

***Medición de la aceleración de la gravedad
a partir del movimiento de un cuerpo que se desliza
por un plano inclinado.***

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Exactas

Licenciatura en Ciencias Físicas

Asignatura: Física Experimental I

Jefe de Cátedra: Martín Santiago

Ayudante: Diego Velázquez

Informe de Trabajo de Laboratorio N°1

Integrantes:

Barreiro, Milagros; miliba46@gmail.com

Svedas, Martina; svedasmarti@gmail.com

Varales, María Clara; varalesclara@gmail.com

Resumen:

En este trabajo se determinó la aceleración de la gravedad en la Ciudad de Tandil (Buenos Aires, Argentina), utilizando la experiencia de un objeto deslizándose por un plano inclinado, intentando cuantificar los posibles errores sistemáticos introducidos en el armado del dispositivo. Se obtuvo un valor aceptable en comparación con los reportados anteriormente.

Introducción:

El peso de un cuerpo está definido como la fuerza con la que éste atraído hacia el centro de la Tierra. Dicha fuerza depende de dos magnitudes: la masa del cuerpo y la aceleración de la gravedad. Anteriormente, esta última fue medida en la ciudad de Tandil mediante experimentos de similares características arrojando un valor de:

$$g=9.79216 \frac{m}{s^2} \pm 0.0000001 \frac{m}{s^2} \quad (1)$$

Isaac Newton fue el primer científico en desarrollar una idea sobre la existencia de la fuerza de atracción gravitacional, la cual es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay desde un objeto hasta el centro de un cuerpo celeste.

Existen varios métodos de medición utilizando un objeto deslizándose por un plano inclinado. Uno de ellos es la utilización del movimiento rectilíneo de un cuerpo con aceleración constante (cinemática), que plantea la distancia que recorre dicho cuerpo en función de un determinado tiempo. La misma está dada por :

$$L(t) = l_0 + V_0 t + \frac{1}{2} g \text{sen} (\theta) t^2$$

Siendo l_0 la posición inicial , V_0 la velocidad inicial , t es el tiempo, g es la aceleración de la gravedad y θ el ángulo de inclinación del plano por el cual se desliza el cuerpo. Si se consideran la posición y la velocidad inicial iguales a cero, la ecuación se vuelve:

$$L(t) = \frac{1}{2} (g.\text{sen}\theta) t^2 \quad (2)$$

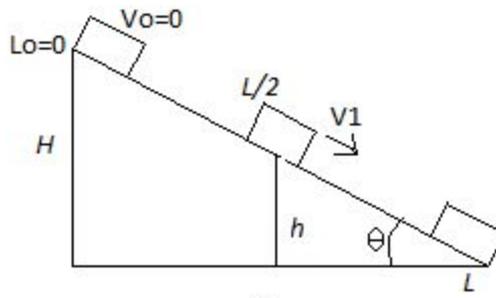


Figura 1. Esquema de la situación estudiada en este trabajo.

Debido a las dificultades que se presentan al momento de medir el tiempo inicial del movimiento en $L_0=0$, se planteó la ecuación (2) en dos puntos de la trayectoria, $\frac{L}{2}$ y L (ver figura 1), obteniendo las siguientes expresiones :

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2}(g \operatorname{sen}\theta) t_1^2 \quad L = \frac{1}{2}(g \operatorname{sen}\theta) t_2^2$$

Luego, despejando los tiempos t_1 y t_2 correspondientes a dichos puntos se obtiene:

$$t_1 = \sqrt{\frac{L}{g \operatorname{sen}\theta}} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2L}{g \operatorname{sen}\theta}}$$

A partir de los cuales se define:

$$t_{\text{exp}} = t_2 - t_1 = (\sqrt{2} - 1) \sqrt{\frac{L}{g \operatorname{sen}\theta}}$$

y finalmente, puede calcularse g a partir de la expresión:

$$g = \left(\sqrt{2} - 1\right)^2 \frac{L}{t_{\text{exp}}^2 \operatorname{sen}\theta} \quad (3)$$

Por otro lado, en trabajos anteriores utilizando este mismo método, se plantean dificultades en la determinación del ángulo de inclinación del plano respecto de la horizontal [1], y la posible existencia de errores sistemáticos como consecuencia del armado del dispositivo experimental [2].

En este trabajo, se midió el tiempo que le llevó a un objeto caer por un plano inclinado sin roce, y se calculó la aceleración de la gravedad local a partir de la ecuación (3), y se realizaron medidas armando y desarmando el dispositivo experimental con el fin de evaluar posibles errores al azar cometidos durante el proceso.

Metodología:

Se montó un plano inclinado utilizando una perfil de metal (2m de longitud/ Pasco Scientific modelo SF-9214) perforado dentro del cual se inyecta aire a presión constante con objetivo de minimizar la fricción de la superficie del plano con el móvil (objeto deslizante). Se colocó debajo del pie superior de la barra de metal un prisma rectangular de madera para generar el ángulo de inclinación deseado con la horizontal. Se ubicaron dos fotosensores (Pasco Scientific modelo ME-9215A) conectados a un cronómetro a una distancia de 0,7 m entre sí (L y $L/2$, figura 1). Para determinar correctamente la posición de los mismos, se colocó un extremo del móvil en las medidas elegidas, y se ubicó el fotosensor de manera tal que capte la “banderita” que está encima del móvil. Por otro lado, se tuvo la precaución de que el sensor esté ubicado de forma perpendicular a la trayectoria del móvil.



Figura 2. Fotografía del arreglo experimental utilizado.

El ángulo con la horizontal está determinado por la siguiente ecuación:

$$\text{sen } \theta = \frac{H-h}{L}$$

siendo H la altura en la posición L_0 , h la altura en la posición $\frac{L}{2}$ y L la distancia total recorrida por el móvil.

Se dejó deslizar el móvil desde la posición inicial L_0 (0,2m). Cuando la “banderita” del móvil pasó por el fotosensor colocado en $\frac{L}{2}$ (0,9 m) inicia el conteo del tiempo, hasta que pasa por el otro fotosensor colocado en $L=1.6$ m, donde concluye el conteo de tiempo, completando una medición. Se registra el valor de tiempo obtenido, y se resetea el cronómetro antes de realizar la siguiente medición.

Se realizaron 10 mediciones seguidas sin desarmar el dispositivo.

Luego, con el objetivo de evaluar posibles fluctuaciones debidas al armado del montaje, se realizaron mediciones armando y desarmando (posicionar el carro, los fotosensores y retirar la madera) del dispositivo. Este proceso se realizó 4 veces.

Resultados:

Caso 1: 10 mediciones con montaje fijo.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para la aceleración gravitacional **g**:

N°	T(s)±0,01	L(m)±0,001	θ(rad)±0,001	g(m/s ²)	Δg(m/s ²)
1	0,692	1,4	0,052	9,7	0,2
2	0,693	1,4	0,052	9,6	0,2
3	0,693	1,4	0,052	9,6	0,2
4	0,693	1,4	0,052	9,6	0,2
5	0,694	1,4	0,052	9,6	0,2
6	0,692	1,4	0,052	9,7	0,2
7	0,692	1,4	0,052	9,7	0,2
8	0,694	1,4	0,052	9,6	0,2
9	0,693	1,4	0,052	9,6	0,2
10	0,694	1,4	0,052	9,6	0,2
promedio	0,693	1,4	0,052	9,6	0,006

Tabla 1: resultados obtenidos en el caso 2.

Teniendo en cuenta las incertidumbres de tipo A (debidas a fluctuaciones al azar) y de tipo B (instrumentales), el resultado obtenido es:

$$g(95\%) = 9,6 \pm 0,4 \frac{m}{s^2} \quad (4)$$

Caso 2: armando y desarmando entre mediciones.

Se realizaron las mediciones necesarias para determinar el ángulo de inclinación **θ**, obteniendo los siguientes resultados:

H(m)±0,001	h(m)±0,001	L(m)±0,001	θ(rad)±0,001
0,205	0,133	1,40	0,051
0,204	0,132	1,40	0,051
0,205	0,132	1,40	0,052
0,205	0,132	1,40	0,052

Tabla 2: Resultados correspondientes al ángulo medido en el caso 2.

Aceleración gravitacional g:

N°	T(s)±0,001	L(m)±0,001	θ(rad)±0,001	g(m/s²)	Δg
1	0,687	1,4	0,051	9,9	0,2
2	0,688	1,4	0,051	9,9	0,2
3	0,688	1,4	0,052	9,7	0,2
4	0,694	1,4	0,052	9,6	0,2
promedio	0,689	1,4	0,052	9,8	0,006

Tabla 3: resultados correspondientes a la aceleración gravitatoria en el caso 1

Teniendo en cuenta las incertidumbres de tipo A (debidas a fluctuaciones al azar) y de tipo B (instrumentales), el resultado obtenido es:

$$g(95\%) = 9,8 \pm 0,4 \frac{m}{s^2} \quad (5)$$

Análisis de resultados:

Al momento de medir el ángulo θ se tuvo en cuenta la incertidumbre asociada al nivel que se utilizó para medir si la mesada en la que estaba colocada el dispositivo estaba horizontal. Este valor se buscó en informes realizados anteriormente [3], siendo su valor de 0.046° o 0.0008 rad. Este valor se usó para calcular:

$$\Delta\theta_T = \Delta\theta_M + \Delta\theta_H$$

donde $\Delta\theta_T$ es el valor total de la incertidumbre del ángulo de inclinación del plano, $\Delta\theta_M$ es la incertidumbre del ángulo medido por nosotros, y $\Delta\theta_H$ la incertidumbre del ángulo de la mesada respecto de la horizontal.

Puede observarse que las incertidumbres de tipo A (debidas a fluctuaciones al azar) son iguales en ambos casos, y despreciables en relación a las incertidumbres de tipo B (de origen instrumental). Estos

resultados indicarían que se consiguió una buena repetitividad al momento de armar y desarmar el dispositivo .

Los valores obtenidos por ambos métodos, expresados (4) y (5) varían entre sí por $0.2 \frac{m}{s^2}$. Esta mínima diferencia refuerza lo mencionado anteriormente , que los valores obtenidos con el desarmado y armado no presenta cambios significativos al momento de calcular las fluctuaciones al azar.

El valor “real” (1) se encuentra dentro del intervalo encontrado en ambos casos. Por lo tanto se concluye que la metodología realizada es adecuada para calcular la aceleración de la gravedad local.

Conclusiones:

En ambos casos los resultados obtenidos fueron favorables al momento de la comparación con el valor “real”.

Las mayores dificultades que se presentaron al momento de buscar los datos fue posicionar los fotosensores de tal manera que la distancia entre cada uno y la trayectoria desde la posición inicial hasta el primer fotosensor tengan la menor incertidumbre posible.

No fue posible determinar θ con un goniómetro ya que, para los ángulos utilizados, tiene una resolución muy baja, lo que hace muy alta la incertidumbre en g .

Referencias:

[1] [Trabajo de laboratorio: Gravedad en Tandil \(2006\)](#) - Integrantes: Campo, Alejandra Viviana De Bernardi, María Mansilla, Estefanía Gisele

[2] [Informe de laboratorio Determinación del valor de la aceleración de la gravedad \$g\$ a través del método del plano inclinado \(2009\)](#) - Integrantes: Cabrera, María; Kessler, Sofía; Solanilla, Juan

[3] [Informe de laboratorio Incertidumbre en la determinación de la horizontal mediante un nivel de albañilería \(2009\)](#) - Integrantes: Cabrera, María; Kessler, Sofía; Solanilla, Juan

