

# **MECÁNICA DE LOS FLUIDOS Y MÁQUINAS**

UNIDAD N°1: Propiedades de los fluidos

Docentes:

- Ing. RODRIGUEZ, Carlos
- Ing. CORREA, Gustavo
- Ing. POLISCZUK, Dario

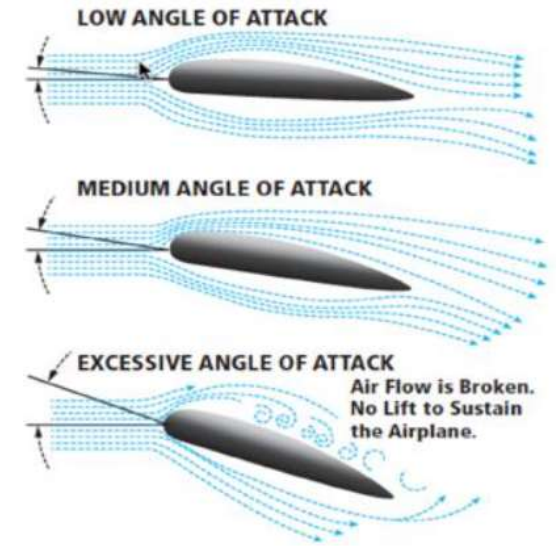
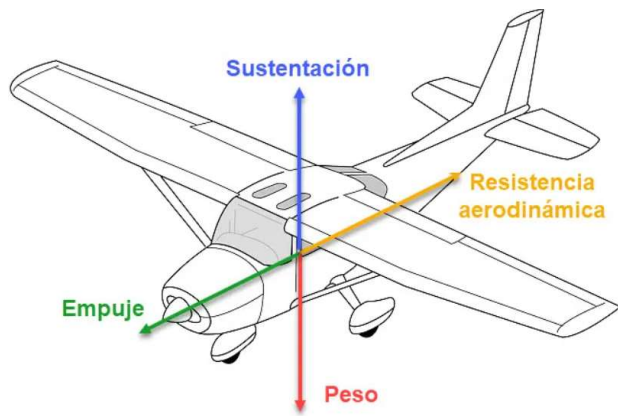
# INTRODUCCIÓN

*Mecánica*, corresponde a la parte de la física que se encarga de estudiar tanto los cuerpos en reposo (*Estática*) como aquellos que se encuentran en movimiento bajo la influencia de fuerzas (*Dinámica*).

Una subcategoría es la *Mecánica de los fluidos*, que se define como la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo (*Estática de los fluidos*), o en movimiento (*Dinámica de los fluidos*), y la interacción de éstos con sólidos o con otros fluidos en las fronteras.



# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN

*Fluido*: es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos se clasifican en *líquidos* y *gases*.

Los *líquidos*, ofrecen gran resistencia al cambio de forma pero no de volumen. Y los *gases* ofrecen poca resistencia al cambio de forma y volumen.

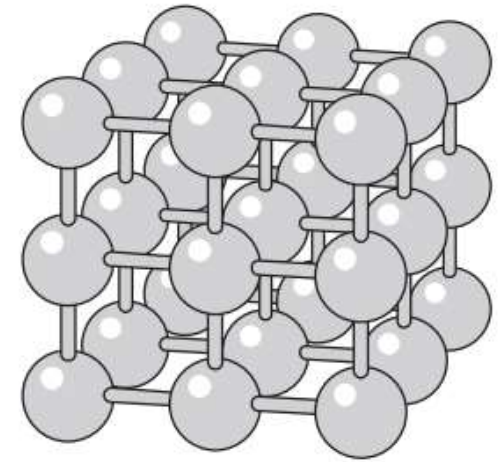
El comportamiento de los *líquidos* y los *gases* es análogo en conductos cerrados (tuberías) pero no en conductos abiertos (canales), porque solo los *líquidos* son capaces de crear una superficie libre.

En general los *sólidos* y los *líquidos* son poco compresibles y los gases muy compresibles (en general ningún material es estrictamente incompresible).

# ESTADOS DE LA MATERIA

## Sólido

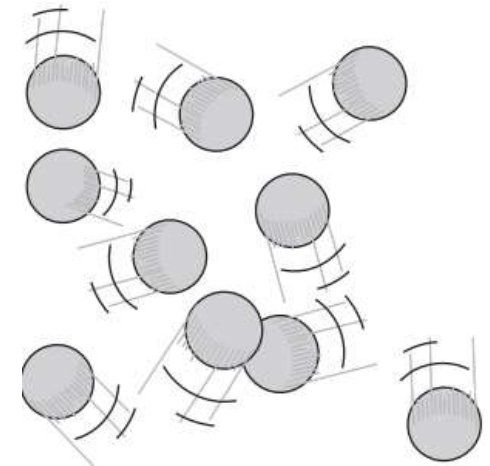
- Los sólidos son **rígidos** y tienen forma definida.
- Su volumen **cambia ligeramente** con los cambios de temperatura y presión.
- Es decir que son **ligeramente compresibles y no fluyen**.
- Las partículas individuales que los componen se encuentran fuertemente unidas formando **estructuras cristalinas**.
- Su campo de estudio lo desarrollamos en la **Ciencia de Materiales**.
- Tiene **Mucha capacidad de oponer resistencia** al esfuerzo cortante.
- Ejemplo: hielo, madera, papel, acero.



# ESTADOS DE LA MATERIA

## Gaseoso

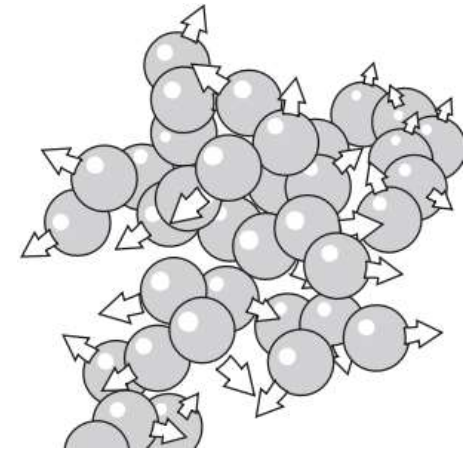
- Los gases **no tienen** ni volumen ni forma propia.
- Ocupan todo el volumen disponible del recipiente en el que están confinados.
- Pueden **expandirse** de forma infinita.
- Sus partículas individuales están muy separadas unas de otras y por ende se **comprimen con facilidad**.
- Su campo de estudio lo desarrollamos en la **termodinámica**.
- Ejemplo: vapor de agua, gas natural.



# ESTADOS DE LA MATERIA

## Líquido

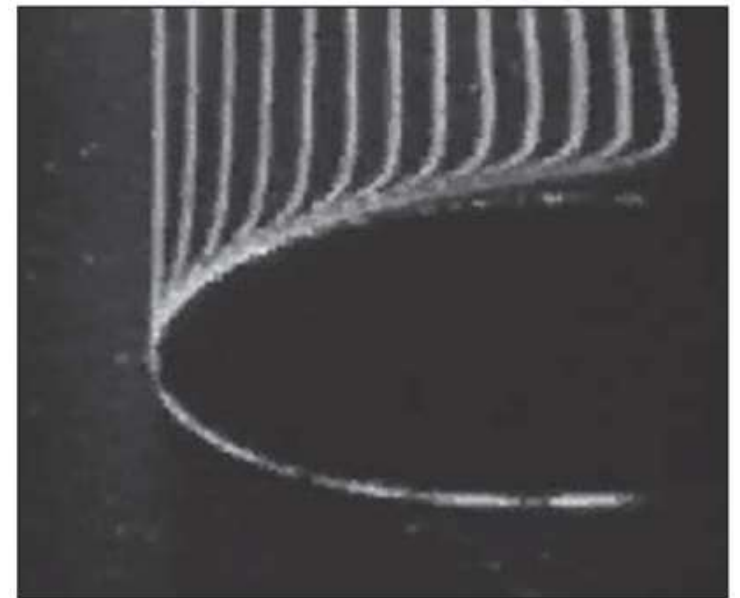
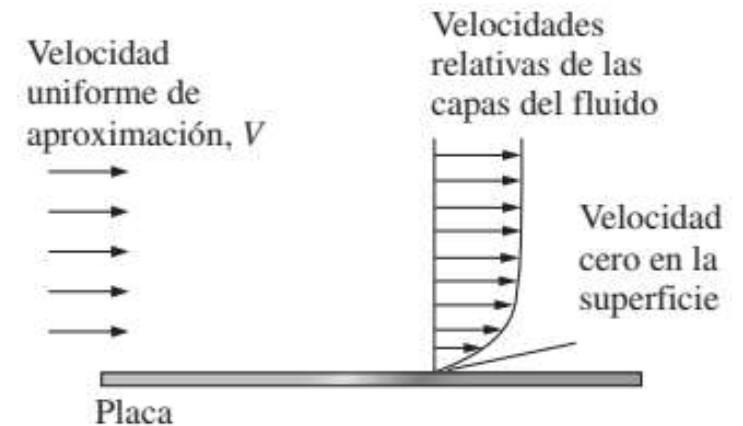
- Los líquidos **tienen un volumen propio** pero no una forma definida, **toman la forma del recipiente que lo contiene.**
- **Fluyen** ya que las partículas que los componen **se encuentran orientadas al azar.**
- Debido a que sus moléculas se encuentran muy cerca unas de otras son **difíciles de comprimir.**
- Su campo de estudio lo desarrollamos en la **Mecánica de fluidos.**
- Tiene **poca capacidad de oponer resistencia** al esfuerzo cortante.
- Ejemplo: agua, aceite.



# CONDICIÓN DE NO DESLIZAMIENTO

Un fluido en contacto directo con un sólido “se pega” a la superficie debido a los efectos viscosos y no hay deslizamiento.

La capa que se pega a la superficie desacelera la capa adyacente de fluido, debido a las fuerzas viscosas entre las capas de ese fluido, la cual desacelera a la capa siguiente y así sucesivamente. La región del fluido adyacente a la pared, en la cual los efectos viscosos (y, por consiguiente, los gradientes de velocidades) son significativos se llama capa límite.





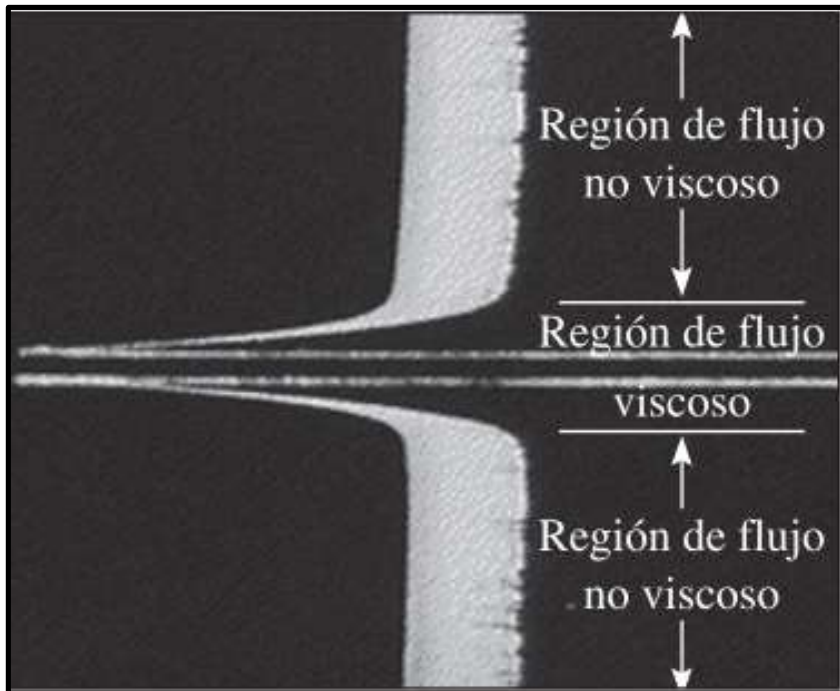
# CONDICIÓN DE NO DESLIZAMIENTO

Cuando se fuerza a un fluido a moverse sobre una superficie curva, como el lado posterior de un cilindro, con una velocidad suficientemente elevada, la capa límite ya no puede permanecer adherida a la superficie y, en algún punto, se separa de ella; este fenómeno se conoce como separación del flujo

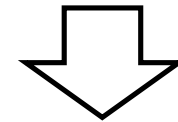


# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

## Flujo viscoso y no viscoso:



Resistencia interna al flujo



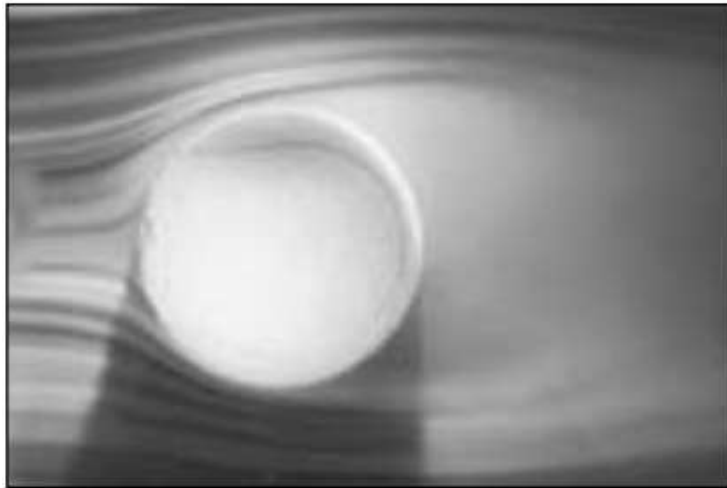
Viscosidad



- En los líquidos es causada por las fuerzas de cohesión entre las moléculas.
- En los gases es causada por las colisiones entre las moleculares.

# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

## Flujo interno y flujo externo:



**FIGURA 1-16**

Flujo externo sobre una pelota de tenis y la región de la estela turbulenta que se encuentra detrás de ella.



# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

## Flujo compresible e incompresible:

Un flujo se clasifica como compresible o incompresible, dependiendo del nivel de variación de la densidad del fluido durante ese flujo.

Por ejemplo:

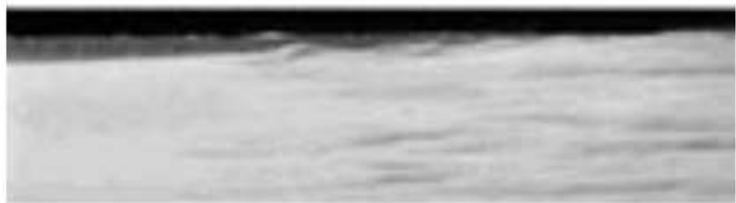
- Una presión de 210 atm hace que la densidad del agua líquida a 1 atm cambie en sólo 1 por ciento.
- Mientras que, un cambio de presión de sólo 0,01 atm causa un cambio de 1 por ciento en la densidad del aire atmosférico.

# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

## Flujo laminar y turbulento:



Laminar



De transición



Turbulento

La palabra laminar proviene del movimiento de partículas juntas adyacentes del fluido, en “láminas”.

El régimen de flujo influye significativamente en la potencia requerida para el bombeo.

# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

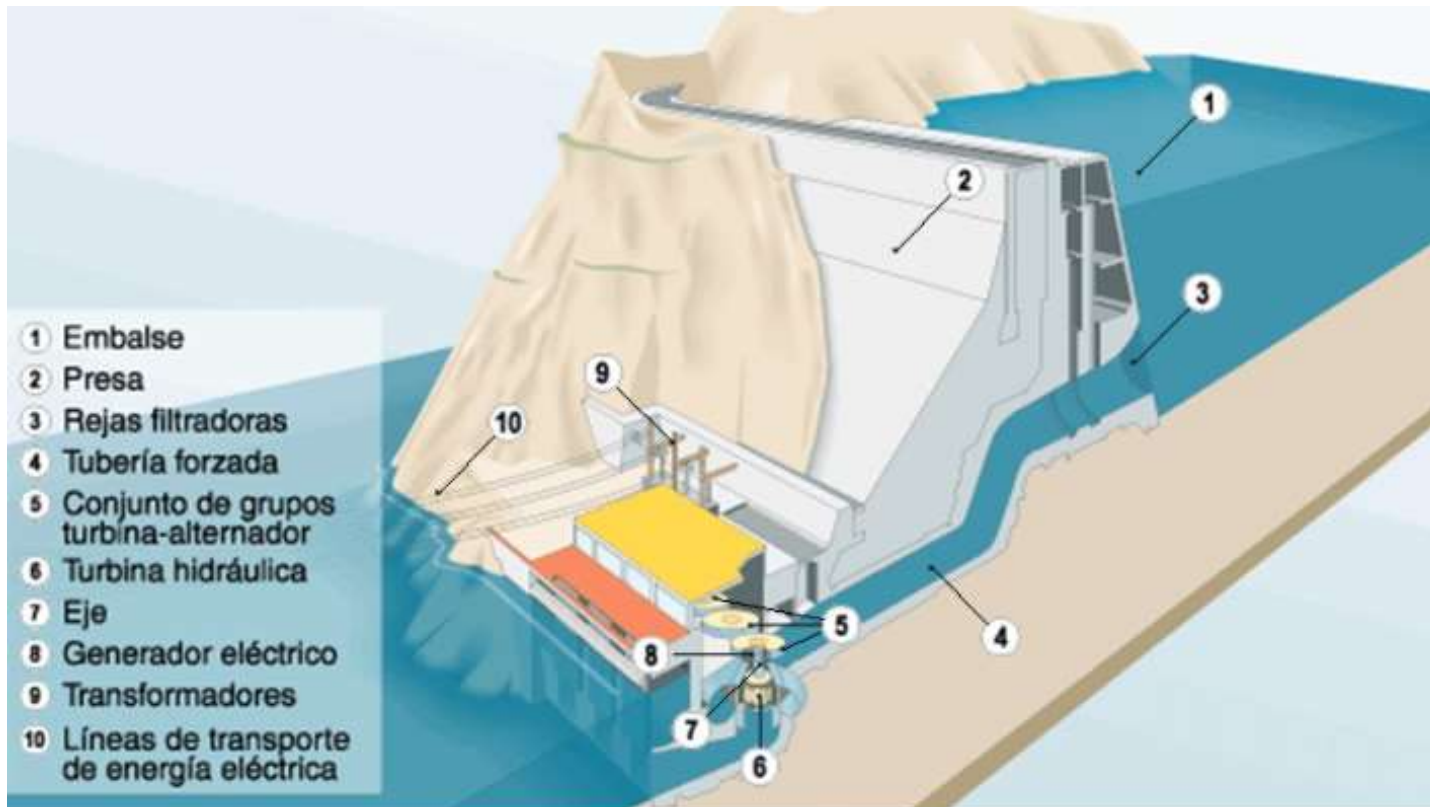
## Flujo natural y forzado:

Por ejemplo, en los sistemas de celdas solares para agua caliente, es común que se aplique el efecto de termosifón para reemplazar las bombas cuando se coloca el tanque de agua lo suficientemente arriba de los colectores solares.



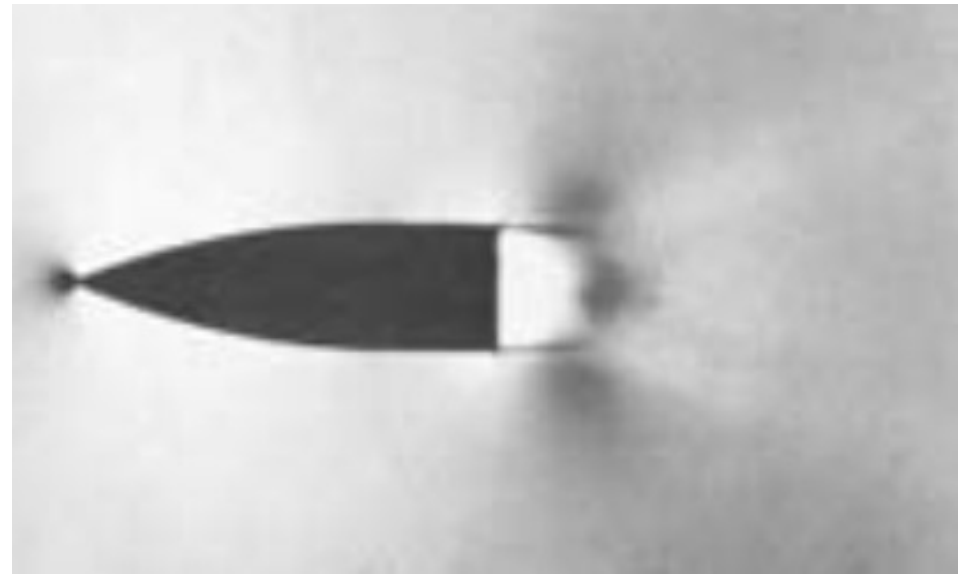
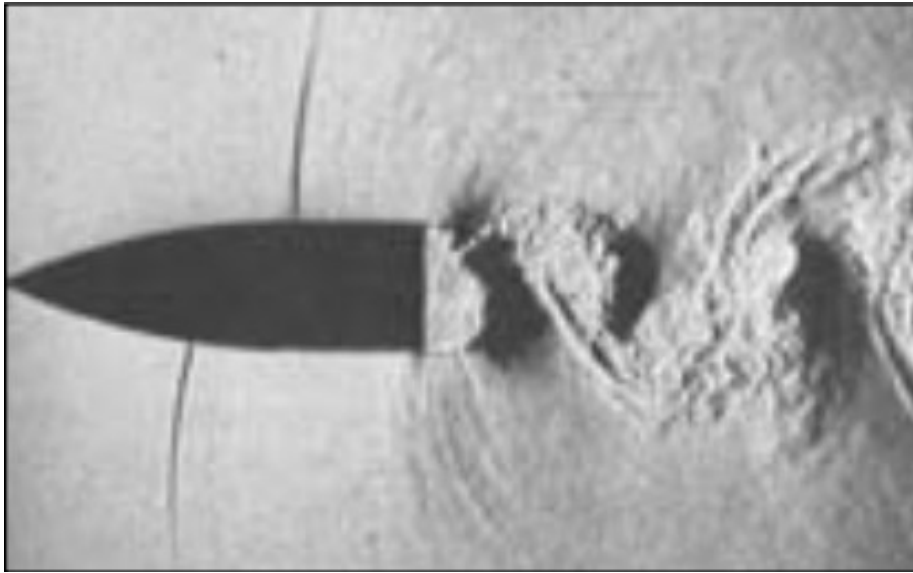
# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

## Flujo natural y forzado:



# CLASIFICACIONES DEL FLUJO DE FLUIDOS

Flujo estacionario y no estacionario:

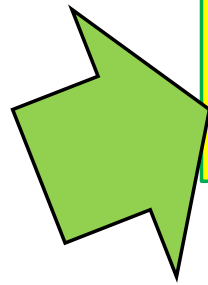




# SISTEMA DE UNIDADES

## Concepto de magnitud, valor y unidad:

Magnitud de la  
velocidad de una  
partícula.



$$v = 25 \frac{m}{s} = 90 \frac{km}{h}$$

# SISTEMA DE UNIDADES

## Concepto de magnitud, valor y unidad:

$$v = 25 \frac{m}{s} = 90 \frac{km}{h}$$

El valor de una magnitud se expresa como el producto de un número por una unidad.

# SISTEMA DE UNIDADES

Magnitud básica	Símbolo
Longitud	L
Masa	M
Tiempo	T
Intensidad de corriente eléctrica	I
Temperatura	$\Theta$
Cantidad de sustancia	N
Intensidad luminosa	J

$$dimQ = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\varepsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$$



Magnitud  
derivada

# SISTEMA DE UNIDADES

Magnitud básica	Símbolo	Unidad Sistema Internacional	Unidad Sistema Inglés o imperial
Longitud	L	m	ft
Masa	M	kg	lb
Tiempo	T	s	s
Intensidad de corriente eléctrica	I	A	A
Temperatura	$\Theta$	K	R
Cantidad de sustancia	N	mol (gramo-mol)	lb-mol
Intensidad luminosa	J	Cd	Cd

El Sistema Internacional de unidades, denominado actualmente con las siglas SI, no es más que una extensión y perfeccionamiento del Sistema Giorgi o MKS.

# SISTEMA DE UNIDADES

En el estudio de la Mecánica de Fluidos solo intervienen tres unidades fundamentales (la masa, la longitud y el tiempo), las restantes unidades son derivadas de estas tres fundamentales.

Magnitudes Fundamentales			
Sistema Georgi o <i>MKS</i>		Sistema Técnico ( <i>ST</i> )	
Masa	<i>Kilogramo, kg</i>	Fuerza	<i>Kilopondio, kp</i>
Longitud	<i>Metro, m</i>	Longitud	<i>Metro, m</i>
Tiempo	<i>Segundos, s</i>	Tiempo	<i>Segundo, s</i>

Los dos sistemas se diferencian: El sistema MKS es un sistema másico, porque la masa en él es magnitud fundamental (mientras la fuerza es una magnitud derivada); el sistema técnico es un sistema gravitatorio, porque la fuerza en el es magnitud fundamental (mientras que la masa es una magnitud derivada).

# SISTEMA DE UNIDADES

Prefijos del SI			
Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalencia decimal
yotta	Y	$10^{24}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	$10^{21}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000 000
peta	P	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000
tera	T	$10^{12}$	1 000 000 000 000
giga	G	$10^9$	1 000 000 000
mega	M	$10^6$	1 000 000
kilo	k	$10^3$	1 000
hecto	h	$10^2$	100
deca	da	$10^1$	10
sin prefijo		1	1

# SISTEMA DE UNIDADES

Prefijos del SI			
Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalencia decimal
sin prefijo		1	1
deci	d	$10^{-1}$	0.1
centi	c	$10^{-2}$	0.01
mili	m	$10^{-3}$	0.001
micro	$\mu$	$10^{-6}$	0.000 001
nano	n	$10^{-9}$	0.000 000 001
pico	p	$10^{-12}$	0.000 000 000 001
femto	f	$10^{-15}$	0.000 000 000 000 001
atto	a	$10^{-18}$	0.000 000 000 000 000 001
zepto	z	$10^{-21}$	0.000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	$10^{-24}$	0.000 000 000 000 000 000 000 001

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Propiedades: Cualquier característica de un sistema.

## Intensivas

- Presión
- Temperatura
- Compresibilidad
- Densidad.
- Viscosidad.
- Punto de ebullición.
- Punto de fusión.

## Extensivas

- Peso.
- Longitud.
- Volumen.
- Masa.
- Fuerza.

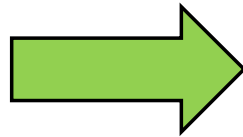
Se usan letras mayúsculas para denotar las propiedades extensivas (la masa  $m$  es una excepción importante) y minúsculas para las propiedades intensivas (las excepciones obvias son la presión  $P$  y la temperatura  $T$ ).



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Densidad

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \text{Densidad} \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$



$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \rightarrow \text{volumen específico} \left( \frac{m^3}{kg} \right)$$

En general, la densidad de una sustancia depende de la temperatura y la presión. En los gases.

- En la mayoría de los gases, la densidad es proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura (Se rige por la ecuación de los gases ideales).
- Los líquidos y sólidos, se consideran sustancias incompresibles, y por lo tanto la variación de la densidad con la presión suele ser despreciable.

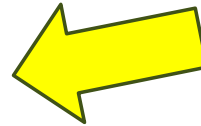
**¿Cómo varía la densidad de un líquido con la temperatura?**

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Temperatura °C	Densidad kg / m <sup>3</sup>
0 (hielo)	917,00
0	999,82
1	999,89
2	999,94
3	999,98
4	1000,00
5	1000,00
6	999,99
7	999,96
8	999,91
9	999,85
10	999,77
11	999,68
12	999,58
13	999,46
14	999,33
15	999,19
16	999,03
17	998,86
18	998,68
19	998,49
20	998,29
21	998,08
22	997,86
23	997,62
24	997,38
25	997,13
26	996,86
27	996,59
28	996,31
29	996,02
30	995,71
31	995,41
32	995,09

Temperatura °C	Densidad kg / m <sup>3</sup>
33	994,76
34	994,43
35	994,08
36	993,73
37	993,37
38	993,00
39	992,63
40	992,25
41	991,86
42	991,46
43	991,05
44	990,64
45	990,22
46	989,80
47	989,36
48	988,92
49	988,47
50	988,02
51	987,56
52	987,09
53	986,62
54	986,14
55	985,65
56	985,16
57	984,66
58	984,16
59	983,64
60	983,13
61	982,60
62	982,07
63	981,54
64	981,00
65	980,45
66	979,90

Temperatura °C	Densidad kg / m <sup>3</sup>
67	979,34
68	978,78
69	978,21
70	977,63
71	977,05
72	976,47
73	975,88
74	975,28
75	974,68
76	974,08
77	973,46
78	972,85
79	972,23
80	971,60
81	970,97
82	970,33
83	969,69
84	969,04
85	968,39
86	967,73
87	967,07
88	966,41
89	965,74
90	965,06
91	964,38
92	963,70
93	963,01
94	962,31
95	961,62
96	960,91
97	960,20
98	959,49
99	958,78
100	958,05

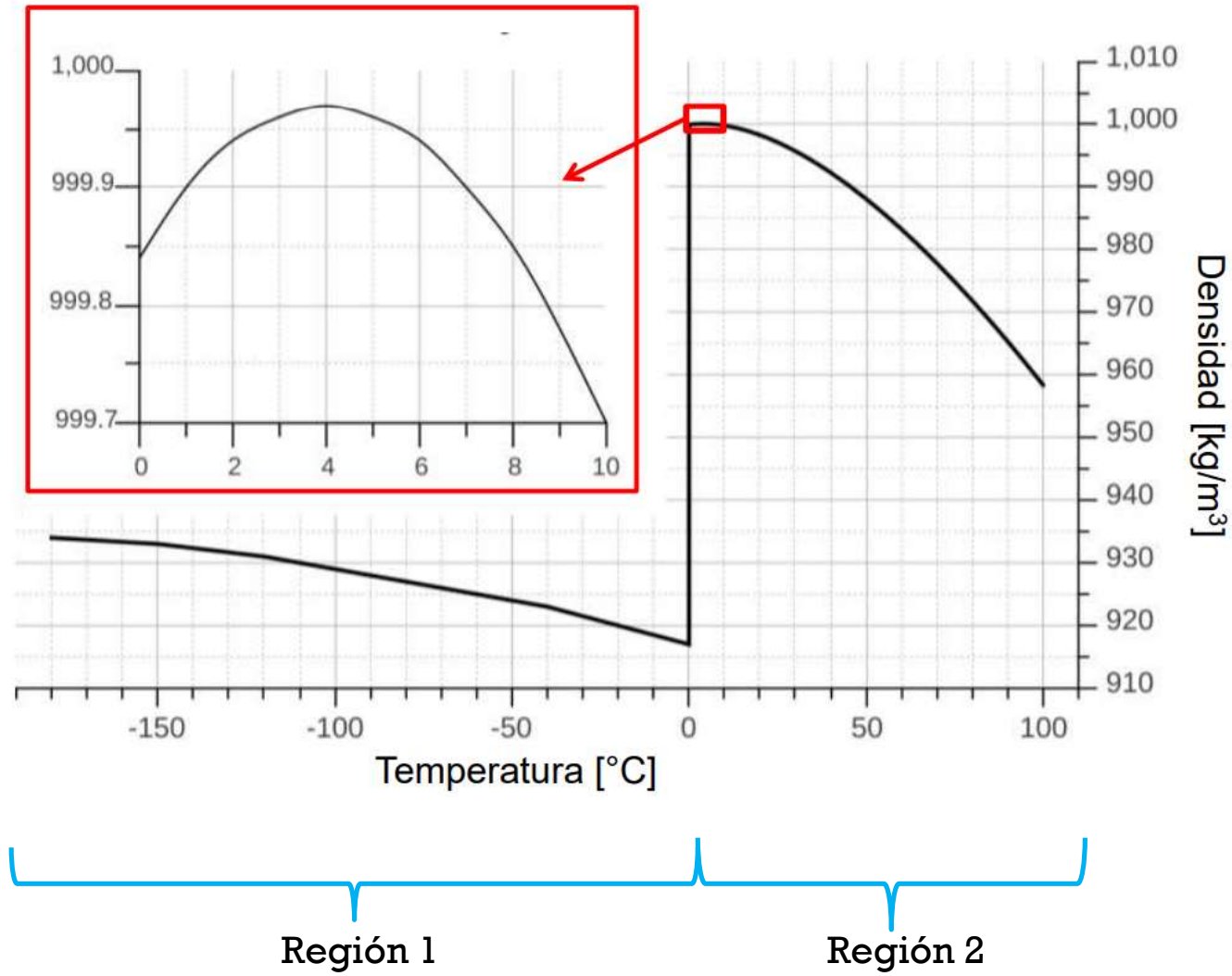


Variación de la densidad  
con la temperatura

Peso específico

$$\gamma_s = \rho \cdot g \rightarrow \text{Peso específico} \left( \frac{N}{m^3} \right)$$

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Densidad relativa o gravedad específica

A la relación entre la densidad de una sustancia a la densidad de una sustancia estándar, a una temperatura especificada, en general se considera agua a 4°C.

$$\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3} \rightarrow \text{Densidad del agua a } 4^\circ C.$$

$$GE = \rho_r = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} \rightarrow \text{Densidad relativa o gravedad específica}$$

### Ejercicio N°1:

Calcular la densidad relativa de: Mercurio (13600 kg/m<sup>3</sup>), Nafta (775kg/m<sup>3</sup>) y Gasoil (832kg/m<sup>3</sup>).

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Presión de vapor

A una presión determinada, la temperatura a la cual una sustancia pura cambia de fase se conoce como *Temperatura de Saturación* " $T_{sat}$ ". De manera semejante, a una temperatura dada, la presión a la cual una sustancia pura cambia de fase se llama *Presión de Saturación* " $P_{sat}$ ".

La *Presión de Vapor* " $P_v$ " de una sustancia pura se define como la presión ejercida por su vapor en equilibrio de fases con su líquido a una temperatura dada. La  $P_v$  es una propiedad de la sustancia pura y resulta ser igual a la  $P_{sat}$  del líquido.

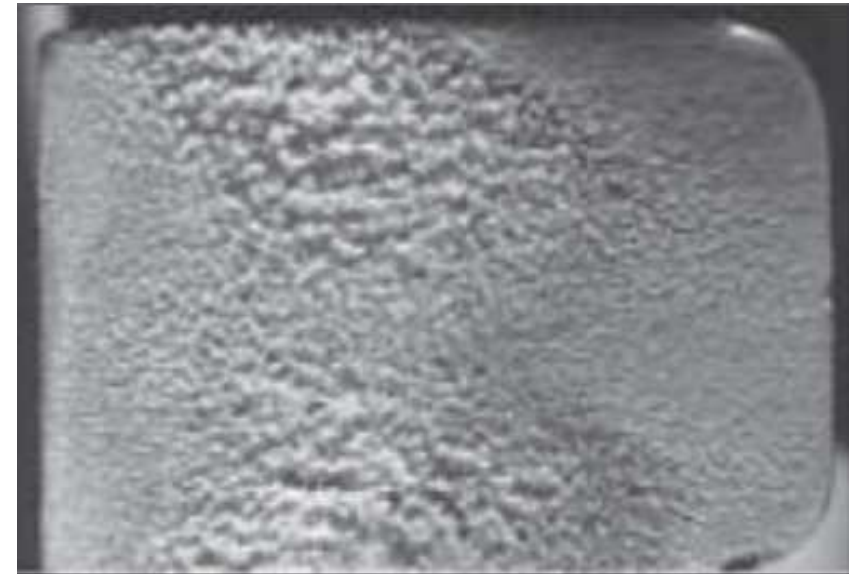
Presión de saturación (o de vapor)  
del agua a varias temperaturas

Temperatura $T, ^\circ\text{C}$	Presión de saturación $P_{sat}, \text{kPa}$
-10	0.260
-5	0.403
0	0.611
5	0.872
10	1.23
15	1.71
20	2.34
25	3.17
30	4.25
40	7.38
50	12.35
100	101.3 (1 atm)
150	475.8
200	1 554
250	3 973
300	8 581

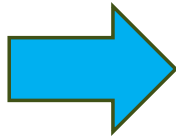
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Cavitación

Por efecto de la disminución de la presión, o el incremento de la temperatura, se producen burbujas de vapor que terminan colapsando en nuevas condiciones de presión y temperatura, originando incrementos puntuales de presión, de tal magnitud que provocan la erosión de los sólidos que están en contacto con el líquido (erosión por cavitación).



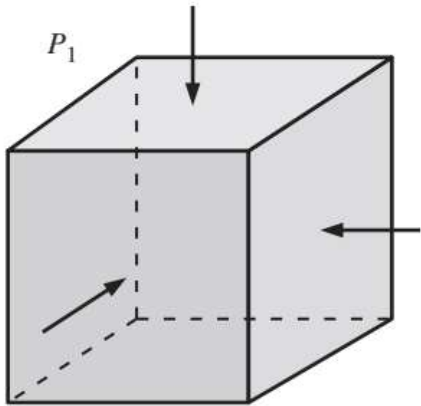
Mirar el video



<https://www.youtube.com/watch?v=j8URMjzhCec&t=344s>

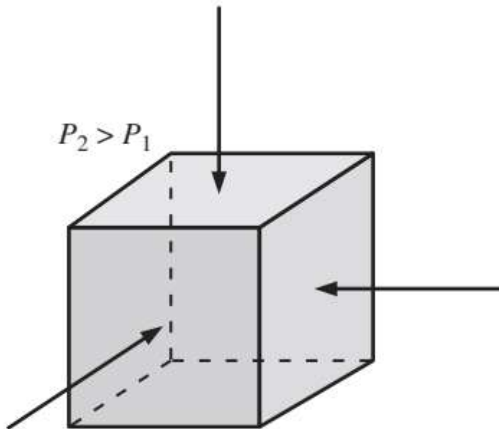
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Compresibilidad



$$k = -v \cdot \left( \frac{\partial P}{\partial v} \right)_T = \rho \cdot \left( \frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_T$$

$$k \cong -\frac{\Delta P}{\Delta v/v} \cong \frac{\Delta P}{\Delta \rho/\rho} \quad (T = \text{constante})$$



$k \rightarrow$  *esfuerzo unitario de compresión* ( $\text{N}/\text{m}^2$ ).

$v \rightarrow$  *volumen* ( $\text{m}^3$ ).

$\Delta v \rightarrow$  *variación de volumen* ( $\text{m}^3$ ).

$\rho \rightarrow$  *densidad* ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$\Delta \rho \rightarrow$  *variación de densidad* ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Compresibilidad isotérmica

$$\alpha = \frac{1}{k} = -\frac{1}{v} \cdot \left( \frac{\partial v}{\partial P} \right)_T = \frac{1}{\rho} \cdot \left( \frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T$$

### Ejercicio N°2:

Se sabe que la presión del agua en condiciones atmosféricas normales debe elevarse hasta 210 atm para comprimirla 1% ¿Cuánto vale el coeficiente de compresibilidad  $k$ ?

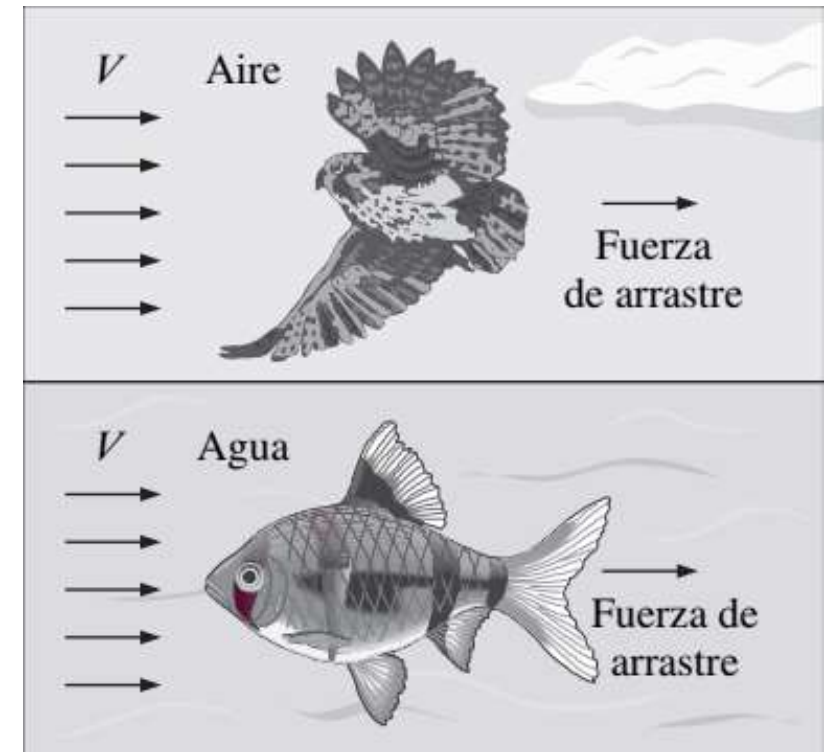
**¿Qué valor de  $k$  tiene un fluido completamente incompresible?**



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

- *Viscosidad*, representa la resistencia interna de un fluido al movimiento o la “fluidez”.
- La fuerza que un fluido fluyente ejerce sobre un cuerpo en la dirección del flujo se llama “*Fuerza de arrastre*”



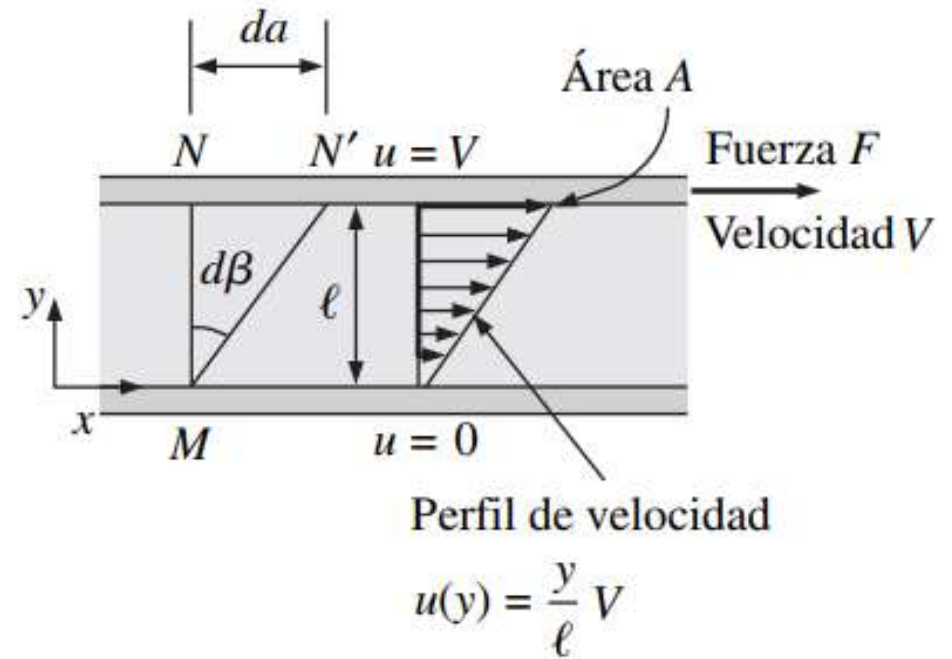
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

$$\tau = \frac{F}{A} \rightarrow \text{Esfuerzo cortante} \left( \frac{N}{m^2} \right)$$

$$u(y) = \frac{y}{l} \cdot V \rightarrow \text{Perfil de velocidades}$$

$$\frac{du}{dy} = \frac{V}{l} \rightarrow \text{Gradiente de velocidades}$$



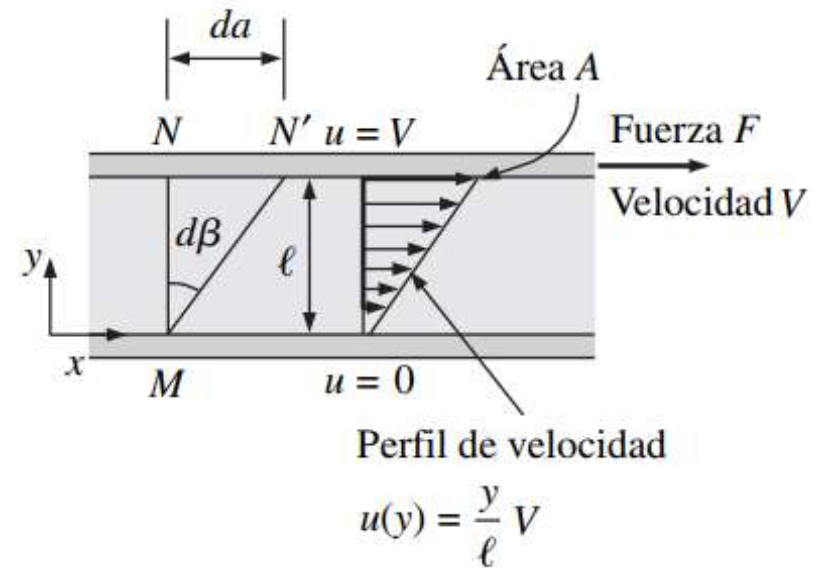
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

$$d\beta \approx \tan\beta = \frac{da}{l} = \frac{V \cdot dt}{l} = \frac{du}{dy} \cdot dt$$

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{du}{dy}$$

$\tau \propto \frac{d\beta}{dt} = \frac{du}{dy} \rightarrow$  Los fluidos para los cuales la razón de deformación es proporcional al esfuerzo cortante se denominan "**Fluidos Newtonianos**"



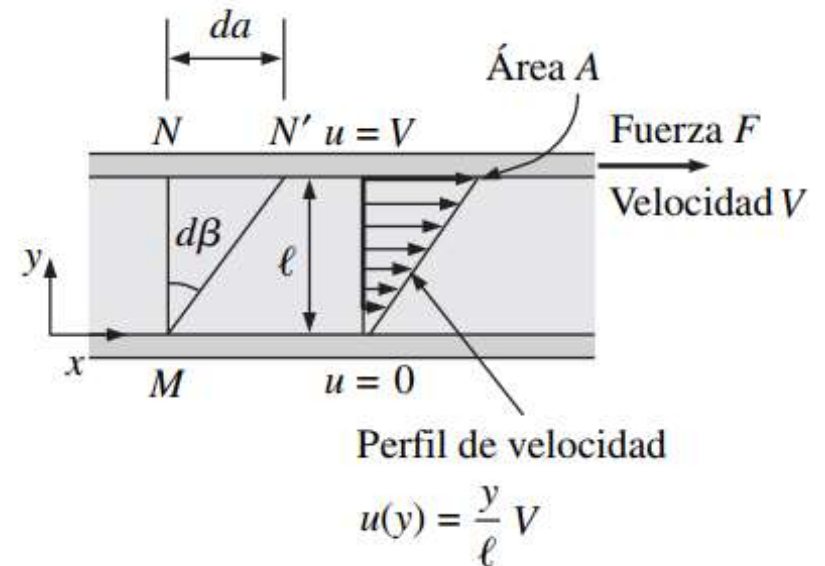
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

$$d\beta \approx \tan\beta = \frac{da}{l} = \frac{V \cdot dt}{l} = \frac{du}{dy} \cdot dt$$

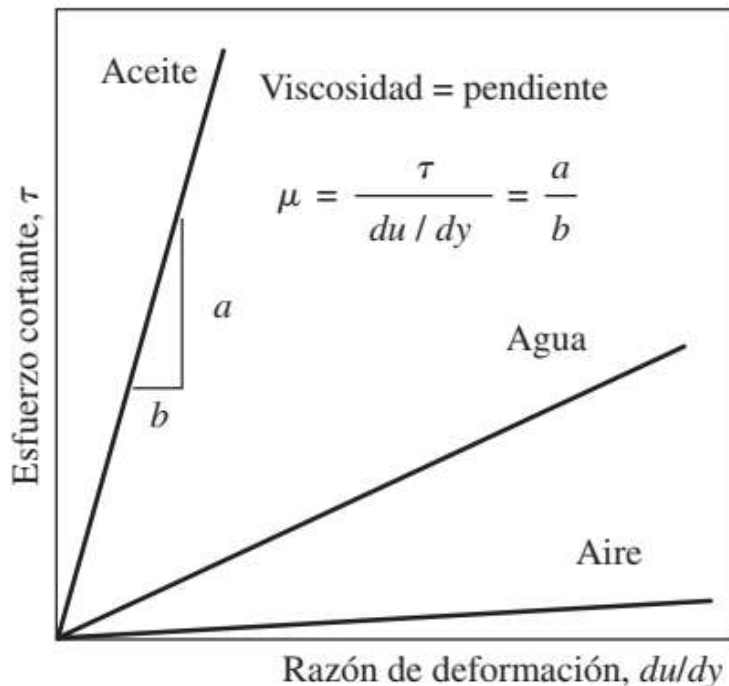
$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{du}{dy}$$

$\tau \propto \frac{d\beta}{dt} = \frac{du}{dy} \rightarrow$  Los fluidos para los cuales la razón de deformación es proporcional al esfuerzo cortante se denominan "**Fluidos Newtonianos**"



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad



$$F = \mu \cdot A \cdot \frac{du}{dy} = \mu \cdot A \cdot \frac{V}{l} \rightarrow (N)$$

“La mayoría de los fluidos comunes, como el agua, el aire, la gasolina y los aceites son newtonianos. la sangre y los plásticos líquidos son ejemplos de fluidos no-newtonianos”

**¿Cuáles son las unidades de viscosidad dinámica y cinemática en el sistema internacional y en el sistema técnico?**

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

Para flujo tangencial unidimensional de fluidos newtonianos

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy} \rightarrow \text{donde } \mu \text{ se llama } \mathbf{coeficiente de viscosidad o viscosidad din\u00e1mica (o absoluta)}$$

$$F = \tau \cdot A = \mu \cdot A \cdot \frac{du}{dy} \rightarrow \text{Fuerza cortante (N)}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \rightarrow \mathbf{viscosidad cinem\u00e1tica.}$$

**¿La viscosidad depende de la raz\u00f3n de deformaci\u00f3n en un fluido Newtoniano?**

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

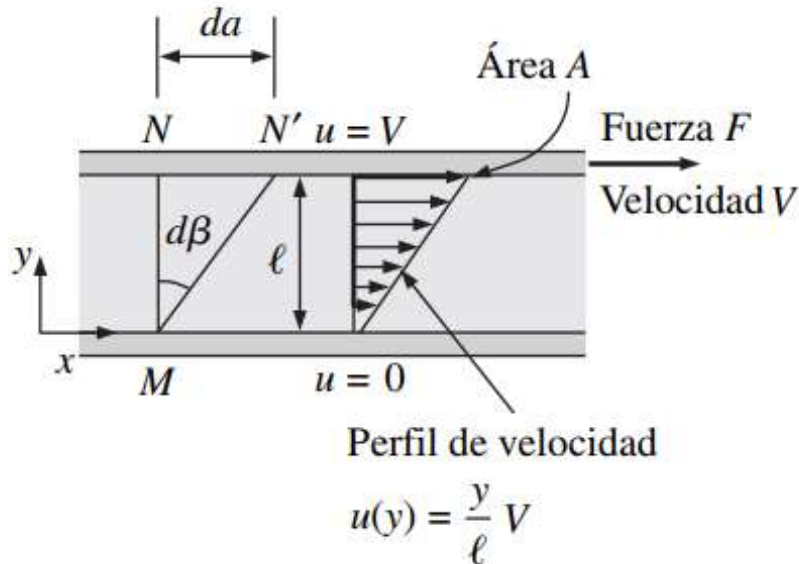
## Viscosidad

### Análisis:

La fuerza  $F$ , requerida para mover la placa superior de la figura, a una velocidad constante de  $V$  al mismo tiempo que la placa inferior permanece estacionaria, es:

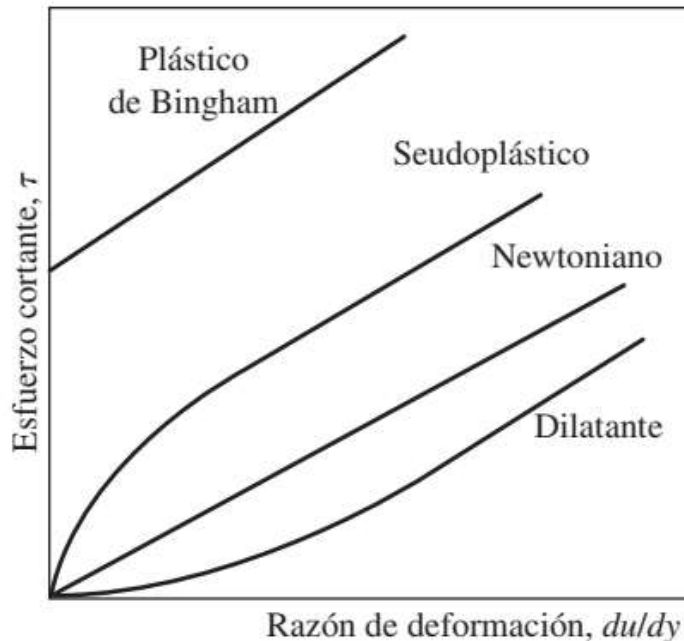
$$F = \mu A \frac{V}{l}$$

Se puede usar esta relación de manera alternativa para calcular  $\mu$  cuando se mide la fuerza  $F$ . Por lo tanto, se puede utilizar el montaje experimental que se acaba de describir para medir la viscosidad de los fluidos.



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad



Fluidos	
Newtonianos	- Es constante igual a $\mu$ .
Seudoplásticos o adelgazantes al corte.	- Viscosidad aparente. - Materiales: algunas pinturas, las soluciones de polímeros y los fluidos con partículas suspendidas).
Dilatantes o espesantes al corte	- Viscosidad aparente. - Soluciones con almidón o arena suspendidos.
Plástico de Bingham	- Soportan un esfuerzo de corte finito como un sólido y luego se comportan como un líquido cuando el esfuerzo supera su valor de fluencia.

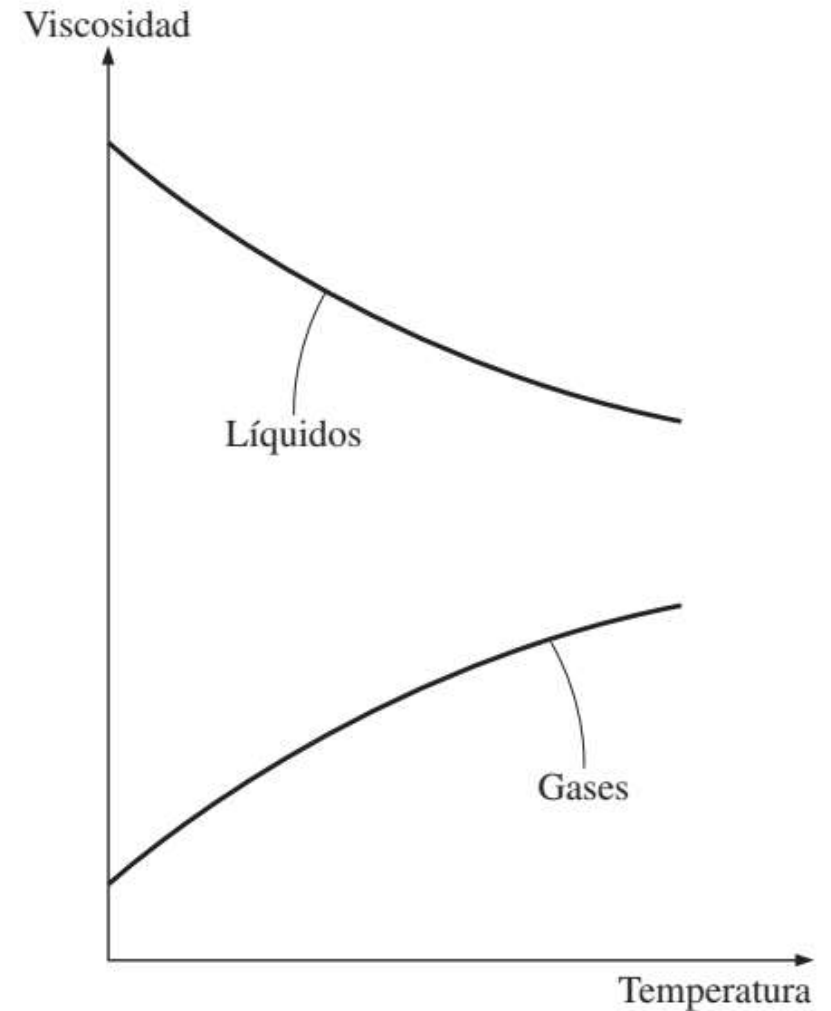


# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

### Preguntas

- **¿Qué es la viscosidad?**
- **¿Cómo varía la viscosidad con la temperatura en un líquido? ¿A qué se debe esa variación?**
- **¿Cómo varía la viscosidad con la temperatura en un gas? ¿A qué se debe esa variación?**



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Viscosidad

### Preguntas

- **Aceptando que el aire es un gas ideal y que los datos que figuran en el cuadro son correctos. ¿A qué se debe la variación de la viscosidad cinemática? ¿A qué se debe que la viscosidad dinámica no varíe?**

Aire a 20°C y 1 atm:

$$\mu = 1.83 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\nu = 1.52 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

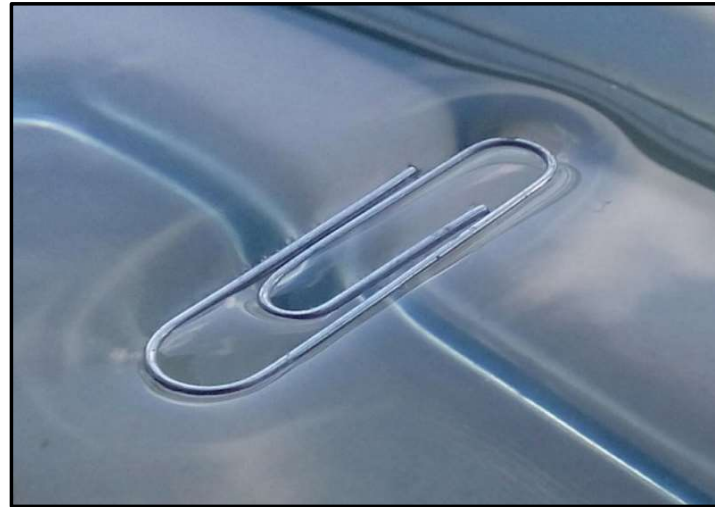
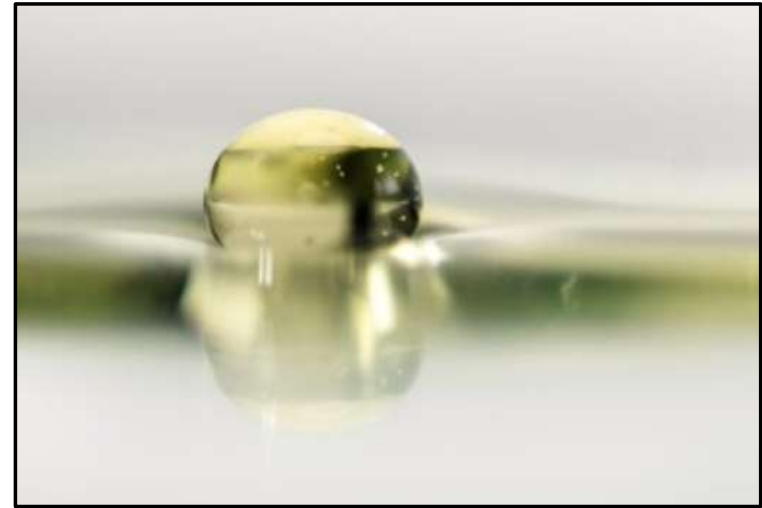
Aire a 20°C y 4 atm:

$$\mu = 1.83 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\nu = 0.380 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

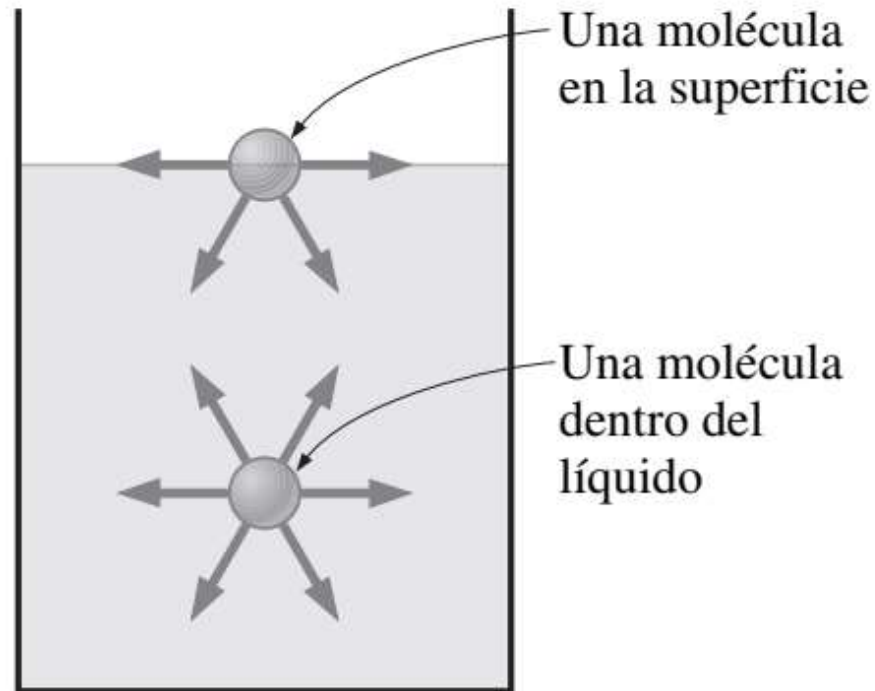
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Tensión superficial

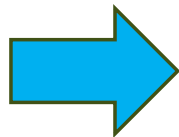


# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Tensión superficial



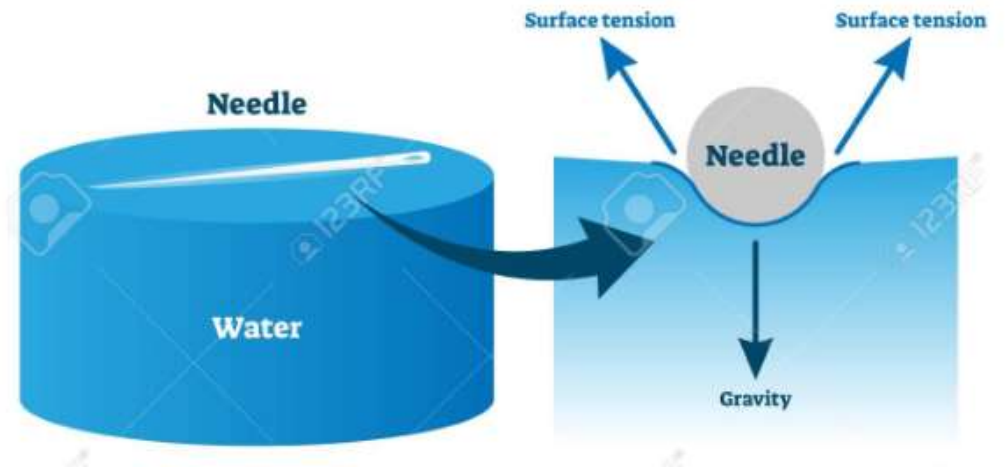
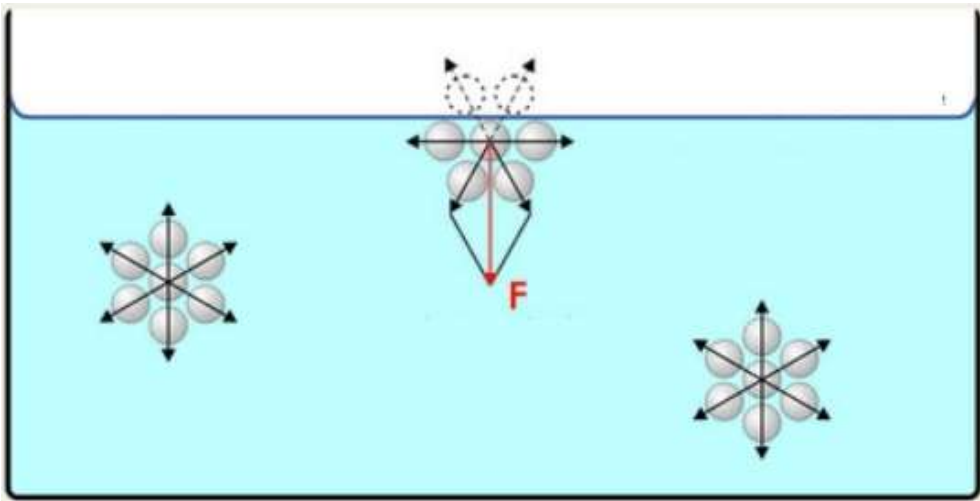
Mirar el video



[https://www.youtube.com/watch?v=y8Er1\\_cfKIU](https://www.youtube.com/watch?v=y8Er1_cfKIU)

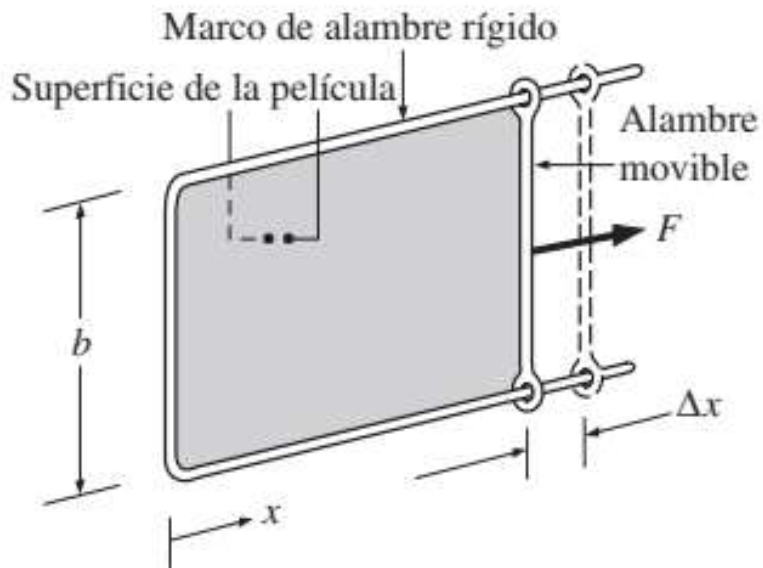
# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Tensión superficial



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Tensión superficial



$F = 2 \cdot b \cdot \sigma_s \rightarrow$  Equilibrio de fuerzas sobre el alambre movable

$$\sigma_s = \frac{F}{2 \cdot b} \left( \frac{N}{m} \right)$$

Trabajo

$$W = F \cdot \Delta x = 2 \cdot b \cdot \sigma_s \cdot \Delta x = \sigma_s \cdot A$$



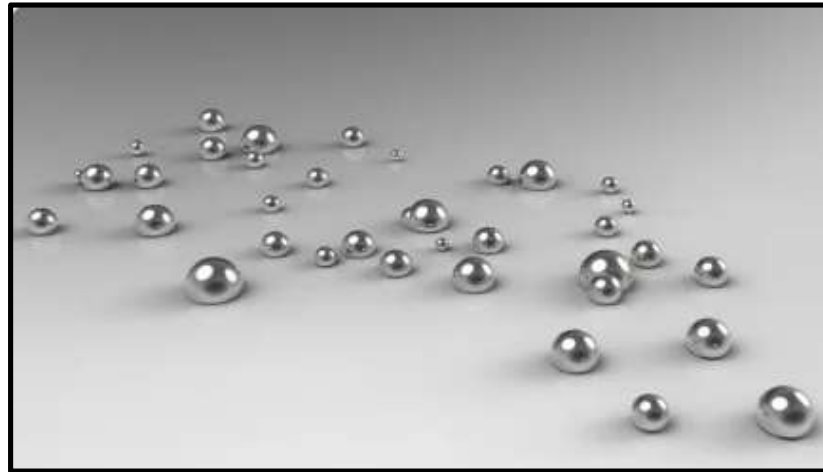
**"Se puede interpretar como: la energía superficial de la película se incrementa en una cantidad  $W$  durante el estiramiento"**

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Tensión superficial

Tensión superficial de algunos fluidos en aire a 1 atm y 20°C (a menos que se indique otra cosa)

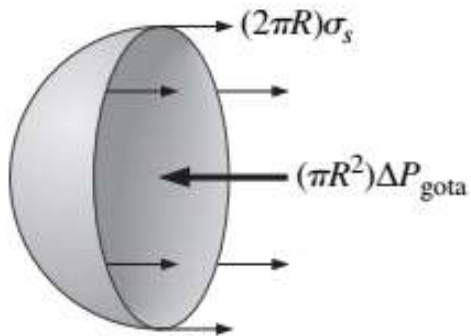
Fluido	Tensión superficial $\sigma_s$ , N/m*
Agua:	
0°C	0.076
20°C	0.073
100°C	0.059
300°C	0.014
Glicerina	0.063
Aceite SAE 30	0.035
Mercurio	0.440
Alcohol etílico	0.023
Sangre, 37°C	0.058
Gasolina	0.022
Amoniaco	0.021
Solución de jabón	0.025
Queroseno	0.028



**¿Qué efecto tiene la presión sobre la tensión superficial?**

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

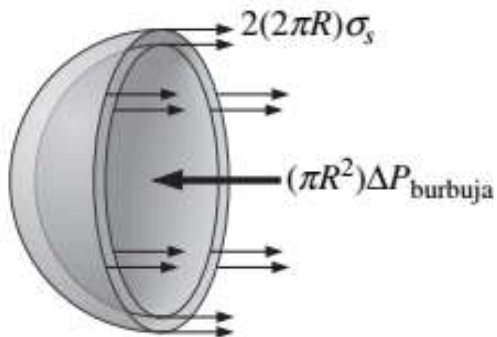
## Tensión superficial



a) Mitad de una gota

*Gota:*

$$(2\pi R)\sigma_s = (\pi R^2)\Delta P_{gota} \rightarrow \Delta P_{gota} = P_i - P_0 = \frac{2\sigma_s}{R}$$



b) Mitad de una burbuja

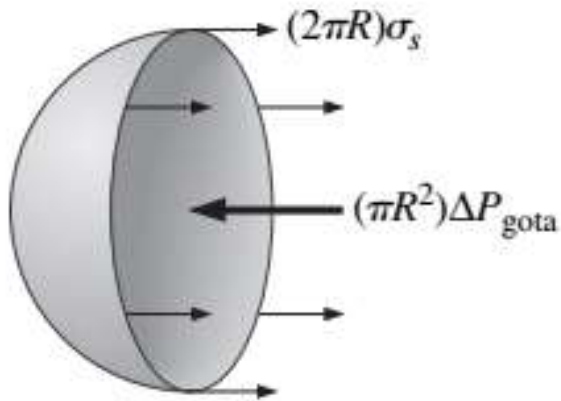
*Burbuja:*

$$2(2\pi R)\sigma_s = (\pi R^2)\Delta P_{burbuja} \rightarrow \Delta P_{burbuja} = P_i - P_0 = \frac{4\sigma_s}{R}$$



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Tensión superficial



a) Mitad de una gota

$$\delta W_{superficial} = \sigma_s dA = \sigma_s d(4\pi R^2) = 8\pi\sigma_s dR$$

$$\delta W_{expansión} = F dR = (\Delta P A) dR = 4\pi R^2 \Delta P dR$$

$$\delta W_{superficial} = \delta W_{expansión} \rightarrow \Delta P_{gota} = \frac{2\sigma_s}{R}$$

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Capilaridad

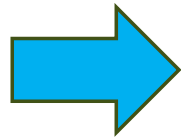


# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Capilaridad



Mirar el video



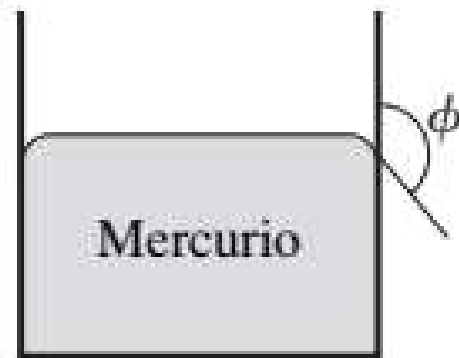
[https://www.youtube.com/watch?v=y8Er1\\_cfKIU](https://www.youtube.com/watch?v=y8Er1_cfKIU)

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

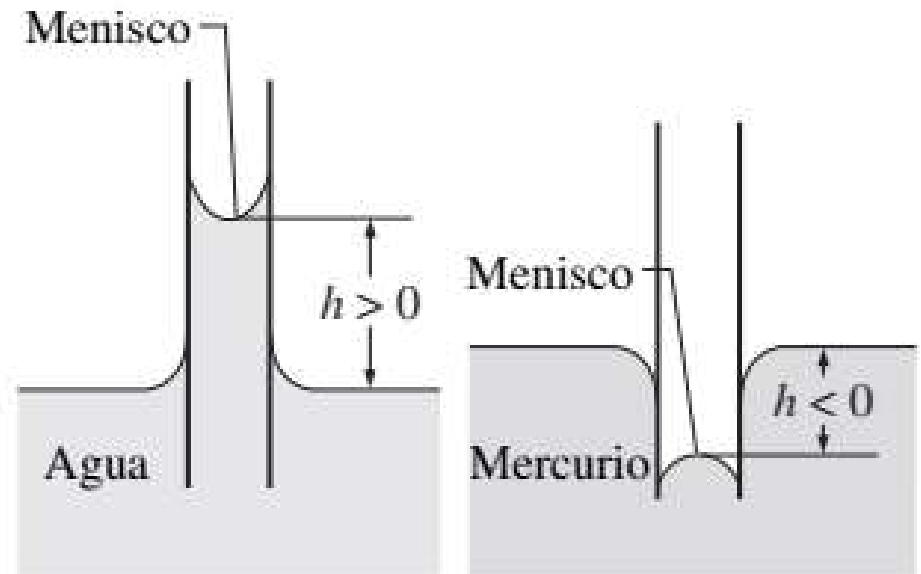
## Capilaridad



*a)* Fluido que moja



*b)* Fluido que no moja



# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

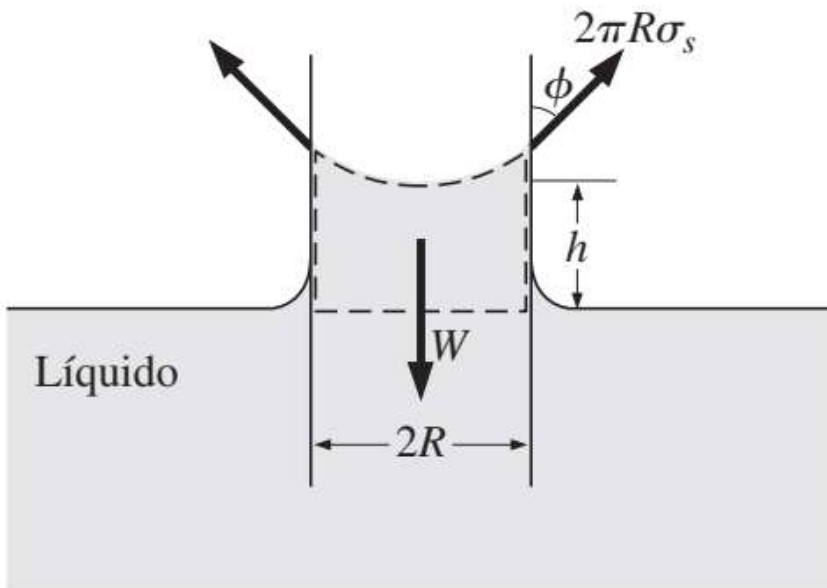
## Capilaridad

$$W = mg = \rho Vg = \rho g(\pi R^2 h)$$

$$W = F_{\text{superficial}} \rightarrow \rho g(\pi R^2 h) = 2\pi R\sigma_s \cos\phi$$

$$h = \frac{2\sigma_s}{\rho g R} \cos\phi \rightarrow \text{ascenso por capilaridad}$$

$$(R = \text{constante})$$



Si  $\phi > 90^\circ$ , esto implica que  $\cos\phi < 0$ ,  
existe un descenso capilar

# PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

## Capilaridad

### Ejercicio N°3:

Se introduce un tubo cuyo diámetro es de 0.03 pulgadas en queroseno a 68°F. El ángulo de contacto del queroseno con una superficie de vidrio es de 26°. Determine el ascenso por capilaridad del queroseno en el tubo.

### Ejercicio N°4:

Se introduce un tubo de diámetro de 1.9 mm en un líquido desconocido cuya densidad es de 960 kg/m<sup>3</sup> y se observa que el líquido asciende 5 mm en el tubo y forma un ángulo de contacto de 15°. Determine la tensión superficial del líquido.