



Práctica 2: Determinación de la gravedad local

1. Objetivos

Con el fin de poner en práctica los procedimientos estadísticos para el tratamiento de datos expuestos en el repartido Medidas y tratamiento estadístico de datos, se propone determinar el valor de la aceleración local de la gravedad utilizando el movimiento en caída libre de un cuerpo.

2. Fundamento teórico

- a) Movimiento de caída libre de un cuerpo El movimiento de un cuerpo en caída libre (por la acción de su propio peso) es un movimiento sometido a una aceleración constante. En el vacío el movimiento de caída es de aceleración constante, siendo dicha aceleración la misma para todos los cuerpos, independientemente de cuales sean su forma y su peso. La presencia de aire frena ese movimiento de caída y la aceleración pasa a depender entonces de la forma del cuerpo. No obstante, para cuerpos aproximadamente esféricos, la influencia del medio sobre el movimiento puede despreciarse y tratarse, en una primera aproximación, como si fuera de caída libre. La aceleración en los movimientos de caída libre es conocida como la aceleración de la gravedad. La distancia recorrida H se mide respecto a una referencia, en este caso en el suelo. Si la velocidad inicial del cuerpo es nula, la expresión del tiempo que demora el cuerpo a recorrer la distancia H es igual a:

$$T = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1)$$

La expresión del tiempo puede entonces ser usada para la determinación del valor de g , siempre que midamos el tiempo y la altura inicial con suficiente precisión.

Ejercicio 1 Deducir la ecuación 1 a partir del modelo físico correspondiente al movimiento de caída libre de un cuerpo. OPCIONAL: pueden enviar un video o foto de la resolución de este ejercicio.

- b) La aceleración de la gravedad

La fuerza de gravedad es aquella por la que dos cuerpos masivos son atraídos uno hacia el otro. Dicha fuerza F propuesta por Newton en 1666 se puede expresar como:

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{R^2} \hat{r} \quad (2)$$

donde R es la distancia entre los objetos de masas m y M . $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ es la constante de Newton y \hat{r} es un versor que define la línea que conecta los centros de masa de los dos cuerpos.

Utilizando la ecuación 2 para estudiar el movimiento de los cuerpos cerca de la superficie terrestre, tomando M y R como la masa y radio medios de la Tierra, respectivamente: $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{kg}$ y $R_{\text{Tierra}} = 6371 \text{Km}$ podemos obtener la fuerza a la que está sometido el cuerpo como

$$F = mg \quad (3)$$

con

$$g = G \frac{M}{R^2} \cong 9,8163 \text{m/s}^2 \quad (4)$$

y m la masa del cuerpo que se está considerando. La ec. 4 indica el valor esperado para la aceleración de la gravedad g cerca de la superficie de la Tierra.

Estrictamente hablando, g no es una constante, ya que depende de la distribución de masa y de la distancia al centro de la Tierra. Eso indica que aunque imagináramos un medidor infinitamente preciso, el valor medido de g debería depender al menos del punto geográfico en el cual ha sido tomado. Además, la presencia cercana de otros cuerpos astronómicos cambiaría el valor de la aceleración experimentada por el cuerpo de masa m . En el caso de la Tierra, las fases de la luna deben afectar el valor medido de g para una dada ubicación. Como veremos, las limitaciones impuestas por nuestros instrumentos de medida nos impedirán de distinguir entre cambios tan chicos, donde no podremos expresar el valor de g con más de 3 cifras significativas.

3. Procedimiento experimental

Se lanzará una masa esférica desde una altura H y se medirá el tiempo que demora la misma a llegar al suelo. Para la medición del tiempo se utilizará un cronómetro (por ejemplo el del celular) y para medir la altura algún instrumento que tengan a disposición (cinta métrica, regla larga, etc).

Antes de comenzar a medir analizar:

- a) ¿Hay alguna limitación en el tamaño del cuerpo que dejan caer? ¿Porqué es importante que las dimensiones del cuerpo sean despreciables respecto al espacio recorrido?
- b) ¿Qué se debe tener en cuenta para asegurarse de cumplir con las condiciones iniciales para el problema?
- c) ¿Cuál es la incertidumbre instrumental al medir el tiempo? Cuales otros factores pueden introducir una incertidumbre en la medida del tiempo? ¿Podría estimar el valor de esta incertidumbre?
- d) Estime la incertidumbre en la medida de la distancia recorrida. Es importante colocar marcas de referencia (u algún objeto) para asegurarse de estar tirando siempre desde la misma altura.

Dejar caer el cuerpo y medir el tiempo que demora a llegar al suelo. Repetir esta medida en iguales condiciones un número suficiente de veces, como para poder realizar un análisis estadístico (no menos de 50). Registre los valores de los tiempos obtenidos.

4. Tratamiento de datos

- a) Realice un histograma que muestre las frecuencias de ocurrencia de las mediciones del tiempo de caída del cuerpo.
- b) Calcule el promedio del tiempo y su desviación standard. Verifique si es necesario descartar medidas en los datos del tiempo (recuerde el criterio de descarte de medidas). En ese caso, se debería graficar un nuevo histograma, y calcular nuevamente el promedio y la desviación standard para el tiempo.
- c) Representar sobre el histograma la curva de Gauss correspondiente.
- d) Exprese el valor de la aceleración de gravedad con la incertidumbre correspondiente.
- e) Compare el valor obtenido con el valor de g de referencia.
- f) Discuta relacionando con fuentes de incertidumbre, condiciones iniciales, hipótesis realizadas en el modelo teórico.