

C u r s o: Física Mención

MATERIAL: FM-04

CINEMÁTICA III

Caída Libre

En cinemática, la **caída libre** es un movimiento dónde solamente influye la gravedad. En este movimiento se desprecia el rozamiento del cuerpo con el aire, es decir, se estudia en el vacío. El movimiento de la caída libre es un **movimiento uniformemente acelerado**. Según Galileo Galilei (1564 - 1642), la aceleración instantánea es independiente de la masa del cuerpo, es decir, si soltamos un coche y una pulga, ambos cuerpos tendrán la misma aceleración, que coincide con la aceleración de la gravedad (\vec{g}). Esto último implica que, si dejamos caer cuerpos de diferentes masas desde el mismo punto, llegarán al suelo con la misma velocidad y en el mismo instante. Antes de analizar las ecuaciones, es conveniente hacer algunos comentarios generales. En problemas que tratan con cuerpos en caída libre y lanzamientos verticales, es demasiado importante elegir una dirección como la positiva y seguir este criterio en forma consistente al sustituir los valores conocidos. El signo de la respuesta es necesario para determinar desplazamiento y velocidad en tiempos específicos, no así cuando se desea determinar distancia recorrida y rapidez, ya que en ese caso tomamos el módulo (magnitud) del resultado. Si la dirección ascendente se elige como positiva, un valor positivo para $\mathbf{x(t)}$ indica un

desplazamiento por arriba del punto de partida; si $\mathbf{x(t)}$ es negativo, representa un desplazamiento por debajo el punto de partida. En forma similar los signos de $\mathbf{v_0}$ (velocidad inicial) y la velocidades instantáneas $\mathbf{v(t)}$. La figura 1 muestra el comportamiento de un cuerpo en caída libre.

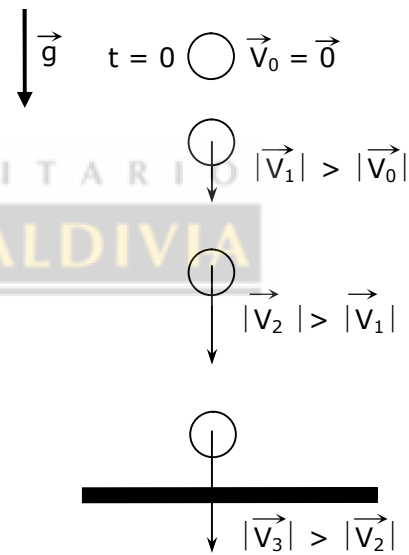


fig. 1

Por simplicidad en los cálculos, se tomará $x_0 = 0 \text{ m}$

$$\begin{aligned} x(t) &= -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \\ v(t) &= -g \cdot t \\ a(t) &= -g = \text{cte} \end{aligned}$$

Nota: El signo negativo aparece porque se ha tomado negativo hacia abajo

Lanzamientos Verticales

El **lanzamiento vertical hacia abajo** es similar a la caída libre (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado), con la diferencia que la velocidad inicial es diferente de cero

$$(\vec{v}_0 \neq \vec{0}).$$

El **lanzamiento vertical hacia arriba**, es un movimiento rectilíneo uniformemente retardado.

Si tomamos positivo hacia arriba las ecuaciones que rigen a estos movimientos son las siguientes:

$$\begin{aligned} x(t) &= \pm v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \\ v(t) &= \pm v_0 - g \cdot t \\ a(t) &= -g = \text{cte} \end{aligned}$$

Nota: recuerda que por conveniencia, la velocidad inicial es positiva si el lanzamiento es vertical hacia arriba y viceversa, todo esto para el cálculo de desplazamiento y velocidad instantánea. En el caso que se requiera distancia recorrida o rapidez instantánea, debes tomar la magnitud del resultado.

Para la mayoría de los ejercicios se usará $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$.

Análisis del movimiento de ida y vuelta:

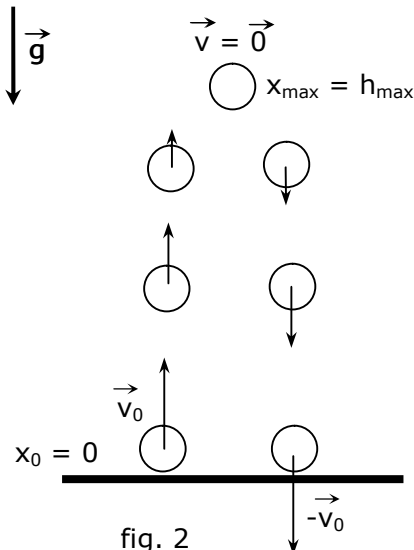


fig. 2

Al observar la figura 2, existe una simetría en el movimiento, lo que implica que el tiempo de ida y vuelta son los mismos; la distancia total recorrida, equivale al doble de la altura máxima alcanzada por el cuerpo.

Importante destacar que la aceleración siempre está actuando, y en la altura máxima solo se anula la velocidad instantánea.

Las expresiones que se dan a continuación nos permiten calcular el tiempo de subida y la altura máxima alcanzada por el cuerpo.

$$t_{\text{subida}} = \frac{v_0}{g} \quad h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

En las expresiones anteriores se muestra que, en estos movimientos, la masa del cuerpo es indiferente. El tiempo de subida es proporcional con la velocidad inicial, y la altura máxima es proporcional con la velocidad inicial al cuadrado.

Las ecuaciones mostradas anteriormente, se pueden demostrar utilizando las ecuaciones del lanzamiento vertical hacia arriba.

Sabemos que la velocidad instantánea en la altura máxima es cero, con lo cual podemos obtener el tiempo de subida:

$$v(t_{\text{subida}}) = 0 \Rightarrow v_0 - g \cdot t_{\text{subida}} = 0$$

despejando tenemos lo siguiente

$$t_{\text{subida}} = \frac{v_0}{g}$$

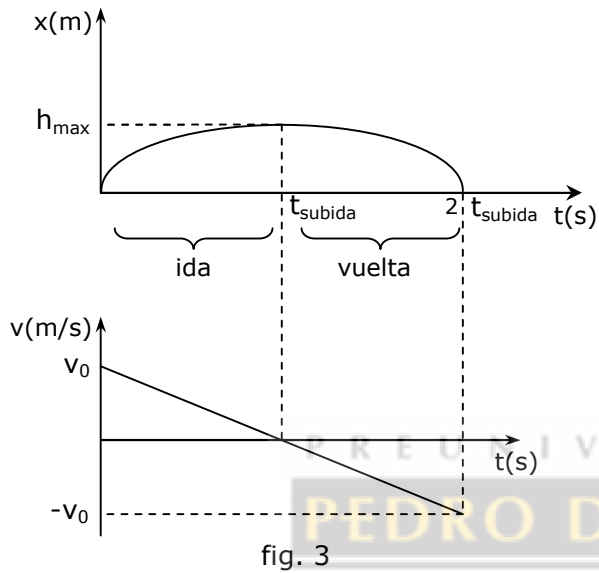
Reemplazando el tiempo de subida en la ecuación de posición, obtenemos la altura máxima

$$\begin{aligned} x(t_{\text{subida}}) &= v_0 \cdot t_{\text{subida}} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t_{\text{subida}})^2 \Rightarrow \\ h_{\text{max}} &= \frac{(v_0)^2}{g} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v_0^2}{g} \right) \end{aligned}$$

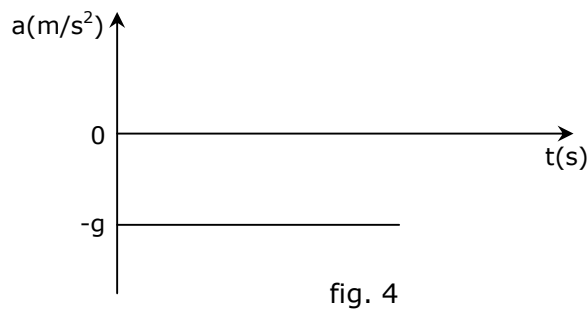
restando, tenemos

$$h_{\max} = \frac{(v_0)^2}{2 \cdot g}$$

Análisis gráfico del movimiento de ida y vuelta



La aceleración es constante y siempre está dirigida hacia abajo

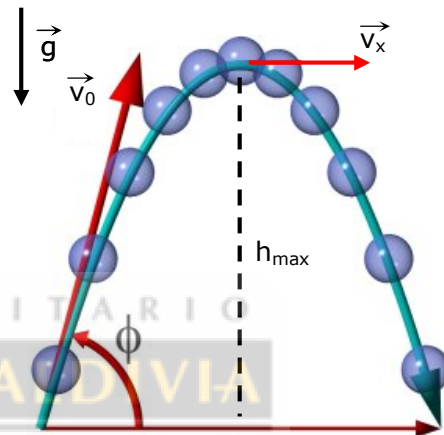


Análisis cualitativo del lanzamiento de proyectiles

El caso más general se presenta cuando el proyectil se lanza con cierto ángulo con respecto a la horizontal. Este movimiento se caracteriza por ser compuesto, ya que cuando el proyectil va de subida posee un

movimiento retardado en la vertical y un MRU en la horizontal; y cuando el proyectil va de bajada, posee un movimiento acelerado en la vertical y un MRU en la horizontal.

Cuando el proyectil alcanza la altura máxima, la componente de la velocidad en la vertical se anula, quedando solo la componente en la horizontal (en ese punto el vector velocidad y aceleración son perpendiculares).



EJEMPLOS

Para los ejemplos y ejercicios, use $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$

En los problemas desprecie fuerzas externas, salvo que se diga lo contrario.

1. Se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con rapidez inicial de 20 m/s, el tiempo que demora en subir y bajar
 - A) 1 s
 - B) 2 s
 - C) 4 s
 - D) 6 s
 - E) 8 s

2. Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba con rapidez inicial de 30 m/s. A los 2 s la altura del objeto será
 - A) 20 m
 - B) 30 m
 - C) 40 m
 - D) 45 m
 - E) 90 m

3. Un cuerpo se deja caer libremente desde una altura de 80 m, al cabo de 2 segundos. ¿A qué distancia se encuentra del suelo?
 - A) 10 m
 - B) 20 m
 - C) 40 m
 - D) 60 m
 - E) 80 m

4. Dada la siguiente ecuación de itinerario $d = 2,5t^2 - t + 6$. La aceleración del móvil, en m/s^2 , es
 - A) 2
 - B) 2,5
 - C) 5
 - D) 6
 - E) 12

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Al dejar caer libremente un cuerpo, se cumple que mientras el cuerpo cae

- I) tiene velocidad constante.
- II) tiene aceleración constante
- III) su rapidez aumenta uniformemente.

Es (son) verdadera(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

2. Se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con velocidad inicial V_0 . Si al cabo de 2 s su rapidez es 20 m/s, es correcto afirmar que su rapidez inicial fue de

- A) 0 m/s.
- B) 20 m/s.
- C) 30 m/s.
- D) 40 m/s.
- E) 80 m/s.

3. Se lanza un objeto verticalmente hacia abajo con rapidez inicial de 10 m/s, tres segundos después habrá recorrido

- A) 5 m
- B) 15 m.
- C) 30 m.
- D) 45 m.
- E) 75 m.

4. La altura máxima que puede alcanzar un cuerpo al ser lanzado hacia arriba, depende de la

- I) velocidad inicial.
- II) gravedad.
- III) masa del cuerpo.

Es (son) correcta(s)

- A) Solo I.
- B) Solo III.
- C) Solo I y II.
- D) Solo II y III.
- E) I, II y III.

5. Al lanzar verticalmente hacia arriba un objeto con rapidez inicial de 40 m/s, la altura máxima que alcanzará es
- A) 20 m.
 - B) 40 m.
 - C) 50 m.
 - D) 60 m.
 - E) 80 m.
6. Se lanzan dos cuerpos, A y B, verticalmente hacia arriba desde el mismo lugar. El cuerpo A se lanza a 20 m/s y B a 40 m/s. La relación entre las alturas máximas alcanzadas por ambos cuerpos es
- A) $h_a = 4h_b$
 - B) $h_a = 2h_b$
 - C) $h_a = h_b$
 - D) $4h_a = h_b$
 - E) $2h_a = h_b$
7. Desde una altura de 12,8 m, se deja caer una pelota. La rapidez con la que choca contra el suelo será
- PREUNIVERSITARIO
PEDRO DE VALDIVIA
- A) 0,64 m/s.
 - B) 14 m/s.
 - C) 16 m/s.
 - D) 18 m/s.
 - E) 256 m/s.
8. Se lanza un objeto hacia arriba con rapidez inicial de 20 m/s. si regresa exactamente al punto de lanzamiento, la velocidad media y la rapidez media serán respectivamente
- A) 0 y 10 m/s.
 - B) 0 y 20 m/s.
 - C) 0 y 40 m/s.
 - D) 20 y 40 m/s.
 - E) 10 y 20 m/s.
9. Se lanzan dos cuerpos A y B, verticalmente hacia arriba desde el mismo punto. El cuerpo A se lanza a 30 m/s y B a 40 m/s. La relación entre los tiempos de vuelo entre A y B es
- A) 9 : 16
 - B) 3 : 4
 - C) 1 : 1
 - D) 5 : 16
 - E) 1 : 4

10. Se deja caer un objeto desde una altura h . La diferencia de las distancias recorridas al transcurrir 1 s y al transcurrir 2 s, es igual a

- A) 5 m.
- B) 10 m.
- C) 15 m.
- D) 105 m.
- E) 120 m.

11. Un helicóptero baja verticalmente con rapidez constante de 10 m/s, cuando se suelta un objeto, es correcto afirmar que al transcurrir dos segundos la rapidez del objeto será

- A) 5 m/s.
- B) 10 m/s.
- C) 15 m/s.
- D) 20 m/s.
- E) 30 m/s.

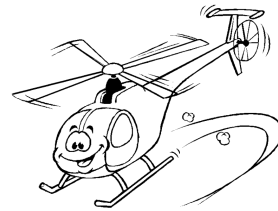


fig. 6

12. Las personas al saltar desde un avión usan paracaídas porque este reduce la

- I) velocidad de caída.
- II) aceleración de caída.
- III) resistencia del aire.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo III.
- C) solo I y II.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

13. La masa de dos cuerpos, A y B, están en la razón 1 : 3 y sus rapidezces iniciales están en la razón 1 : 3, respectivamente. Entonces, se puede concluir que

- A) el cuerpo B alcanza una altura menor al tener mayor masa.
- B) el cuerpo A alcanza una altura mayor al tener mayor rapidez y menor masa.
- C) el cuerpo B alcanza una altura mayor al tener mayor rapidez inicial.
- D) los dos cuerpos alcanzan la misma altura.
- E) falta conocer la fuerza con la cual fueron lanzados.

14. Un objeto se lanza verticalmente hacia arriba. En relación con el movimiento del objeto mientras sube y baja, (despreciando la resistencia del aire), el objeto tiene aceleración

- I) nula en su altura máxima.
- II) constante mientras sube.
- III) variable mientras baja.

Es (son) verdadera(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo I y III.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

15. Dos niños situados en un puente lanzan monedas hacia el río. Uno de ellos lanza horizontalmente la moneda, y el otro deja caer la suya al mismo tiempo que el primero. Entonces, respecto al tiempo que demoran las monedas en llegar al río, se puede concluir que

- A) la moneda lanzada en forma horizontal llega primero al río.
- B) la moneda soltada llega primero al río.
- C) las dos llegan al río al mismo tiempo.
- D) la moneda lanzada horizontalmente demora la mitad del tiempo que la otra.
- E) no se puede determinar, ya que faltan las masas de las monedas.

16. En cierto planeta se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con rapidez inicial de 40 m/s. Si la altura máxima fue 100 m, la aceleración es

- A) 8 m/s^2
- B) 10 m/s^2
- C) $12,5 \text{ m/s}^2$
- D) 15 m/s^2
- E) 20 m/s^2

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1 C 2 C 3 D 4 C

DMDOFM-04

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web
<http://www.pedrodevaldivia.cl/>**