

“DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DE UN FLUIDO POR EL MÉTODO DE STOKES”

Objetivos

- Determinar el coeficiente de viscosidad de un fluido por el método de Stokes a diferentes temperaturas.
- Analizar las limitaciones del modelo utilizado y aplicar las correcciones posibles.
- Comparar los resultados obtenidos con los de otros autores.

Base teórica

En los fluidos newtonianos la relación entre el esfuerzo de corte y el gradiente transversal de velocidades, llamado coeficiente de viscosidad, es constante [1,2]. Georges Stokes demostró que la fuerza de rozamiento viscoso sobre una esfera en movimiento en un fluido en régimen laminar, con número de Reynolds $R < 1$, es proporcional a la velocidad [1,2]. Puede probarse entonces que una esfera que cae en el seno de un fluido en las condiciones de validez de la ley de Stokes, alcanzará una velocidad máxima cuando la suma de la fuerza de arrastre y el empuje equilibre su peso. La medición de esta velocidad límite permite determinar el coeficiente de viscosidad η .

Dispositivo experimental

La Fig.1 muestra un esquema del montaje experimental.

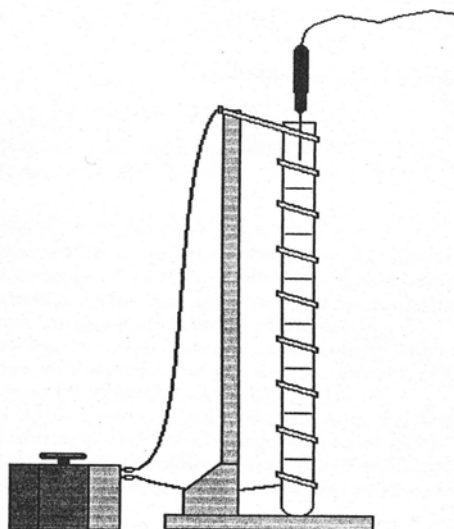
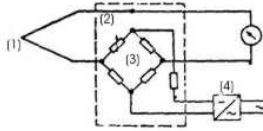


Fig. 1. Esquema del dispositivo experimental



El esquema muestra el dispositivo experimental: un tubo de vidrio vertical lleno del fluido cuya viscosidad se desea medir, rodeado de una cinta calefactora plana alimentada por un autotransformador de salida variable. También se puede observar parte del dispositivo para medir temperatura, en este caso una termocupla envainada conectada a un termómetro digital.

Elementos necesarios:

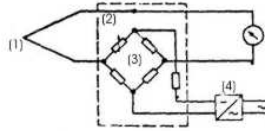
- Esferas de distintos diámetros
- Micrómetro
- Balanza electrónica de precisión
- Dispositivo para medir temperatura
- Autotransformador de salida variable
- Cronómetros o software para registro de tiempos
- Tubo de vidrio con marcas equiespaciadas
- Imanes
- Fluido
- Calefactor eléctrico plano

Desarrollo

Se dejan caer esferitas de distintos diámetros en el tubo, midiendo sus velocidades medias con las marcas indicadas en el esquema, empleando cronómetros o un programa diseñado para registrar tiempos. Una vez comprobado que el movimiento es uniforme, se mide la velocidad límite para cada esfera. Con los diámetros y sus masas se determinan sus densidades. Para la densidad del líquido se busca su valor en la literatura y su dependencia con la temperatura en el rango investigado. Si no se dispusiera de estos datos, se medirá por rangos de temperatura, la masa de fluido a volumen constante, utilizando un picnómetro o probetas graduadas.

Finalmente, con los valores de la velocidad límite, los diámetros de las esferas, las densidades de éstas y del líquido, se calcula el coeficiente de viscosidad η para cada esfera, utilizando la expresión teórica con y sin la corrección de Ladenburg [3]. Se repiten las mediciones de velocidad crítica para diferentes temperaturas, hasta cubrir el rango más amplio posible. Se construirán tablas con los resultados de η para las diferentes bolillas y a las diferentes temperaturas ensayadas. Finalmente se presentará un gráfico de η vs T, donde se agregarán a fines comparativos, los valores obtenidos por otros autores.

Se propone además, el análisis completo del movimiento a partir de las condiciones iniciales, resolviendo la ecuación diferencial obtenida al aplicar la segunda ley de Newton.



Referencias

- [1] Landau, L. D. y Lifshitz, E. M.; *“Mecánica de Fluidos”*. Vol. 6 del Curso de Física Teórica. Ed. Reverté. 1991
- [2] Kane, J. W. y Sternheim, M. M.; *“Física”*. Ed. Reverté. 2000
- [3] Worsnop, B. L. y Flint, H. T; *“Curso Superior de Física Práctica”*. Tomo I. EUDEBA. 1965