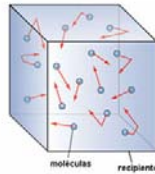


## TEORÍA CINÉTICA DE GASES

Teoría cinética relaciona cantidades observadas macroscópicamente, como la temperatura y la presión, con el comportamiento de las moléculas.

### Modelo de un gas ideal

1. El gas consta de un número grande de moléculas idénticas que se mueven con velocidades distribuidas al azar.



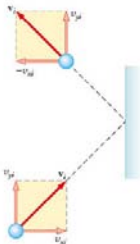
2. Las moléculas carecen de estructura interna  
⇒ energía cinética es puramente de traslación.

454

3. Las moléculas sólo interactúan al chocar elásticamente entre ellas y con las paredes.
4. La distancia promedio entre las moléculas es mucho mayor que sus diámetros.

### INTERPRETACIÓN CINÉTICA DE LA PRESIÓN

Hooke fue uno de los primeros científicos que sugirieron que la presión del gas resulta del bombardeo constante de las moléculas sobre las paredes del recipiente.



$$\Delta p_x = (-m v_{ix}) - m v_{ix}$$

$$\Delta p_x = -2m v_{ix}$$

tiempo que la molécula i  
demora en volver

$$\Delta t_i = \frac{2L}{v_{ix}}$$

455

Entonces, la fuerza promedio que ejerce esta molécula sobre la pared es

$$F_i = \frac{\Delta P_i}{\Delta t_i} = \frac{2m v_{ix}}{2L/v_{ix}} = \frac{m v_{ix}^2}{L}$$

La fuerza total promedio ejercida por todas las moléculas es

$$F = \sum_{i=1}^N F_i = \frac{m}{L} \sum_{i=1}^N v_{ix}^2 = \frac{Nm}{L} \overline{v_x^2}$$

donde  $\overline{v_x^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_{ix}^2$  es el valor

promedio de la componente x de las velocidades de las moléculas.

456

Como las velocidades de las moléculas son al azar

$$\Rightarrow \overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} \equiv \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

donde  $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$  es el módulo de la velocidad

Entonces

$$F = \frac{Nm}{3L} \overline{v^2}$$

La presión ejercida sobre la pared de área  $A = L^2$  está dada por

$$P = \frac{F}{A} = \frac{Nm \overline{v^2}}{3L^3}$$

$$\therefore PV = \frac{1}{3} Nm \overline{v^2}$$

Con  $V = L^3 \equiv$  volumen del recipiente

457

De esta ecuación se tiene además:

$$PV = \frac{2N}{3} \underbrace{\left( \frac{1}{2} m \overline{v^2} \right)}_{\text{energía cinética promedio de una molécula}}$$

Se define la temperatura absoluta a partir de

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} k T$$

donde  $k$  es la constante de Boltzmann

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

Por lo tanto, la presión y la temperatura para un gas ideal están relacionados por la ley de Boyle

$$PV = \frac{2N}{3} \cdot \frac{3}{2} k T$$

$$\boxed{PV = N k T}$$

458

## TENSIÓN SUPERFICIAL

Fuerzas intermoleculares

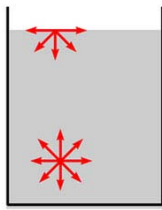
Ej. Fuerza de van der Waals



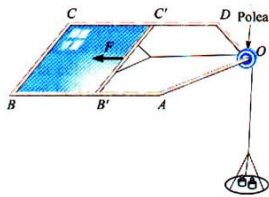
fuerzas de cohesión  $\equiv$  fuerzas de atracción entre las moléculas de un mismo cuerpo

fuerzas de adhesión  $\equiv$  fuerzas de atracción entre moléculas de distintos cuerpos

459



Fuerza ejercida para estirar la película de jabón



$$F = 2\sigma l$$

El factor 2 se debe a que la película de jabón tiene una superficie a cada lado

$$\Rightarrow \sigma = \frac{F}{2l}$$

$\sigma \equiv$  tensión superficial  $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right]$

460

Trabajo realizado por la fuerza F

$$dW = F dx = 2\sigma l dx$$

$$dW = \sigma dA$$

con  $dA = 2l dx \equiv$  variación de la superficie libre

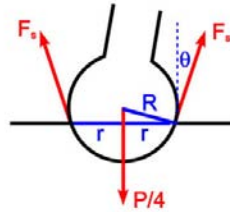
$$\therefore \sigma = \frac{dW}{dA}$$

es decir, la tensión superficial es la energía necesaria para variar la superficie libre del líquido en  $dA$ .

$$[\sigma] = \left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right] = \left[\frac{\text{J}}{\text{m}^2}\right]$$

461

Ejemplo :



$$\frac{P}{4} = F_s \cos \theta = 2\pi r \sigma \cos \theta$$

$$\frac{P}{4} = 2\pi R \sigma \cos^2 \theta$$

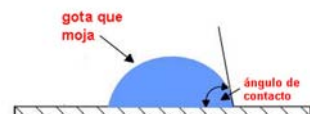
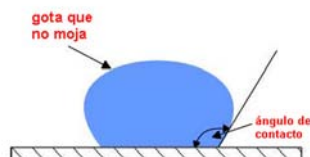
Peso máximo  $\Rightarrow \theta = 0 \Rightarrow P_{\max} = 8\pi\sigma R$

Si:  $R = 0.5 \text{ mm} \Rightarrow P_{\max} = 0.9 \text{ g}$

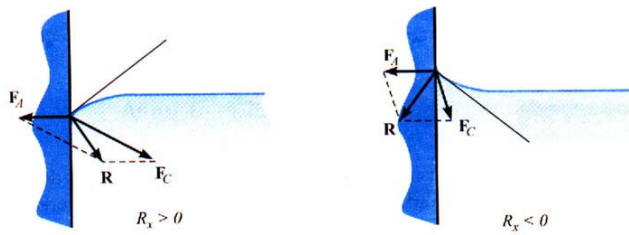
↑  
 $\sigma_{\text{agua}} = 0.07 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

462

### CONTACTO LÍQUIDO - SÓLIDO



463



$$\sum \vec{F} \Rightarrow x) \quad F_C \cos \frac{\theta}{2} - F_A = R_x$$

$$y) \quad -F_C \sin \frac{\theta}{2} = R_y$$

i)  $R_x > 0 \Rightarrow F_C \cos \frac{\theta}{2} > F_A$  i.e.  $F_C > F_A$   
 El líquido no moja el sólido

ii)  $R_x < 0 \Rightarrow F_C \cos \frac{\theta}{2} < F_A$  i.e.  $F_C < F_A$   
 El líquido moja el sólido

464

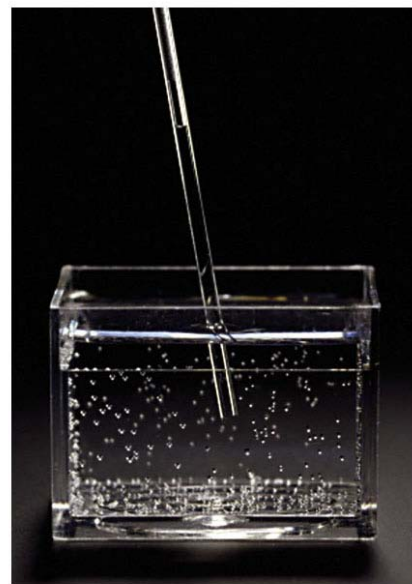
### TUBOS CAPILARES

Para un fluido que moja el material del tubo capilar

fuerza ascensional = peso columna de líquido

$$2\pi r \sigma \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

$$\Rightarrow h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r} \quad (\text{Ley de Jurin})$$



465

Si el líquido no moja el material del tubo,  
se produce un descenso del líquido  
en el interior del mismo.

La altura que desciende está también  
dada por

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g r}$$

