

Dependencia de la aceleración de un cuerpo en caída libre con su masa

Ramón Ramírez¹ y Guillermo Kondratiuk²

E. E. T. N° 4 Profesor Jorge A. Sabato, Florencio Varela, Buenos Aires

¹ rar14@uolsinectis.com.ar

² gillekon@hotmail.com

Introducción

La gravedad terrestre hace que un cuerpo, al dejarse caer desde el reposo desde una cierta altura, se acelere.^[1,2] En condiciones reales la resistencia del aire también determina la aceleración de un objeto que cae. Si consideramos que el aire no opone resistencia y que la fuerza gravitatoria es la única que afecta la caída de un cuerpo, decimos entonces que el mismo está en caída libre. En este caso la única fuerza es el propio peso del cuerpo y su aceleración es la correspondiente a la gravedad terrestre ($a = g$). Por lo tanto, mediante experimentos de caída libre podemos determinar la aceleración de la gravedad g . En este experimento examinamos objetos de distintas masas que se desplazan en línea recta hacia abajo por acción de la gravedad. Analizamos la rapidez con la que un dado cuerpo cambia de posición, es decir, estudiamos su velocidad (v), y la rapidez con la que cambia esta velocidad, que es la aceleración (a). También analizamos si la aceleración tiene alguna correlación con la masa del objeto en estudio.

Método experimental

Para determinar el tiempo que demora un cierto objeto en caer libremente desde una altura h , se procedió a armar el equipamiento que se describe esquemáticamente en la figura 1.

El objeto en cuestión es una placa de acrílico de pequeño espesor (unos 3 mm) comparado con su longitud (50 cm) y su ancho (12 cm). Esto con el propósito de

minimizar el efecto de la resistencia del aire al darle a cuerpo que cae un perfil aerodinámico.

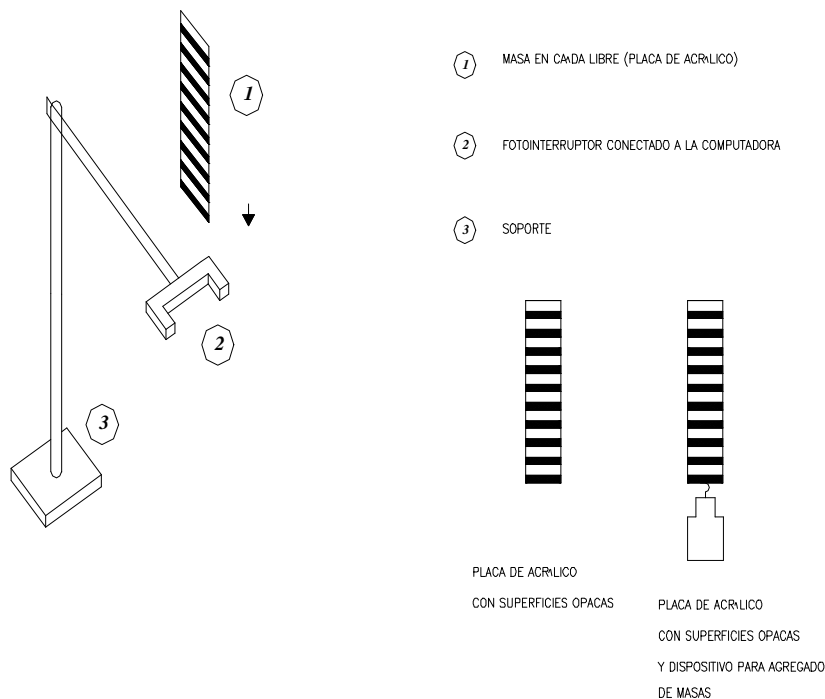


Figura 1: Equipamiento para experimento de caída libre

Para medir tiempos de caída de esta placa se utiliza un fotointerruptor conectado a la computadora, que permite medir con una resolución de 1 ms. El fotointerruptor posee un haz de luz, que cuando se interrumpe dispara la mediciones de tiempos. En nuestro experimento esto ocurre cuando el cuerpo que cae pasa por entre sus brazos e interrumpe el haz. Para esto la placa de acrílico tiene franjas opacas que se logran colocando a lo ancho de la placa tiras de cinta aisladora negra igualmente espaciadas. En una placa de 50 cm de largo caben 9 cintas separadas 5 cm. La caída libre de esta placa con franjas opacas interrumpe el haz de luz del fotointerruptor cada vez que la placa se desplaza hacia abajo 5 cm. Las lecturas de tiempos se realizan a través del programa “Precision Timer de Vernier”^[3] en el modo denominado por el fabricante como “Motion Timer”.

El programa mide tiempos cada vez que el fotointerruptor “ve” una franja oscura y otra transparente consecutiva, es decir cada vez que la placa caiga a una distancia $x_0 = 5$ cm.

Procedimos a dejar caer libremente la placa de acrílico y registrar los 9 tiempos correspondientes a los 9 intervalos oscuros-transparentes, igualmente espaciados entre sí la distancia x_0 . Repitió este ensayo de caída libre 10 veces.

A partir de los datos recogidos por el programa construimos una tabla con la distancia recorrida por la placa en función del tiempo y representamos gráficamente estos datos utilizando una planilla de cálculo. También calculamos y representamos la velocidad del cuerpo en función del tiempo para analizar cómo varía en la caída.

Para estudiar el efecto de la masa del cuerpo sobre la aceleración durante la caída, adicionamos a la placa de acrílico un dispositivo (una canastita) para poder incorporar otras masas. Estudiamos el movimiento con el agregado de cuatro masas diferentes, y efectuamos cinco mediciones para cada una de las diferentes masas.

Las distintas masas experimentales (placa + masas extras) fueron:

m_1	190 gr
m_2	320 gr
m_3	432 gr
m_4	544 gr
m_5	656 gr

Resultados

La figura 2 muestra un gráfico representativo de nuestros experimentos. Efectuando el análisis de los datos podemos ver en general que para todos los gráficos de espacio–tiempo obtenidos tenemos una ecuación polinomial de segundo grado de la siguiente forma:

$$x = a_o t^2 + b_o t + c_o \quad (1)$$

donde a_o, b_o, c_o son constantes. Si comparamos estos datos con la ecuación horaria para un movimiento uniformemente acelerado:

$$x(t) = \frac{1}{2} a t^2 + v_o t + x_o \quad (2)$$

podemos identificar los parámetros de (1) como: $a_o = 1/2 a$, $b_o = v_o$ y $c_o = x_o$.

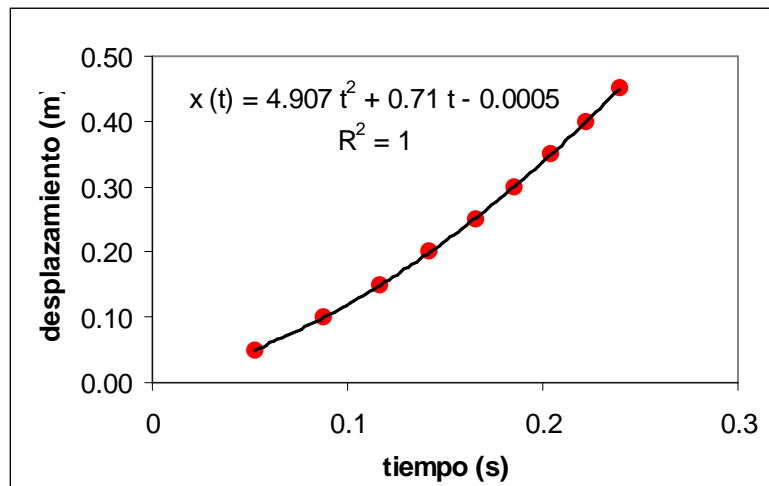


Figura 2 Gráfico representativo del desplazamiento en función del tiempo

Cuando realizamos el análisis de los gráficos de velocidad en función del tiempo (fig.3) podemos apreciar que para la velocidad rige una ecuación lineal del tipo:

$$v = m t + b \quad (3)$$

Si comparamos esta ecuación con:

$$v = a t + v_o \quad (4)$$

vemos que ambas expresiones (3 y 4) son del mismo tipo, siendo la ordenada al origen $b = v_o$ la velocidad inicial del cuerpo, y la pendiente de la recta representa la aceleración del cuerpo.

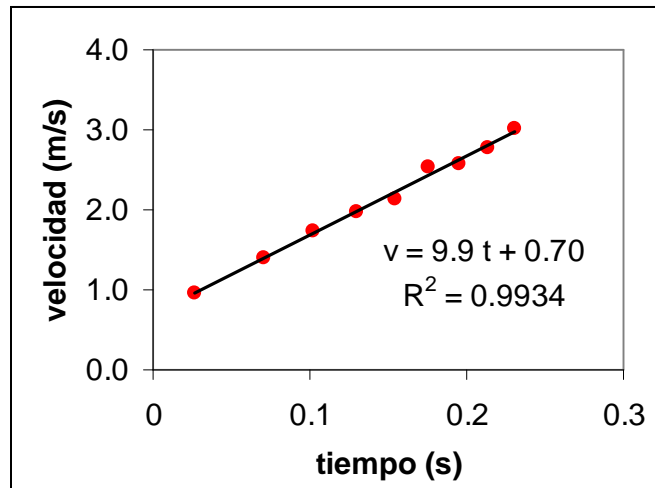


Figura 3 Gráfico representativo de la velocidad en función del tiempo

La figura 4 muestra los resultados de la aceleración de los cuerpos de distinta masa. Vemos que no hay una correlación entre la aceleración en caída libre con la masa de los cuerpos. Dado que $a = g$, tomamos al promedio de estas aceleraciones como el valor experimental de la aceleración gravitatoria, que resulta: $g = (9.80 \pm 0.06) \text{ m/s}^2$.

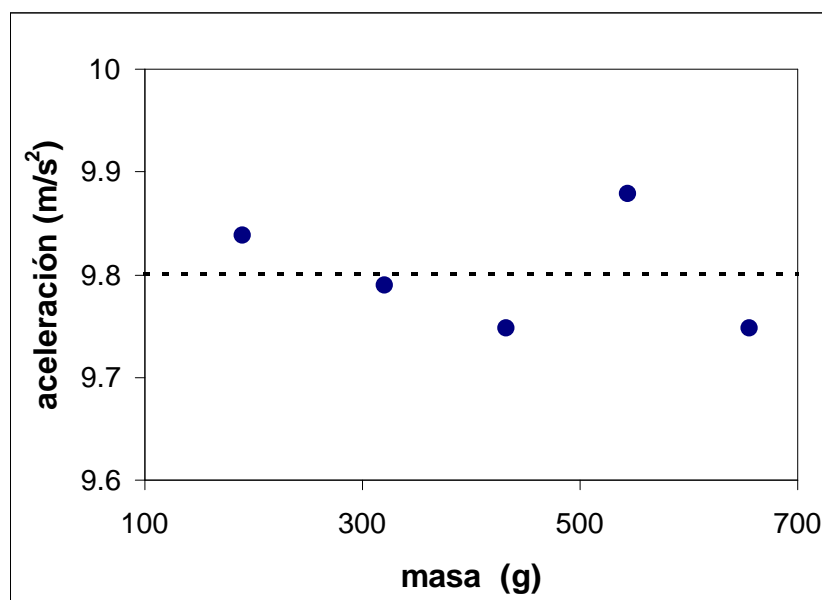


Figura 4 Aceleración de cuerpos de distintas masas en caída libre

Conclusiones

Analizando los distintos gráficos obtenidos en nuestro experimento podemos ver que la aceleración en caída libre de cuerpos de distintas masas (fig.4) no tiene correlación alguna con la masa. Con ello concluimos que la aceleración de un cuerpo en caída libre es independiente de la masa del cuerpo.

Referencias

- [1] P. G. Hewitt, *Física conceptual*, Addison Wesley–Longman, segunda edición, 1998.
- [2] D. Halliday y R. Resnick, *Física I*, C. E. C. S. A., México, 1979.
- [3] <http://www.vernier.com>