

Viscosidad de un líquido

Objetivos

Determinar el coeficiente de viscosidad de un aceite utilizando el viscosímetro de tubo y aplicando la ecuación de Poiseuille.

Equipo y Material

1. Un viscosímetro de tubo.
2. Dos litros de aceite SAE 40.
3. Vernier
4. Dos vasos de precipitado de 250 ml.
5. Cronómetro.
6. Probeta de 10 ml.
7. Balanza (sensibilidad de 0.1 g.)
8. Termómetro.
9. Regla de 1 metro de longitud

Introducción

En esta práctica se ilustra un método para determinar el coeficiente de viscosidad de un líquido basado en la ecuación de Poiseuille la cual es válida para fluidos newtonianos, incompresibles que se mueven en tuberías cilíndricas en régimen laminar.

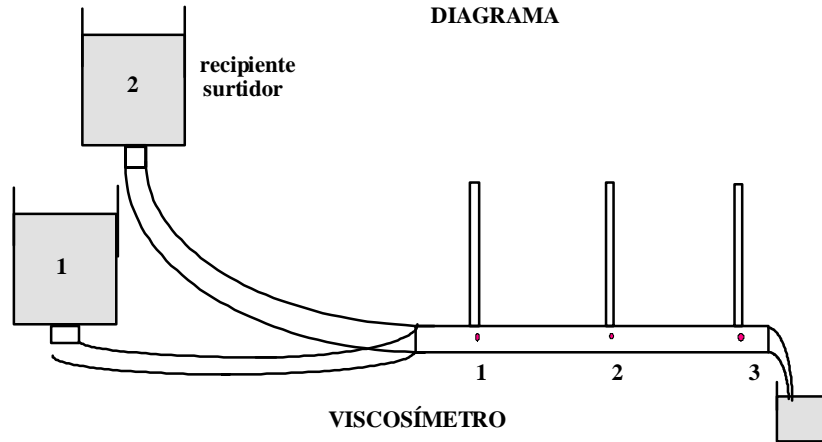
Para ello se emplea un viscosímetro de tubo, que consiste en un tubo cilíndrico dispuesto en forma horizontal sobre el cual se encuentran tres tubos cilíndricos verticales, al tubo horizontal se le aplica una diferencia de presión constante en sus extremos mediante un recipiente surtidor (ver diagrama).

Para determinar el gasto volumétrico de un fluido viscoso que se mueve a través de una tubería horizontal de sección transversal constante, se emplea la ecuación de Poiseuille:

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta P}{8\eta L} \quad (1)$$

donde Q es el gasto volumétrico, R y L de radio interno y longitud del tubo respectivamente, η el coeficiente de viscosidad del fluido y $\Delta P = P_1 - P_2$ la diferencia de presión entre los extremos del tubo.

De la ecuación (1), se puede determinar el coeficiente de viscosidad η de un fluido mediante la medición de R , Q y ΔP .



Procedimiento

1. Disponga el arreglo experimental como se indica en el diagrama.
2. Coloque el recipiente surtidor en la posición 1, tape la salida del tubo y vierta el aceite en el recipiente cuidando siempre que no haya derrames de aceite.
3. Una vez que el nivel del líquido alcance las $\frac{3}{4}$ partes de su volumen, eleve el recipiente surtidor hasta que el nivel del aceite en la manguera que va al recipiente surtidor alcance unos 30 centímetros de altura (posición 2 del surtidor), evitando que el aceite se derrame por los tubos verticales. Enseguida destape la salida del tubo horizontal, procurando colocar un vaso de precipitados de 250 mililitros para coleccionar el líquido que está saliendo, deje que el aceite fluya por unos 5 minutos para que el flujo de aceite se estabilice en las mangueras, permitiendo así eliminar las posibles burbujas que se hayan formado.
4. Cuando en el vaso colector se esté a punto de llenar de aceite, coloque el segundo vaso y regrese el aceite del primero al recipiente surtidor. Repita esta operación cada vez que sea necesario para que el nivel de aceite en el recipiente no cambie de forma apreciable y así garantizar una presión constante.
5. Ahora el dispositivo está listo para efectuar las mediciones, las cuales se hará por cada miembro del equipo, repitiendo cada uno los pasos del 6 al 12.
6. Obtenga la masa M_1 del vaso de precipitado.
7. Enseguida sujete con una mano el vaso de precipitados y con la otra el cronómetro.
8. Introduzca rápidamente el vaso en el tubo de salida del aceite y simultáneamente ponga a funcionar el cronómetro. Estas dos operaciones deben ser simultáneas para

poder medir correctamente el tiempo t que tarda en salir un determinado volumen de fluido.

9. Colecte aceite durante aproximadamente tres minutos. Al término de ese tiempo, saque el vaso y de forma simultánea, detenga el cronómetro y anote el tiempo que marca.
10. Obtenga la masa M_2 del vaso con aceite y después vacíe el líquido recogido en el recipiente surtidor.
11. Después de haber determinado la masa de aceite recogida $M = M_2 - M_1$ mida las alturas h_1 y h_2 del aceite en las mangueras correspondientes a los puntos 1 y 3 (mediante las reglas que el aparato tiene incorporadas).
12. Coloque un termómetro en el surtidor y efectúe la toma de lecturas de la temperatura del aceite durante el desarrollo del experimento.

Resultados

Cada miembro del equipo realizará las siguientes actividades:

1. Determine la densidad ρ del aceite, como le hizo en practicas anteriores.
2. Mida el radio interno R del tubo con el vernier.
3. Mida la distancia L de separación entre los puntos 1 y 3 con la ayuda de la regla de 1 metro.
4. Mida la diferencia de niveles del aceite $\Delta h = h_1 - h_3$ en los tubos 1 y 3 (con este dato y la densidad del líquido podrá determinar la diferencia de presión $\Delta P = P_1 - P_3$).
5. A partir de la masa M del aceite recogida y la densidad del aceite determine su volumen V .
6. Determine el gasto Q del aceite, con el volumen V del aceite recogido y el tiempo t que tardó en recogerse.
7. Usando la ecuación 1, y los valores obtenidos de R , ΔP , L , Q determine el coeficiente de viscosidad del aceite.
8. Anote los valores obtenidos en la tabla siguiente, correspondiéndole una fila para cada miembro del equipo.

Medición	ρ	R	L	$\Delta h = h_1 - h_3$	$P_1 - P_3$	$M = M_2 - M_1$	V	t	Q	η
1										
2										
3										
4										
5										

Para todos los miembros del equipo:

1. Con el conjunto de coeficientes de viscosidad obtenidos por cada miembro del equipo que aparecen en la última columna de la tabla se obtendrá:
 - El coeficiente de viscosidad promedio.

- La desviación promedio obtenida.
- El error porcentual en el valor de la viscosidad.

$$\bar{\eta} =$$

$$\bar{\delta} =$$

$$\varepsilon_p =$$

Preguntas

1. Consultar tabla de coeficientes de viscosidad para líquidos en:
<http://www.manizales.unal.edu.co/cursosfísica/fluidos.html>
2. Consultar notas sobre teoría de errores en:
http://www.tochtli.fisica.uson.mx/fluidos_y_calor/errores.htm
3. ¿Cual es el error porcentual obtenido en la medición del coeficiente de viscosidad del aceite? ¿Cuáles son las posibles fuentes de error más importantes?
4. Compare el valor encontrado del coeficiente de viscosidad del aceite encontrado en esta práctica con el que ofrecen en libros y otras fuentes.
5. ¿Cómo es la viscosidad del aceite encontrada respecto al valor de la viscosidad del agua? ¿Cuántas veces es mayor la viscosidad del aceite respecto a la del agua? ¿Qué significa ese resultado?
6. Investigue que es el número de Reynolds y de acuerdo con los valores obtenidos en esta práctica determine el número de Reynolds para el aceite empleado.

7. ¿El movimiento del aceite dentro del tubo de forma laminar?, ¿cómo lo verificó?

8. ¿Es válido utilizar la ecuación de Poiseuille para calcular el coeficiente de viscosidad del aceite?

9. ¿Por qué se tiene que especificar la temperatura a la que se determina el coeficiente de viscosidad de la sustancia?

10. Investigue que es un fluido newtoniano y fluido no newtoniano y menciones cuales son sus diferencias.

11. Si se eleva aun más el recipiente surtidor de tal forma que la diferencia de presión entre los puntos 1 y 3 es mayor (considere que el aceite no se derrama por los tubos verticales) ¿El coeficiente de viscosidad del aceite daría el mismo resultado que el que encontramos?

12. Si el fluido es un fluido no newtoniano ¿Cuál es la respuesta a la preguntas números 8 y 11?