

TEMA 7

HIDROSTÁTICA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el alumno logre:

- **Diferenciar entre los conceptos de fuerza y presión.**
- **Diferenciar las variaciones de presión entre los puntos de una masa líquida en equilibrio.**
- **Identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo sumergido total o parcialmente en el seno de un líquido.**
- **Establecer el empuje que recibe un cuerpo en el seno de un líquido.**
- **Conocer el fenómeno de tensión superficial**

ESTÁTICA DE FLUÍDOS

```
graph TD; A[ESTÁTICA DE FLUÍDOS] --- B[HIDROSTÁTICA]; A --- C[NEUMOSTÁTICA]
```

HIDROSTÁTICA

NEUMOSTÁTICA

FLUIDOS

LÍQUIDOS

- Moléculas muy próximas ($\cong 3 \cdot 10^{-8}$ cm)
- Densidad mayor que la de los gases
- Son poco compresibles
- Ocupa la parte más baja del recipiente

GASES

- Moléculas muy distanciadas ($\cong 3,4 \cdot 10^{-7}$ cm)
- Densidad pequeña
- Fácilmente compresibles
- Llena por entero el volumen del recipiente que lo contiene

DENSIDAD:

Es la cantidad de materia que contiene un volumen determinado.

Es el cociente entre la **masa** del cuerpo y el **volumen** del mismo.

$$\delta = \frac{dm}{dV}$$

DIMENSIÓN:

$$[\delta] = [M] \cdot [L^{-3}] = [M \cdot L^{-3}]$$

UNIDADES:

<u>MKS</u>	<u>c.g.s.</u>	<u>Técnico</u>
Kg/m ³	g/cm ³	UTM/m ³

EJEMPLOS

- **Densidad del agua:** 1.000 kg /m³
- **Densidad del aire:** 1,29 kg /m³

DENSIDAD RELATIVA

Es el cociente entre la densidad del fluido y la densidad del agua

$$\delta_r = \frac{\delta}{\delta_{\text{agua}}}$$

Ejemplo:

$$\delta_r(\text{Hg}) = 13,6$$

PESO ESPECÍFICO:

Es el cociente entre el **peso** del cuerpo y el **volumen** del mismo

$$\rho = \frac{dP}{dV}$$

DIMENSION:

$$[\rho] = [MLT^{-2}] \cdot [L^{-3}] = [ML^{-2}T^{-2}]$$

UNIDADES:

<u>MKS</u>	<u>c.g.s.</u>	<u>Técnico</u>
N/m ³	dina/cm ₃	Kgr/m ³

Relación entre el peso específico y la densidad

$$\rho = \frac{dP}{dV}$$

$$dP = g \cdot dm$$

$$\rho = g \cdot \frac{dm}{dV} = g \cdot \delta$$

PRESIÓN

Es la acción de la fuerza aplicada perpendicularmente a una superficie.

$$p = \frac{dF}{dA}$$

DIMENSIÓN:

$$[p] = [MLT^{-2}] \cdot [L^{-2}] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}]$$

Unidades:

<u>MKS</u>	<u>c.g.s.</u>	<u>Técnico</u>
N/m ² = Pascal (Pa)	dina/cm ²	Kgr/m ²

$$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Teorema fundamental de la Hidrostática

La condición de equilibrio de los fluidos es:

- Fuerzas horizontales debidas a la presión

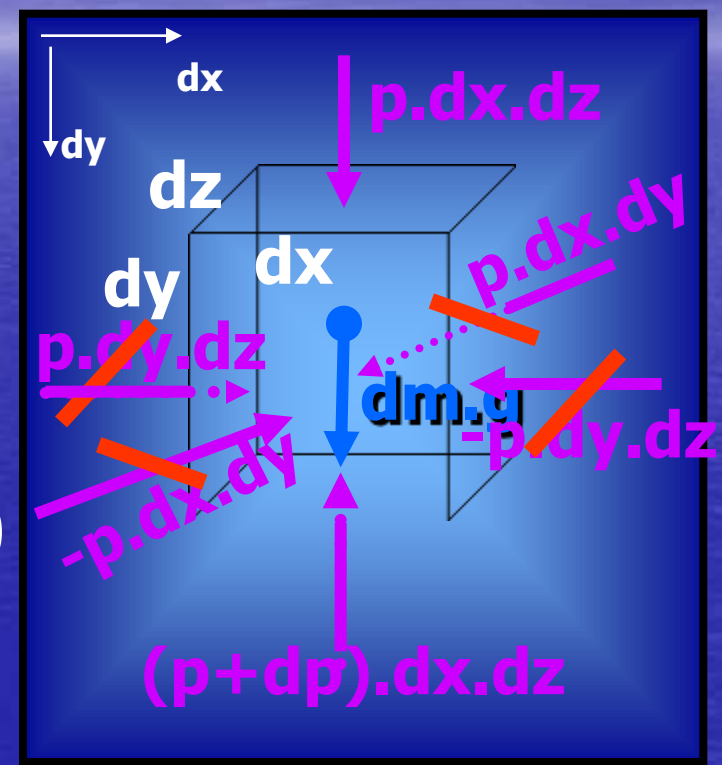
$$\sum \vec{F} = 0$$

- Fuerzas verticales debidas a la presión

$$p \cdot dx \cdot dz + dm \cdot g - (p + dp) \cdot dx \cdot dz = 0$$

$$dm = \delta \cdot dV = \delta \cdot dx \cdot dy \cdot dz$$

$$dp = \delta \cdot g \cdot dy = \rho \cdot dy$$



$$dp = \delta \cdot g \cdot dy$$

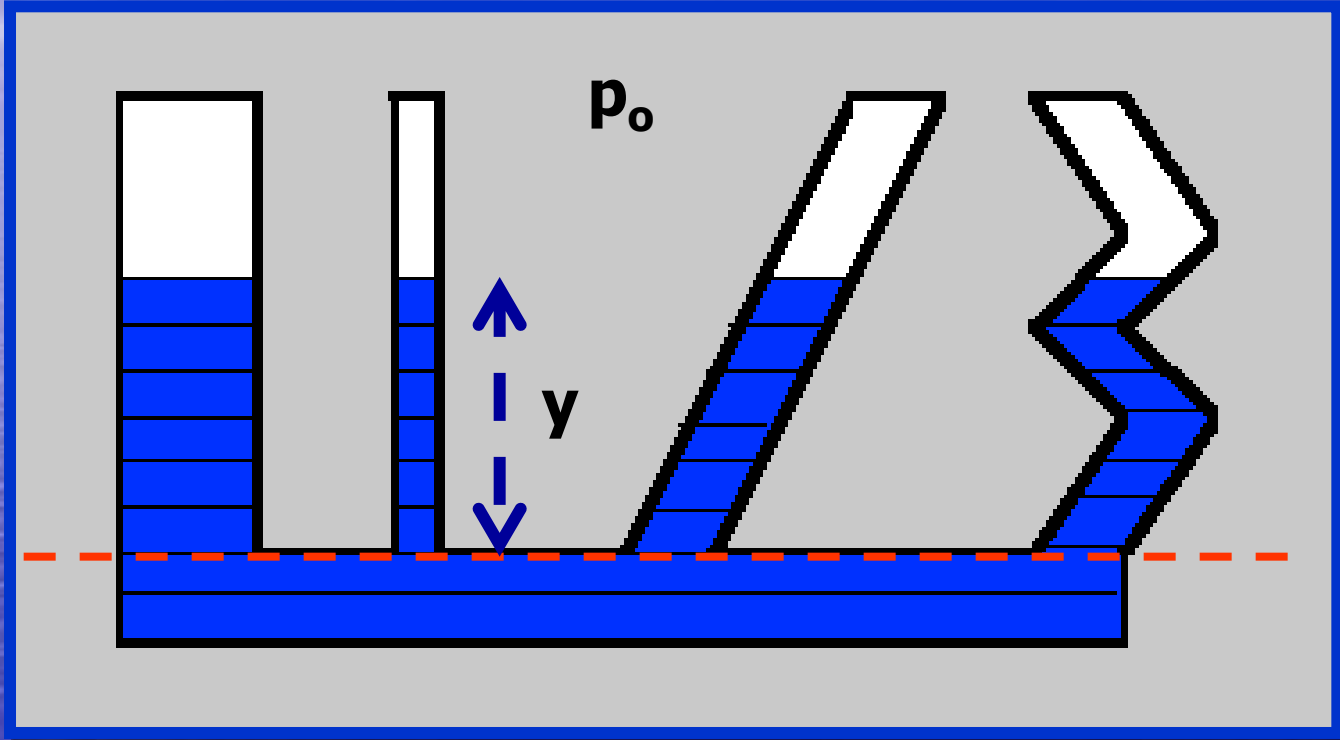
Integrando la ecuación fundamental de la hidrostática:

$$p = p_0 + \delta \cdot g \cdot y$$

Principio de Pascal

La presión aplicada a un fluido, se transmite sin disminución a todos los puntos del mismo.

Vasos comunicantes



$$p = p_0 + \delta \cdot g \cdot y$$

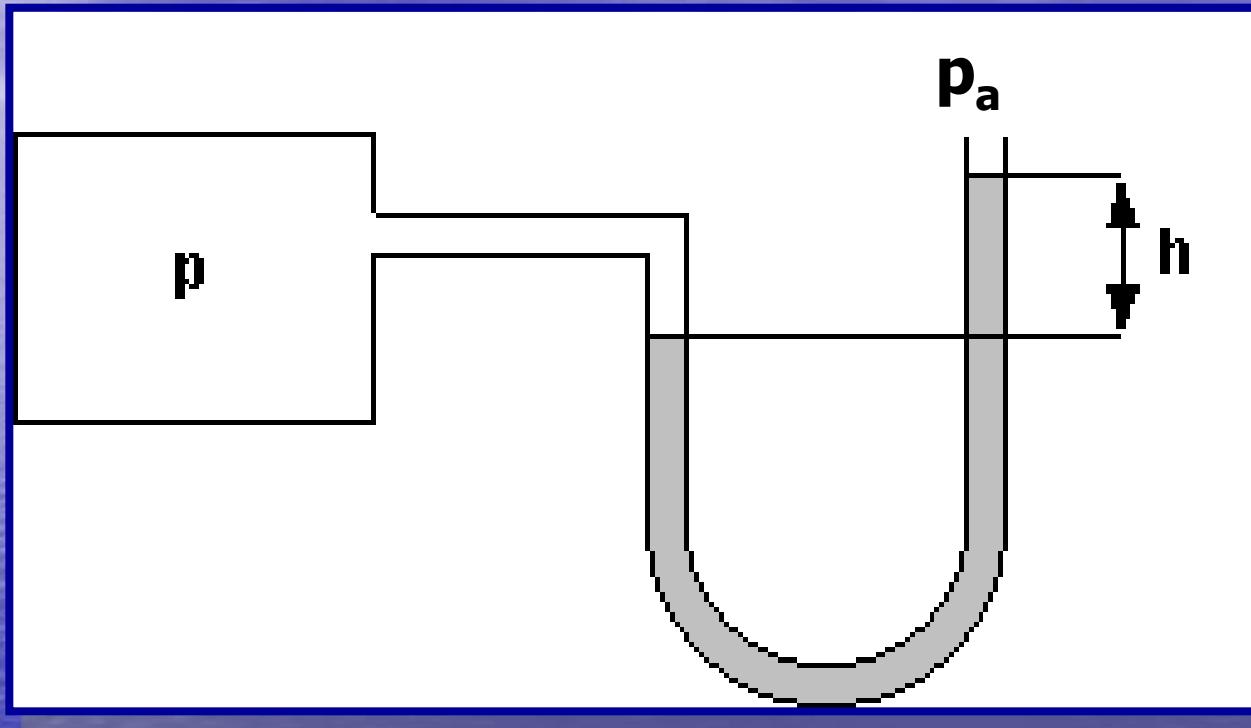
Presión relativa o manométrica

$$P_{\text{relativa}} = P_{\text{Manométrica}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}}$$

O lo que es lo mismo

$$P_{\text{relativa}} = p - p_o = \delta \cdot g \cdot y$$

Manómetro



$$p = p_a + \delta \cdot g \cdot h$$

La presión absoluta es **siempre** mayor que cero.

$$p_{\text{abs}} > 0$$

La presión manométrica puede ser negativa

$$p_M \leq 0$$

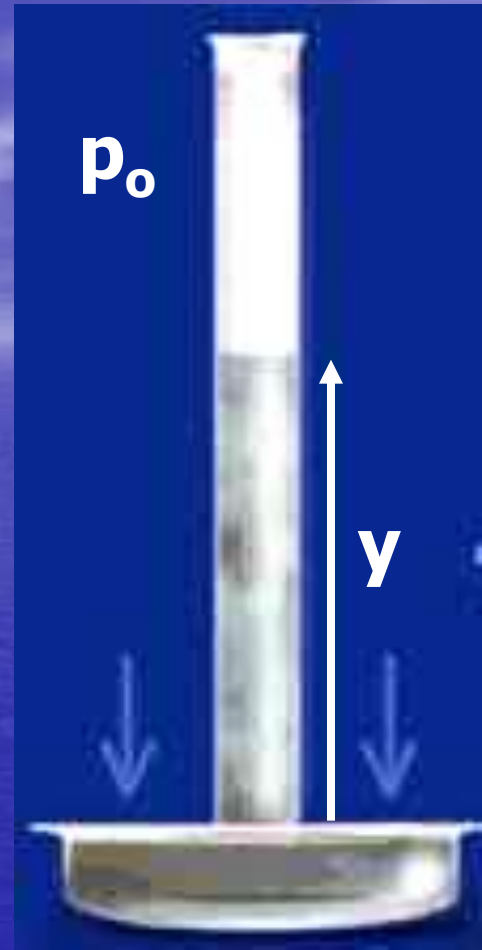
Experimento de Torricelli

$$p = \delta \cdot g \cdot y$$

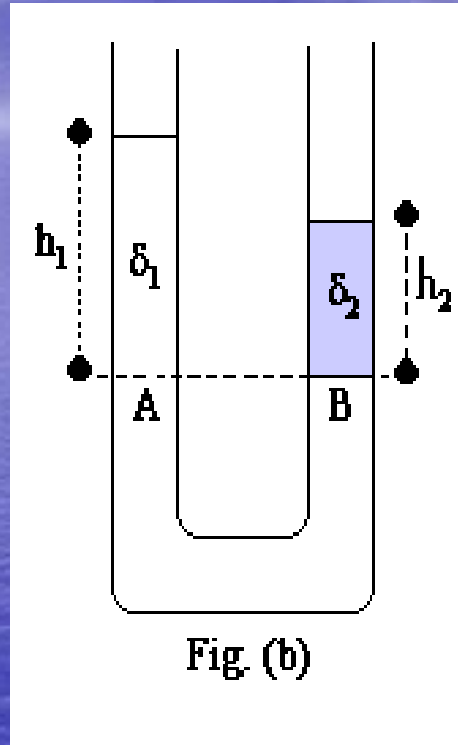
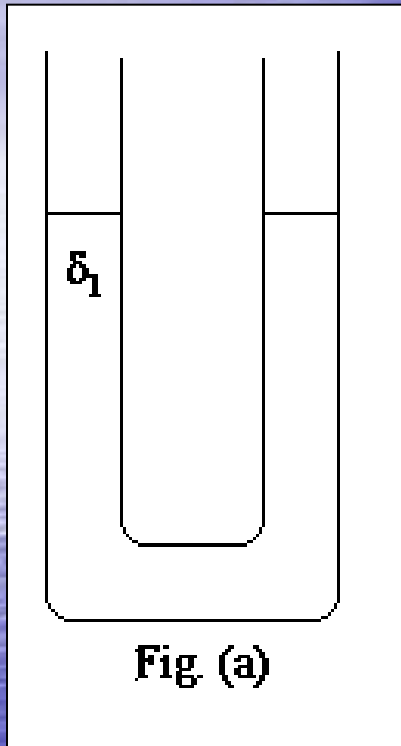
$$p = 13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot 980 \text{ cm/s}^2 \cdot 76 \text{ cm}$$

$$p = 1.012.928 \text{ dina/cm}^2 = 1,013 \cdot 10^6 \text{ dina/cm}^2$$

$$p = 1,013 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$$



Medición de densidades



$$p_B = p_o + \delta_2 \cdot g \cdot h_2$$

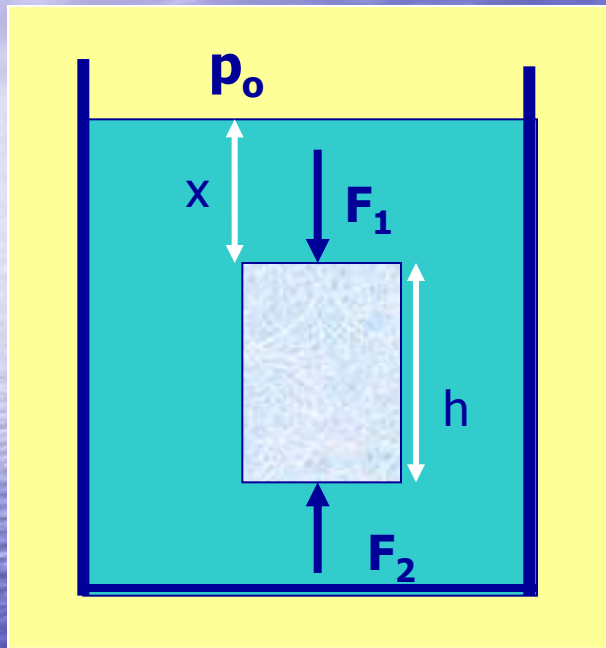
$$p_A = p_o + \delta_1 \cdot g \cdot h_1$$

$$p_A = p_B$$

$$\cancel{p_o} + \delta_2 \cdot \cancel{g} \cdot h_2 = \cancel{p_o} + \delta_1 \cdot \cancel{g} \cdot h_1 \quad \longrightarrow$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\delta_2}{\delta_1}$$

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES



$$F_2 = p_2 \cdot A = [p_0 + \delta_L \cdot g \cdot (x+h)] \cdot A$$

$$F_1 = p_1 \cdot A = (p_0 + \delta_L \cdot g \cdot x) \cdot A$$

$$F_2 - F_1 = p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = \delta_L \cdot g \cdot h \cdot A$$

$$E = \delta_L \cdot g \cdot h \cdot A$$

ρ_L

V_C

$$E = \rho_L \cdot V_C = \text{Peso del líquido desalojado}$$

" Todo cuerpo sumergido en el seno de una masa líquida en reposo, recibe un empuje vertical hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado."

La condición de equilibrio de los cuerpos sumergidos es:

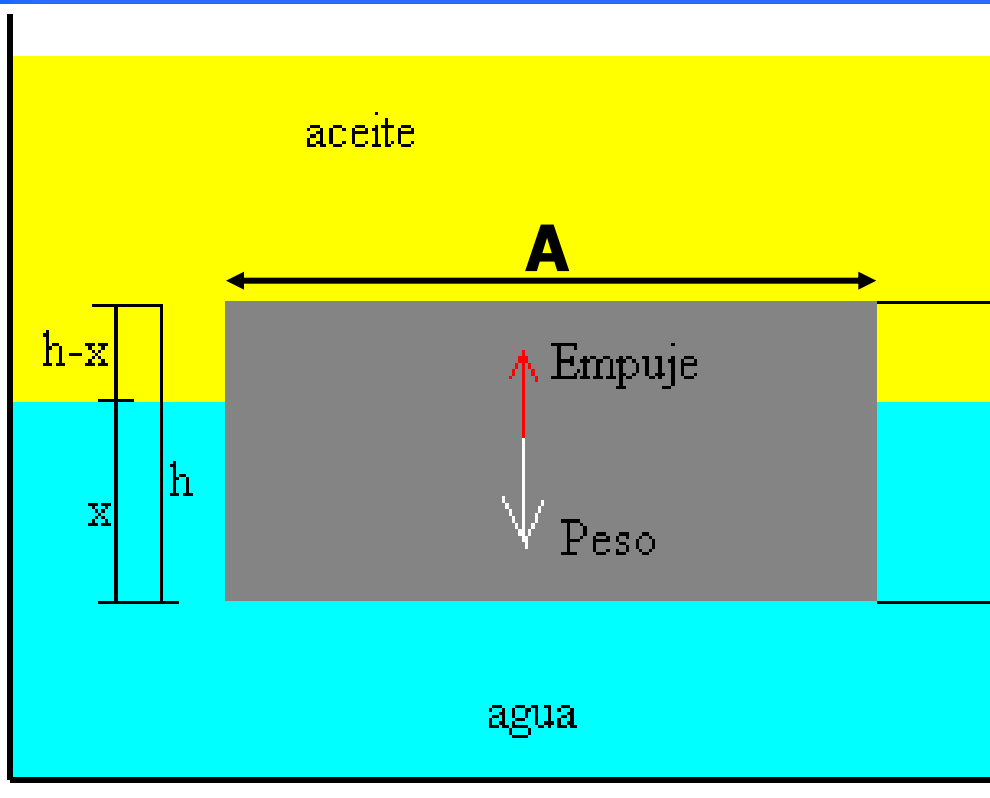
Peso del cuerpo = Empuje

$$\delta_{\text{cuerpo}} \cdot g \cdot V_{\text{cuerpo}} = \delta_{\text{líquido}} \cdot g \cdot V_{\text{sumergido}}$$

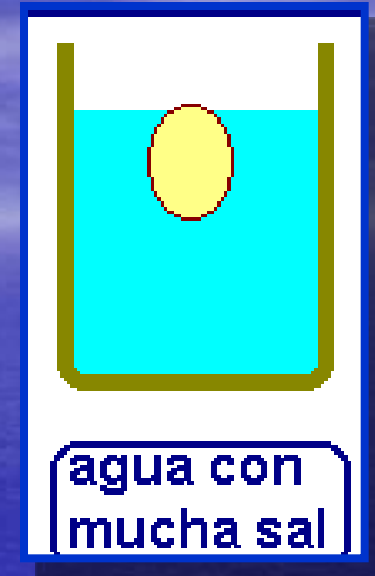
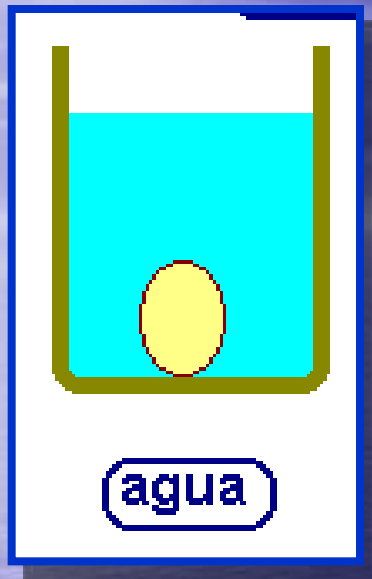
Ejemplo de flotación:

Peso del bloque = $E_{\text{agua}} + E_{\text{aceite}}$

$$\delta_{\text{cuerpo}} \cdot \cancel{g} \cdot \cancel{A} \cdot h = \delta_{\text{agua}} \cdot \cancel{g} \cdot \cancel{A} \cdot x + \delta_{\text{aceite}} \cdot \cancel{g} \cdot \cancel{A} \cdot (h-x)$$

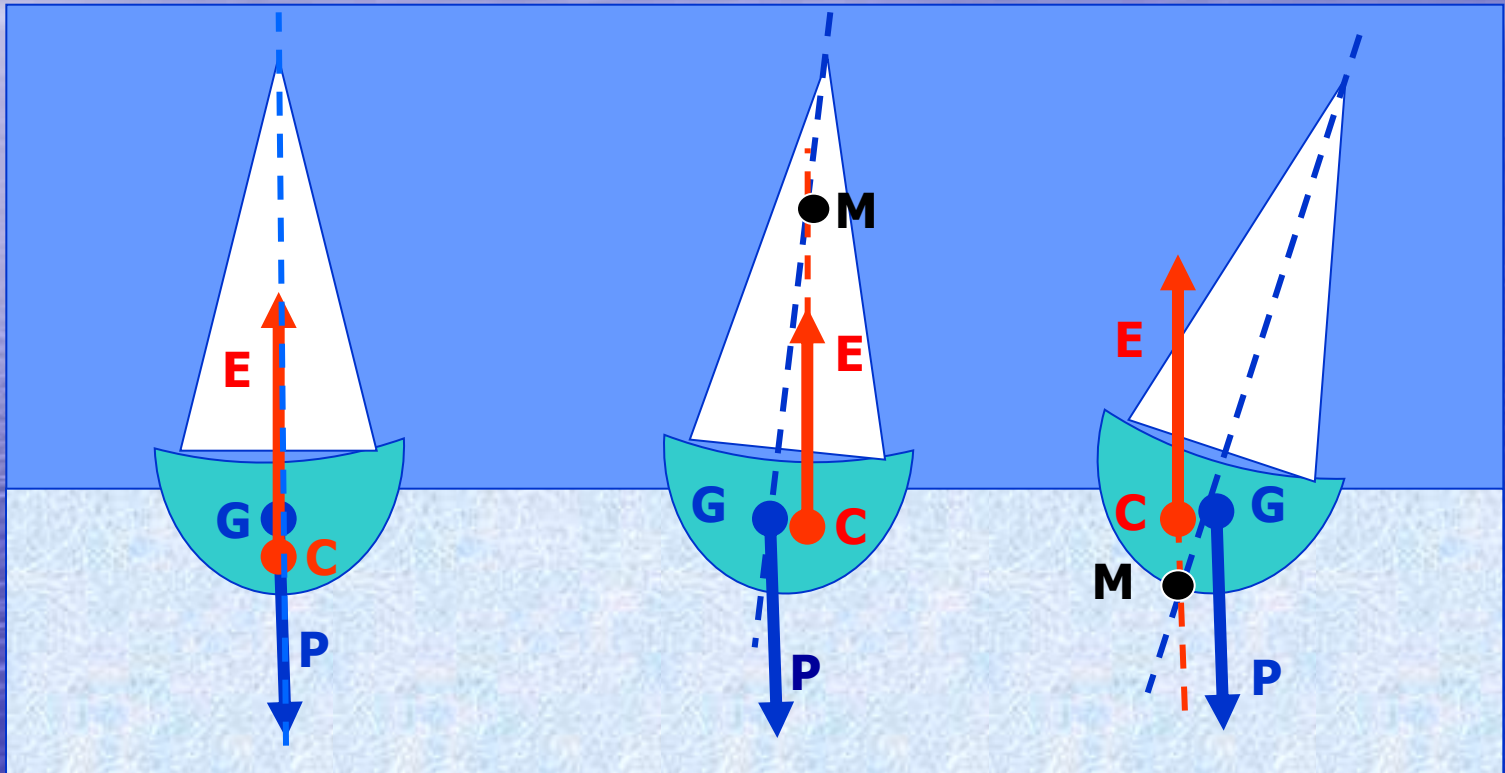


$$x = \frac{\delta_{\text{cuerpo}} - \delta_{\text{aceite}}}{\delta_{\text{agua}} - \delta_{\text{aceite}}} \cdot h$$



$$\delta_{\text{cuerpo}} \cdot g \cdot V_{\text{cuerpo}} = \delta_{\text{líquido}} \cdot g \cdot V_{\text{sumergido}}$$

FLOTACIÓN

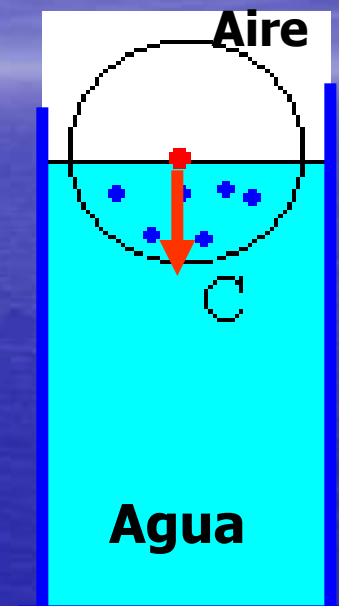
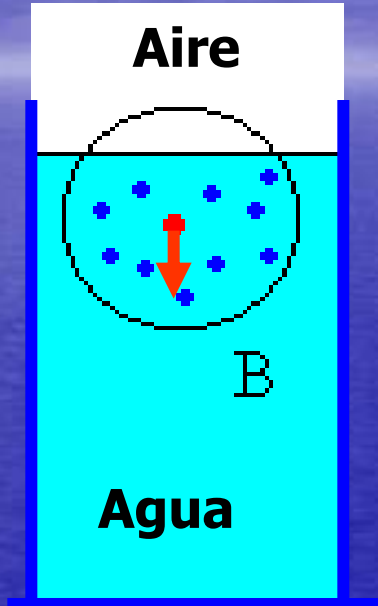
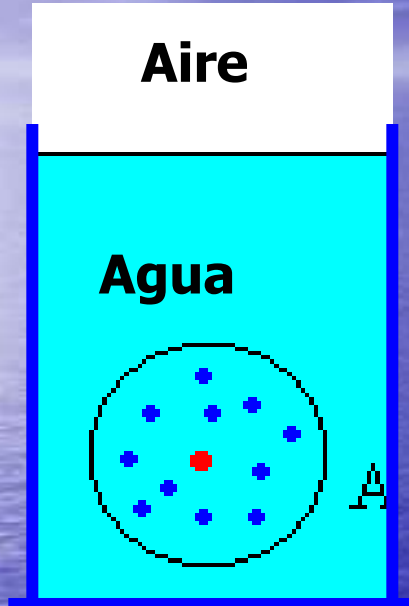


TENSIÓN SUPERFICIAL





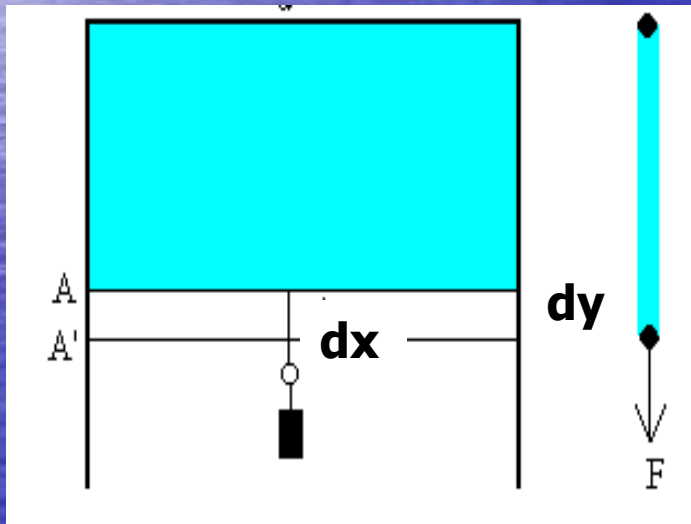
TENSION SUPERFICIAL



$$\gamma = \frac{dT}{dA}$$

$$\gamma = \frac{dT}{dA}$$

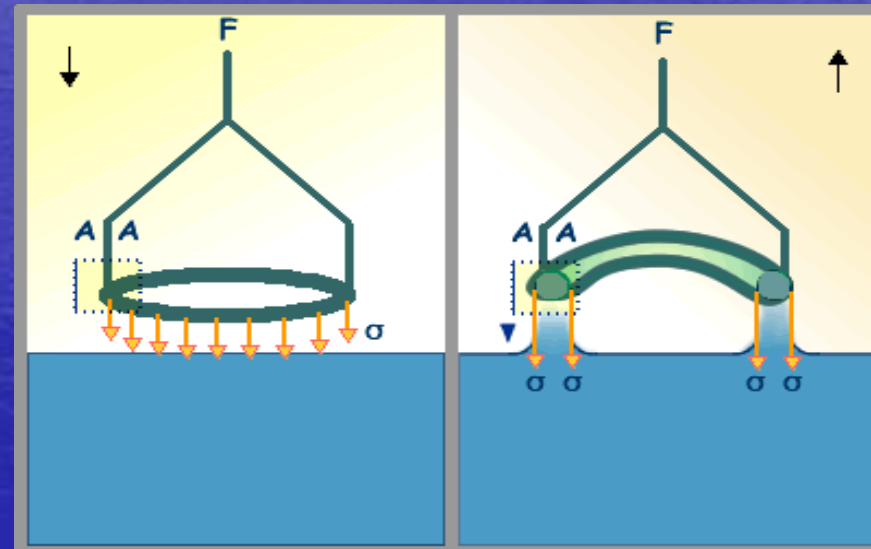
$$\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{dyn} \cdot \cancel{\text{cm}}}{\cancel{\text{cm}^2}} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$



$$F \cdot \cancel{dy} = 2 \gamma dx \cdot \cancel{dy}$$

$$\gamma = \frac{F}{2 \cdot dx}$$

Método del anillo de Du Noüy



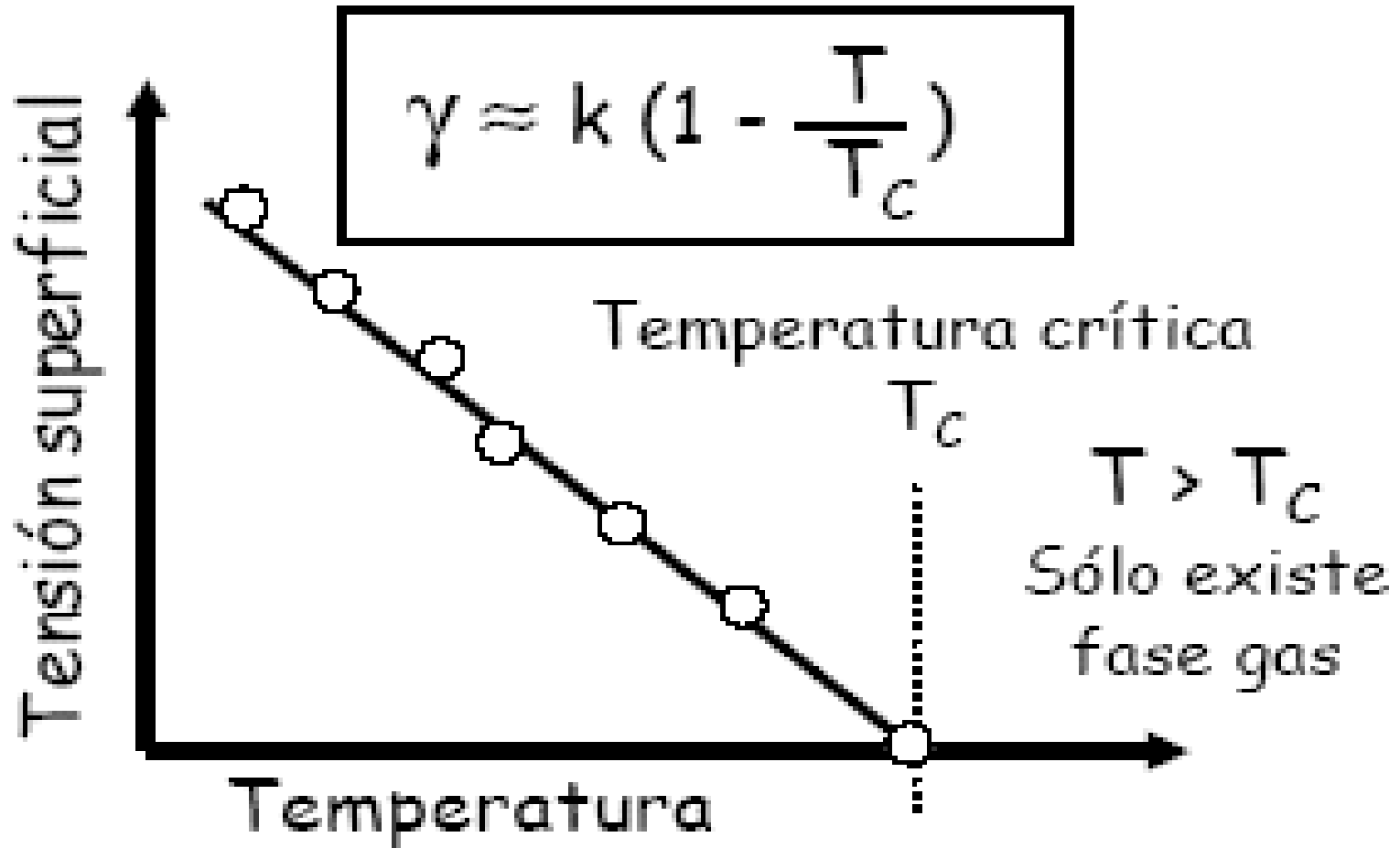
Dependencia de la Tensión superficial

```
graph TD; A[Dependencia de la Tensión superficial] --- B[Temperatura]; A --- C[Naturaleza del líquido];
```

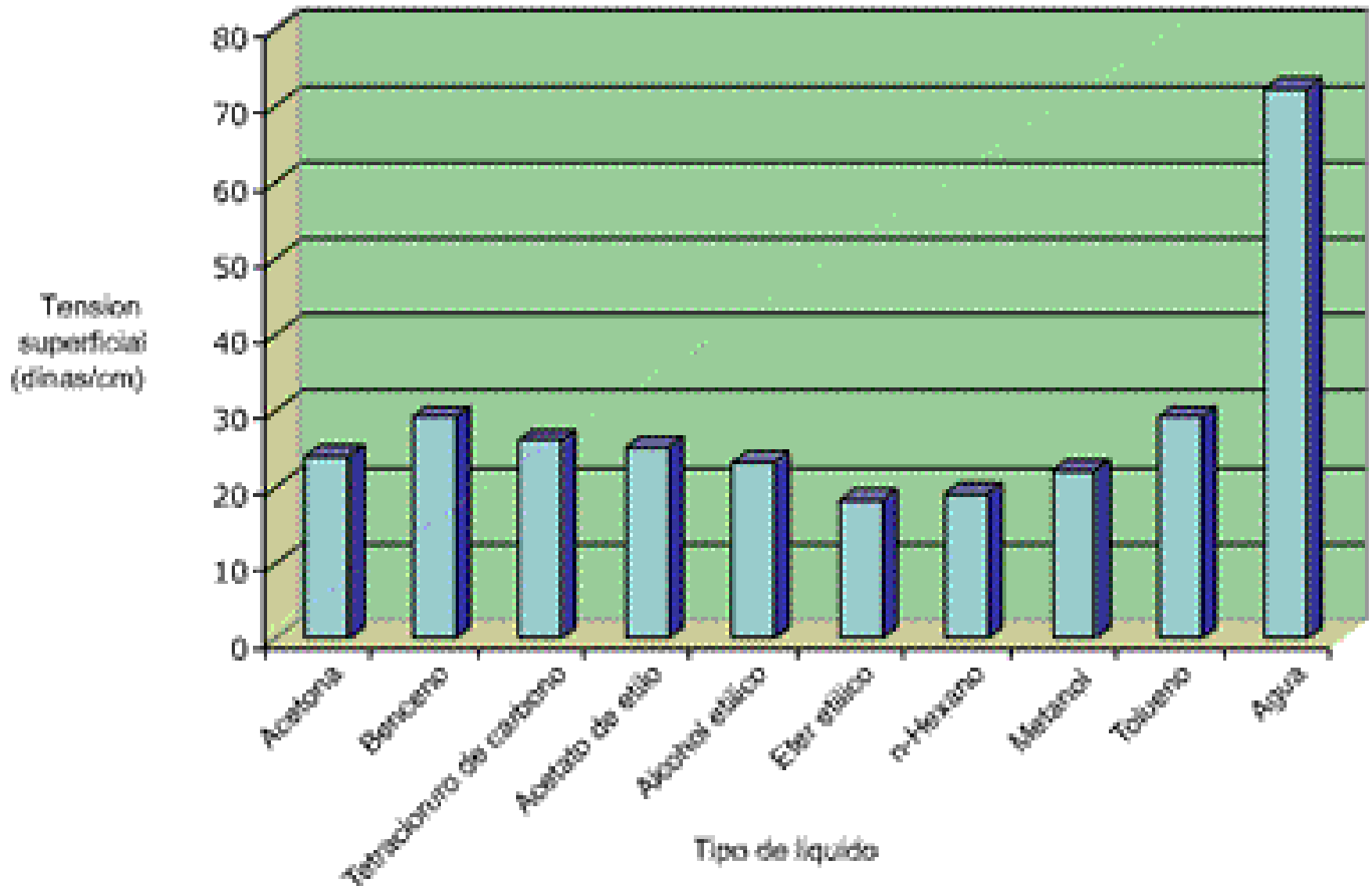
Temperatura

Naturaleza
del
líquido

VARIACIÓN CON LA TEMPERATURA



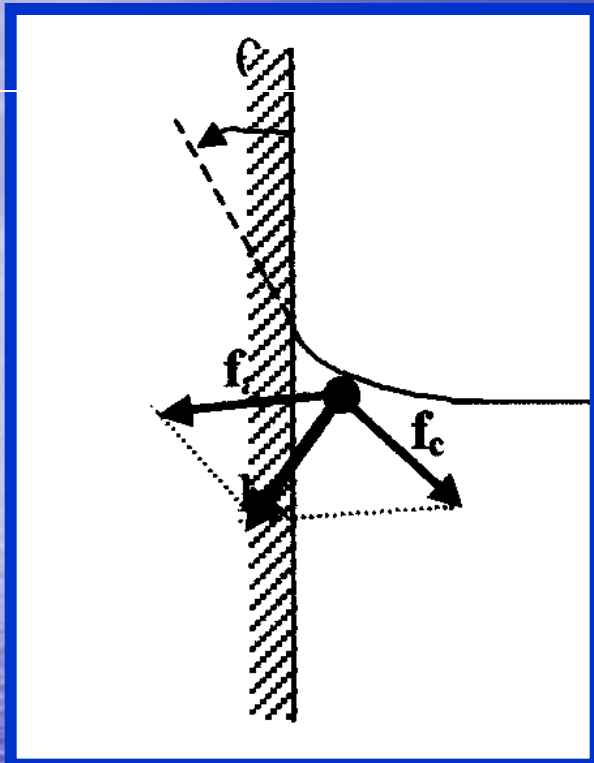
Comparacion de T-S del agua y otros liquidos



Fuerzas en las interfases



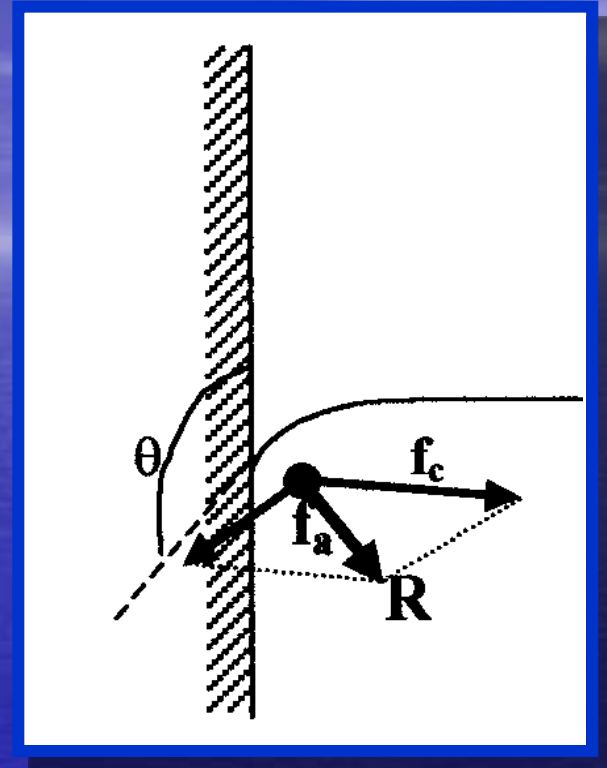
ANGULO DE CONTACTO



$$\theta < \pi/2$$

Superficie cóncava

El líquido moja al sólido

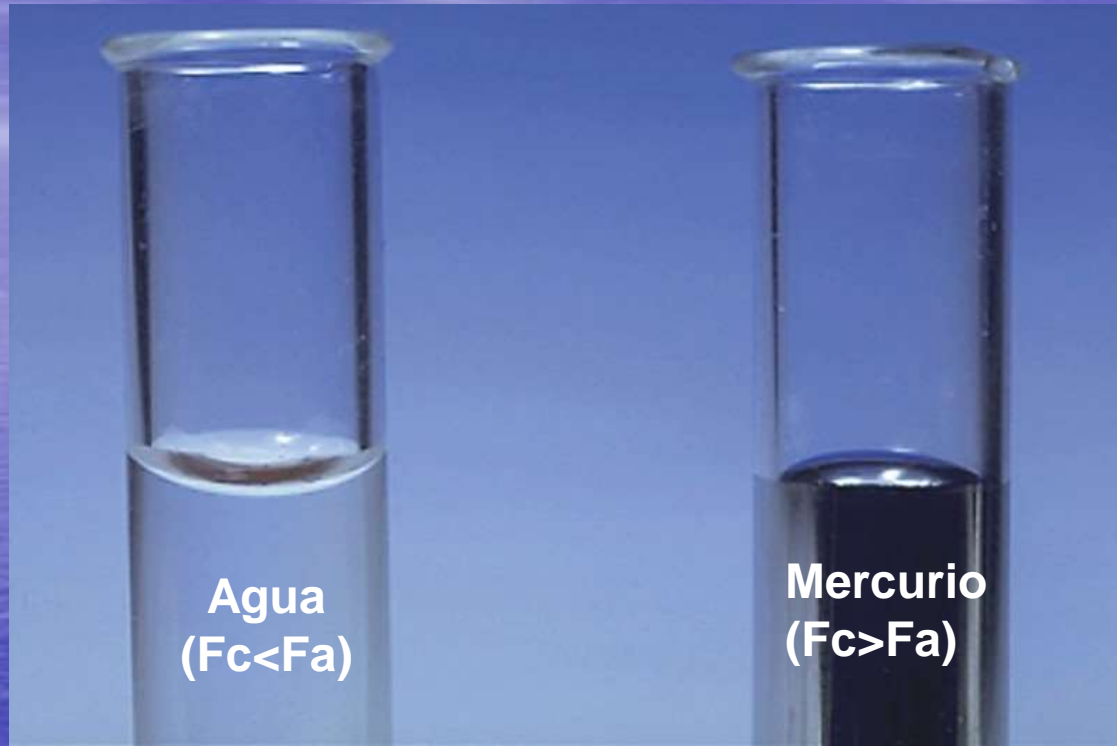


$$\theta > \pi/2$$

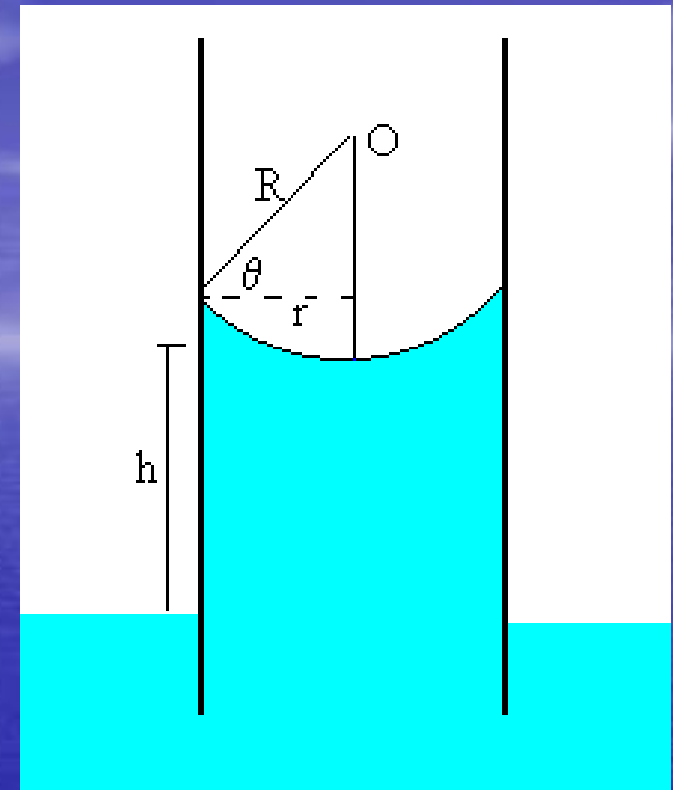
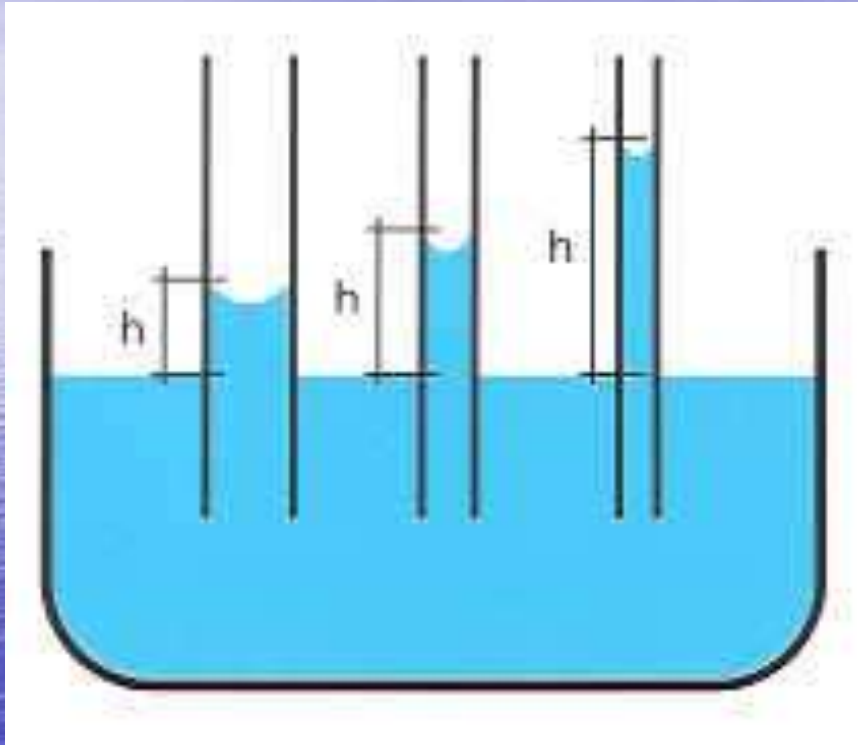
Superficie convexa

**El líquido no moja
al sólido**

Meniscos cóncavo y convexo



Ley de Jurin



$$h = \frac{2\gamma}{r \cdot g \cdot \delta} \cdot \cos\theta$$