



# Materiales Educativos GRATIS

## FISICA

## CUARTO

# MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE (MVCL)

Es común ver como caen los cuerpos cuando ellos son liberados, el sube y baja de una moneda lanzada al aire, la elegancia de los chorros de agua de una pileta, la pelota de vóley, etc. Todos estos movimientos tienen algo en común: los cuerpos se ven obligados a bajar.

En este capítulo vamos a estudiar las ecuaciones que gobiernan la caída de los cuerpos en forma vertical y con respecto a la tierra, despreciando para ello todo tipo de resistencia y fuerza

### Teoría aristotélica de la caída de los cuerpos

Los grandes filósofos griegos, y en particular Aristóteles, describieron el movimiento de caída haciendo las siguientes consideraciones:

1. La causa por la cual caen los cuerpos es su propio peso.
2. Los cuerpos de mayor peso son atraídos más intensamente por la Tierra.
3. Los cuerpos pesados caen más rápido que los cuerpos livianos.

Este modo de ver las cosas prevalecieron como verdades absolutas por cerca de 2000 años hasta la aparición de Galileo.

### Galileo y la caída de los cuerpos

Galileo es considerado como el creador del método experimental en física, estableciendo que cualquier afirmación relacionada con algún fenómeno debía estar fundamentada en experimentos y en observaciones cuidadosas. Este método de los fenómenos de la naturaleza no se había adoptado hasta entonces, por lo cual varias conclusiones de Galileo se oponían al pensamiento de Aristóteles.

Al estudiar la caída vertical de los cuerpos mediante experimentos y mediciones precisas, Galileo llegó a la siguiente conclusión: «Si se dejan caer simultáneamente desde una misma altura un cuerpo ligero y otro pesado, ambos caerán con la misma aceleración, llegando al suelo en el mismo instante».

### La leyenda

Cuentan que Galileo subió a lo alto de la torre de Pisa (en Italia), y para demostrar en forma experimental sus afirmaciones, dejó caer varias esferas de distinto peso, las cuales llegaron al suelo simultáneamente. A pesar de la evidencia proporcionada por los experimentos realizados por Galileo, muchos simpatizantes



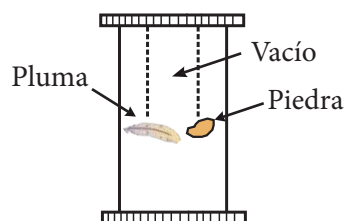
del pensamiento aristotélico no se dejaron convencer, siendo el gran físico objeto de persecuciones por propagar ideas que se consideraron revolucionarias.

### Análisis del MVCL

En este caso solo consideraremos cuerpos que se mueven en forma vertical ascendente (subida) o descendente (bajada).

### Caída libre

Como ya debes haber visto muchas veces, cuando se dejan caer una piedra y una pluma al mismo tiempo, la piedra cae primero, como lo señalaba Aristóteles, pero es posible demostrar que esto sucede porque el aire produce un efecto retardante en la caída de cualquier objeto, y que dicho efecto ejerce una mayor influencia sobre el movimiento de la pluma que sobre el de la piedra. En realidad, si dejamos caer la piedra y la pluma dentro de un tubo del cual se extrajo el aire (se hizo el vacío), comprobaremos que ambos objetos caen en forma simultánea, como afirmó Galileo.



Por lo tanto, la afirmación de Galileo solo es válida para los cuerpos que caen en el vacío.

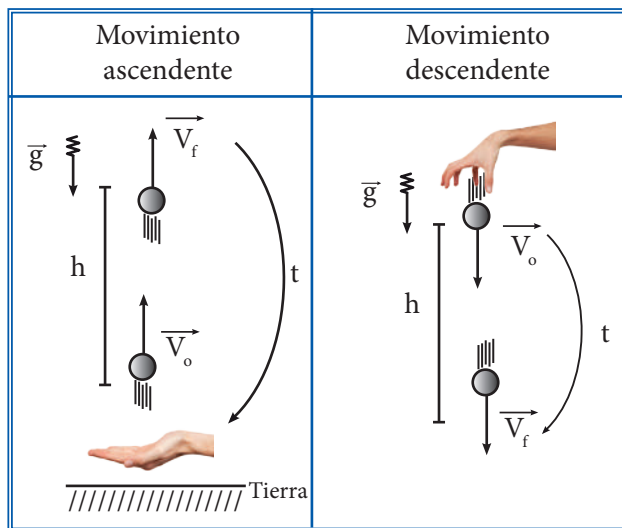
El movimiento de caída de los cuerpos en el vacío o en el aire, cuando se desprecia la resistencia de este último, se denomina caída libre.

## La aceleración de la gravedad

Galileo logró comprobar que el movimiento de caída libre es uniformemente acelerado (aceleración constante); tal aceleración, que recibe el nombre de aceleración de la gravedad, suele representarse por  $g$ . Experimentalmente, se obtiene que el valor de  $g$  resulta ser aproximadamente  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , pero nosotros tomaremos el valor de  $10 \text{ m/s}^2$ .

Es decir, cuando soltamos un cuerpo desde cierta altura, su rapidez aumenta en  $10 \text{ m/s}$  en cada segundo; mientras que si lanzamos al cuerpo hacia arriba su rapidez disminuirá  $10 \text{ m/s}$  en cada segundo.

## Ecuaciones del MVCL



<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <math>V_f = V_o \pm g \cdot t</math></li> <li>❖ <math>h = \left( \frac{V_o + V_f}{2} \right) \cdot t</math></li> <li>❖ <math>V_f^2 = V_o^2 \pm 2 \cdot g \cdot h</math></li> <li>❖ <math>h = V_o \cdot t \pm \frac{1}{2} g \cdot t^2</math></li> </ul>	<p>Donde se considera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ (+): cuando baja</li> <li>❖ (-): cuando sube</li> </ul>
---	---

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el SI son:

$\vec{V}_o$ : velocidad inicial (m/s).

$\vec{V}_f$ : velocidad final (m/s).

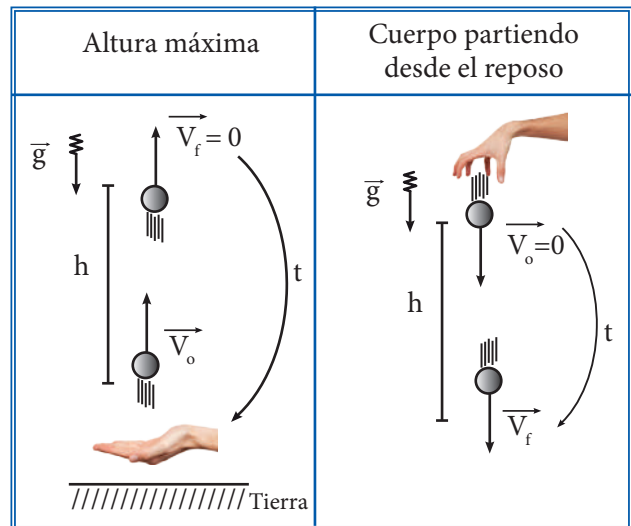
$t$ : intervalo de tiempo (s).

$\vec{g}$ : aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ ).

$h$ : longitud de la altura que asciende o desciende en un intervalo de tiempo (m).

### Observación:

Observemos los dos casos de movimiento:

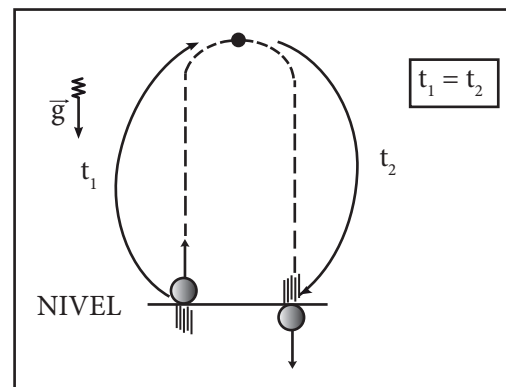


Solo en los dos casos de movimiento expuestos en la figura, la altura se podrá calcular mediante la siguiente ecuación:

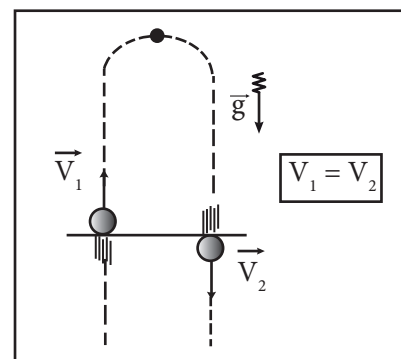
$$h = \frac{g}{2} t^2$$

## Propiedades del MVCL

- Los cuerpos en caída libre vertical, que se encuentran un mismo nivel respecto a la superficie terrestre, emplean el mismo tiempo para subir y para bajar.



- Para un nivel paralelo a la superficie terrestre, el cuerpo en caída libre vertical posee velocidades de módulos iguales.



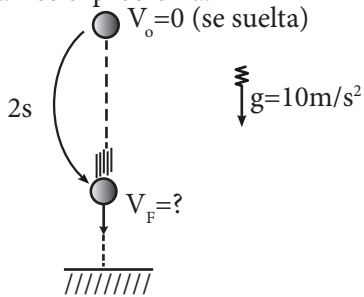
## Trabajando en clase

### Integral

1. Se suelta una piedra desde cierta altura. Determina el módulo de la velocidad (en m/s) que adquiere la piedra luego de 2 s. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**Resolución:**

Graficamos el problema:



Aplicando la fórmula:

$$V_f = V_o \pm gt$$

Tomando el signo + y reemplazando los datos:

$$V_f = 0 + 10 \times 2$$

$$\therefore V_f = 20 \text{ m/s}$$

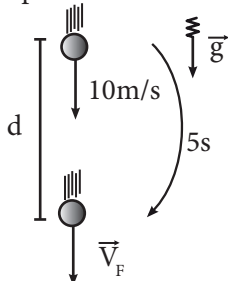
2. Un cuerpo se suelta desde cierta altura pero llega al piso luego de 3 s. Determina el módulo de la velocidad (en m/s) con la que llega al piso. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
3. Un cuerpo es lanzado verticalmente hacia abajo con 20 m/s. Calcula su rapidez (en m/s) luego de 4 s. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
4. Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba con una rapidez de 80 m/s, ¿cuánto será su rapidez (en m/s) luego de 5 s? y ¿cuál es el tiempo de subida en segundos? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

### UNMSM

5. Un cuerpo se lanza verticalmente hacia abajo con una rapidez de 10 m/s, calcula la distancia recorrida (en m) luego de 5 s. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**Resolución:**

Graficamos el problema



Aplicamos la fórmula:  $d = V_i t \pm \frac{1}{2}gt^2$

Luego tomamos el signo + y reemplazamos los datos:

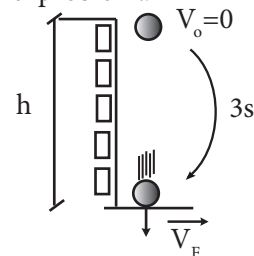
$$d = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2$$

$$\therefore d = 175 \text{ m}$$

6. Un objeto se lanza verticalmente hacia abajo con una rapidez de 30 m/s. Determina la distancia recorrida (en m) luego de 6 s. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
7. Se lanza un cuerpo verticalmente y hacia arriba con una rapidez de 70 m/s. Calcula el tiempo de subida (en s) y su rapidez (en m/s) luego de 9 s. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
8. Se suelta un objeto desde lo alto de una torre. Si llega al piso al cabo de 3 s, determina la altura de la torre en metros. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**Resolución:**

Graficando el problema



Aplicando la fórmula práctica:  $h = \frac{1}{2}gt^2$

Luego, reemplazando los datos:

$$h = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2$$

$$\therefore h = 45 \text{ m}$$

9. Se deja caer un cuerpo desde lo alto de un edificio. Si llega al piso al cabo de 4 s, determina la altura del edificio en metros. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
10. Si soltamos un cuerpo a una altura de 45 m sobre la superficie de dos planetas diferentes con gravedades  $g$  y  $\frac{g}{9}$ , respectivamente, ¿cuál será la diferencia de los tiempos que demoraría el cuerpo en llegar a la superficie de los planetas? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

11. Un cuerpo alcanzó una altura máxima de 125 m. determina con qué rapidez (en m/s) fue lanzado. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

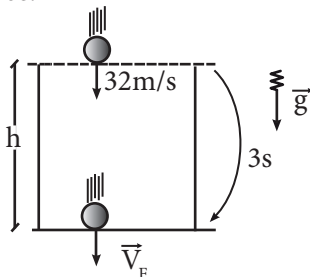
UNI

12. Una piedra es lanzada verticalmente hacia abajo en un pozo con rapidez inicial de 32 m/s y llega al fondo en 3 segundos. La profundidad del pozo, en m, y la rapidez con que llega la piedra, en m/s, respectivamente, son: ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

UNI 2009-I

**Resolución:**

Graficamos:



Nos piden calcular  $h$  y  $|\vec{V}_F| = V_F$

primero calculamos  $V_F$ ; para ello utilizamos la fórmula:

$$V_F = V_i \pm gt.$$

Luego, tomamos el signo + y reemplazamos los datos:

$$V_F = 32 + 9,81 \times 3$$

$$\Rightarrow V_F = 61,43 \text{ m/s}$$

Para calcular la altura «h», aplicamos la fórmula:

$$h = \left( \frac{V_o + V_f}{2} \right) \cdot t$$

Reemplazamos los datos del problema:

$$h = \left( \frac{32 + 61,43}{2} \right) \cdot 3$$

$$\therefore h = 140,145 \text{ m}$$

13. Una piedra es lanzada verticalmente hacia abajo en un pozo con rapidez inicial de 40 m/s y llega al fondo en 4 segundos. Determina la profundidad del pozo, en m, y la rapidez con que llega la piedra, en m/s, respectivamente. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

14. Un cuerpo permanece en el aire durante 18 s luego del cual llega al punto de partida. Calcula el módulo de la velocidad (en m/s) con que se lanzó verticalmente hacia arriba. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

15. Un astronauta, en la Luna, arrojó un objeto verticalmente hacia arriba, con una rapidez inicial de 4 m/s; el objeto tardó 2.5 s para alcanzar el punto más alto de su trayectoria. Con respecto a este evento se hacen las siguientes proposiciones:

- I. La magnitud de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna es  $1.6 \text{ m/s}^2$ .
- II. La altura que alcanzó el objeto fue de 5 m.
- III. La rapidez del objeto después de 2 s de su lanzamiento fue de 0.4 m/s.

Señala la alternativa que presenta la secuencia correcta después de determinar si la proporción es verdadera (V) o falsa (F):

UNI 2013-II

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| a) FVF | c) VFV | e) VVV |
| b) VVF | d) FFV |        |