

Cálculo de la gravedad usando Tracker

Daniela Alejandra Zambrano Garzón

Gabriel Andrés Sánchez Rojas

Resumen

En el presente trabajo, exploraremos el fenómeno de caída libre y su relación con la gravedad. Para ello, realizaremos un experimento en el que se analizará el movimiento de una pelota durante su caída, utilizando elementos comunes como un trípode, un celular iPhone XR, una guía de tamaño conocido y el software de análisis del movimiento en física, Tracker.

Mediante el análisis de los datos de posición y tiempo obtenidos, calcularemos la velocidad, y la aceleración o también conocida como gravedad experimentada por la pelota, consiguiendo así con este estudio comprender cómo la gravedad influye en el movimiento de los objetos y su aplicación en diversas disciplinas científicas y tecnológicas.

Abstract

In the present work, we will explore the phenomenon of free fall and its relationship with gravity. To do this, we will carry out an experiment in which the movement of a ball during its fall will be analyzed, using common elements such as a tripod, an iPhone XR cell phone, a guide of known size and the movement analysis software in physics, Tracker.

Through the analysis of the position and time data obtained, we will calculate the speed, and the acceleration or also known as gravity experienced by the ball, thus achieving this study to understand how gravity influences the movement of objects and its application in various scientific and technological disciplines.

Palabras clave: caída libre, gravedad, posición, velocidad, aceleración, Tracker

Keywords: free fall, gravity, position, speed, acceleration, Tracker

Marco teórico

La caída libre ocurre cuando un objeto se desplaza exclusivamente bajo la influencia de la gravedad, sin la interferencia de otras fuerzas como la fricción o la resistencia del aire.

En la caída libre, el objeto experimenta una aceleración constante hacia abajo debido a la gravedad. Sin embargo, en situaciones prácticas, la caída libre ideal no se cumple debido a la presencia de otras fuerzas externas, como la resistencia del aire, que afectan el movimiento de los objetos en su caída hacia la Tierra. Para que un objeto esté verdaderamente en caída libre, debería estar en un ambiente libre de fuerzas externas, como en el vacío, donde solo actúa la gravedad.(Study Smarter, s.f.)

Todos los objetos con este tipo de movimiento tienen una aceleración hacia abajo, cuyo valor depende de su ubicación. En la Tierra, este valor es de aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$, lo que significa que un objeto en caída libre adquiere una velocidad de $9,8 \text{ m/s}$ por segundo. La resistencia del aire no se tiene en cuenta en la caída libre. La aceleración experimentada por un cuerpo en caída libre es tan importante en física que se le da el nombre especial de aceleración gravitatoria, denotada por la letra g .(Educaplus, s.f.)

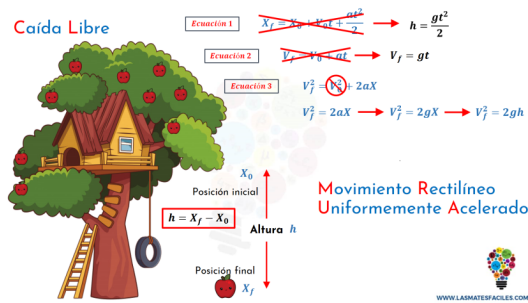
Hay ciertas condiciones que se deben considerar para que el movimiento se considere caída libre, estas condiciones se conocen como las leyes fundamentales de la caída libre y son:

- Todos los objetos en caída libre tienen trayectorias estrictamente verticales, sin desviaciones.
- Si todos los objetos caen en el mismo lugar, todos caerán con la misma aceleración porque el único efecto es la gravedad.
- Todos los objetos que caen en el vacío tardan el mismo tiempo en alcanzar la misma velocidad. (Sánchez, 2021)

La caída libre es importante en la vida cotidiana porque las personas la utilizan en innumerables actividades, muchas de las cuales son muy útiles para adquirir más conocimientos. Pero todos los días hacemos mayormente ejercicio en caída libre, lo cual es muy bueno para el cuerpo porque va a generar adrenalina que es buena para nuestra salud y poder ejercitarnos y mantenernos en forma. Finalmente, damos algunos ejemplos de caída libre en la vida cotidiana.(Dweler, 2019)

Figura 1

Movimiento de caída libre



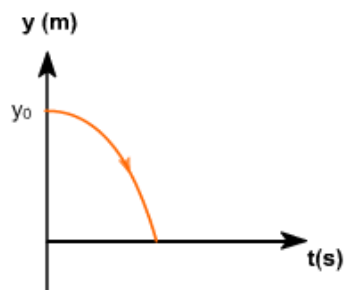
Nota. La figura es una representación gráfica del movimiento de caída libre de un objeto.

Fuente: <https://lasmatesfaciles.com/2020/04/18/caida-libre-deduciendo-sus-ecuaciones-del-mru> (Manuel, 2020)

En física, se utiliza la representación gráfica de posición-tiempo para describir el movimiento de un objeto en un intervalo específico. En esta representación, el tiempo se ubica en el eje horizontal (x) en segundos, mientras que la posición del objeto se traza en el eje vertical (y) en metros. Mediante esta gráfica, la pendiente adquiere relevancia, ya que revela información crucial acerca de la velocidad del objeto en cuestión. (Instituto Politécnico Nacional, s.f.)

Figura 2

Gráfica teórica de posición contra tiempo en el movimiento de caída libre

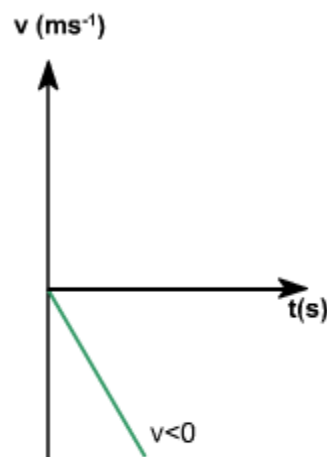


Nota. La figura es una representación gráfica de la posición contra el tiempo en el movimiento de caída libre. Fuente: <https://sites.google.com/site/fisicageneralcopaso/d-caida-libre> (Google Sites, s.f.)

La representación gráfica de velocidad-tiempo proporciona información sobre la rapidez de un objeto en un período determinado, así como si está frenando o acelerando. En esta representación, el tiempo se registra en el eje horizontal (x) en segundos, mientras que la velocidad del objeto se traza en el eje vertical (y) en metros por segundo. Los objetos que se desplazan a una velocidad constante se representan como una línea recta en la gráfica velocidad-tiempo. Por otro lado, aquellos objetos con una velocidad variable muestran una pendiente en la gráfica, lo que se traduce en una representación de velocidad no lineal. (Instituto Politécnico Nacional, s.f.)

Figura 3

Gráfica teórica de velocidad contra tiempo en el movimiento de caída libre

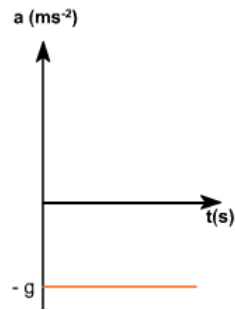


Nota. La figura es una representación gráfica de la velocidad contra el tiempo en el movimiento de caída libre. Fuente: <https://sites.google.com/site/fisicageneralcopaso/d-caida-libre> (Google Sites, s.f.)

La representación gráfica de la aceleración en relación al tiempo muestra una línea recta que se extiende paralela al eje del tiempo, sin ninguna inclinación. Esto indica que la aceleración se mantiene constante. (Secst, s.f.)

Figura 4

Gráfica teórica de aceleración contra tiempo en el movimiento de caída libre



Nota. La figura es una representación gráfica de la aceleración contra el tiempo en el movimiento de caída libre. Fuente: <https://sites.google.com/site/fisicageneralcopaso/d-caida-libre>

(Google Sites, s.f.)

Las fórmulas de este movimiento son:

$$v_f = v_0 + g \cdot t$$

$$t = \frac{v_f - v_0}{g}$$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2g \cdot h$$

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

Donde:

v_f = Velocidad final (m/s)

v_0 = Velocidad inicial (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

t = Tiempo (s)

h = Altura (m) (Rodríguez, 2016)

Según la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), se realizó una medición de la gravedad en el observatorio de Geofísica dirigido por Wilches Ruiz en 1945, en este se obtuvo

que la gravedad adoptada para Bogotá, específicamente en la pilastra del Observatorio en la Ciudad Universitaria, fue de 977.412 cm/s^2 , lo que equivale a 9.77 m/s^2 . (Ruiz Wilches, 1945)

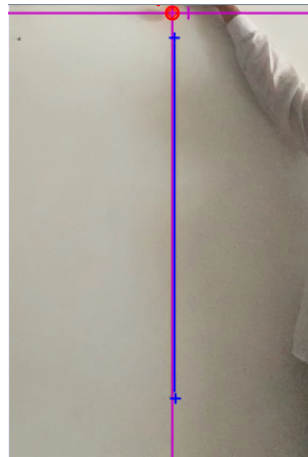
Descripción del experimento

Al realizar este experimento, utilizamos un celular iPhone XR para grabar un video en el que se puede observar la caída de una pelota. Posteriormente, transferimos el video al software Tracker, una herramienta especializada en el análisis de movimiento.

Gracias al software Tracker, pudimos realizar un análisis detallado de las variables relacionadas con el movimiento de caída libre (posición, velocidad y aceleración) a lo largo de la trayectoria de la pelota. Con cada frame del video, pudimos registrar y analizar minuciosamente los cambios en estas variables. En total, llevamos a cabo un análisis de 88 frames del video.

Figura 5

Vídeo movimiento de caída libre usando Tracker



Nota. La figura muestra el vídeo de la caída libre de una pelota utilizando Tracker. Fuente: autoría propia

Para llevar a cabo el experimento utilizamos un iPhone XR con una cámara de 12MP, así como una serie de materiales como un trípode, una cinta métrica de 1 metro, una pelota de tenis y el Software Tracker.

Resultados

De acuerdo a la práctica realizada, obtuvimos una aceleración de 9.8m/s^2 la cuál corresponde al valor de la gravedad, este valor lo conseguimos gracias al uso de Tracker.

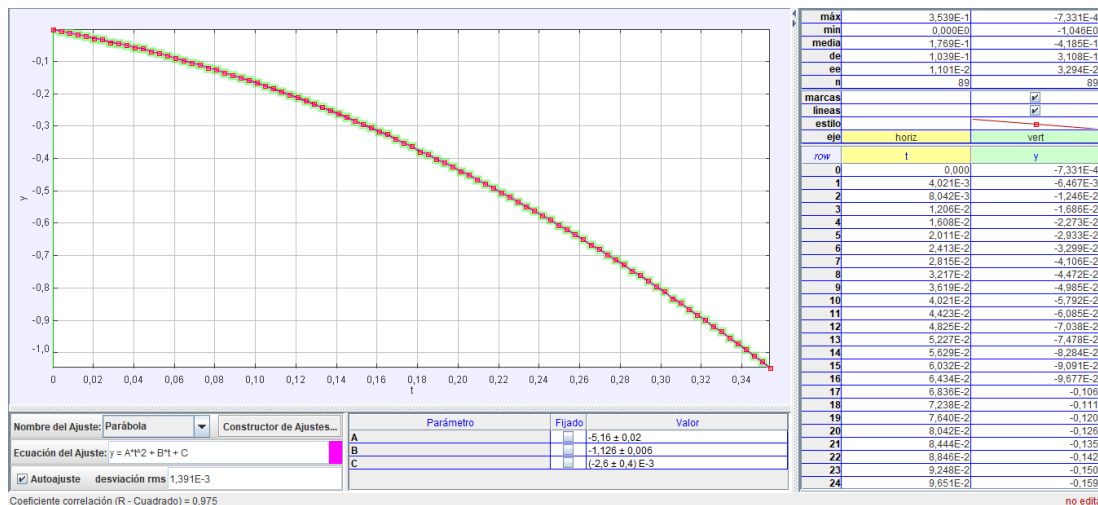
Tracker es un software gratuito que puede analizar el movimiento (y otras situaciones del mundo real) en 1D y 2D. Este programa permite obtener valores de varios tamaños en tablas y gráficos:

- Tiempo de posición simultánea para una o más partículas
- Tiempo de velocidad
- tiempo de aceleración
- Muchas otras representaciones presentan todos los pares posibles de cantidades cinemáticas, dinámicas y de energía para describir el movimiento.

Entre otras cosas, brinda la oportunidad de crear modelos cinemáticos y dinámicos que describen los fenómenos en estudio. De esta manera, podemos determinar qué tan factible es nuestro modelo en función de qué tan bien predice datos reales. (Blogspot, 2013)

Figura 6

Gráfica práctica de posición contra tiempo usando Tracker



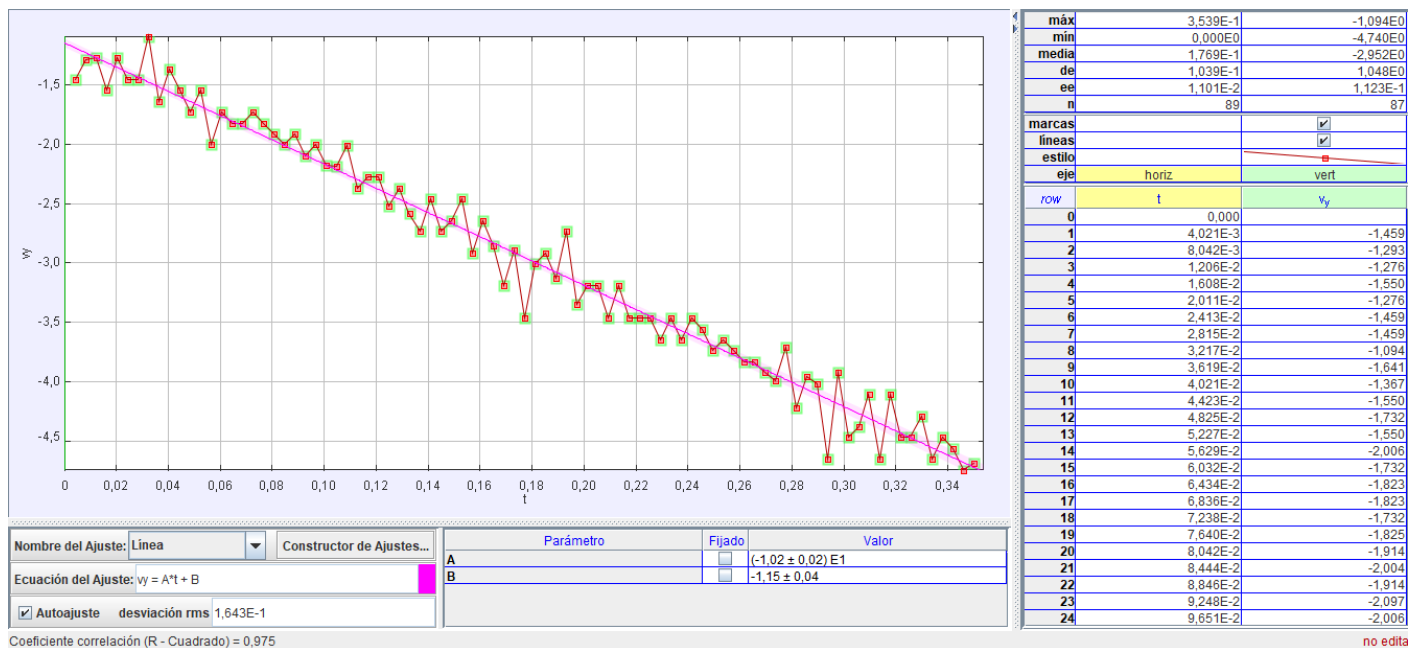
Nota. La figura representa la gráfica obtenida en Tracker para la posición en función del tiempo.

Fuente: autoría propia

Durante la práctica de laboratorio, se llevó a cabo un experimento para determinar la relación entre la velocidad y el tiempo de un objeto en movimiento. Se utilizó un celular para grabar un video y determinar el tiempo transcurrido mientras se desplazaba la pelota a lo largo de una trayectoria predeterminada. Los datos recopilados fueron utilizados para trazar un gráfico de velocidad en función del tiempo. A medida que el tiempo aumentaba, se observó un incremento gradual en la velocidad de la pelota, lo que indicaba una relación directa entre estas dos variables. Este patrón de incremento constante de la velocidad a lo largo del tiempo proporcionó una representación visual clara de cómo el objeto aceleraba a medida que transcurría el tiempo en la práctica de laboratorio.

Figura 7

Gráfica práctica de velocidad contra tiempo usando Tracker



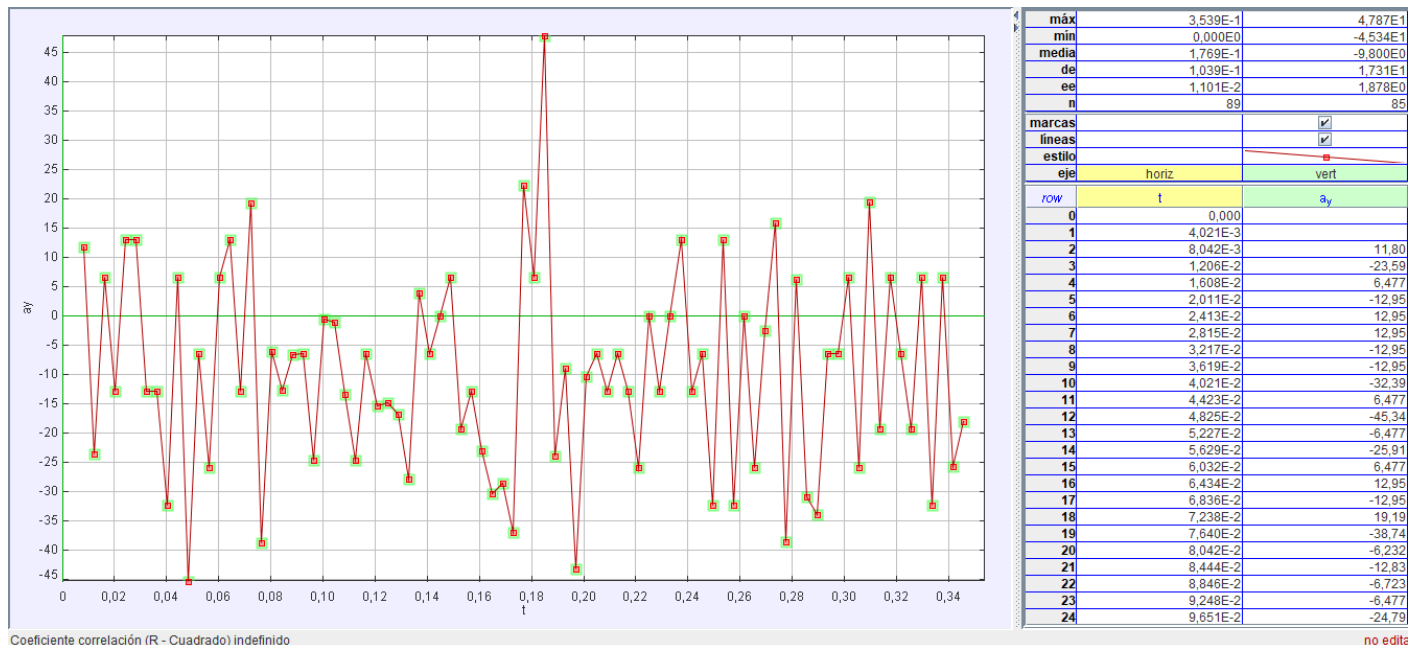
Nota. La figura representa la gráfica obtenida en Tracker para la velocidad en función del tiempo. Fuente: autoría propia

A partir del análisis de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio, se determinó que la media de la gráfica de aceleración en función del tiempo fue de $-9.8m/s^2$, lo

que indicó una aceleración constante en dirección opuesta al sentido positivo. Además, se calculó la desviación estándar de la muestra, que resultó ser de $1.731E1$. Esta medida de dispersión demostró que los datos presentaron cierta variabilidad en torno a la media, pero en general se mantuvieron cerca de dicho valor promedio. Estos resultados proporcionaron información importante sobre el comportamiento de la aceleración a lo largo del tiempo en el experimento realizado en el laboratorio.

Figura 8

Gráfica práctica de aceleración contra tiempo usando Tracker



Nota. La figura representa la gráfica obtenida en Tracker para la aceleración en función del tiempo. Fuente: autoría propia

En el análisis de la gráfica de aceleración, se determinó que la gravedad fue de -9.8 m/s^2 , con una desviación estándar de $1.731E-1$. Por otro lado, al examinar la gráfica de posición en función del tiempo, se obtuvo un polinomio de grado dos con la forma ax^2+bx+c , donde los coeficientes tuvieron los siguientes valores: $a = -5.16 \pm 0.02$, $b = -1.1126 \pm 0.006$, y $c = (-2.6 \pm 0.4) E-3$, donde a corresponde a la mitad de la gravedad obtenida, es decir, que en

este caso tuvo un valor de -10.32 m/s^2 . Es importante destacar que los resultados de la gráfica fueron satisfactorios, y esto se puede deducir ya que el coeficiente de correlación R en las gráficas tuvo un valor de 0.975, el cual es muy cercano a 1.

Conclusiones

El uso de herramientas como el software Tracker y la representación gráfica de posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo nos permite analizar de manera detallada el movimiento en caída libre. A través de estos análisis, podemos determinar relaciones entre variables y obtener información precisa sobre la aceleración, la velocidad y la posición de los objetos en función del tiempo. Estos métodos resultan fundamentales para el estudio y la comprensión de la física del movimiento en caída libre.

La gravedad determinada durante el análisis de la gráfica de aceleración (-9.8 m/s^2) se encuentra dentro del rango esperado para la fuerza de gravedad en la superficie de la Tierra. Esta consistencia en el valor obtenido respalda la confiabilidad de los datos y la precisión de las mediciones realizadas.

La ecuación cuadrática obtenida al examinar la gráfica de posición en función del tiempo demuestra que la relación entre la posición y el tiempo puede ser modelada de manera adecuada por una función polinómica de grado dos. Los coeficientes del polinomio (a, b, c) brindan información sobre la forma y la tendencia de la curva de posición, permitiendo un análisis más detallado del movimiento estudiado.

Bibliografía

- Blogspot. (2013). Tracker, programa para analizar el movimiento en 1D y 2D. Blogspot.com.
<http://ciencia-a-conciencia.blogspot.com/2012/03/tracker-programa-para-analizar-videos.html?m=1>
- Dweler, Z. (2019). Studocu. Recuperado el 20 de abril de 2023, de
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/calculo-aplicado-a-la-fisica-ii/aplicacion-de-caida-libre-en-la-vida-cotidiana/23348636>
- Educaplus. (s.f.). Educaplus. Recuperado el 20 de abril de 2023, de
https://www.educaplus.org/movi/4_2caidalibre.html
- Google Sites. (s.f.). Google Sites. Recuperado el 4 de mayo de 2023, de
<https://sites.google.com/site/fisicageneralcopaso/d-caida-libre>
- Instituto Politécnico Nacional. (s.f.). Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 27 de abril de 2023, de <https://app.dems.ipn.mx/guia/sistema/contenido/F%C3%8DSICA.html>
- Manuel. (2020). Caída Libre - Deduciendo sus ecuaciones del MRUA - Mates Fáciles. Mates Fáciles. Recuperado el 27 de abril de 2023, de
<https://lasmatesfaciles.com/2020/04/18/caida-libre-deduciendo-sus-ecuaciones-del-mrua>
- Rodriguez, M. (2016). H.MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE M.C.L - APRENDIENDO MÁS DE FÍSICA. Google.com.
<https://sites.google.com/site/elpasadodelafisica/9-movimiento-de-caida-libre-m-c-l>
- Ruiz Wilches, B. (1945). DETERMINACIONES MAGNÉTICAS y GRAVIMÉTRICAS EN LA COSTA ATLÁNTICA. Edu.co.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/revistaun/article/viewFile/13221/13900>
- Sánchez, L. (2021). Caída Libre. Ecuacionde. Recuperado el 20 de abril de 2023, de
<https://ecuacionde.com/caida-libre/>
- Secst. (s.f.). Secst. Recuperado el 27 de abril de 2023, de
https://www.secst.cl/colegio-online/docs/17062020_633am_5eea0d8086be0.pdf

Study Smarter. (s.f.). StudySmarter. Recuperado el 20 de abril de 2023, de

<https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/mecanica-clasica/caida-libre/>