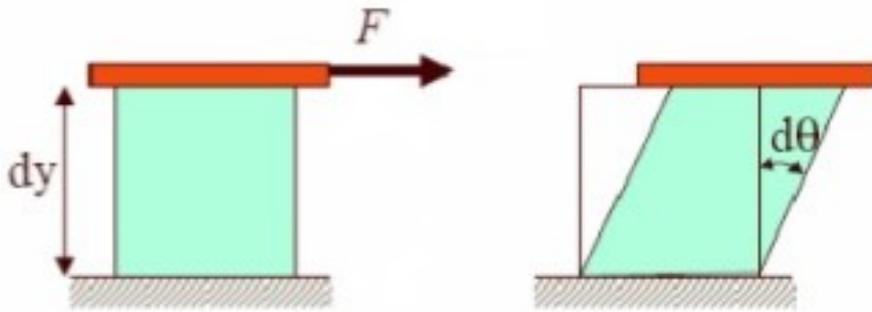
VISCOSIDAD DE UN FLUIDO





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: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$)

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	$3,06 \times 10^{-4}$
Ácido sulfúrico	25	0,0242
Agua	20	$1,003 \times 10^{-3}$
Agua	25	$8,91 \times 10^{-4}$
Aire	0	$17,4 \times 10^{-6}$
Argón	27	$22,9 \times 10^{-6}$
Benceno	25	$6,04 \times 10^{-4}$
Brea / pez / piche	25	$2,3 \times 10^8$
Crema de cacahuete /mani	25	250 000
Etanol (alcohol etílico)	25	$1,074 \times 10^{-3}$
Etilenglicol	25	0,0161
Glicerina (glicerol)	25	1,5
Helio	27	$19,9 \times 10^{-6}$
Hidrógeno	0	$8,4 \times 10^{-6}$
Jarabe de maíz	25	1,3806
Ketchup	25	50 000 - 100 000
Melaza	25	5000 - 10 000
Mercurio	25	$1,526 \times 10^{-3}$
Metano	27	$11,2 \times 10^{-6}$
Metanol	25	$5,44 \times 10^{-4}$
Miel	25	2000 - 10 000
Nitrobenceno	25	$1,863 \times 10^{-3}$
Nitrógeno	27	18×10^{-6}
Nitrógeno líquido	-196	$1,58 \times 10^{-4}$
Propanol	25	$1,945 \times 10^{-3}$
Sangre humana	37	3×10^{-3} - 4×10^{-3}
Sirope de chocolate	25	10 000 - 25 000
Xenon	0	$21,2 \times 10^{-6}$

Viscosity of Aqueous Glycerine Solutions in Centipoises/mPa s

Temperature (°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

⁰Viscosity of water taken from "Properties of Ordinary Water-Substance." N.E. Dorsey, p. 184. New York (1940)

LEY DE STOKES



FUERZA DE STOKES

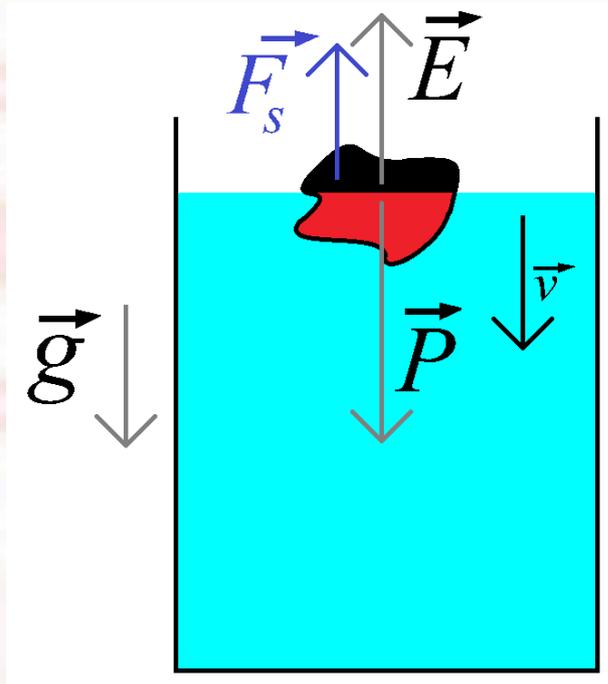
La ley de Stokes nos da la fuerza \vec{F}_s de *resistencia* que ejerce un fluido *viscoso* ante el movimiento de un cuerpo *esférico* de radio R , que se mueve con velocidad \vec{v} completamente sumergido:

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

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

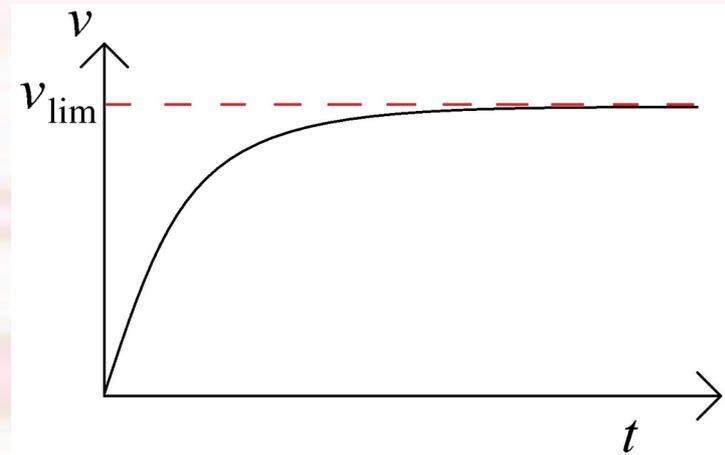
$$F_s = 6\pi\mu Rv$$

Hipótesis...



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

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



Ejemplo para el caso $v_0=0$

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

$$P - E - F_s = 0$$

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

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

Despejamos la velocidad límite:

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

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

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

Rango de validez: número de *Reynolds* bajo

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

Estrictamente $Re \ll 1$