

## EXPERIENCIA DE LABORATORIO N° 6

### FLUIDOS

#### Experiencia 1: Densidad de Líquidos (picnómetro – tubo en u)

##### A- Objetivo de la Experiencia

Determinación de la densidad de un líquido por el método del picnómetro y tubo en U.

##### B- Fundamentos teóricos

Expuesto con detalle en el capítulo de Mecánica de Fluidos del libro propuesto por la cátedra.

La densidad relativa del líquido ( $x$ ) respecto del agua ( $a$ ) es:

$$\delta_r = \frac{\delta_x}{\delta_a} = \frac{\frac{m_x}{V_x}}{\frac{m_a}{V_a}} \quad \delta_a = 1 \frac{g}{cm^3}$$

y si:

$$V_x = V_a \Rightarrow \frac{\delta_x}{\delta_a} = \frac{m_x}{m_a} \Rightarrow \delta_x = \delta_a \frac{m_x}{m_a} \quad (1)$$

Siendo esta la fórmula utilizada para calcular la densidad en el método del picnómetro.

Por otro lado, para el tubo en U, hay que recordar que la presión en el seno de un líquido está dada por la siguiente expresión:

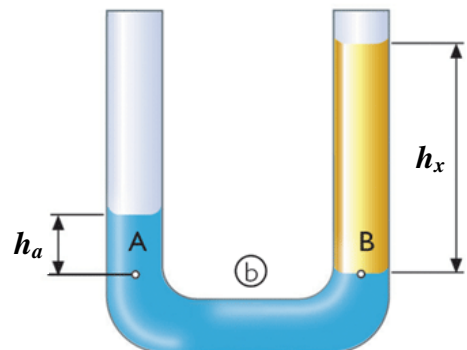
$$P = P_0 + g \delta h$$

Si se tiene un tubo en U, que contenga 2 líquidos no miscibles para dos puntos A y B que se encuentren a la misma altura y dentro del mismo líquido (el punto B se toma en la interfaz que separa ambos fluidos), y dado que la presión que actúa sobre ambos líquidos es la atmosférica, entonces:

$$g \delta_a h_a = g \delta_x h_x \Rightarrow \delta_x = \delta_a \frac{h_a}{h_x} \quad (2)$$

##### C- Material necesario

- Soportes metálicos.
- Picnómetro.
- Balanza.
- Pipeta.
- Vaso de precipitación.
- Alcohol y agua destilada.
- Tubo en U.



##### D- Desarrollo de las experiencias

###### 1- Método del Picnómetro

- Se pesa el picnómetro vacío:  $P_v$ .
- Se llena el picnómetro con agua y se pesa:  $P_a$ .

- Se vacía y llena a continuación con el líquido problema:  $P_x$ .

## 2- Método del Tubo en U

- Verter agua destilada por una de las ramas del tubo y por la otra un volumen equivalente del líquido problema.
- Desde la separación de ambas interfaces determinar la altura de las columnas de líquido:  $h_a$  y  $h_x$ .

## **Experiencia 2: Densidad de sólidos**

### **A- Objetivo de la Experiencia**

Determinación de la densidad de un metal usando la definición y la segunda ley de Newton.

### **B- Fundamentos teóricos**

Expuesto con detalle en el capítulo de Mecánica de Fluidos y de Equilibrio del libro propuesto por la cátedra.

### **C- Material necesario**

- Piezas metálicas.
- Soporte metálico.
- Balanza.
- Probeta graduada.
- Agua destilada.

### **D- Desarrollo de las experiencias**

#### 1- Cálculo de la densidad usando leyes de newton.

- Se tiene un bloque de metal colgado al que le tomamos su masa  $m_x$ .
- Se tiene un recipiente con agua (sistema) al que le tomamos su masa  $m_1$ .
- Dejando el sistema sobre el plato de la balanza, se introduce en el agua la pieza metálica suspendida mediante un hilo, cuidando que no tome contacto con la probeta. Registrar la "nueva masa"  $m_2$ .
- Hacer un diagrama de cuerpo libre para el recipiente con agua en las dos situaciones, sin introducir el metal y otro con el metal en el seno del fluido. Con las ecuaciones obtenidas encontrar la densidad

$$\text{del metal } \delta_x = \delta_a \frac{m_x}{m_2 - m_1} . \quad \delta_a = 1 \frac{g}{cm^3}$$

#### 2- Cálculo de la densidad con la masa y el volumen.

- Se toma la masa de otra pieza metálica:  $m_x$ .
- Se calcula el volumen de la pieza por diferencia de volúmenes en la probeta graduada con  $V_0$  y  $V_1$ .
- Calcular la densidad del metal con la masa y el volumen de la pieza y comparar con el calculado anteriormente.

## **Experiencia 3: Tensión superficial**

### **A- Objetivo de la experiencia**

Determinación de los coeficientes de tensión superficial de líquidos mediante la aplicación del "Método de la gota".

### **B- Material necesario**

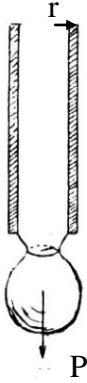
- Soportes metálicos.
- Estalagmómetro de Traube.
- Pipeta.

- Vaso de precipitación.
- Alcohol y agua.

### C- Fundamentos teóricos

Expuesto con detalle en el capítulo de Mecánica de Fluidos del libro propuesto por la cátedra.  
Fundamentos del estalagmómetro de Traube detallado a continuación.

Cuando se va formando una gota en el extremo de un tubo (fig. 1), aparece una sección estrangulada de radio "r" que define una circunferencia horizontal a lo largo de la cual actúa una fuerza distribuida "F", vertical hacia arriba, debida a la tensión superficial "γ", del líquido, y cuyo valor es:



$$F = 2 \pi r \gamma \quad (1)$$

Cuando el peso "P" creciente de la gota que se está formando iguala a la fuerza "F", la gota cae. Siendo "V" el volumen de la gota y "ρ" su peso específico, se cumple que:

$$F = P \Rightarrow 2 \pi r \gamma = V \rho \quad (2)$$

Figura 1

De la ecuación (2) se podría hallar la tensión superficial conociendo el radio de la sección estrangulada y el peso de la gota. Pero este radio, que no es el del tubo, aunque depende de él, no es fácilmente mensurable.

Por ello resulta más práctico repetir la experiencia anterior con un líquido de tensión superficial γ<sub>0</sub> conocida, arribándose a que:

$$F_0 = P_0 \Rightarrow 2 \pi r \gamma_0 = V_0 \rho_0 \quad (3)$$

Como se ha utilizado el mismo tubo, el radio "r" es también el anterior.  
Dividiendo miembro a miembro (2) y (3) se tiene:

$$\frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{V \rho}{V_0 \rho_0} \quad (4)$$

El número "n" gotas que caben en un volumen cualquiera "V" es:

$$n = \frac{V}{v} \quad (5)$$

donde: v= volumen de una gota.

Considerando volúmenes V iguales para ambos líquidos, resultará:

$$\frac{n_0}{n} = \frac{\frac{V}{v_0}}{\frac{V}{v}} = \frac{v}{v_0} \quad (6)$$

Reemplazando la (6) en (4):

$$\frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{n_0 \cdot \rho}{n \cdot \rho_0} \Rightarrow \gamma = \gamma_0 \cdot \frac{n_0 \cdot \rho}{n \cdot \rho_0} \quad (7)$$

Observando la ecuación (7), vemos que la determinación de la tensión superficial, por el método descrito, consiste en contar el número de gotas que se producen cuando escurren volúmenes iguales del líquido problema y del líquido conocido, a través de un mismo tubo

#### D- Desarrollo de la experiencia

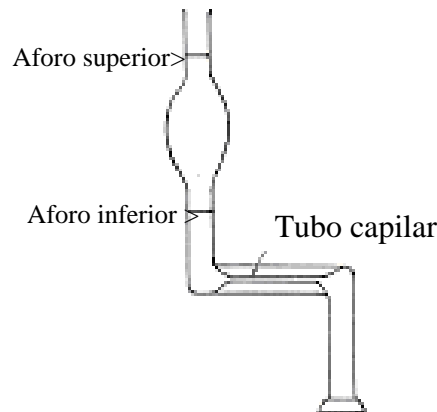


Figura 2

- 1- Llenar el estalagmómetro con el líquido problema (alcohol) y contar el número de gotas que se producen cuando escurre desde el aforo superior hasta el inferior. Repetir la operación anterior teniendo en cuenta que no debe existir diferencia mayor de una gota y que no se trabaja con fracciones de gota. Tomar la temperatura del líquido.
- 2- Vaciando y limpiando el estalagmómetro, se procede como en (1), para un líquido conocido (agua destilada). Tomar la temperatura del líquido.
- 3- Con los datos de temperatura del alcohol y del agua destilada, se procede a buscar en tablas de densidades y en tensión superficial, las correspondientes a los líquidos a dichas temperaturas,
- 4- Aplicando la ecuación (7), calcular la tensión superficial del líquido problema.

#### **Experiencia 4: Viscosidad (viscosímetro de Ostwald)**

##### **A- Objetivo de la experiencia**

Determinación de la viscosidad de líquidos por el método del viscosímetro de Ostwald.

##### **B- Materiales a utilizar**

- Viscosímetro.
- Vaso de precipitado.
- Cronómetro.
- Agua.
- Alcohol.
- Pipeta.

##### **C – Fundamento teórico**

Si por un tubo delgado cilíndrico de radio  $r$  y longitud  $l$  fluye un líquido de viscosidad  $\eta$ , cuando entre los extremos del tubo exista una diferencia de presión  $\Delta p$ , fluirá en un tiempo  $t$  un volumen  $V$  que según la

ecuación de Poiseuille es:

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p t}{8 \eta l} \quad (1)$$

Como todas las magnitudes son medibles, excepto  $\eta$ , podría efectuarse una determinación de viscosidades absolutas.

Ostwald desarrolló un método de medidas relativas, mediante comparación con líquidos de viscosidad conocida (agua, por ejemplo). Por lo tanto, para el mismo tubo anterior e igual volumen " $V$ ", pero de agua, resulta:

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p_0 t_0}{8 \eta_0 l} \quad (2)$$

Igualando:

$$\frac{\pi r^4 \Delta p t}{8 \eta l} = \frac{\pi r^4 \Delta p_0 t_0}{8 \eta_0 l}$$

$$\frac{\Delta p t}{\eta} = \frac{\Delta p_0 t_0}{\eta_0} \Rightarrow \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\Delta p t}{\Delta p_0 t_0}$$

Pero según el teorema general de la hidrostática:

$$\Delta p = \delta g \Delta h$$

Entonces:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\delta g \Delta h t}{\delta_0 g \Delta h t_0} = \frac{\delta t}{\delta_0 t_0}$$

$$\eta = \eta_0 \frac{\delta t}{\delta_0 t_0} \quad (3)$$

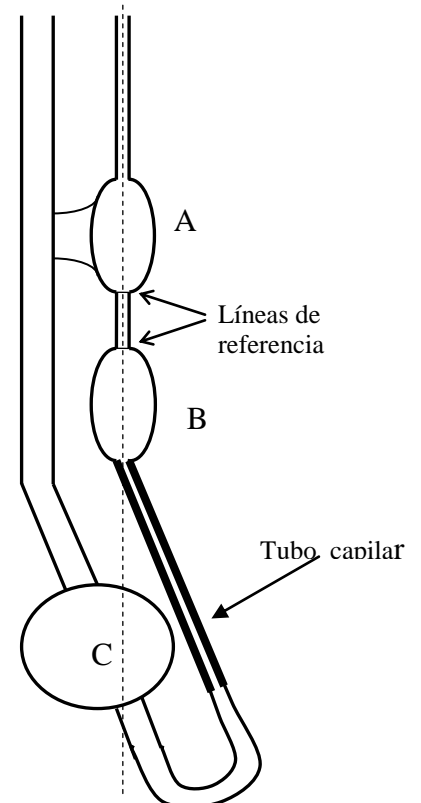
#### D- Desarrollo de la experiencia

El viscosímetro de Ostwald (fig. 3) es un tubo en U, cuyas ramas, de diámetro capilar, posee un ensanchamiento en forma de ampolla con dos marcas "A" y "B", por encima y por debajo.

Para hallar la viscosidad de los líquidos que se comparan, se determina el tiempo que transcurre entre los instantes en que el menisco superior del líquido que llena la ranura capilar se desplaza desde la marca "A" hasta la "B".

Se trabaja en los dos casos con volúmenes iguales de líquidos para obtener idénticas condiciones hidrostáticas.

- 1) Armar el aparato e introducir un volumen medido del líquido problema por la rama ancha del viscosímetro (1).
- 2) Dejar el viscosímetro en el ambiente un tiempo prudencial y controlar la temperatura.
- 3) Aspirar por la rama más fina (2), hasta que el menisco sobrepase en nivel A.
- 4) Dejar escurrir el líquido y tomar el tiempo que el menisco emplea en pasar de A a B.
- 5) Repetir las operaciones 3) y 4) y promediar los valores de  $t$  obtenidos.
- 6) Vaciar y lavar bien el viscosímetro, enjuagar y colocar el mismo volumen  $D$  medido que en 1), pero ahora de agua destilada.



7) Repetir las operaciones 2) a 5).

8) Buscar las densidades en la tabla, con las temperaturas medida y, a continuación, aplicar la fórmula 3.

## **Experiencia 5: Viscosidad (método de Stokes)**

### **A- Objetivo de la experiencia**

Determinación de la viscosidad de líquidos por el método el método de Stokes.

### **B- Materiales a utilizar**

- Tubo.
- Vaso de precipitado.
- Cronómetro.
- Agua.
- Alcohol.
- Pipeta.
- Regla graduada.

### **C- Fundamento teórico**

Si un cuerpo cae en un medio viscoso, después de recorrer una cierta distancia, logra alcanzar una velocidad denominada límite,  $v_L$ , constante, cuyo valor es:

$$v_L = \frac{mg}{b} \quad (4)$$

Donde  $b$  es el coeficiente de retardo viscoso.

y como:  $F = -b v$

y por la ley de Stokes:  $F = 6\eta R v$

resulta:  $b = 6\eta R$

Si una esfera cae en 2 medios de coeficientes  $\eta_1$  y  $\eta_2$  en cada uno alcanza una velocidad  $v_{L1}$  y  $v_{L2}$  respectivamente. Si comparamos ambos valores, será:

$$v_{L1} = \frac{mg}{6\eta_1 R} \quad ; \quad v_{L2} = \frac{mg}{6\eta_2 R}$$
$$\frac{v_{L1}}{v_{L2}} = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

### **C- Desarrollo de la experiencia**

Se llena un tubo vertical suficientemente largo con el líquido problema y se deja caer una pequeña esfera, tomando el tiempo que tarda en pasar entre dos marcas del tubo, siendo la velocidad límite:

$$v_{L1} = \frac{d}{t_1}$$

Luego se repite la experiencia con agua, donde:

$$v_{L2} = \frac{d}{t_2}$$

Por lo que:

$$\frac{v_{L1}}{v_{L2}} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

Entonces:

$$\eta_2 = \frac{t_2}{t_1} \eta_1$$

Datos útiles:

$$\delta_{H_2O} = 1,00 \frac{g}{cm^3} \quad ; \quad \delta_{alcohol} = 0,81 \frac{g}{cm^3}$$

$$\gamma_{H_2O} = 0,073 \frac{N}{m} \quad ; \quad \gamma_{alcohol} = 0,022 \frac{N}{m}$$

$$\eta_{H_2O} = 1,0 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s \quad (pascal - segundo)$$

Todos los valores a 20 °C.