

LABORATORIO N° 8: FLUIDOS

Experiencia 1: Cálculo de la densidad (ρ)

Objetivos:

- a) Determinar la densidad de un líquido (alcohol) y la densidad de otro líquido (agua). Usando la definición.
- b) Determinar la densidad de un líquido (alcohol) conociendo la de otro líquido, empleando “Tubo en U”.

Repaso de conceptos

a) $\rho = m / \text{Vol} \quad (1)$

b) Si se trata de vasos comunicantes con dos líquidos de distinta densidad y no miscibles entre sí (es decir que no se pueden mezclar); considerando la Figura 1 (b), tenemos que las presiones en los puntos A y B son respectivamente:

$p_A = p_{\text{atm}} + \rho g h$

$p_B = p_{\text{atm}} + \rho' g h'$

como $p_A = p_B$, entonces:

$\rho h = \rho' h'$, finalmente tenemos: $\rho' = \rho \cdot \frac{h}{h'} \quad (2)$

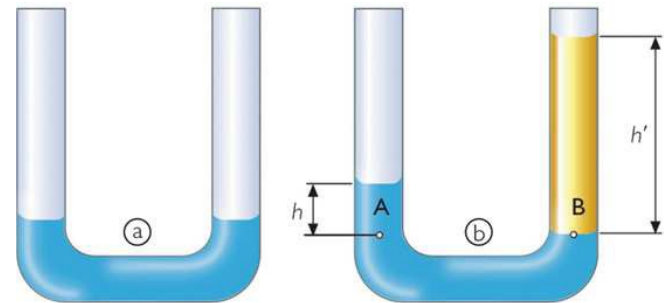


Figura 1: Tubo en U conteniendo (a) agua y (b) agua y alcohol.

Procedimiento:

a) Mida la densidad del agua y del alcohol con la ecuación (1). Tome una cantidad de cada uno de los fluidos en un vaso de precipitado, mida su masa y volumen y calcule su densidad. Calcule el error de cada medida haciendo propagación del error.

$\Delta\rho_{\text{alcohol}} =$

$\Delta\rho_{\text{alcohol}} =$

$\rho_{\text{agua}} = (\quad \pm \quad) \text{ g.cm}^{-3}$

$\rho_{\text{alcohol}} = (\quad \pm \quad) \text{ g.cm}^{-3}$

b) i) Coloque agua en el tubo en U (Figura 1); usando la pipeta tome el alcohol coloreado y colóquelo suavemente en el tubo en U, de manera que escurra por las paredes exclusivamente.

ii) ¿Qué observa con respecto a las alturas de las columnas de alcohol y agua respecto a la interfase? ¿Por qué sucede esto?

iii) Mida usando el calibre las $h_{\text{alcohol}} = \text{-----}$ y $h_{\text{agua}} = \text{-----}$, y determine los errores de dichas mediciones $\Delta h_{\text{alcohol}} = \text{-----}$ y $\Delta h_{\text{agua}} = \text{-----}$

iv) la densidad del alcohol se calcula con: $\rho_{\text{alcohol}} = \rho_{\text{agua}} \cdot \frac{h_{\text{agua}}}{h_{\text{alcohol}}}$

si $\rho_{\text{agua}} = (1,00 \pm 0,01) \text{ gr.cm}^{-3}$, determine el valor de $\rho_{\text{alcohol}} = (\quad \pm \quad) \text{ g.cm}^{-3}$

Para determinar $\Delta\rho_{\text{alcohol}}$ debe propagar los errores de las mediciones de las alturas y del ρ_{agua} mediante la expresión teórica utilizadas en anteriores prácticas de laboratorio. Escriba el procedimiento para hacer dicha propagación del error.

$$\Delta\rho_{\text{alcohol}} =$$

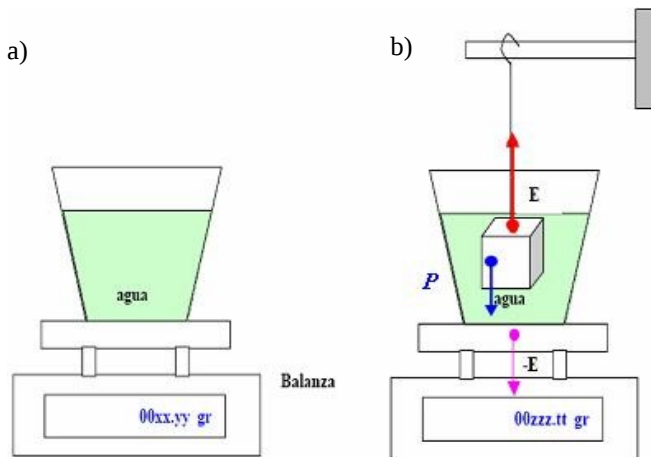
- Compare los valores de la densidad del alcohol encontrados y diga si ambas medidas son relativamente próximas.

¿Cuál de las dos mediciones fue más precisa? Justifique.

Experiencia 2: Cálculo del empuje E

Objetivo: Determinar el valor de la fuerza de empuje E (o fuerza de flotación) que sufre un objeto sumergido en agua.

Método 1: Leyes de Newton



Procedimiento:

- Haga diagramas de cuerpo libre para el sistema recipiente-agua para los casos ilustrados en la figura 2.a. (situación 1) y en la figura 2.b. (situación 2). Llame N_1 y N_2 a la fuerza Normal que actúa sobre el sistema en la situación 1 y 2 respectivamente.

DCL (1)

DCL (2)

Figura 2 (a) Lectura de la masa del recipiente con agua. (b) Lectura una vez sumergido el el objeto en el agua sin que apoye en el fondo.

- Coloque agua en una probeta graduada y determine la masa, es decir la masa del sistema recipiente-agua (Figura 2a).

$$m_{\text{agua+probeta}} = m_1 = \text{..... g} \quad \Delta m_1 = \text{..... g}$$

- Escriba la 2^{da} ley de Newton para el sistema y obtenga el valor de N_1 ($g = (9,79 \pm 0,01) \text{ m.s}^{-2}$)
- Tome el objeto al que se le calculará el empuje E , átelo de un hilo e intrudúzcalo en el agua del recipiente hasta que quede totalmente sumergido y mientras lo sostiene del hilo (como se indica en la Figura 2b) y registre lo que mide la balanza:

$$m'_{\text{agua+probeta}} = m_2 = \text{..... g} \quad \Delta m_2 = \text{..... g}$$

- Escriba la segunda ley de Newton para el sistema, luego obtenga:

$$N_2 = \text{..... N} \quad \text{y} \quad \Delta N_2 = \text{..... N}$$

Con los valores de N_1 y N_2 encuentre y escriba a continuación una expresión para E



- Calcule E y haga la propagación del error para E:

$$|E_{Medido}| = \dots \pm \dots$$

Método 2: Principio de Arquímedes:

Según el Principio de Arquímedes: $E_{Teórico} = P_{(fluido\ desplazado)} = \rho_{fluido} V_{desplazado} g$

donde $V_{desplazado}$ es el volumen desplazado por el objeto (que puede ser total o parcial) y es igual al incremento de volumen del fluido cuando se introduce el objeto. En nuestra experiencia será: $V_{desplazado} = V_{objeto}$

- Mida el $V_{desplazado}$ en la probeta: $V_{desplazado} = \dots \text{ cm}^3$ ($\Delta V_{objeto} = \dots \text{ cm}^3$)
- Considere $\rho_{agua} = (1,0 \pm 0,1) \text{ g.cm}^{-3}$ para obtener:

$$E_{Teórico} = \dots \text{ N}$$

$$\Delta E_{Teórico} =$$

- Compare ambos valores de E, ¿Son próximos ambos resultados?

$$E_{Teórico} = E_{Medido} \quad ?$$

$$(\dots \pm \dots) \text{ N} = (\dots \pm \dots) \text{ N}$$

Experiencia 3: cálculo de coeficiente de tensión superficial γ (gamma)

Objetivo: Determinar el coeficiente de tensión superficial $\gamma_{alcohol}$ en función de la del agua, empleando el estalagmómetro de Traube.

Revisión de conceptos

De la definición de coeficiente de tensión superficial: $\gamma = \frac{F}{L}$

La fuerza de tensión superficial será: $F = \gamma L$ Donde L es el perímetro del área de contacto



Método: Estalagmómetro de Traube

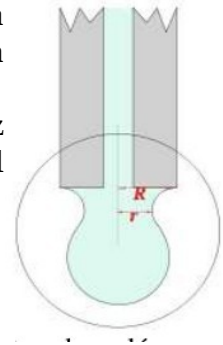
Cuando se va formando una gota en el extremo inferior del tubo, aparece una sección circular estrangulada en cuyo perímetro actúa la fuerza de tensión superficial vertical hacia arriba.

Cuando el tamaño de una gota aumenta, aumenta su peso también, cae una vez que se igualan la fuerza de tensión superficial F y el peso w . Entonces, en el preciso instante anterior a desprenderse la gota, tendremos:

$$\gamma L = F = P = \rho V g \quad \rho : \text{densidad del fluido}$$

$$V: \text{volumen de una gota}$$

O sea: $\gamma L = \rho V g \quad (1)$



En este laboratorio vamos a tomar el mismo estalagmómetro y considerar el escurrimiento del mismo volumen V_T para dos fluidos; tomando como referencia al agua, con lo cual en la ecuación (1) nos quedará para el agua:

$$\gamma_0 L = \rho_0 V_0 g \quad (2)$$

Por otro lado, para el mismo volumen V_T de fluido, se tendrá que habrán n -gotas de volúmenes individuales V ; entonces tendremos: $V_T = n V = n_0 V_0 \quad (3)$

Dividiendo (1) por (2) y el hecho de que el número de gotas es inversamente proporcional al volumen individual (3), tendremos:

$$\frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{V}{V_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{n_0}{n} \quad \text{Nos queda: } \gamma = \gamma_0 \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \frac{n_0}{n} \quad (4)$$

Procedimiento:

Llene los estalagmómetros con los líquidos a utilizar, contar el número de gotas que escurren desde el aforo superior hasta el aforo inferior, en cada uno de los estalagmómetro.

Aplique la ecuación (4): $\gamma = \gamma_{\text{agua}} \frac{\rho}{\rho_{\text{agua}}} \cdot \frac{n_{\text{agua}}}{n}$ con $\gamma_{\text{agua}} = 0,073 \text{ N/m}$ a 20°C

Experiencia 4: cálculo de coeficiente de viscosidad η (eta)

Objetivos:

- a) Determinar coeficiente de viscosidad de un líquido (alcohol) y el coeficiente de viscosidad de otro líquido (agua). Usando método de Stokes.
- b) Determinar el coeficiente de viscosidad de un líquido (alcohol) conociendo el de otro líquido (agua), empleando “viscosímetro de Ostwald”.

Revisión de conceptos

a) La fuerza de arrastre, para bajas velocidades, es: $\vec{F} = -b \vec{v}$
b: depende del objeto y del fluido en donde está sumergido el objeto

En este caso consideraremos un pequeño objeto esférico de plastilina de radio r y densidad ρ_{esf} = (calcule) moviéndose en un fluido de viscosidad η y densidad ρ , que según Stokes, tendremos: $b = 6 \pi \eta r$

Cuando se logre la velocidad terminal v_t será: $P - E - F = 0$, de aquí

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{v_t} (\rho_{esf} - \rho) \quad (5)$$

b) De la ecuación de Poiseuille:
$$\frac{\Delta p}{Q} = R = \frac{8\pi L}{A^2} \quad (6)$$

En este laboratorio usaremos un mismo viscosímetro de Ostwald y considerar el escurrimiento del mismo volumen V_T para dos fluidos; tomando como referencia al agua, con lo cual en la ecuación (6) nos quedará:

$$\frac{\Delta p}{Q} = \Delta p \cdot \frac{1}{Q} = \rho g \Delta h \cdot \frac{\Delta t}{V_T} \quad \text{y} \quad \frac{8\pi L}{A^2} = \frac{8L}{\pi r^4}, \text{ entonces}$$

$$\rho g \Delta h \cdot \frac{\Delta t}{V_T} = \frac{8L}{\pi r^4}$$

Como usaremos el mismo viscosímetro, tendremos Δh , V_T , L y r constantes:

$$\rho \Delta t \cdot \left(\frac{g \Delta h \pi r^4}{8L V_T} \right) = \eta \quad (7)$$

Tomando como referencia al agua, en la ecuación (7) nos quedará:

$$\rho_0 \Delta t_0 \cdot \left(\frac{g \Delta h \pi r^4}{8L V_T} \right) = \eta_0 \quad (8)$$

Dividiendo (7) por (8), y considerando el tiempo inicial $t_i = 0$, tendremos:

$$\frac{\rho t}{\rho_0 t_0} = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (9)$$

Nos queda:
$$\eta = \eta_0 \frac{\rho t}{\rho_0 t_0} \quad (10)$$

Procedimiento:

a) Utilizando tubos largos con sendos fluidos, aplicar $\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 g}{v_t} (\rho_{esf} - \rho)$ calculando v_t midiendo espacios recorridos y tiempo empleando en recorrerlos. Mida los radios r .

b) i) introducir líquido por la rama ancha del viscosímetro de Ostwald y aspirar con la perita

por la rama angosta hasta sobre pasar la marca (alcohol por un lado y agua por otro lado)

ii) dejar escurrir el líquido y tomar el tiempo que un volumen fijo demora en escurrir.

iii) aplicar la ecuación (10): $\eta = \eta_{agua} \frac{\rho \cdot t}{\rho_{agua} t_{agua}}$ para el cálculo del coeficiente de

viscosidad del alcohol, usando el valor $\eta_{agua} = 0,001 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

