

RESUMEN.

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 determinara 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 llegaran por encima de la marca que se encuentra arriba del bulbo superior y posteriormente con la ayuda de un cronometro se tomara el tiempo que tarda el liquido en recorrer el viscosímetro, desde la marca que se encuentra arriba del bulbo superior hasta la marca que se encuentra abajo del bulbo superior.

En el caso de la tensión superficial, esta se determinara aplicando el método de ascensión capilar, el cual consiste en colocar en tubo de ensaye, uno o dos ml del liquido problema, para después introducir un fino tubo capilar y medir la longitud o distancia que recorre el liquido desde el nivel del tubo de ensaye, hasta el del liquido en el tubo capilar.

ANTECEDENTES TEÓRICOS.

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

Para tener una idea mas clara sobre lo que es la viscosidad, consideremos que una columna de un liquido en un tubo capilar esta formada por capas concéntricas o cilindros del fluido. Al moverse por el tubo, la capa mas cercana a la pared permanece estacionaria si es que el liquido 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 liquido 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 liquido.

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 liquido 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:

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

= _____(2)

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

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:

$\frac{P_1 r^4 t_1}{8 L V} = \frac{P_2 r^4 t_2}{8 L V}$

_____ = _____ * _____ = _____(3)

$$8 L V \quad P_0 r_4 t_0 P_0 t_0$$

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

$$P_1 t_1 \quad t_1$$

$$\frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_0}{\rho_0} = \frac{h}{\rho_0} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_0 t_0 \quad t_0$$

Donde:

= Viscosidad del liquido problema.

= Viscosidad del agua.

La **TENSIÓN SUPERFICIAL**, es otra de las propiedades físicas que presentan los líquidos y se define como la fuerza en dinas, que actúa perpendicular a cualquier línea de l cm de longitud en la superficie del liquido. Esta propiedad se puede entender de la siguiente manera, dentro de un cuerpo alrededor de una molécula actúan atracciones casi simétricas. En la superficie, sin embargo, dicha molécula se encuentra solo parcialmente rodeada por otras y en consecuencia, experimenta una atracción hacia el cuerpo del liquido se comporta como se estuviera rodeado de una membrana invisible.

Esta conducta se llama tensión superficial, y es el efecto responsable de la resistencia que un liquido presenta a la penetración superficial.

Uno de los métodos para calcular la tensión superficial es el conocido como **MÉTODO DE ASCENSO CAPILAR**, el que considera un tubo fino capilar de radio uniforme r , sumergido en una vasija que contiene un liquido que humedece el capilar.

Al humedecerse la pared interna del capilar aumenta la superficie del liquido y para decrecer la superficie libre aquel ascenderá por el tubo. En cuando a si sucede, se humedece de nuevo el capilar, y el liquido sigue ascendiendo. Pero este proceso no sigue indefinidamente, sino que se detiene cuando la fuerza de tensión superficial que actúa hacia arriba se iguala con la de la columna liquida que actúa hacia abajo. Como la tensión superficial esta designada por σ y considerando que la fuerza actúa en el ángulo θ , llamado de contacto, con la vertical, entonces:

$$f_1 = 2 \sigma r \cos \theta \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

f_1 = Fuerza de tensión superficial.

r = Radio del tubo capilar.

σ = Tensión superficial.

θ = Ángulo de contacto.

Esta fuerza se halla balanceada por la de la columna liquida de altura h , esto es:

$$f_2 = r h \rho g \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

f_2 = fuerza de tensión superficial.

r = Radio del tubo capilar.

h = Altura de la columna líquida.

ρ = Densidad del líquido.

g = Aceleración de la gravedad.

Por lo tanto en el equilibrio $f_1 = f_2$

$$2 \pi r \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

$$r h \rho g$$

$$= \frac{2 \cos \theta}{2} \dots\dots\dots(7)$$

$$2 \cos \theta$$

Para la mayoría de los líquidos que mojan el vidrio, θ es esencialmente cero y el coseno $\theta = 1$. Entonces:

$$r h \rho g$$

$$= \frac{2 \cos \theta}{2} \dots\dots\dots(8)$$

$$2$$

Donde:

r = Radio del tubo capilar.

γ = Tensión superficial.

ρ = Densidad del líquido.

g = Aceleración de la gravedad.

MATERIAL.

EQUIPO:

1 vaso de 2000 ml.

1 mechero Bunsen.

1 viscosímetro de Ostwald.

1 termómetro de -10°C a 120°C .

- 1 cronometro.
- 1 soporte universal.
- 1 anillo de metal.
- 2 tubos capilares.
- 1 tubo de ensaye.
- 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 vertió el agua destilada en el viscosímetro de Ostwald (véase figura 8) hasta que se llene aproximadamente partes del volumen del bulbo inferior.
2. A continuación se soplo 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 esta posición.
3. Posteriormente se retira el dedo del orificio, con esto el líquido fluye hacia el bulbo inferior, al mismo tiempo se acciona el cronómetro en el instante en que el líquido pasa por la marca A y se para en el instante en que pasa 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 montó el dispositivo de la siguiente figura (véase figura 9).
2. Se procedió primero a calentar el agua que estaba contenida en el vaso hasta una temperatura de 34 °C , después se introdujo el viscosímetro de Ostwald con el líquido problema y se mantuvo durante 30 seg., antes de dejar que el líquido fluyera por el viscosímetro.
3. Se mantuvo la temperatura de 34 °C aproximadamente, retirando la flama directamente del vaso y dejando el mechero a una distancia de unos 10 cm del vaso.

C) determinación de la tensión Superficial de tres líquidos puros a temperatura ambiente.

1. Primero se agregó con la pipeta un mililitro de líquido puro en la pipeta.

2. A continuación se introdujo el tubo capilar, teniendo cuidado de que estuviera perpendicular a la superficie del líquido en la probeta.

3. Posteriormente se midió la altura h , entre el nivel del líquido en el tubo de ensaye y el nivel de este, en el tubo del capilar.

DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS.

1) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el cálculo de la viscosidad a 20 °C de temperatura. (TABLA 1)

TABLA 1

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)			
		1er	2do	3er	PROMEDIO
1	AGUA	73	70	73	61.2
2	ACETONA	29	29	28	28.67

2) Por motivos de comodidad tabularemos los siguientes valores teóricos (véase TABLA 2).

TABLA 2

No	SUSTANCIA	DENSIDAD (g/ml)				VISCOSIDAD (Poise)	
		20 °C	34 °C	40 °C	20 °C	34 °C	40 °C
1	AGUA	0.9982	0.9941	0.9922	0.01005	0.00727	0.00656
2	ACETONA	0.7901	0.7741	0.7671	0.00331	0.00290	0.00275

3) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 20 °C

3a) Para la acetona y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

ACE = $\frac{\rho_{ACE} \cdot h_{ACE}}{\rho_{AGUA} \cdot h_{AGUA}} \cdot \eta_{AGUA}$

_____ = _____

AGUA = $\frac{\rho_{AGUA} \cdot h_{AGUA}}{\rho_{ACE} \cdot h_{ACE}} \cdot \eta_{ACE}$

ACE = $\frac{\rho_{ACE} \cdot h_{ACE}}{\rho_{AGUA} \cdot h_{AGUA}} \cdot \eta_{AGUA}$

ACE = _____

AGUA = $\frac{\rho_{AGUA} \cdot h_{AGUA}}{\rho_{ACE} \cdot h_{ACE}} \cdot \eta_{ACE}$

(0.7903 g/ml)*(28.67 seg.)*(0.01005 Poise)

ACE = _____

(0.99823 g/ml)*(61.2 seg.)

ACE = 0.003727 Poise

3b) Para el alcohol, utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

ALC ALC tALC

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ALC tALC AGUA

ALC = _____

AGUA tAGUA

(0.8034 g/ml)*(43.43 seg.)*(0.01005 Poise)

ALC = _____

(0.99823 g/ml)*(61.2 seg.)

ALC = 0.057399 Poise

3c) Para el benceno y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

BEN BENC tBEN

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

BEN tBEN AGUA

BEN = _____

AGUA tAGUA

(0.8787 g/ml)*(93.93 seg.)*(0.01005 Poise)

BENC = _____

(0.99823 g/ml)*(61.2 seg.)

BENC = 0.013577 Poise

4) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el calculo de la viscosidad a 34 oC de temperatura (TABLA 3).

TABLA 3

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)			
		1er	2do	3er	PROMEDIO
1	AGUA	1.25	1.20	1.50	1.25

2	ACETONA	41.2	41.2	1.42	41.2
---	---------	------	------	------	------

5) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 34 pC

5a) 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

(0.77408 g/ml)*(26 seg.)*(0.00727 Poise)

ACE = _____

(0.99406 g/ml)*(54 seg.)

ACE = 0.0027257 Poise

5b) Para el alcohol, utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 3.

ALC ALC tALC

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ALC tALC AGUA

ALC = _____

AGUA tAGUA

(0. 7931 g/ml)*(85 seg.)*(0.01005 Poise)

ALC = _____

(0.99406 g/ml)*(54 seg.)

ALC = 0.012621 Poise

5c) Para el benceno y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 3.

BEN BENC tBEN

_____ = _____

AGUA tAGUA

BEN tBEN AGUA

BEN = _____

AGUA tAGUA

(0.86375 g/ml)*(41.2 seg.)*(0.01005 Poise)

BENC = _____

(0.99406 g/ml)*(54 seg.)

BENC = 0.006662 Poise

6) 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 (34 OC)	
		EXP.	TEO	EXP	TEO
1	ACETONA	0.003727	0.00331	0.0027257	0.0029
2	ALCOHOL	0.057399	0.01200	0.012621	0.0105

6a) Para la acetona a 20 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ACE = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.003727 – 0.00331 ø

% error ACE = _____ * 100%

0.00331

% error ACE = 12.598 %

6b) Para el alcohol a 20 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ALC = _____ * 100%

valor teórico

$$0.057399 - 0.01200$$

$$\% \text{ error ALC} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$0.01200$$

$$\% \text{ error ALC} = 3.78325 \%$$

6c) Para el benceno a 20 OC:

$$\text{valor experimental} - \text{valor teórico}$$

$$\% \text{ error BEN} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$\text{valor teórico}$$

$$0.01349 - 0.00647$$

$$\% \text{ error BEN} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$0.00647$$

$$\% \text{ error BEN} = 108.5 \%$$

6d) Para la acetona a 34 OC:

$$\text{valor experimental} - \text{valor teórico}$$

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$\text{valor teórico}$$

$$0.002725 - 0.00290$$

$$\% \text{ error ACE} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$0.00290$$

$$\% \text{ error ACE} = 6.03 \%$$

6e) Para el alcohol a 34 OC:

$$\text{valor experimental} - \text{valor teórico}$$

$$\% \text{ error ALC} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

$$\text{valor teórico}$$

$$0.012621 - 0.0105$$

$$\% \text{ error ALC} = \frac{\quad}{\quad} * 100\%$$

0.0105

% error ALC = 20.2 %

6f) Para el benceno a 34 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error BEN = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.0048196 – 0.00540 ø

% error BEN = _____ * 100%

0.00540

% error BEN = 10.75 %

CONCLUSIONES

El calculo de las viscosidades comparando para tres líquidos en este caso para el alcohol, benceno y acetona, tomando y tomando como referencia el agua destilada, esto se llevo a cabo mediante el método poiseville que se basa en la utilización del viscosímetro de ostwald.

Se pudo comprobar 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 viscosímetro 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 grande en forma teórica practicamente si nos sirvieron puesto que los grados de error debido a diferentes situaciones como son no haver tomado mas temperaturas por la falta de tiempo, a los residuos de diferentes líquidos que se quedaban en el viscosímetro y que impedían el flujo correcto de los líquidos, al tomar el tiempo que se nos pasaba o lo tomábamos antes de las marcas determinadas y a la altitud a la que nos encontramos en donde cambia la presión; es bueno investigar las condiciones exactas a las que se tomaron estos valores.

Se llevo también acabo la determinación de la tensión superficial para diferentes líquidos en este caso fueron agua, acetona y alcohol.

La altura h registrada para los 3 líquidos fue aproximadamente la misma por lo cual podemos concluir que la tensión superficial es casi igual para los 3 líquidos dadas las condiciones a las cuales se llevo a cabo el experimento. para el error de la tensión también hay que tomar en consideración la altitud , puesto que va a cambiar la presión y esto nos puede afectar a que la columna del liquido que sube atravez del tubo sea mas grande y nos varíe las lecturas con respecto al teórico.

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	3er	PROMEDIO
1	AGUA	73	70	73	61.2
2	ACETONA	29	29	28	28.67

1.1.2) Por motivos de comodidad tabularemos los siguientes valores teóricos (véase TABLA 2).

TABLA 2

No	SUSTANCIA	DENSIDAD (g/ml)				VISCOSIDAD (Poise)	
		20 oC	34 oC	40 oC	20 oC	34 oC	40 oC
1	AGUA	0.9982	0.9941	0.9922	0.01005	0.00727	0.00656
2	ACETONA	0.7901	0.7741	0.7671	0.00331	0.00290	0.00275

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

1.1.3.a) 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

(0.7903 g/ml)*(28.67 seg.)*(0.01005 Poise)

ACE = _____

(0.99823 g/ml)*(61.2 seg.)

ACE = 0.003727 Poise

1.1.3.b) Para el alcohol, utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

ALC ALC tALC

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ALC tALC AGUA

ALC = _____

AGUA tAGUA

$(0.8034 \text{ g/ml}) \cdot (43.43 \text{ seg.}) \cdot (0.01005 \text{ Poise})$

ALC = _____

$(0.99823 \text{ g/ml}) \cdot (61.2 \text{ seg.})$

ALC = 0.057399 Poise

1.1.3.c) Para el benceno y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 1 y TABLA 2.

BEN BENC tBEN

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

BEN tBEN AGUA

BEN = _____

AGUA tAGUA

$(0.8787 \text{ g/ml}) \cdot (93.93 \text{ seg.}) \cdot (0.01005 \text{ Poise})$

BENC = _____

$(0.99823 \text{ g/ml}) \cdot (61.2 \text{ seg.})$

BENC = 0.013577 Poise

1.2) A continuación se tabulan los datos experimentales obtenidos para el calculo de la viscosidad a 34 oC de temperatura (TABLA 3).

TABLA 3

NUMERO	SUSTANCIA	TIEMPOS (SEG)			
		1er	2do	3er	PROMEDIO
1	AGUA	1.25	1.20	1.50	1.25
2	ACETONA	41.2	41.2	1.42	41.2

1.2.1) Se calcula la viscosidad de los líquidos a una temperatura de 34 pC

1.2.1.a) 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

(0.77408 g/ml)*(26 seg.)*(0.00727 Poise)

ACE = _____

(0.99406 g/ml)*(54 seg.)

ACE = 0.0027257 Poise

1.2.1.b) Para el alcohol, utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 3.

ALC ALC tALC

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

ALC tALC AGUA

ALC = _____

AGUA tAGUA

(0. 7931 g/ml)*(85 seg.)*(0.01005 Poise)

ALC = _____

(0.99406 g/ml)*(54 seg.)

ALC = 0.012621 Poise

1.2.1.c) Para el benceno y utilizando la ecuación (4) y los valores de la TABLA 2 y TABLA 3.

BEN BENC tBEN

_____ = _____

AGUA AGUA tAGUA

BEN tBEN AGUA

BEN = _____

AGUA tAGUA

$(0.86375 \text{ g/ml}) \cdot (41.2 \text{ seg.}) \cdot (0.01005 \text{ Poise})$

BENC = _____

$(0.99406 \text{ g/ml}) \cdot (54 \text{ seg.})$

BENC = 0.006662 Poise

1.3) Para el calculo de la tensión superficial tenemos los siguientes valores (TABLA 5).

TABLA 5

No	SUSTANCIAS	h (cm)	(DINAS / cm)	
1	AGUA	0.6	72.75	0.99823
2	ACETONA	0.9	23.7	0.79013

1.3.a) Para la acetona y utilizando la ecuación (8) y los valores de la TABLA 5.

$ACE = \frac{1}{2} r h_{ACE} \rho_{ACE} g$

$= (0.5) \cdot (0.05 \text{ cm}) \cdot (0.9 \text{ cm}) \cdot (0.79013 \text{ g/cm}^3) (980 \text{ cm/seg}^2)$

$ACE = 14.67 \text{ (dinas / cm)}$

1.3.b) Para el alcohol y utilizando la ecuación (8) y los valores de la TABLA 5

$ALC = \frac{1}{2} r h_{ALC} \rho_{ALC} g$

$= (0.5) \cdot (0.05 \text{ cm}) \cdot (0.8 \text{ cm}) \cdot (0.8034 \text{ g/cm}^3) (980 \text{ cm/seg}^2)$

$ALC = 15.74664 \text{ (dinas / cm)}$

1.3.c) Para el benceno y utilizando la ecuación (8) y los valores de la TABLA 5

$BEN = \frac{1}{2} r h_{BEN} \rho_{BEN} g$

$= (0.5) \cdot (0.05 \text{ cm}) \cdot (1 \text{ cm}) \cdot (0.87874 \text{ g/cm}^3) (980 \text{ cm/seg}^2)$

$BEN = 21.529 \text{ (dinas / cm)}$

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 (34 OC)	
		EXP.	TEO	EXP	TEO
1	ACETONA	0.003727	0.00331	0.0027257	0.0029
2	ALCOHOL	0.057399	0.01200	0.012621	0.0105

2.1.a) Para la acetona a 20 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ACE = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.003727 – 0.00331 ø

% error ACE = _____ * 100%

0.00331

% error ACE = 12.598 %

2.1.b) Para el alcohol a 20 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ALC = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.057399 – 0.01200 ø

% error ALC = _____ * 100%

0.01200

% error ALC = 3.78325 %

2.1.c) Para el benceno a 20 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error BEN = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.01349 – 0.00647 ø

% error BEN = _____ * 100%

0.00647

% error BEN = 108.5 %

2.2.a) Para la acetona a 34 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ACE = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.002725 – 0.00290 ø

% error ACE = _____ * 100%

0.00290

% error ACE = 6.03 %

2.2.b) Para el alcohol a 34 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error ALC = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.012621 – 0.0105ø

% error ALC = _____ * 100%

0.0105

% error ALC = 20.2 %

2.2.c) Para el benceno a 34 OC:

ø valor experimental – valor teórico ø

% error BEN = _____ * 100%

valor teórico

ø 0.0048196 – 0.00540 ø

% error BEN = _____ * 100%

0.00540

% error BEN = 10.75 %

3.- DETERMINAR EL PORCENTAJE DE ERROR DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL OBTENIDA EXPERIMENTALMENTE, CON RESPECTO AL VALOR REPORTADO EN EL LA LITERATURA.

Se calcula el porcentaje de error entre el valor experimental y el valor teórico de la tensión superficial,

utilizando los valores de la TABLA 5.

8a) Para la acetona :

$\varnothing$ valor experimental – valor teórico $\varnothing$

% error ACE = _____ * 100%

valor teórico

$\varnothing$ 23.7 – 17.42 $\varnothing$

% error ACE = _____ * 100%

23.7

% error ACE = 79.83 %

6b) Para el alcohol :

$\varnothing$ valor experimental – valor teórico $\varnothing$

% error ALC = _____ * 100%

valor teórico

$\varnothing$ 15.75 – 22.27 $\varnothing$

% error ALC = _____ * 100%

22.27

% error ALC = 15.746 %

6c) Para el benceno :

$\varnothing$ valor experimental – valor teórico $\varnothing$

% error BEN = _____ * 100%

valor teórico

$\varnothing$ 21.529 – 28.9 $\varnothing$

% error BEN = _____ * 100%

28.9

% error BEN = 25.505 %

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 líquido está dada por la fórmula:

$$\eta = \frac{P r^4 t}{8 L V} \quad (1)$$

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:

$$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{P_1 r^4 t_1}{P_0 r^4 t_0} = \frac{P_1 t_1}{P_0 t_0} \quad (2)$$

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

$$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_0 t_0} = \frac{t_1}{t_0} \quad (3)$$

Donde:

η_1 = Viscosidad del líquido problema.

η_0 = Viscosidad del agua.

4.b) Método de Stokes: está 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_m , sobre el mismo actúa la fuerza gravitacional f₁:

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

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 f_2 esta dada por:

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

Igualando las fuerzas gravitacionales y las de fricción vemos que:

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

$$2 r^2 (\rho - \rho_f) g = 9 \eta v \quad \dots\dots\dots(6)$$

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.

5.- DESCRIBIR DOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LA TENSIÓN SUPERFICIAL.

5.a) Método de ascenso del capilar: el que considera un tubo fino capilar de radio uniforme r , sumergido en una vasija que contiene un líquido que humedece el capilar . Al humedecerse la pared interna del capilar aumenta la superficie del líquido y para decrecer la superficie libre aquel ascenderá por el tubo. En cuando a si sucede, se humedece de nuevo el capilar, y el líquido sigue ascendiendo. Pero este proceso no sigue indefinidamente, sino que se detiene cuando la fuerza de tensión superficial que actúa hacia arriba se iguala con la de la columna líquida que actúa hacia abajo. Como la tensión superficial esta designada por γ y considerando que la fuerza actúa en el ángulo θ , llamado de contacto, con la vertical, entonces:

$$f_1 = 2 \pi r \gamma \cos \theta \quad \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

f_1 = Fuerza de tensión superficial.

r = Radio del tubo capilar.

γ = Tensión superficial.

θ = Ángulo de contacto.

Esta fuerza se halla balanceada por la de la columna líquida de altura h , esto es:

$$f_2 = \rho h \pi r^2 g \quad \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

f_2 = fuerza de tensión superficial.

r = Radio del tubo capilar.

h = Altura de la columna líquida.

ρ = Densidad del líquido.

g = Aceleración de la gravedad.

Por lo tanto en el equilibrio $f_1 = f_2$

$$2 \pi r \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

$$r h \rho g$$

$$= \frac{2 \pi r \cos \theta}{\pi r^2 h \rho g} \dots\dots\dots(3)$$

$$2 \cos \theta$$

Para la mayoría de los líquidos que mojan el vidrio, θ es esencialmente cero y el coseno $\theta_0 = 1$. Entonces:

$$r h \rho g$$

$$= \frac{2 \pi r \cos \theta}{\pi r^2 h \rho g} \dots\dots\dots(4)$$

$$2$$

Donde:

r = Radio del tubo capilar.

γ = Tensión superficial.

ρ = Densidad del líquido.

g = Aceleración de la gravedad.

5.b) Método del anillo de du Noy:

Este método emplea un instrumento construido de forma tal que la fuerza necesaria para jalar un anillo fuera la superficie de un líquido se puede medir con facilidad. Los anillos son de platino, ya que este metal resiste la acción química de la mayoría de los líquidos y casi todos ellos lo mojan. Este instrumento, llamado tensiometro.

La operación del tensiometro es esencialmente la siguiente: : Primero se nivela el instrumento colocando un nivel de burbuja en la mesa, T, en varias posiciones, y ajustando el nivel mediante los tornillos de las patas. La carátula del instrumento se ajusta en cero. Mediante el tornillo de ajuste, E, se ajusta el brazo de torsión, D, con el anillo, a una posición horizontal, según lo muestra el indicador F. El líquido cuya tensión superficial se va a medir se pone entonces en contacto con el anillo mediante los ajustes gruesos y fino G y G'.

Se aplica una fuerza al anillo moviendo el tornillo A. Mientras se hace esto, el anillo tiene la tendencia a

levantar parte de la superficie del líquido sobre el nivel general.

Esto tiende a cambiar la posición horizontal del brazo de torsión D. Como es necesario medir la fuerza de ruptura en la posición horizontal debe componerse este levantamiento de la superficie bajando el nivel del líquido mediante el ajuste fino G'.

Cuando se aplica una fuerza suficiente, se rompe la superficie y el anillo se separa. La magnitud de la fuerza aplicada es indicada por la lectura en la carátula del tensiometro. Su magnitud real se puede determinar entonces agregando pesas al anillo hasta que se recupera la posición original. El valor real de la fuerza es entonces igual a mg , en donde m es la suma total de las pesas necesarias para restaurar la posición horizontal y g es la aceleración debida a la gravedad.

Esta fuerza total es igual a la fuerza con que el anillo estaba retenido originalmente por la superficie, y es igual a $2L$, en donde L es la circunferencia media del anillo. Debe usarse el factor 2, porque la película del líquido que debe romperse está en contacto, tanto con la circunferencia interior como la circunferencia exterior del anillo. la ecuación fundamental para el método del anillo es, por tanto,

$$2Lg = mg$$

$$mg$$

$$g = \frac{mg}{2L} \dots\dots\dots(5)$$

$$2L$$

Aunque esta formula da la tensión superficial aparente, es necesario usar un factor de corrección, cuya magnitud depende las dimensiones del anillo y la densidad del líquido.

6.-DEDUCIR LA ECUACIÓN P1 t1 UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE

$$\text{---} = \text{---}$$

POISEUILLE. $P_0 t_0$

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

$$P r^4 t$$

$$= \text{---}$$

$$8 L V$$

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:

$$\frac{P_1 r^4 t_1}{8 L V} = \frac{P_0 r^4 t_0}{8 L V} \Rightarrow \frac{P_1 t_1}{P_0 t_0} = \frac{\eta_1}{\eta_0}$$

Como las presiones P_1 y P_0 son proporcionales a las densidades de los dos líquidos ρ_1 y ρ_0 , entonces:

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

Donde:

η_1 = Viscosidad del líquido problema.

η_0 = Viscosidad del agua.

7.- EXPLICAR LA RELACIÓN ENTRE LA TENSIÓN SUPERFICIAL Y LAS FUERZAS DE VAN DER WAALS.

Las fuerzas intermoleculares son de origen eléctrico y puesto que ocasionan el llamado comportamiento real de los gases suelen denominarse fuerzas de *VAN DER WAALS*.

La tensión superficial también está relacionada con las atracciones o fuerzas intermoleculares y estas son las que hacen que un líquido tienda a formar una gota esférica o que bien produzca una superficie curva y por lo tanto se produce un área más pequeña posible y así se reduce al mínimo de energía superficial.

La energía de vaporización de un líquido, nos suministra una medida adecuada de la intensidad de las fuerzas de *VAN DER WAALS*, ya que es la energía requerida para sacar las moléculas del líquido.