

DETERMINACIÓN DE LA ACELERACIÓN GRAVITATORIA

Kenet Chapeton, Lautaro Moya, Marcos Picco, Martín Zelicovich

kenetchape@gmail.com, lautamoya01@gmail.com, marcospicco123@gmail.com,
martinzelicovich@gmail.com

Laboratorio de Mecánica y Termodinámica – Verano 2024 – Martes 14 - 20 hs. Departamento de Física, FCEyN, UBA.

No hay resumen

1. INTRODUCCIÓN

La fuerza de gravedad es la fuerza con la cual el planeta Tierra atrae a los cuerpos cercanos hacia ella. Si despreciamos la resistencia por parte del aire se considera que todos los cuerpos caen con la misma aceleración y, si la distancia recorrida no es muy amplia, la aceleración gravitatoria es constante en toda la caída.

Un péndulo simple o ideal consiste en una partícula de masa m suspendida de un hilo inextensible y de masa despreciable que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. Aunque es imposible la realización práctica de un péndulo simple, es de utilidad para fines teóricos.

En un movimiento armónico simple, el período de oscilación es proporcional a la longitud de la cuerda, y se describe como:

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

Donde T representa el período, L la longitud medida desde el punto de suspensión hasta el centro de masa y g es la aceleración de la gravedad. Despejando g en la ecuación se obtiene:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad (2)$$

Poner referencias!

de modo que midiendo T y L será posible conocer la aceleración de la gravedad g .

Como objetivos del experimento buscamos obtener un valor estimado de la gravedad mediante mediciones indirectas utilizando un péndulo simple y compararlo con valores tabulados. Para ello, realizamos mediciones con distintas longitudes para observar la dependencia entre la longitud y el período de oscilación.

2. PROCEDIMIENTO

Se armó un péndulo con un hilo y una esfera metálica, utilizando 10 diferentes longitudes (desde el punto de suspensión hasta el centro de masa de la esfera). Las mediciones se realizaron con una cinta métrica común con una apreciación de 0,1 cm.

- $L1 = (78,5 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L2 = (68,5 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L3 = (84,0 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L4 = (54,5 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L5 = (70,8 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L6 = (30,0 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L7 = (51,2 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L8 = (61,0 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L9 = (40,0 \pm 0,1) \text{ cm}$
- $L10 = (21,0 \pm 0,1) \text{ cm}$

Poner en tabla no con item

Por cada longitud se dejó oscilar el péndulo con un ángulo de 10° durante 30 segundos con un valor de 200 muestras por segundo, siendo el error instrumental $1/200$ (esto fue configurado desde Motion-Daq, que fue la aplicación utilizada para tomar las muestras).

Para medir el período se utilizó un fotosensor, el cual se colocó debajo de la esfera metálica, sobre el eje del péndulo.

El fotosensor toma valores de 0 V cuando no hay movimiento y de 4 V cuando detecta que algo pasa por el sensor. De estos datos obtenemos los valores de todos los puntos en los que la esfera pasó por el fotosensor, pero como nos interesan los períodos (de un punto A a otro punto A), tomamos estos datos y buscamos los puntos máximos y mínimos y cada tiempo en el que estos ocurren. Por último, realizamos una diferencia entre los tiempos 1 y 4 para obtener así la media de nuestro período por cada muestra.

A partir de los resultados, se calcularon los errores instrumentales y experimentales, junto con el promedio y el desvío estándar.

Las fórmulas utilizadas para cada uno fueron las siguientes:

No poner las formulas aca

Promedio: $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ (3)

Desvío estándar: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ (4)

Error estadístico: $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ (5)

Error instrumental: $\frac{AP}{2}$ (6)

Error absoluto: $\sqrt{E.ins.^2 + E.est.^2}$ (7)

Donde n representa la cantidad de datos y AP la apreciación, es decir, la mínima división que se encuentra en la escala de medición de un instrumento.

3. RESULTADOS

A continuación se muestra una tabla con los valores obtenidos para cada medición:

¿sólo consideran error instrumental?

¿No hay error estadístico?

L (cm)	ΔL (cm)	T (segundos)	ΔT (segundos)	g (cm/s ²)
78,5	0,1	1,78	0,01	978,11
68,5	0,1	1,66	0,01	981,37
84,0	0,1	1.86	0,01	958,55
54,5	0,1	1,48	0,01	982,27
70,8	0,1	1,69	0,01	978,63
30,0	0,1	1,09	0,01	996,85
51,2	0,1	1,44	0,01	974,78
61,0	0,1	1,58	0,01	964,66
40,0	0,1	1,28	0,01	963,83
21,0	0,1	0,93	0,01	958,55

¿Cuál es el error de la gravedad?

Tabla 1. Valores de las variables para cada una de las mediciones.

Mediante la ecuación (2), utilizando la media de la gravedad y propagando el error se obtuvo un valor de $g = 973,76 \pm 48,35 \text{ cm/s}^2$. **Mal las cifras significativas**

Linealizamos la expresión y aplicando un ajuste lineal por cuadrados mínimos realizaremos un gráfico para T en función de la raíz cuadrada de la longitud. Para hacerlo, ubicamos en el eje X la variable con menor error relativo, que en este caso es la raíz de la longitud, con un error relativo de 0,001; mientras que el período cuenta con un error relativo de 0,007.

De dónde sale esto?

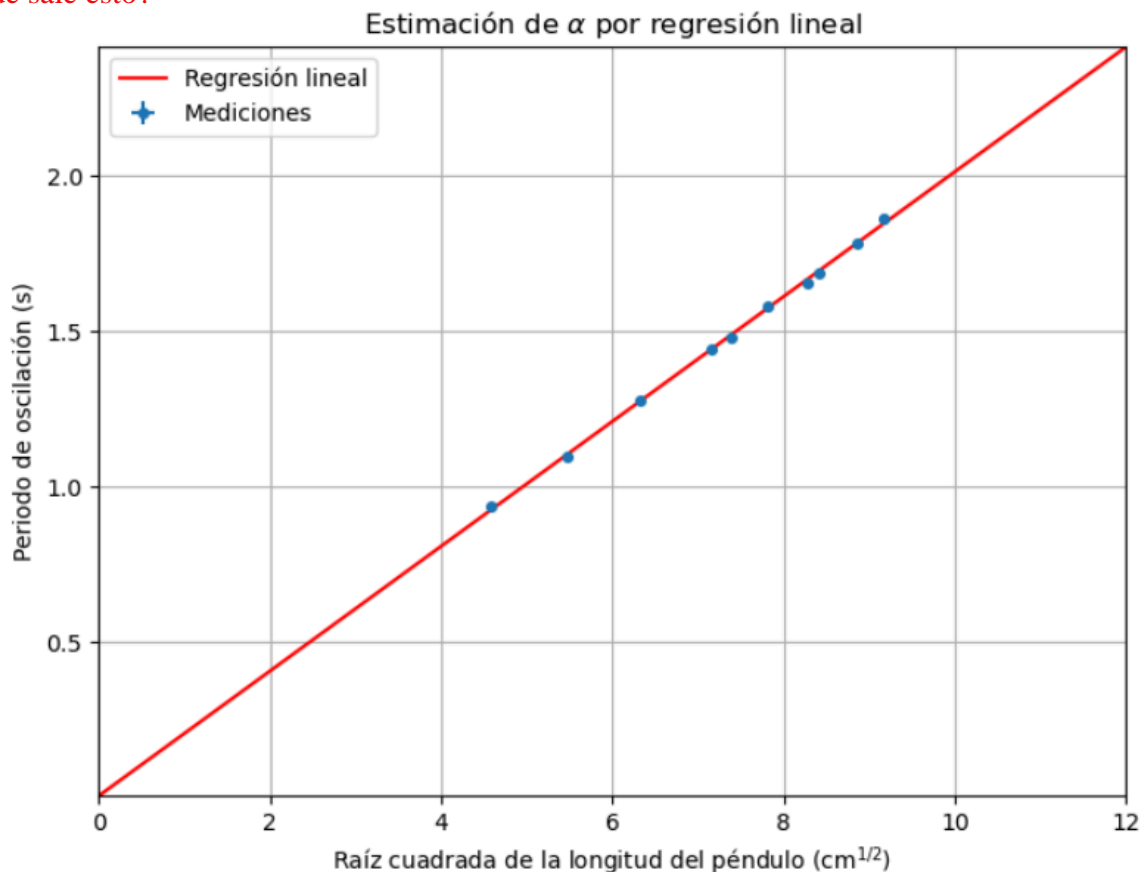


Fig. 1. Gráfico de T vs. la raíz cuadrada de la longitud.

De la regresión lineal se obtuvieron los siguientes resultados:

α (pendiente) = $0,201 \pm 0,002$

Faltan unidades
Cifras significativas

β (ordenada al origen) = $0,004 \pm 0,017$

R^2 (coeficiente de regresión lineal) = 0,999

Se calculó el valor de la gravedad utilizando las siguientes ecuaciones:

$$g = \frac{4\pi^2}{\alpha^2} \quad (8) \quad \text{y} \quad \Delta g = \frac{8\pi^2}{\alpha^3} * \Delta \alpha \quad (9)$$

¿y cuánto dio?

¿Qué es esta tabla?

	Gramos	Posición(cm)
1	10,6	42,4
2	21,0	42,9
3	40,4	43,3
4	52,6	43,7
5	73,6	44,3
6	93	45,1
7	104,6	44,9
8	125,6	45,5
9	157,2	47,4
10	197,6	48,3

4. DISCUSIÓN

El valor obtenido de la aceleración de la gravedad empleando la las ecuaciones (8) y (9) fue de $977,16 \text{ cm/s}^2$, con una incertidumbre de $19,44 \text{ cm/s}^2$, lo que resulta en un intervalo ($957,72$; $996,60$) cm/s^2 . **Mal las cifras significativas**

El valor de $R^2 = 0,999$ indica que la relación entre el período al cuadrado y la longitud es lineal.

5. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos por la ecuación de la predicción teórica (2) y por ajuste lineal por cuadrados mínimos ($g = 973,76 \pm 48,35 \text{ cm/s}^2$ y $g = 977,16 \pm 19,44 \text{ cm/s}^2$ respectivamente), son bastante similares entre sí. **NO**

Según la Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA), el valor tabulado de la gravedad es de $9,7968824 \pm 2\text{E-}7 \text{ m/s}^2$. Teniendo esto en cuenta, podríamos determinar que el método utilizando el ajuste de cuadrados mínimos es más preciso, ya que el error relativo es menor ($0,02 \text{ cm/s}^2 < 0,05 \text{ m/s}^2$), y también es más exacto, ya que se aproxima más al valor tabulado.

[1] **El error relativo no tiene unidades**

El mayor error utilizando la predicción teórica puede deberse a ligeras variaciones en las variables, ya sea en la medición de la longitud del hilo tanto como en las sutiles diferencias en el ángulo de cada una. Por otro lado, se suma también el radio de la esfera como una posible variable que aumente este margen, dado que en cada medición la lectura a través del sensor se dio en distintas partes de esta y no siempre exactamente por el centro de masa (de donde se tomó la distancia).

Por último, se concluye que el período de un péndulo sólo depende de la longitud de la cuerda y de la gravedad, por lo que si consideramos a esta última constante, a mayor longitud de cuerda mayor período.

6. APÉNDICE

$\Delta T = \frac{2}{200} = 0,01s$ (frecuencia de muestreo; el 2 arriba ya que para medir un período se toman dos tiempos). Se utiliza $1/\text{frecuencia de muestreo}$ ya que es un error mayor que los de cada período por propagación.

$$g = \frac{4\pi^2}{0,201^2} = 977,16 \text{ cm/s}^2$$

$$\Delta g = \frac{8\pi^2}{0,201^3} * 0,002 = 19,44 \text{ cm/s}^2 \text{ (propagación de ecuación 8)}$$

$$\Delta g = \sqrt{(4\pi^2 \frac{1}{T^2})^2 (\Delta L)^2 + (4\pi^2 L T^2)^2 (\Delta T^2)^2} = \sqrt{3,26 + 2334,50} = 48,35 \text{ (propagación de ecuación 2)}$$

7. REFERENCIAS

Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA) | Instituto Geográfico Nacional [1]