

• OBJETIVOS

- Conocer algunos métodos y equipos para hacer medidas de viscosidad de líquidos newtonianos.
- Determinar el coeficiente de viscosidad de Ostwald de un líquido conocido a partir de su densidad y su tiempo promedio de Ostwald.
- Definir y establecer las diferencias entre un fluido newtoniano y uno no newtoniano.
- Investigar una expresión matemática para la ley de Newton sobre la viscosidad para un fluido newtoniano.
- Consultar cómo la temperatura, el peso molecular y/o la estructura pueden afectar la viscosidad de un líquido.
- Determinar una ecuación para expresar la variación de la viscosidad con respecto a la temperatura de un líquido.
- Conocer cómo se puede medir la viscosidad de un líquido no newtoniano como un coloide.

• DATOS Y OBSERVACIONES

El método utilizado para medir las viscosidades fue mediante el viscosímetro de Ostwald.

Primero purgamos el viscosímetro de Ostwald con el primer líquido que le íbamos a medir la viscosidad. Llenamos el viscosímetro con el líquido problema de tal manera que el nivel del líquido en el bulbo que no está marcado quedara hasta la mitad y en el bulbo que tenía las marcas el nivel del líquido quedara por encima de la marca superior (a). Este llenado se hace con la ayuda de una perilla de succión colocándola en el extremo superior de la rama donde están las marcas (a) y (b) del viscosímetro.

Medimos el tiempo que se demora el líquido en pasar entre las dos marcas (a) y (b). Una vez el líquido estuvo por encima de la marca (a), quitamos la perilla; el líquido comenzó a descender. Cuando pasó por la marca (a), pusimos a funcionar el cronómetro y al pasar por la marca (b) lo detuvimos. Para cada líquido hicimos tres lecturas. Terminados los cronometrajes procedimos a pesar el picnómetro vacío y luego con cada uno de los líquidos empleados. Los tiempos promedios obtenidos y los pesos de cada líquido para el volumen contenido en el picnómetro fueron los siguientes:

Líquido	Tiempo (s)	Peso (grs.)
Isopropanol	71.35	20.0183
Acetona	12.60	19.9785
Butanol	80.71	20.6423
Metanol	20.28	19.9970
Agua	25.18	25.1615

La temperatura de referencia fue de 20°C

•

• CÁLCULOS

Con los datos obtenidos, llenar una tabla en la que aparezcan la densidad, el tiempo promedio de Ostwald y la viscosidad (Ostwald) en cP para cada uno de los líquidos trabajados durante la práctica de laboratorio.

Como ya se dijo, la temperatura de referencia durante la práctica fue de 20°C. A esta temperatura, la densidad del agua es 0.9982 grs./ml. y su viscosidad es de 10.019 mP. Estos datos nos sirven para calcular los valores del volumen del picnómetro y las viscosidades de los demás líquidos utilizados durante la práctica; la fórmula para hallar las viscosidades es la siguiente:

$$\left(\frac{\eta}{\rho} \right) = \left(\frac{t_1}{t_2} \right)$$

Donde: η = viscosidad del agua = 10.019 mP = 1.0019 cP

ρ = viscosidad del líquido problema

ρ = densidad del agua = 0.9982 grs./ml.

ρ = densidad del líquido problema

t_1 = tiempo gastado por el agua para pasar entre las marcas (a) y (b) = 25.18 s.

t_2 = tiempo gastado por el líquido problema para pasar entre las marcas (a) y (b)

A partir del volumen, y como tenemos la masa de cada líquido en ese volumen, podemos hallar la densidad de cada uno de los líquidos. A continuación están los cálculos realizados para cada líquido:

Agua:

$$\rho = m/v$$

$$\bullet \text{ grs./ml.} = 25.1615 \text{ grs.} / v$$

v = volumen del picnómetro = 25.2069 mls.

Isopropanol:

$$\rho = 20.0183 \text{ grs.} / 25.2069 \text{ mls.} = 0.7942 \text{ grs.} / \text{ml.}$$

$$\left(\frac{\eta}{\rho} \right) = \left(\frac{t_1}{t_2} \right)$$

$$(1.0019 \text{ cP} / \rho) = [(0.9982 \text{ grs./ml.})(25.18 \text{ s})] / [(0.7942 \text{ grs./ml.})(71.35 \text{ s})]$$

$$= 2.2588 \text{ cP}$$

Acetona:

$$\rho = 19.9785 \text{ grs.} / 25.2069 \text{ mls.} = 0.7926 \text{ grs.} / \text{ml.}$$

$$\left(\frac{\eta}{\rho} \right) = \left(\frac{t_1}{t_2} \right)$$

$$(1.0019 \text{ cP} / \rho) = [(0.9982 \text{ grs./ml.})(25.18 \text{ s})] / [(0.7926 \text{ grs./ml.})(12.60 \text{ s})]$$

$$= 0.3981 \text{ cP}$$

Butanol:

$$= 20.6423 \text{ grs.} / 25.2069 \text{ mls.} = 0.8189 \text{ grs.} / \text{ml.}$$

$$(\text{ / }) = (\text{ t1/ t2})$$

$$(1.0019 \text{ cP/ }) = [(0.9982 \text{ grs./ml.})(25.18 \text{ s})] / [(0.8189 \text{ grs./ml.})(80.71 \text{ s})]$$

$$= 2.6346 \text{ cP}$$

Metanol:

$$= 19.9970 \text{ grs.} / 25.2069 \text{ mls.} = 0.7933 \text{ grs.} / \text{ml.}$$

$$(\text{ / }) = (\text{ t1/ t2})$$

$$(1.0019 \text{ cP/ }) = [(0.9982 \text{ grs./ml.})(25.18 \text{ s})] / [(0.7933 \text{ grs./ml.})(20.28 \text{ s})]$$

$$= 0.6413 \text{ cP}$$

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

Líquido	Densidad (grs./ml.)	Tiempo Promedio (s)	Ostwald (cP)
Agua	0.9982	25.18	1.0019
Isopropanol	0.7942	71.35	2.2588
Acetona	0.7926	12.60	0.3981
Butanol	0.8189	80.71	2.6346
Metanol	0.7933	20.28	0.6413

•

• ANÁLISIS DE CÁLCULOS Y RESULTADOS

En éste laboratorio lo que hicimos fue medir las densidades y la viscosidades de los diferentes líquidos trabajados durante la práctica en el laboratorio. Para poder determinar estos valores utilizamos como líquido de referencia el agua, de la cual encontramos en tablas los valores de su viscosidad y de su densidad a una temperatura de 20°C que era la temperatura de referencia. A partir de estos datos del agua pudimos calcular el volumen del picnómetro, con éste volumen hallamos la densidad de cada uno de los líquidos, pues ya conocíamos sus masas y con su densidad hallamos la viscosidad, utilizando como referencia el agua.

Observando los datos obtenidos se puede concluir que a mayor tiempo para que el líquido pase entre las líneas marcadas (a) y (b) mayor será la viscosidad del líquido.

Los posibles errores obtenidos en los cálculos y observaciones de esta práctica se pueden deber a las siguientes causas de error:

- Errores en las mediciones de los tiempos debidas a fallas en el ojo del observador.
- Errores al medir las masas de los líquidos contenidos en el picnómetro.

• SOLUCIÓN AL CUESTIONARIO

- **¿Cómo se define un fluido Newtoniano y uno no Newtoniano?**

En los fluidos Newtonianos hay una relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación resultante (constante).

En los fluidos no Newtonianos no existe relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación angular.

Los gases y los líquidos ligeros se aproximan a los fluidos Newtonianos, mientras que los líquidos pesados y los gases en cercanías de sus puntos críticos son no Newtonianos.

- **¿Cuál es la expresión matemática de la ley de Newton sobre la viscosidad para un fluido Newtoniano?. Explicar cada término.**

El coeficiente de viscosidad o rozamiento interno, η , de un líquido es una constante que aparece en la fórmula que da la fuerza, F , ejercida sobre una superficie de área, A , en movimiento por encima de un estrato líquido de espesor constante L , a la velocidad, v , con relación a la pared fija del recipiente:

$$F = \eta (Av) / L$$

Dicha fuerza se opone al movimiento de la superficie considerada, a la cual es preciso aplicar una fuerza igual y contraria, F , a fin de que la superficie continúe moviéndose con velocidad

v constante.

- **Explicar cómo la temperatura, el peso molecular y/o la estructura afecta la viscosidad de un líquido.**

Los líquidos que tienen moléculas grandes y de formas irregulares son generalmente más viscosos que los que tienen moléculas pequeñas y simétricas. Con muy pocas excepciones (como el caso del dióxido de carbono líquido a baja temperatura), la viscosidad de un líquido disminuye con el aumento de temperatura. Estas dos observaciones pueden explicarse en función de la teoría cinética molecular, pero este no es el objetivo de la pregunta.

- **Consultar una ecuación que exprese la variación de la viscosidad en un líquido. ¿Cuál es el significado de cada término?**

La dependencia de la viscosidad de la temperatura es muy diferente para líquidos y para gases. La deducción simple predice para los gases una proporcionalidad de η a $(T)^{1/2}$ que se constata experimentalmente. La viscosidad para los líquidos, por el contrario, decrece al aumentar la temperatura. Una ecuación, propuesta en un principio empíricamente y fundamentada luego con una teoría y que representa bastante bien los datos es:

$$\ln \eta = a + (E / (RT))$$

donde a y E son constantes. También puede escribirse así:

$$\eta = A e^{(E / (RT))}$$

E se denomina energía de activación para el flujo.

- **¿Cómo medir la viscosidad de un líquido no Newtoniano, por ejemplo, la de un coloide?**

Para coloides semisólidos se usa a menudo una forma de aparato que fuerza al material a atravesar un orificio o tubo capilar mediante una presión hidrostática conocida.

-

• CONCLUSIONES

- Para conocer la viscosidad de un líquido Newtoniano podemos utilizar un líquido de referencia del cual conozcamos su densidad y su viscosidad. Durante esta práctica utilizamos como líquido de referencia el agua.
- Para conocer la viscosidad de un líquido Newtoniano a partir de un líquido de referencia debemos conocer la densidad, la viscosidad y el tiempo promedio de Ostwald de éste último y la densidad y el tiempo promedio de Ostwald del primero.
- Se dice que un fluido es no Newtoniano cuando la resistencia a fluir depende de la velocidad de deslizamiento.
- En los fluidos Newtonianos hay una relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación resultante (constante).
- Los gases y los líquidos ligeros se aproximan a los fluidos Newtonianos, mientras que los líquidos pesados y los gases en cercanías de sus puntos críticos son no Newtonianos.
- El coeficiente de viscosidad o rozamiento interno , se despeja de la siguiente fórmula:

$$F = ((Av) / L)$$

donde F es la fuerza ejercida sobre una superficie de área A, en movimiento por encima de un estrato líquido de espesor constante L, a la velocidad v, con relación a la pared fija del recipiente. Dicha fuerza se opone al movimiento de la superficie considerada, a la cual es preciso aplicar una fuerza igual y contraria, F, a fin de que la superficie continúe moviéndose con velocidad v constante.

-

- Los líquidos que tienen moléculas grandes y de formas irregulares son generalmente más viscosos que los que tienen moléculas pequeñas y simétricas.
- La viscosidad de un líquido disminuye con el aumento de temperatura Con muy pocas excepciones (como el caso del dióxido de carbono líquido a baja temperatura).
- Para hallar la viscosidad de un líquido no Newtoniano como un coloide semisólido se usa a menudo una forma de aparato que fuerza al material a atravesar un orificio o tubo capilar mediante una presión hidrostática conocida.

-

• BIBLIOGRAFÍA

- DILLARD, Clyde R. Química: reacciones, Estructuras, Propiedades. Santafé de Bogotá: Editorial Fondo Educativo Interamericano S.A., 1977. Pág. 414–416.
- CASTELLAN, Gilbert W. Fisicoquímica, segunda edición en español. Colombia: EditorialAddison–Wesley Iberoamericana, 1987. Pág. 95, 800–801.
- BARROW, Gordon. Química Física, segunda edición. España: Editorial Reverté, 1968.
- HOUGEN, WATSON y RAGATZ. Principios de los Procesos Químicos. España: Editorial Reverté, 1972.