

ANGULO DE CONTACTO.

Una cantidad estrechamente relacionada con γ es el llamado ángulo de contacto θ , y es el ángulo (medido en el líquido) que se forma en la unión de tres fases. El ángulo se formará siempre que se tengan tres fases en contacto.

En efecto, consideremos una placa vertical suspendida y supongamos que esta placa la podemos sumergir a voluntad dentro de un líquido. (fig. 5).

La tensión superficial se manifestará en la formación de un menisco alrededor del perímetro de la placa. El desbalance que ocurre al sumergir la placa se debe al peso del menisco. Como este menisco es mantenido por la tensión superficial, debe haber un balance de fuerzas entre ese peso ω y la fuerza total que empuja

$$\omega = \gamma \cos \theta \times \text{perímetro de la placa}$$

Si consideramos que la placa es un rectángulo de sección l y grueso t , el perímetro es $2(l + t)$ y tendremos la relación :

$$\omega = 2(l + t)\gamma \cos \theta \quad (21)$$

Si consideramos el caso $\theta = 0$, y $t \ll l$, tendremos la relación más simple,

$$\omega = 2l\gamma \quad (22)$$

PREGUNTA : ¿ como determinarías γ en el caso de sólidos ?

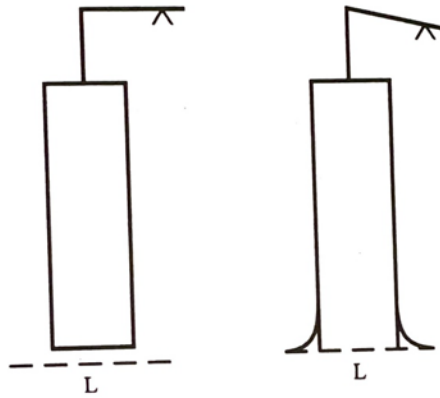
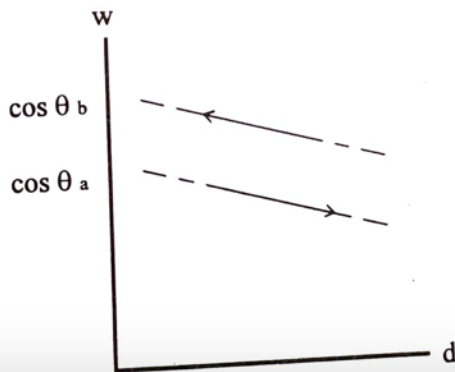


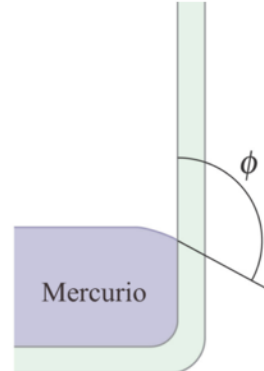
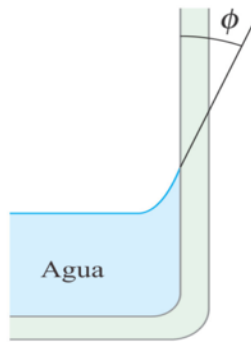
Figura 5



Tensión superficial y Capilaridad

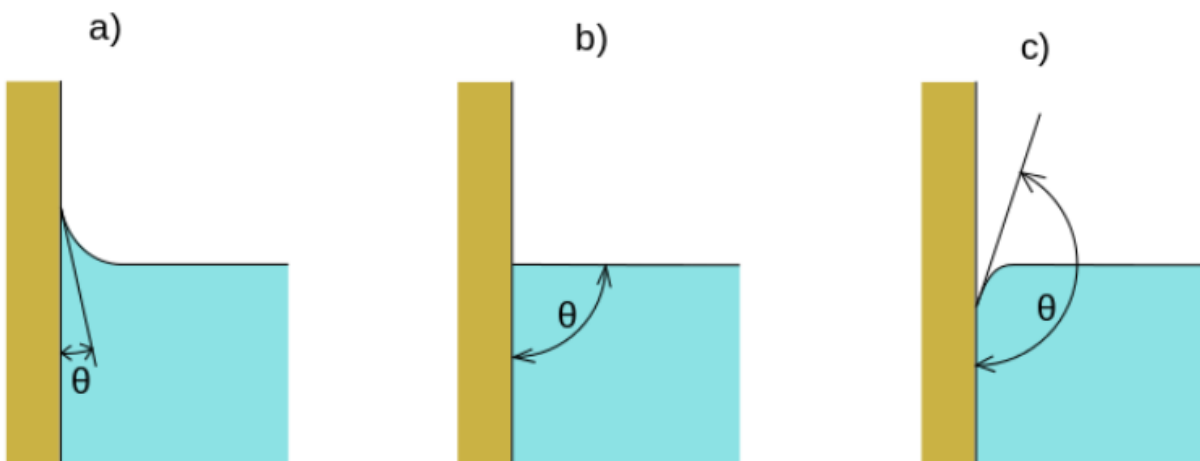
Se llama **ángulo de contacto** (ϕ), al ángulo que forma la tangente a la superficie de un líquido en el punto de contacto con el sólido que lo contiene, con la superficie de éste.

Este ángulo, aparte de depender de la superficie del sólido (rugosidad, limpieza, etc.) y del líquido que se trate, es función de la competencia entre las fuerzas moleculares *líquido-líquido* (**cohesión**) y *líquido-sólido* (**adhesión**).



✓ La fuerza adhesiva es mayor que la cohesiva $\phi < 90^\circ$
(moja la superficie)

✓ Si la fuerza adhesiva es menor que la cohesiva $\phi > 90^\circ$
(no moja la superficie)



Ángulos de contacto respectivamente que tiene el caso del agua, un fluido que no genera menisco y otro fluido que se comporta como el mercurio. 

liquido	solido	angulo de contacto
Hg	teflon	150
	vidrio	120-148
H_2O	parafina	110
	teflon	112
	polietileno	103
	piel humana	90
	grafito	86
	Au	66
	Pt	40
	vidrio	Pequeño
benceno	teflon	46
	parafina	0

Table 2: valores de angulos de contacto (en grados) para diferentes sistemas L-S

A continuación revisamos de manera somera los métodos más comunes que se usan para determinar la tensión superficial. El alumno realizará una revisión más detallada de esos y otros métodos. La mayoría de las técnicas implican observaciones ópticas de la línea de contacto

1. Ascensión capilar. Como puede observarse en la fig. 8, donde se tiene un capilar de radio r , el líquido asciende una altura h y se mide el ángulo θ . La relación que se obtiene al igualar las presiones en la superficie del líquido es,

$$\gamma = \frac{r h g \Delta \rho}{2 \cos \theta} \quad (25a)$$

donde $\Delta \rho$ es la diferencia de densidades entre el líquido y el gas (por ejemplo, aire). Si el ángulo θ es muy pequeño, $\cos \theta \simeq 1$ y la ec. (25a) se reduce a

$$\gamma = \frac{r h g \Delta \rho}{2} \quad (25b)$$

2. Una variación útil del método de ascenso capilar es medir la diferencia de ese ascenso en capilares de diámetro diferente, fig. 9. En este caso tendremos la relación siguiente :

$$\gamma = \frac{r_1 h_1 g \Delta \rho}{2} = \frac{r_2 h_2 g \Delta \rho}{2}$$

por lo que

$$\gamma = \frac{\Delta \rho g r_1 r_2 \Delta h}{2(r_1 - r_2)} \quad (26)$$

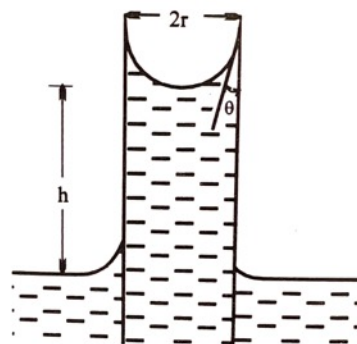


Figura 8

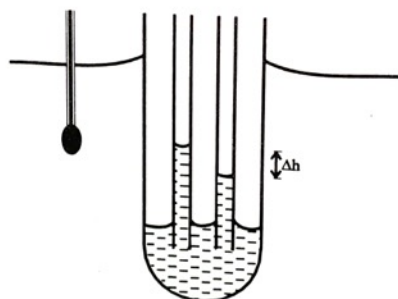


Figura 9

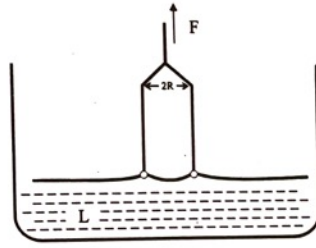


Figura 10

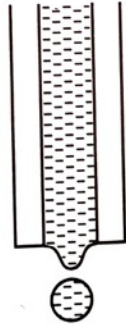


Figura 11

3. Método de la placa de Wilhelmy. En realidad ya lo vimos al introducir el concepto de ángulo de contacto. Hemos visto que es válida la relación siguiente entre el peso ω del menisco, la tensión superficial y las dimensiones de la placa :

$$\omega = 2(itl + t)\gamma \cos \theta \quad (27)$$

4. Método del anillo. Fig. 10. Aquí, la fuerza requerida para desprender un anillo de una superficie se mide suspendiendo el anillo del brazo de una balanza o usando un alambre de torsión. Este es el principio que se usa en el tensiómetro de *DuNoüy*. En este la expresión que relaciona γ con F es :

$$\gamma = \frac{\beta F}{4\pi R} \quad (28)$$

donde

F = fuerza (jalón) en el anillo,

R = radio del anillo,

β = factor de corrección.

El término de corrección se usa debido a que las fuerzas de tensión tienen una dirección no vertical en este arreglo, además que el líquido que está soportado en

5. Método de la gota. Fig. 11

Al desprenderse una gota de un capilar podemos medir su peso o su volúmen, y en este caso tenemos :

$$\gamma = \frac{\phi mg}{2\pi r} = \frac{\phi V \rho g}{2\pi r} \quad (29)$$

donde

m = masa de la gota,

V = volúmen de la gota,

r = densidad del líquido,

f = factor de corrección.

Este método puede dar mejores resultados si se fotografía la gota pendiente y se proyecta su imagen, con lo que se pueden calcular mejor sus dimensiones (por supuesto que debe conocerse el factor de amplificación y considerar si no hay mucha distorsión).

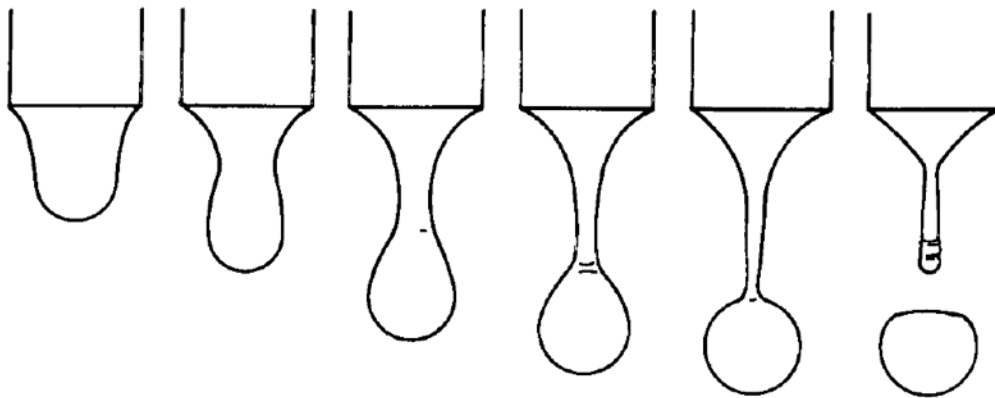


Fig. II-10. High-speed photographs of a falling drop.

is known as *Tate's law*[†] :

$$W = 2\pi r \gamma \quad (\text{II-22})$$

1.2.4 CONDICIONES DE EQUILIBRIO EN LA FRONTERA DE DOS MEDIOS - ECUACION DE YOUNG.

Supongamos que se forma una gota de cierto líquido (2) en la superficie de otro líquido (1) (por ejemplo agua y aceite). ¿ en que condiciones se forma una gota y en cuáles una película delgada ?

Fijémonos en la Fig.(7), tendremos,

$F_{12} = \gamma_{12}dl$, fuerza entre los líquidos 1 y 2,

$F_{13} = \gamma_{13}dl$, fuerza entre el líquido 1 y el vapor,

$F_{23} = \gamma_{23}dl$, fuerza entre el líquido 2 y el vapor.

Por equilibrio de fuerzas, para que el líquido 2 esté en equilibrio es necesario que la suma de las proyecciones de las fuerzas sea nula, de donde obtenemos,

$$\gamma_{13} = \gamma_{23} \cos \theta_1 + \gamma_{12} \cos \theta_2$$

$$\gamma_{23} \sin \theta_1 - \gamma_{23} \sin \theta_2 = 0 \quad (23a)$$

y de éstas dos ecuaciones concluimos,

$$\gamma_{13}^2 = \gamma_2^2 + \gamma_{12}^2 + 2\gamma_{23}\gamma_{12} \cos \theta \quad (23b)$$

donde $\theta = \theta_1 + \theta_2$

Si $\cos \theta = 1$ (i.e. $\theta = 0$) tendremos que el líquido 2 se extiende en una capa delgada sobre la superficie del líquido 1, y en este caso se dice que L_1 está completamente mojado por el líquido 2 (L_2 moja a L_1).

Si consideramos en especial un líquido y un cuerpo sólido, de la ec. (23a) tendremos,

$$\gamma_{23} \cos \theta = \gamma_{13} - \gamma_{12}$$

Esto lo representamos en la Fig.(8). Si reescribimos la fórmula en términos de las fases L, V ó S, tenemos :

$$\gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{SV} - \gamma_{SL}$$

Donde las γ_{ij} se refieren a las tensiones interfaciales entre las diferentes fases. La ec. (24) es la famosa ecuación de Young (1805). Es necesario observar que si la superficie no es lisa, o no es químicamente heterogénea, es necesario poner términos de corrección. En efecto, las características de la superficie pueden causar histéresis en la medición del ángulo de contacto, como ya lo observamos antes.

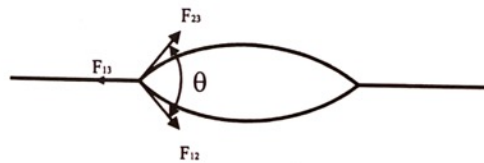


Figura 7a

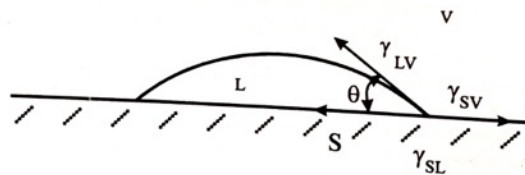


Figura 7b