

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 del 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:

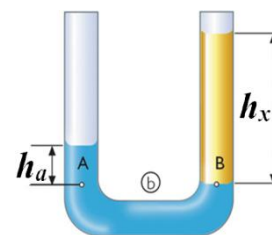
$$\delta_r = \frac{\delta_x}{\delta_a} = \frac{m_x/V_x}{m_a/V_a} \qquad \delta_a = 1 \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{y si: } V_x = V_a \qquad \Rightarrow \qquad \frac{\delta_x}{\delta_a} = \frac{m_x}{m_a} \qquad \Rightarrow \qquad \delta_x = \delta_a \cdot \frac{m_x}{m_a} \qquad (1.1)$$

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: $p = p_0 + g \cdot \delta \cdot h$

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:



$$g \cdot \delta_a \cdot h_a = g \cdot \delta_x \cdot h_x \qquad \Rightarrow \qquad \delta_x = \delta_a \cdot \frac{h_a}{h_x} \qquad (1.2)$$

C- Material necesario

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

D- Desarrollo de las experiencias**1- Método del Picnómetro**

- Se toman las masas de los picnómetros vacíos: m_v .
- Se llena un picnómetro con agua y se toma la masa: $m_a + m_v$.
- Se llena el otro picnómetro con el líquido problema y se toma la masa: $m_x + m_v$.

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 segunda ley de Newton y usando la definición.

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.
- Recipiente con agua destilada.
- Balanza.
- Probeta graduada.

D- Desarrollo de las experiencias

1- Cálculo de la densidad usando leyes de Newton y principio de Arquímedes.

Nuestro elemento de estudio es el “recipiente con agua” que llamaremos “sistema” de peso w ; el bloque de metal colgado, al que le tomamos su masa m_x , es una pieza adicional

- Colocamos el sistema sobre el plato de la balanza y la equilibramos, para tener en este caso $N1 = w$; siendo $N1 = g \cdot m_1$ (siendo $N1$ la fuerza normal que ejerce la balanza sobre el sistema)
- Dejando el sistema sobre el plato de la balanza, se introduce en el seno del agua la pieza metálica suspendida mediante un hilo, cuidando que no tome contacto con la probeta. Equilibrar nuevamente la balanza, para tener en este caso $N2 = w + E$; siendo $N2 = g \cdot m_2$ (siendo $N2$ la fuerza normal que ejerce la balanza sobre el sistema y E la fuerza de empuje hacia abajo que recibe el sistema)
- Con las ecuaciones obtenidas y despejando, tenemos:
$$\delta_x = \delta_a \frac{m_x}{m_2 - m_1} \quad \delta_a = 1 \frac{g}{cm^3}$$

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

- 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.

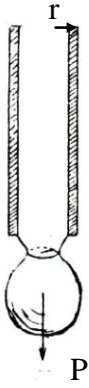


Figura 1

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:

$$F = 2\pi r \gamma \quad (3.1)$$

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:

$$F = P \Rightarrow 2\pi r \gamma = V \rho \quad (3.2)$$

De la ecuación (3.2) 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_0 conocida, arribándose a que:

$$F_a = P_a \Rightarrow 2\pi r \gamma_a = V_a \rho_a \quad (3.3)$$

Como se ha utilizado el mismo tubo, el radio "r" es también el anterior. Dividiendo miembro a miembro (3.2) y (3.3) se tiene:

$$\frac{\gamma}{\gamma_a} = \frac{V \delta}{V_a \delta_a} \quad (3.4)$$

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

$$n = \frac{V}{v} \quad (3.5)$$

donde: v= volumen de una gota.

Considerando volúmenes V iguales para ambos líquidos, resultará:

$$\frac{n_a}{n} = \frac{\frac{V}{v_a}}{\frac{V}{v}} = \frac{v}{v_a} \quad (3.6)$$

Reemplazando la (3.6) en (3.4):

$$\frac{\gamma}{\gamma_a} = \frac{n_a \cdot \delta}{n \cdot \delta_a} \Rightarrow \gamma = \gamma_a \cdot \frac{n_a \cdot \delta}{n \cdot \delta_a} \quad (3.7)$$

Observando la ecuación (3.7), 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

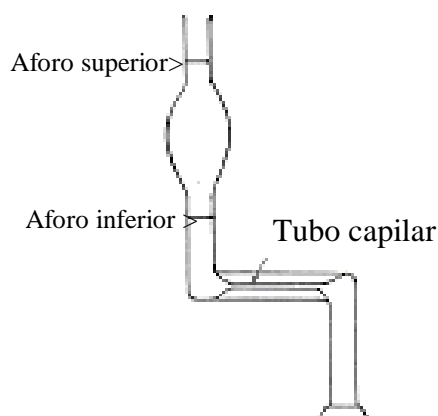


Figura 2

- 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- Vacío 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 (3.7), 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 η , cuando entre los extremos del tubo exista una diferencia de presión Δp , fluirá en un tiempo t un volumen V que según la ecuación de Poiseuille es:

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p t}{8 \eta l} \quad (4.1)$$

Como todas las magnitudes son medibles, excepto η , 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:

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p_a t_a}{8 \eta_a l} \quad (4.2)$$

Igualando:

$$\frac{\pi r^4 \Delta p t}{8 \eta l} = \frac{\pi r^4 \Delta p_a t_a}{8 \eta_a l}$$

$$\frac{\Delta p t}{\eta} = \frac{\Delta p_a t_a}{\eta_a} \Rightarrow \frac{\eta}{\eta_a} = \frac{\Delta p t}{\Delta p_a t_a}$$

Pero según el teorema general de la hidrostática:

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

Entonces:

$$\frac{\eta}{\eta_a} = \frac{\delta g \Delta h t}{\delta_a g \Delta h t_a} = \frac{\delta t}{\delta_a t_a}$$

$$\eta = \eta_a \frac{\delta t}{\delta_a t_a} \quad (4.3)$$

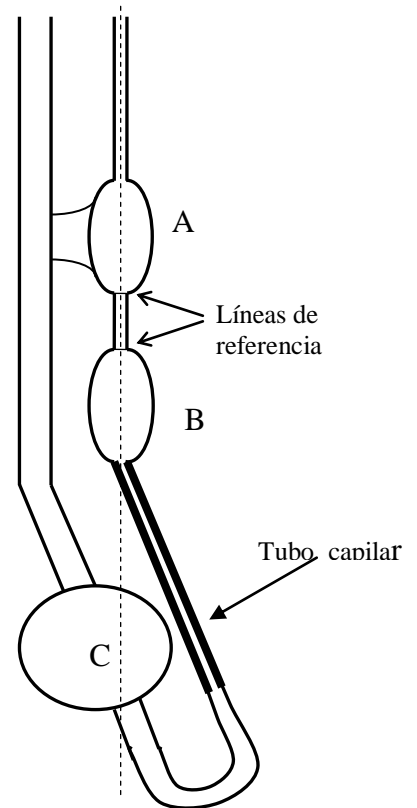
D- Desarrollo de la experiencia

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

- Tubos.
- Cronómetro.
- Agua.
- Alcohol.

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:

$$v_L = \frac{mg}{b} \quad (5.1)$$

Donde b es el coeficiente de retardo viscoso.

y como: $F = -b v$

y por la ley de Stokes: $F = (6\eta R)v \Rightarrow b = 6\eta R$

Si una misma esfera cae en 2 medios de coeficientes η_a y η_x en cada uno alcanza una velocidad v_{La} y v_{Lx} respectivamente. Si comparamos ambos valores, será:

$$v_{La} = \frac{mg}{6\eta_a R} \quad ; \quad v_{Lx} = \frac{mg}{6\eta_x R} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_{La}}{v_{Lx}} = \frac{\eta_x}{\eta_a}$$

C- Desarrollo de la experiencia

Se llenan los tubos con los líquidos y se deja caer una pequeña esfera en cada uno, tomando el tiempo que tarda en pasar entre dos marcas del tubo para una misma distancia d , serán la velocidad límite:

$$v_{La} = \frac{d}{t_a} \quad y \quad v_{Lx} = \frac{d}{t_x}$$

Por lo que:
$$\frac{v_{La}}{v_{Lx}} = \frac{t_x}{t_a} = \frac{\eta_x}{\eta_a}$$

Entonces:
$$\eta_x = \frac{t_x}{t_a} \eta_a \quad (5.2)$$

Datos útiles:

$$\delta_a = 1,00 \frac{g}{cm^3} \quad ; \quad \delta_x = 0,81 \frac{g}{cm^3}$$

$$\gamma_a = 0,073 \frac{N}{m} \quad ; \quad \eta_a = 1,0 \cdot 10^{-3} Pa s \quad (pascal - segundo)$$

Nota: $\gamma_{alcohol} = 0,022 \frac{N}{m}$ $\eta_{alcohol} = 1,2 \cdot 10^{-3} Pa s$ Todos los valores a 20 °C.