

OBJETIVOS

- Conocer algunos métodos y equipos para hacer mediciones de la viscosidad en líquidos newtonianos.
- Establecer la diferencia en el comportamiento de los fluidos newtonianos y no newtonianos.
- Determinar el coeficiente de viscosidad de Ostwald de un líquido conocido a partir de su densidad y su tiempo promedio de Ostwald.
- Determinar una ecuación para expresar la variación de la viscosidad con respecto a la temperatura de un líquido problema.
- Consultar como la temperatura, el peso molecular y la estructura molecular afectan la viscosidad de un líquido.
- Identificar los factores determinantes de la viscosidad según el estado y características del fluido.
- Familiarizarnos con el uso del viscosímetro de Ostwald.
- Aprender a manejar las unidades de medida de la viscosidad.

DATOS Y OBSERVACIONES

Para medir las viscosidades de los líquidos problema se utilizó el viscosímetro de Ostwald. Para comenzar, con cada líquido a estudiar se tenía que purgar el viscosímetro. Para purgarlo se introducía una cantidad del líquido a estudiar y se empapaba completamente el viscosímetro hasta que quedara limpio de alguna sustancia extraña para luego desechar el producto utilizado.

Se llenó 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. Se quita la perilla de succión para que el líquido problema comience su descenso y cuando pasa por la marca (a) se activa el cronómetro y cuando pasa por la marca (b) se detiene midiendo el tiempo que se demoró para ir de la marca (a) hasta la marca (b). Para cada líquido se hicieron cuatro 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: El picnómetro vacío pesa 23.7527gr. y la temperatura de referencia fue de 22°C. Los pesos consignados fueron medidos en gramos.

LÍQUIDO	TIEMPO(min.)	PESO(sin picnómetro)	PESO(con picnómetro)
Agua	0.2717	24.9064	48.6591
Xileno	0.2036	21.4987	45.2514
Etilenglicol	6.2753	27.7609	51.5136
Butanol	1.3031	20.4528	44.2055
Isopropanol	1.1106	19.7267	43.4794

CALCULOS Y RESULTADOS

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.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 * t_1)}{(\rho_2 * t_2)}$$

Como ya se dijo, la temperatura de referencia durante la práctica fue de 22°C. A esta temperatura, la densidad del agua es 0.9982 grs./ml. y su viscosidad es de 0.9548 cP. 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:

A partir del volumen del picnómetro que vamos a hallar con la densidad del agua y su masa, procederemos a calcular la densidad de cada uno de los líquidos y su viscosidad respectiva.

AGUA:

XILENO:

ETILENGLICOL:

BUTANOL:

ISOPROPANOL:

LIQUIDO	DENSIDAD(gr/ml)	TIEMPO PROM.(s)	Ostwald, cP
Agua	0.9982	27.17	0.9548
Xileno	0.8616	20.36	0.6663
Etilenglicol	1.1126	387.53	16.3629
Butanol	0.8197	90.31	2.8132
Isopropanol	0.7906	71.06	2.1350

ANÁLISIS DE CÁLCULOS Y RESULTADOS

En éste laboratorio se midieron 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 22°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.

Aunque para encontrar la viscosidad absoluta uno de los factores es la densidad del fluido, los resultados obtenidos, comprobaron la afirmación de que no existe una relación de dependencia entre la viscosidad y la densidad o el volumen específico del fluido.

Como trabajamos a una temperatura constante, no pudimos observar el efecto de este parámetro sobre la viscosidad del fluido, además, observamos que no se incluye su efecto en la definición de viscosidad absoluta.

Los tiempos de flujo medido, nos dieron desde el principio una idea de cual sería el líquido más viscoso, y cual el más fluido. Después de la realización de los cálculos, pudimos comprobar que la viscosidad es directamente proporcional a este tiempo.

SOLUCIÓN AL CUESTIONARIO

- Consultar cual es la ecuación de Poiseuille para la viscosidad de un líquido Newtoniano en función de la presión de conducción (P) y explicar a partir de ésta ecuación, como se llega a la ecuación 2 de la teoría de la práctica?

- **Explicar como la temperatura, el peso molecular, y la estructura molecular, afectan 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.

La viscosidad depende de las fuerzas de cohesión y la rapidez de la transferencia de cantidad de movimiento entre moléculas. Al incrementarse la temperatura a un líquido, la cohesión disminuye y por lo tanto, también lo hace la viscosidad.

- **Cual es la diferencia entre los líquidos newtonianos y los no newtonianos?**

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.

Los fluidos newtonianos son aquellos que fluyen como divididos en capas paralelas entre sí, que corren independientemente una de la otra pero que ejercen entre ellas una fricción o resistencia al movimiento, Estos obedecen la ley de Newton de la viscosidad.

En los fluidos newtonianos existe una relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación resultante. De esto podemos deducir que si consideramos un fluido determinado para el cual tomamos datos del tiempo de deformación bajo diferentes esfuerzos aplicados, deducimos las velocidades de deformación resultante y hacemos la gráfica que determinan dichos puntos, obtendremos una línea recta.

En los fluidos no newtonianos en cambio, esa relación no es lineal. Estos no cumplen la ley de Newton; su viscosidad se ve afectada por deformación del fluido cuando este es batido, vertido o esparcido.

Algunos otros fluidos se comportan de una manera conocida como plástica, no empiezan a fluir hasta que se haya aplicado un cierto esfuerzo (esfuerzo de cedencia). También existen las sustancias tixotrópicas cuya viscosidad depende de la deformación angular inmediatamente anterior de la sustancia y tiende a solidificarse cuando se encuentra en reposo.

- **Consultar una ecuación que exprese la variación de la viscosidad con la temperatura en un líquido?**

La viscosidad para los líquidos decrece al aumentar la temperatura. Una ecuación que representa bastante bien los datos es:

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

E se denomina energía de activación para el flujo.

A es la constante de activación

η es viscosidad

• Cómo se mide 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. Para fluidos no newtonianos se encontraron algunas formulas que nos relacionan la viscosidad

Plásticos de Bingham: Después de superar el esfuerzo de cedencia, el comportamiento es newtoniano.

$$(\tau - \tau_c) = -\eta \frac{du}{dy}$$

τ_c : Viscosidad o rigidez plástica $\tau > \tau_c$

Pseudoplásticos: La viscosidad aparente ($\eta_a = \tau / \frac{du}{dy}$) disminuye al aumentar la tasa de corte o deformación y se muestra mediante la formula

$$\tau = K \left(\frac{du}{dy} \right)^n$$

K: Coeficiente de consistencia.

n: Índice de la ley de potencia o de comportamiento del fluido $n < 1$

Plásticos delatantes: La viscosidad aparente aumenta con la tasa de corte, se halla con la formula

$$\tau = K \left(\frac{du}{dy} \right)^n$$

K: Coeficiente de consistencia.

n: Índice de la ley de potencia o de comportamiento del fluido $n > 1$

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

$$F = \left(\frac{A v}{L} \right)$$

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.
- Los elementos polares son más viscosos que los no polares.

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: Editorial Addison–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.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 \cdot t_1)}{(\rho_2 \cdot t_2)}$$

η_1 = Viscosidad del agua (Líquido de referencia)

η_2 = Viscosidad del Líquido problema

ρ_1 = Densidad del agua

ρ_2 = Densidad del Líquido problema

t_1 = Tiempo en pasar el agua por las marcas a y b (25.17 sg)

t_2 = Tiempo en pasar el Líquido problema entre las marcas a y b.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{24.9064 \text{ gr}}{0.9982 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}} = 24.9513 \text{ ml} \quad \text{volumen del picnómetro}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.4987 \text{ gr}}{24.9513 \text{ ml}} = 0.8616 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 t_1)}{(\rho_2 t_2)} \quad \eta_2 = \frac{\eta_1 * \rho_2 * t_2}{\rho_1 * t_1}$$

$$\eta_2 = \frac{(0.9548 cP * 0.8616 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} * 20.36 s)}{(25.17 s * 0.9982 \frac{\text{gr}}{\text{ml}})}$$

$$\eta_2 = 0.6663 cP$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{27.7609 \text{ gr}}{24.9513 \text{ ml}} = 1.1126 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 t_1)}{(\rho_2 t_2)} \quad \eta_2 = \frac{\eta_1 * \rho_2 * t_2}{\rho_1 * t_1}$$

$$\eta_2 = \frac{(0.9548 cP * 1.1126 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} * 387.53 s)}{(25.17 s * 0.9982 \frac{\text{gr}}{\text{ml}})}$$

$$\eta_2 = 16.3629 cP$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{20.4528 \text{ gr}}{24.9513 \text{ ml}} = 0.8197 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 t_1)}{(\rho_2 t_2)} \quad \eta_2 = \frac{\eta_1 * \rho_2 * t_2}{\rho_1 * t_1}$$

$$\eta_2 = \frac{(0.9548 cP * 0.8197 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} * 90.31 s)}{(25.17 s * 0.9982 \frac{\text{gr}}{\text{ml}})}$$

$$\eta_2 = 2.8132 cP$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{19.7267 \text{ gr}}{24.9513 \text{ ml}} = 0.7906 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho_1 * t_1)}{(\rho_2 * t_2)} \quad \eta_2 = \frac{\eta_1 * \rho_2 * t_2}{\rho_1 * t_1}$$

$$\eta_2 = \frac{(0.9548 cP * 0.7906 \frac{gr}{ml} * 71.06 s)}{(25.17 s * 0.9982 \frac{gr}{ml})}$$

$$\eta_2 = 2.1350 cP$$