

RESUMEN.

El experimento realizado fue el determinar la viscosidad del agua y de la acetona, este experimento se realizó en el laboratorio de la UPIICSA, bajo las condiciones normales de presión y temperatura de la ciudad de México, Cabe señalar que solo hubo una limitante para realizar el experimento, esta fue que el tiempo se redujo a la mitad ya que el material necesario tardó en llegar, es por ello que solo se pudo realizar la mitad de la práctica, es decir, la tensión superficial no fue determinada.

Después de desarrollar los procesos que se describen más adelante, se logró determinar la viscosidad del agua a tres temperaturas diferentes, realizando dos veces los análisis para cada temperatura.

Los resultados obtenidos nos arrojan datos en los que podemos observar que la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, es decir a mayor temperatura menor viscosidad.

OBJETIVOS.

- a) Determinar la viscosidad de tres líquidos puros a tres diferentes temperaturas, utilizando el viscosímetro de Ostwald.
- b) Determinar la tensión superficial de tres líquidos puros mediante el método de ascensión capilar.
- c) determinar el porcentaje de error, entre el valor experimental y el reportado en la literatura.

INTRODUCCIÓN.

Los propósitos de este experimento son, el determinar la viscosidad y tensión superficial de tres líquidos puros, la primera propiedad se determinará a tres diferentes temperaturas y la segunda propiedad a temperatura ambiente. Para la determinación de la viscosidad utilizaremos el viscosímetro de Ostwald, al cual se le introducirán cada uno de los líquidos problema y soplando ligeramente estos llegarán por encima de la marca que se encuentra arriba del bulbo superior y posteriormente con la ayuda de un cronómetro se tomará el tiempo que tarda el líquido en recorrer el viscosímetro, desde la marca que se encuentra arriba del bulbo superior hasta la marca que se encuentra abajo del bulbo superior.

ANTECEDENTES TEÓRICOS.

PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS

Un líquido está formado por moléculas que están en movimiento constante y desordenado, y cada una de ellas chocan miles de millones de veces en un segundo. Sin embargo, las intensas fuerzas de atracción de tipo dipolo-dipolo, enlaces de hidrógeno o de London evitan que se muevan tan libremente y estén tan separadas como se encuentran en un gas. Por otra parte, las moléculas de un líquido no están tan juntas o estructuradas como lo están en un sólido. Por estas razones, los líquidos presentan características que los colocan entre el estado gaseoso completamente caótico y desordenado y bien ordenado estado sólido.

FORMA Y VOLUMEN

En un líquido, las fuerzas de atracción son aun suficientemente intensa para limitar a las moléculas en su movimiento dentro de un volumen definido, pero no son tan poderosas como para hacer que las moléculas guarden una posición precisa dentro del líquido. De hecho las moléculas, dentro de los límites del volumen del líquido están en libertad de moverse unas alrededor de otras, y de esa manera permite que fluyan los

líquidos. Por lo tanto, los líquidos conservan un volumen definido, pero, debido a su capacidad para fluir, su forma dependen del contorno del recipiente que los contiene.

COMPRESIÓN Y EXPANSION

Las fuerzas de atracción en un líquido causan que las moléculas permanezcan juntas, y el aumento de la presión casi no produce efectos sobre el volumen, debido a que hay poco espacio libre dentro del cual se puedan aglomerar las moléculas. Por tanto, los líquidos son prácticamente incompresibles. De manera semejante, los cambios en la temperatura solo ocasiona pequeños cambios en el volumen. El aumento del movimiento molecular va acompañado de una elevación de la temperatura y tiende a aumentar la distancia intermolecular, pero a esto se opone las poderosas fuerzas de atracción.

DIFUSIÓN

Cuando se mezclan dos líquidos, las moléculas de uno de ellos se difunde en todas las moléculas del otro líquido de a mucho menor velocidad que cuando se mezclan dos gases. La difusión de dos líquidos se puede observarse dejando caer una pequeña cantidad de tinta en un poco de agua. Sin embargo, como las moléculas en ambos líquidos están tan cercas, cada molécula sufre miles de millones de choques antes de alejarse. La distancia promedio entre los choques se le llama trayectoria libre media y es mucho mas corta en los líquidos que en los gases, donde las moléculas están muy separadas. Debido a las constantes interrupciones en sus trayectorias moleculares, los líquidos se difunden mucho mas lentamente que los gases.

La VISCOSIDAD, es una de las propiedades físicas que presentan los líquidos, en general puede decirse que la viscosidad de un líquido determina la rapidez con que fluye. Definiendo con mas exactitud la viscosidad tenemos que es la resistencia que experimenta una capa de un líquido al moverse sobre otra capa del mismo líquido.

Para tener una idea más clara sobre lo que es la viscosidad, consideremos que una columna de un líquido en un tubo capilar esta formada por capas concéntricas o cilindros del fluido. Al moverse por el tubo, la capa más cercana a la pared permanece estacionaria si es que él líquido moja la superficie de la pared. Cada capa sucesiva se mueve con respecto a esta capa superior con una velocidad que aumenta a medida que nos acercamos al centro del tubo. Esto se conoce como flujo lineal y se caracteriza por la ausencia de remolinos y de turbulencia en general. En el tratamiento teórico de este tipo de flujo se considera que el líquido tiene lo que se conoce como fricción interna, que presenta una resistencia al movimiento de esos cilindros o capas, esta fricción interna es la viscosidad del líquido.

La unidad de viscosidad, el poise, se define como *una viscosidad tal que requiere una fuerza unitaria por unidad de área para que dos superficies paralelas del líquido de área unitaria, se deslicen la una sobre la otra a una velocidad unitaria*. Matemáticamente se puede expresar como:

Fuerza * Distancia entre superficies

viscosidad = _____

velocidad * Área

Dinas * cm

= _____

cm/seg. * cm²

dinas * seg.

viscosidad = _____(1)

cm²

La viscosidad suele representarse por la letra griega eta (η). De acuerdo con la formula anterior, un liquido tiene una viscosidad de un poise si una fuerza de 1 dina mueve una unidad de área del liquido con una velocidad de 1 cm por seg. respecto a otra unidad de área separada 1 cm de distancia.

El método mas practico para medir viscosidades, es el que se conoce como *MÉTODO DE POISEUILLE*, que se basa en el uso del viscosímetro de Ostwald.

El método consiste en medir el tiempo que tarda en fluir un volumen conocido del liquido (el que esta contenido entre las marcas A y B) a través de un capilar, A, de longitud y radios conocidos, bajo la acción de la gravedad. Por medios teóricos Poiseuille determino que la viscosidad de un liquido esta dada por la formula:

$\eta = \frac{P r^4 t}{8 L V}$

= _____(2)

Donde:

P = Presión hidrostática sobre el liquido (proporcional a su densidad).

t = Tiempo del flujo en segundos.

r = Radio del capilar en centímetros.

L = Longitud del capilar en centímetros.

V = Volumen del capilar en centímetros cúbicos.

Cuando se emplea en los líquidos no es necesario medir todas las cantidades indicadas si se conoce la viscosidad de algún liquido de referencia (viscosidad del agua). Si medimos el tiempo de flujo de un mismo volumen de dos líquidos diferentes por el mismo capilar, entonces de la ecuación de Poiseuille la relación de los coeficientes de viscosidad de los líquidos estará dada por:

$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{P_1 r^4 t_1}{P_0 r^4 t_0} \cdot \frac{V}{V}$

= _____(3)

$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{P_1 t_1}{P_0 t_0}$

Como las presiones P₁ y P₀ son proporcionales a las densidades de los dos líquidos ρ_1 y ρ_0 , entonces:

$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_0 t_0}$

= _____(4)

$\frac{\eta}{\rho} = \frac{\eta_0}{\rho_0} \frac{t_0}{t}$

Donde:

η = Viscosidad del liquido problema.

η_0 = Viscosidad del agua.

MATERIAL.

EQUIPO:

1 vaso de 2000 ml.

1 mechero Bunsen.

1 viscosímetro de Ostwald.

1 termómetro de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1 cronómetro.

1 soporte universal.

1 anillo de metal.

2 tubos capilares.

1 tubo de ensayo.

1 pipeta de 10 ml.

1 tela de alambre con centro de asbesto.

SUSTANCIAS:

Agua

Acetona

DESARROLLO.

A) Determinación de la viscosidad a temperatura ambiente.

1. Utilizando la pipeta se depositó el agua destilada en el viscosímetro de Ostwald hasta que se llenó aproximadamente a $\frac{3}{4}$ partes del volumen del bulbo inferior.

2. A continuación se sopló lentamente por la rama derecha del viscosímetro, haciendo que el líquido subiera hasta llegar a la marca A. Se tapó la rama con el dedo logrando con esto que el líquido permaneciera en este nivel.

3. Posteriormente se retiró el dedo del orificio para que el líquido fluyera hacia el bulbo inferior, al mismo

tiempo se accionó el cronometro, parándose en el instante en que pasó por la marca B.

4. Se repitió la operación desde el inciso 1 hasta el inciso 3, midiendo la temperatura ambiente en cada caso.

B) determinación de la viscosidad a diferentes temperaturas.

1. Se monto el dispositivo requerido para calentar los líquidos.

2. Primero se calentó el agua que estaba contenida en el vaso hasta una temperatura de 36 oC , después se introdujo el viscosímetro de Ostwald con el liquido problema y se mantuvo durante un momento dentro del líquido con el propósito de que el líquido problema se calentara, antes de dejar que el liquido fluyera por el viscosímetro.

3. Se mantuvo la temperatura de 36 oC aproximadamente, retirando la flama directamente del vaso y dejando el mechero a una distancia de unos 10 cm del vaso.

CUESTIONARIO.

1.- CON LOS DATOS OBTENIDOS CON LA EXPERIMENTACIÓN, CALCULAR LA VISCOSIDAD Y TENSIÓN DE LOS LÍQUIDOS PUROS QUE SE EMPLEARON.

1.1) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el calculo de la viscosidad a 20 oC de temperatura. (TABLA 1)

TABLA 1

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)		
		1er	2do	PROMEDIO
1	AGUA	86	83	84.5
2	ACETONA	44	44	44

1.1.2) Por motivos de comodidad, a continuación coloco los siguientes valores teóricos (véase TABLA 2).

TABLA 2

No	SUSTANCIA	DENSIDAD (g/ml)			VISCOSIDAD (Poise)		
		20 oC	36 oC	46 oC	20 oC	36 oC	46 oC
1	AGUA	0.9982	0.9941	0.9922	0.01005	0.00727	0.00549
2	ACETONA	0.7901	0.7717	0.7600	0.00331	0.0031	0.003

1.1.3) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 20 pC

Para la acetona y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

ACE ACE tACE

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ACE tACE AGUA

ACE = _____

AGUA tAGUA

$(0.7901 \text{ g/ml}) \cdot (44 \text{ seg.}) \cdot (0.01005 \text{ Poise})$

ACE = _____

$(0.99823 \text{ g/ml}) \cdot (84.5 \text{ seg.})$

ACE = 0.004142 Poise

1.2) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el cálculo de la viscosidad a 36 °C de temperatura (TABLA 3).

TABLA 3

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)		
		1er	2do	PROMEDIO
1	AGUA	71	67	69
2	ACETONA	37	40	38.5

1.2.1) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 36 °C

Para la acetona y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 3.

ACE ACE tACE

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ACE tACE AGUA

ACE = _____

AGUA tAGUA

$(0.7717 \text{ g/ml}) \cdot (38.5 \text{ seg.}) \cdot (0.00727 \text{ Poise})$

ACE = _____

$(0.99406 \text{ g/ml}) \cdot (69 \text{ seg.})$

ACE = 0.003149 Poise

1.3) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el cálculo de la viscosidad a 46 °C de temperatura (TABLA 4).

TABLA 4

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)		
		1er	2do	PROMEDIO
1	AGUA	59	57	58
2	ACETONA	34	31	32.5

1.3.1) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 46 pC

1.3.1. Para la acetona y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 4.

ACE ACE tACE

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ACE tACE AGUA

ACE = _____

AGUA tAGUA

(0.7600g/ml)*(32.5 seg.)*(0.00727 Poise)

ACE = _____

(0.99406 g/ml)*(58 seg.)

ACE = 0.003114 Poise

2.- DETERMINAR EL PORCENTAJE DE ERROR DE LA VISCOSIDAD OBTENIDA EXPERIMENTALMENTE, CON EL VALOR TEÓRICO.

Se calcula el porcentaje de error entre el valor experimental y el valor teórico de la viscosidad, para esto tabularemos ambos valores (TABLA 4)

TABLA 4

No	SUSTANCIA	VISCOSIDAD (20 OC)		VISCOSIDAD (36 OC)		VISCOSIDAD (46 OC)	
		EXP.	TEO	EXP	TEO	EXP	TEO
1	ACETONA	0.004142	0.0035	0.003149	0.0031	0.003114	0.0027

2.1.a) Para la acetona a 20 OC:

valor experimental – valor teórico

% error ACE = _____ * 100%

valor teórico

0.004142– 0.0035

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teórico}}{\text{valor teórico}} * 100\%$$

$$0.0035$$

$$\% \text{ error ACE} = 18.34 \%$$

2.2.b) Para la acetona a 36 OC:

valor experimental – valor teórico

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teórico}}{\text{valor teórico}} * 100\%$$

valor teórico

$$0.003149 - 0.0031$$

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teórico}}{\text{valor teórico}} * 100\%$$

$$0.0031$$

$$\% \text{ error ACE} = 1.58 \%$$

2.2.c) Para la acetona a 46 OC:

valor experimental – valor teórico

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teórico}}{\text{valor teórico}} * 100\%$$

valor teórico

$$0.003114 - 0.0027$$

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teórico}}{\text{valor teórico}} * 100\%$$

$$0.0027$$

$$\% \text{ error ACE} = 15.33 \%$$

4.- DESCRIBIR DOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LA VISCOSIDAD, INCLUYENDO LAS ECUACIONES RESPECTIVAS.

4.a) Método de Poiseuille: Por medios teóricos Poiseuille determino que la viscosidad de un liquido esta dada por la formula:

$P r^4 t$

$$= \frac{8 L V}{\pi r^4 t} \dots\dots\dots(1)$$

$8 L V$

Donde:

P = Presión hidrostática sobre el líquido (proporcional a su densidad).

t = Tiempo del flujo en segundos.

r = Radio del capilar en centímetros.

L = Longitud del capilar en centímetros.

V = Volumen del capilar en centímetros cúbicos.

Cuando se emplea en los líquidos no es necesario medir todas las cantidades indicadas si se conoce la viscosidad de algún líquido de referencia (viscosidad del agua). Si medimos el tiempo de flujo de un mismo volumen de dos líquidos diferentes por el mismo capilar, entonces de la ecuación de Poiseuille la relación de los coeficientes de viscosidad de los líquidos estará dada por:

$$\frac{P_1 r^4 t_1}{8 L V} = \frac{P_0 r^4 t_0}{8 L V} \quad (2)$$

$$\frac{P_1 t_1}{P_0 t_0} = \frac{\eta}{\eta_0}$$

Como las presiones P₁ y P₀ son proporcionales a las densidades de los dos líquidos ρ y ρ_0 , entonces:

$$\frac{P_1 t_1}{P_0 t_0} = \frac{\rho t_1}{\rho_0 t_0} \quad (3)$$

$$\frac{t_1}{t_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{\eta}{\eta_0}$$

Donde:

η = Viscosidad del líquido problema.

η_0 = Viscosidad del agua.

4.b) Método de Stokes: esta relacionado con la caída de los cuerpos libres a través del fluido. Cuando un cuerpo esférico de radio r y densidad ρ cae por la acción de la gravedad a través de un fluido de densidad ρ_0 , sobre el mismo actúa la fuerza gravitacional f₁ :

$$f_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho - \rho_0) g \quad (4)$$

donde g es la aceleración de la gravedad. esta fuerza, que tiende a acelerar el movimiento del cuerpo que cae en un fluido, se halla opuesta por las de fricción del medio, que incrementan con el aumento de la velocidad de cuerpo que cae. Llega el momento en que alcanza una velocidad uniforme de caída para la cual las fuerzas de fricción se hacen iguales a la gravitacional y entonces el cuerpo sigue cayendo con una velocidad constante . Sir George Stokes demostró que para un cuerpo esférico cayendo bajo las condiciones de una velocidad uniforme constante, la fricción f₂ esta dada por:

$$f_2 = 6 \pi \eta r v \quad (5)$$

Igualando las fuerzas gravitacionales y las de fricción vemos que:

$$\frac{4}{3} r^3 (\rho - \rho_f) g = 6 \pi \eta r v$$

$$2 \pi r^2 (\rho - \rho_f) g$$

$$= \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \rho_f) g}{\eta} \quad \text{.....(6)}$$

9

Esta ecuación, conocida como la *Ley de Stokes*, es aplicable a la caída de cuerpos esféricos en todos los tipos de fluidos con tal de que el radio del cuerpo que cae, r , sea grande comparado con la distancia entre las moléculas del fluido. Cuando r es menor que la distancia entre las moléculas hay una tendencia del cuerpo que cae a descender y la ecuación no se aplica.

6.-DEDUCIR LA ECUACIÓN DE POISEUILLE UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE

$$\Delta P = \frac{8 \eta L Q}{\pi r^4 t}$$

POISEUILLE. € P_0 t_0

Poiseuille determino que la viscosidad de un liquido esta dada por la formula:

$$\eta = \frac{P r^4 t}{8 L V}$$

$$= \frac{P r^4 t}{8 L V}$$

8 L V

Donde:

P = Presión hidrostática sobre el liquido (proporcional a su densidad).

t = Tiempo del flujo en segundos.

r = Radio del capilar en centímetros.

L = Longitud del capilar en centímetros.

V = Volumen del capilar en centímetros cúbicos.

Cuando se emplea en los líquidos no es necesario medir todas las cantidades indicadas si se conoce la viscosidad de algún liquido de referencia (viscosidad del agua). Si medimos el tiempo de flujo de un mismo volumen de dos líquidos diferentes por el mismo capilar, entonces de la ecuación de Poiseuille la relación de los coeficientes de viscosidad de los líquidos estará dada por:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{P_1 r^4 t_1}{P_2 r^4 t_2} \frac{L V}{L V} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} \quad \text{.....}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} \quad \text{.....}$$

Como las presiones P_1 y P_0 son proporcionales a las densidades de los dos líquidos ρ_1 y ρ_2 , entonces:

t1

_____ = _____

€ € t0

Donde:

= Viscosidad del liquido problema.

€ = Viscosidad del agua.

CONCLUSIONES

El calculo de las viscosidades comparando para las tres temperaturas, tomando como referencia el agua destilada, se llevo a cabo mediante el método poiseville que se basa en la utilización del viscosimetro de ostwald.

Se pudo comprobar que los resultados obtenidos experimentalmente a diferentes temperaturas y se observo que ha medida de la temperatura aumenta el tiempo que el liquido tarda en descender por acción de la gravedad del punto a al punto b en el viscosimetro de ostwald disminuye.

Esto significa que ha medida que aumenta la temperatura disminuye la viscosidad; es decir la temperatura y la viscosidad son inversamente proporcionales.

Determinamos el porcentaje de error y este nos dio como resultado un rango muy pequeño en forma teórica practica si nos sirvieron puesto que con agrado pudimos ver que nuestro experimento nos arrojó datos muy cercanos a los teóricos.

Es importante mencionar que debido a la falta de tiempo, no se pudo realizar la segunda parte de esta practica, lo cual es malo ya que nos atrasamos en el calendario y con ello nos vemos presionados.

Quiero agregar de manera particular que me parece una mala organización de los laboratorios el que se tenga una llave o una sola persona para atender el almacén, pues como lo vivimos en esta practica, al faltar la persona encargada del almacén, no hay quien atienda y con ello retrasan a los maestros y alumnos en el desarrollo de sus practicas.

BIBLIOGRAFIA.

Autor : James E. Brandy

2 Edición

Química Básica

Edit. Limusa

Pags. 305–308

Autor: Theodore L. Brown

3 Edición

Química la ciencia central

Edit. Prentise-Hall

Pag. 298-304