



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Física
Laboratorios Docente de Física
Física Experimental I

Laboratorio: Caída libre, Análisis de errores y Viscosidad

Área: Mecánica Clásica

Objetivo

Estudiar la cinemática de un cuerpo rígido en caída libre y realizar la estimación de la viscosidad de dos fluidos.

Fundamento teórico

Un objeto en caída libre es aquel que se mueve únicamente bajo la influencia de la fuerza de gravedad. Las ecuaciones de posición y velocidad en un campo gravitacional homogéneo estarán descritas de la siguiente manera:

$$y(t) = y_i + v_i t + \frac{1}{2} g t^2 ,$$

$$v(t) = v_i + g t ,$$

donde g es la aceleración de la gravedad.

Al estudiar la caída de objetos, se percibe que el efecto del roce es significativo, en especial en objetos con mayor relación "área superficial/masa" o en medios de mayor viscosidad, y por lo tanto no siempre se puede despreciar. En los casos donde el cuerpo se desplaza en un fluido es necesario tomar en cuenta la fuerza de empuje

$$F_{Empuje} = \rho_F V_C g ,$$

y la fuerza de roce, en el caso particular del roce producido por un fluido laminar está dada por

$$F_{Roces} = b v .$$

Teniendo en cuenta todas las fuerzas que actuarán sobre el cuerpo (Peso, empuje y fuerza de roce), se tiene

$$m a = m g - F_{Empuje} - F_{Roces} .$$

Después de cierto tiempo el cuerpo alcanza una velocidad constante ($a=0$) y se puede obtener de la fórmula anterior la constante b .

En el caso particular que el cuerpo sea una esfera y el número de Rayleigh correspondiente (r es el radio de la esfera y v es la velocidad de la esfera)

$$Re = \frac{\rho_f v r}{\eta}$$



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Física
Laboratorios Docente de Física
Física Experimental I

Laboratorio: Caída libre, Análisis de errores y Viscosidad

Área: Mecánica Clásica

sea menor que 1, la fuerza de roce está dada por la ley de Stokes

$$F_{\text{Roce}} = 6\pi\eta r v .$$

Equipamiento

1. Esfera metálica $D = 15 \text{ mm}$
2. Electro-imán con fuente de poder y cables
3. Cronómetro
4. Soporte (Altura de 2,5 m)
5. Aceites
6. Esfera metálica $D = 5 \text{ mm}$
7. Probeta 500ml
8. Balanza
9. Termómetro
10. Pie de metro
11. Huincha para medir

Procedimiento

Experimento 1: Caída libre y análisis de errores

Utilizando un soporte de 2,5m, un electroimán, un cronometro y una esfera metálica se quiere realizar el estudio de un cuerpo en caída libre. Se desea que se tomen al menos 10 mediciones y que se realice con una altura mínima de 2,1m. Utilice el cronómetro para medir el tiempo en que el cuerpo se desplaza. Las mediciones (alturas, tiempos, etc.) deben ser tabuladas para estimar el valor de la aceleración de gravedad con análisis de errores.

Experiencia 2: Viscosidad

Utilizando el método de Stokes se quiere estimar las viscosidades de dos aceites lubricantes de motor diferentes para la temperatura que presenten los mismos. Se desea que se tomen 10



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Física
Laboratorios Docente de Física
Física Experimental I

Laboratorio: Caída libre, Análisis de errores y Viscosidad

Área: Mecánica Clásica

mediciones (radios de las esferas, masas de las esferas, tiempos, temperaturas, etc.). Tomando en cuenta que las esferas utilizadas en esta experiencia poseen una masa muy pequeña, para obtener este valor se tomarán al menos 10 esferas y se colocarán en las balanzas juntas, asumiendo que todas son iguales. Las esferas deben soltarse en el centro de probeta para evitar que la esfera choque con las paredes de la misma. El tiempo debe ser medido cuando la esfera se desplaza a velocidad constante, se recomienda realizar una marca en la probeta para así conocer la distancia que recorre el cuerpo con dicha velocidad. Las mediciones deben ser tabuladas para ser analizadas posteriormente, sin análisis de errores (sin valores de referencia). Las densidades de los aceites son aproximadamente 865 Kg m^{-3} .

Preguntas

1. Para que el flujo en un tubo sea laminar el número de Reynolds correspondiente debe ser menor a 2000. Para que el flujo que rodea una esfera que se desplaza en un fluido sea laminar el número de Reynolds correspondiente debe ser menor a 1. ¿Por qué estos dos límites de los dos números de Reynolds son tan diferentes?
2. Está bien conocido que el método de Stokes no funciona con agua o aceites vegetales. Explique por qué.

Bibliografía

1. D. Halliday y R. Resnick, Física, Editorial Continental, México.
2. F. Sears y M. Zemansky, Física, Editorial Aguilar.
3. B. Lautrup, Physics of Continuous Matter: Exotic and Everyday Phenomena in the Macroscopic World, página 271
4. Hay manuales en la página web: <http://fisica.uc.cl/Laboratorios/manuales.html>