

Determinación de la aceleración de la gravedad en la Tierra mediante un plano curvilíneo

Saiz Micaela, Papuccio Ignacio

Contacto: micaa.saiz@hotmail.com , ignaciopapuccio@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas- UNICEN

Tandil, Provincia de Buenos Aires. Argentina

Noviembre 2014

Resumen:

El objetivo de este informe es exponer los resultados de la medición de la constante de aceleración gravitatoria “**g**” usando el método de tiro parabólico con velocidad inicial nula en su componente normal al suelo. Para ejecutar este propósito se utilizó un plano curvilíneo cuyo extremo final era horizontal, al fin del cual cae libremente. Se utilizaron dos detectores ubicados, uno al inicio de la caída y otro en el sitio de impacto con el suelo. De esta manera determinamos el tiempo de vuelo. Usando las relaciones que describen el movimiento y sabiendo la altura que separaba los sensores se obtuvo un valor de $g = (9,5 \pm 0,1) \text{ms}^{-2}$.

Palabras claves:

-Gravedad, Tiro parabólico, tiempo de vuelo, velocidad inicial nula.

Introducción:

La gravedad es una fuerza atractiva entre dos cuerpos debida a sus masas. La magnitud de esta fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los cuerpos. Cuando un cuerpo de masa pequeña es acercado a uno de masa colosal la fuerza entre ellos es tan grande, que es apreciable la atracción entre los dos cuerpos.

El cuerpo pequeño será acelerado hacia el de mayor tamaño. Esta aceleración varía cuadráticamente con respecto al centro de masa de los objetos.

En la superficie de la tierra la gravedad es prácticamente constante y se puede expresar mediante la ecuación de movimiento planteada por Newton:

$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (!)$$

Si en (1) la velocidad inicial es nula y consideramos que su altura en el tiempo inicial es igual a cero, entonces es fácil conocer el valor de **g** mediante la expresión:

$$g = \frac{2y_0}{t^2} \quad (2)$$

Conocer el valor de esta constante con precisión es de vital importancia para un millar de áreas del conocimiento. Desde la meteorología hasta la ingeniería aeroespacial, muchas disciplinas se benefician al poseer una medida certera de la aceleración de la gravedad.

Nuestro equipo de investigación luego de haber leído trabajos anteriores acerca de la medición de “**g**” enlazó la principal fuente de error en las mediciones se debía a la dificultad que suponía tener una velocidad inicial nula. Un pequeño cambio en la determinación del momento inicial, en experimentos de caída libre acarrearía enormes errores en la medición. Por este motivo nuestro enfoque en el experimento era el de hallar la configuración experimental capaz de obtener este factor.

Para esto ingeniamos un dispositivo electromagnético que sostenía una pequeña bolilla mediante su atracción magnética, al apagarse el campo que mantenía a la bolilla en su lugar se iniciaba automáticamente la cuenta de un cronómetro al que estaba conectado el dispositivo de liberación. El objeto caía luego en caída libre hasta impactar en una placa piezoeléctrica que detenía la cuenta del cronómetro. Sin embargo aunque el modelo era plausible y funcional, tuvimos ciertos inconvenientes electrónicos debidos a la falta de conocimiento a la hora de enlazar el electroimán al cronómetro.

Desgraciadamente tuvimos que plantear una manera alternativa para conseguir una velocidad inicial nula. Por lo que planteamos usar un riel curvilíneo con un tramo final horizontal, por el que podía rodar una esfera metálica. En la punta del riel se colocó un fotosensor correctamente calibrado, para de esta manera poder obtener cierta velocidad en x que llevará a nuestro objeto a un estado de caída libre sólo acelerado por la gravedad. Luego a una altura definida por debajo del extremo del riel se colocó un placa detectora. Usando esta instalación lo único que debíamos hacer para obtener “**g**” era simplemente dejar rodar una bola por el plano curvilíneo. Esta interrumpía el haz del fotosensor y el cronómetro empezaba a contar. A partir de ese punto la bola cae describiendo una parábola hasta impactar con la placa detectora piezoeléctrica que detiene la cuenta del cronómetro. Con los tiempos que obtenemos del cronómetro y usando la altura conocida anteriormente se podía obtener “**g**” mediante la ecuación (2). Esta es la primera vez que se implementa este arreglo experimental en el laboratorio de la facultad y los resultados son positivos.

Detalles Experimentales:

Para ejecutar el experimento se utilizó una pista curvilínea manufacturada artesanalmente, el extremo horizontal fue nivelado usando un nivel. Utilizamos una bolilla que podía rodar en el

riel sin dificultad. Luego se colocó un fotosensor (PASCO Scientific Model ME-9215A) conectado a su respectivo cronómetro, de manera que el haz de luz que éste emanaba estuviese lo más cerca posible del punto en el que la bolilla comienza su trayectoria curvilínea. En el punto donde la bola aterriza se colocó una placa piezoeléctrica (Pasco Me-6810) también conectada al cronómetro. Luego se midieron las alturas con una regla metálica. La alturas se controlaron usando un banco del laboratorio y distintas piezas de madera, todas niveladas. La figura (1) muestra un diagrama del set up experimental utilizado.

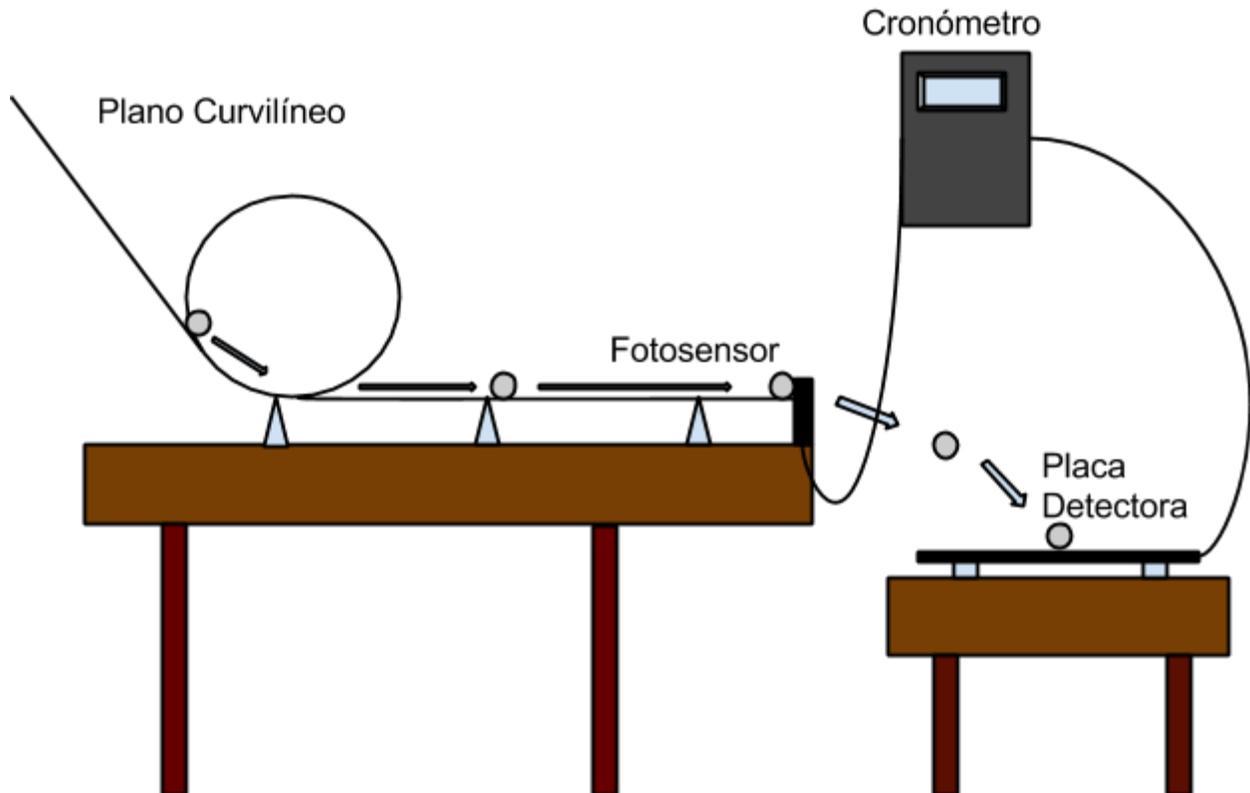


Figura 1

Las alturas utilizadas fueron $h_1 = (0,415 \pm 0,005)m$, $h_2 = (0,245 \pm 0,005)m$ y $h_3 = (0,125 \pm 0,005)m$.

Resultados:

Con el fin de calcular g , se utilizaron dos métodos: regresión lineal y teniendo en cuenta la dependencia de las variables.

Utilizando el metodo de regresion lineal a partir de los datos experimentales y teniendo en cuenta la ecuación: $y(t) = h + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

al ser $y(t) = 0$ y $v_0 = 0$; despejando t^2 : $t^2 = \frac{2h}{g}$

De acuerdo con esta expresión, se realizó una gráfica t^2 vs h de los puntos obtenidos experimentalmente, y con ellos se realizó una regresión lineal obteniendo la recta de la figura (2) :

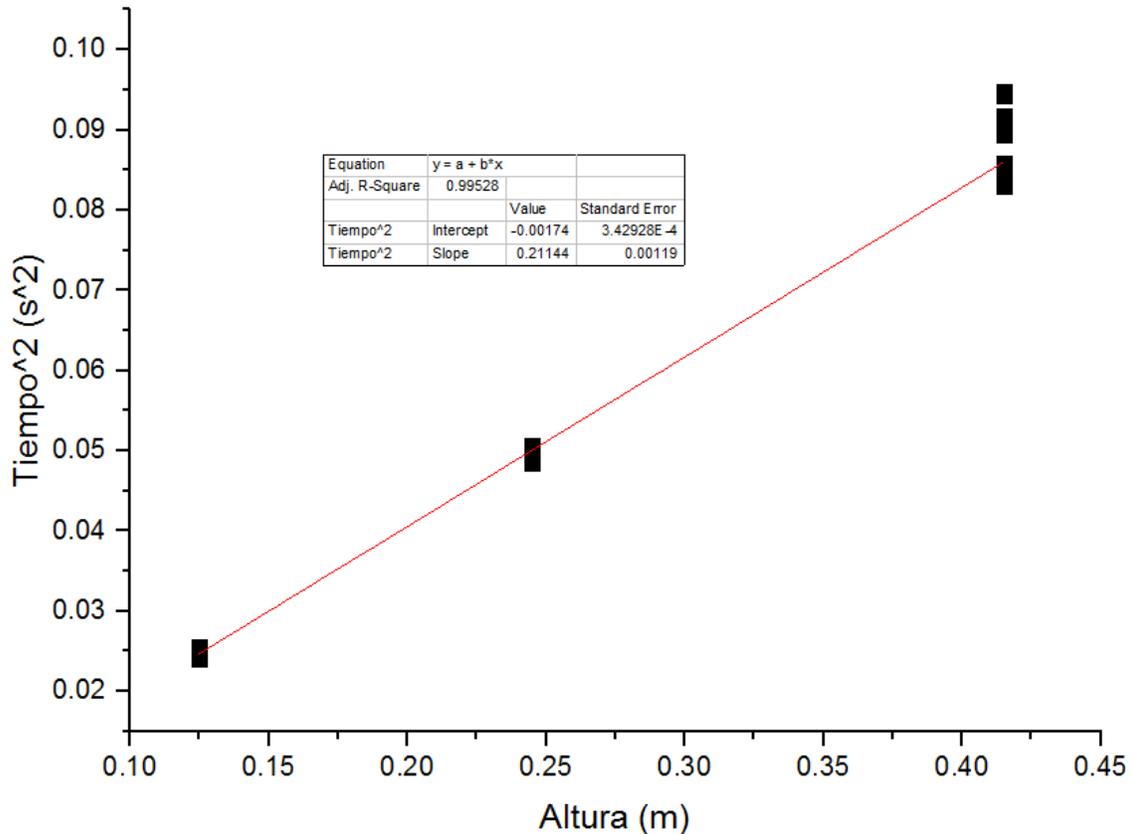


Figura 2

Cuya pendiente de la recta está caracterizada por: $\alpha = (0,211 \pm 0,001) \frac{s^2}{m}$ y su ordenada al origen por: $\beta = (-0,0017 \pm 3 \cdot 10^{-4}) \frac{s^2}{m}$.

Teniendo en cuenta que $\alpha = \frac{2}{g}$; despejando g obtenemos que $g = \frac{2}{\alpha} \simeq 9,4786 \frac{m}{s^2}$

Para calcular los errores tuvimos en cuenta el error instrumental introducido por la regla metálica $\pm 0,005 m$ y el error de la pendiente $\pm 0,001$. No se tuvieron en cuenta los errores del cronómetro del fotosensor ni el de la ordenada al origen ya que eran de un orden menor a los nombrados anteriormente y por lo tanto son despreciables.

Utilizando la ecuación: $u_t = \sqrt{u_a^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial h}\right)^2 u_{ih}^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial t}\right)^2 u_{it}^2}$

donde $u_a^2 = (z\sigma_g)^2 = 2.018 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s^2}$, $\left(\frac{\partial g}{\partial h}\right)^2 u_{ih}^2 = 2.066 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s^2}$ y $\left(\frac{\partial g}{\partial t}\right)^2 u_{it}^2 = 5.644 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s^2}$

por lo tanto $u_t \simeq 0.1$

Quedando como resultado final de $g(95\%) = (9,5 \pm 0,1) \frac{m}{s^2}$

Análisis:

Elegimos como resultado final el obtenido teniendo en cuenta la dependencia de las variables siendo $g(95\%) = (9,8 \pm 0,3) \frac{m}{s^2}$ ya que es el más cercano al valor real de g .

Creemos que el valor obtenido mediante el metodo de regresion lineal fue debido a un error en el procedimiento del experimento cuando la $h_1 = 0,415$.

Conclusión:

Se obtuvo un valor de la aceleración de la gravedad $g(95\%) = (9,5 \pm 0,1) \frac{m}{s^2}$.

En base del experimento realizado, se considera que si se ejecutara el experimento continuamente ensamblando y desarmando el arreglo experimental y midiendo cada h_i con una mayor precisión y midiendo h de manera continua y teniendo en cuenta el rozamiento del aire sobre la bolilla se podría llegar a obtener un resultado más cercano al verdadero valor de g

Bibliografía:

Estevez, Medrano, Muguero, *Medición de la aceleración de la gravedad mediante una cámara convencional*, Física experimental I, 2010.

Fernández, Guariste, Correa, *Medición de la gravedad mediante un sistema fotorreceptor placa detectora*, Física experimental I, 2010.

Agradecimientos:

Se agradece enormemente la contribución técnica de la encargada de laboratorio Victoria Nosedá.