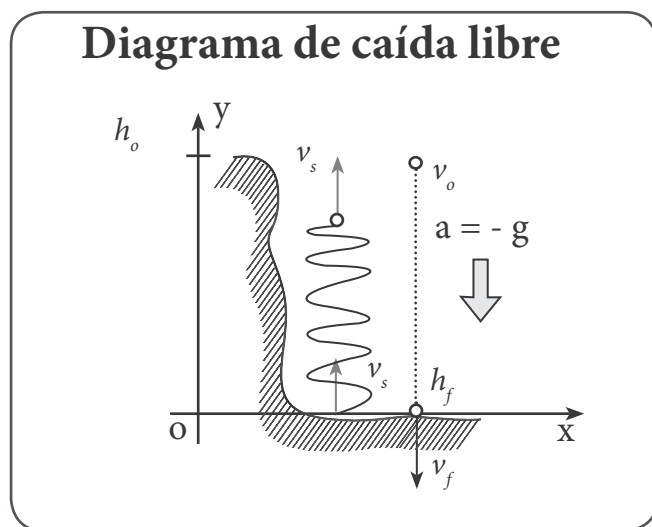


Caída libre ●●●

Galileo fue el primero en demostrar experimentalmente que si se desestima la resistencia que ofrece el aire, todos los cuerpos independientemente de cual sea su masa, caen hacia la Tierra con la misma aceleración. Este movimiento ideal, en el que no se toma en cuenta la resistencia del aire ni el cambio de aceleración con la altura, es decir, que se debe únicamente a la influencia de la gravedad, se denomina caída libre.

La caída libre es un movimiento uniformemente acelerado y para analizarlo se toma como marco de referencia un eje vertical perpendicular a la superficie de la Tierra. Este eje se toma como positivo de forma vertical hacia arriba.



Todos los cuerpos con este tipo de movimiento tienen una aceleración dirigida hacia abajo, cuyo valor depende del lugar en el que se encuentren. En la Tierra este valor es de aproximadamente 9.8 m/s^2 , es decir, que los cuerpos dejados en caída libre aumentan su velocidad (hacia abajo) en 9.8 metros cada segundo. La aceleración por gravedad se representa con la letra g .

Puesto que este es un movimiento en línea recta y con aceleración uniforme, las fórmulas del movimiento uniformemente acelerado son aplicables, solo hay que sustituir “ a ” por “ $-g$ ”, porque la aceleración se debe a la gravedad con dirección hacia abajo.

Tabla 1. Fórmulas de caída libre de los cuerpos

Velocidad final	$V_f = V_i - gt$
	$V_f^2 = V_i^2 - 2gh$
Distancia	$h = \frac{(V_i + V_f) t}{2}$
	$h = V_i t - \frac{gt^2}{2}$

Si el cuerpo es lanzado hacia arriba, el desplazamiento (h) será positivo y su velocidad también. Cuando el cuerpo es lanzado hacia abajo o simplemente se deja caer, el desplazamiento ($-h$) será negativo y su velocidad también. Si el cuerpo sube la aceleración de la gravedad es negativa ($-g$) y si baja es positiva ($+g$).

Ejemplo 1

Desde la terraza de un edificio se deja caer un objeto que tarda 4 s en llegar al suelo. Calcule la altura del edificio.

Datos:

$$V_i = 0$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$h = ?$$

Solución:

Se utilizará la fórmula: $h = V_i t - \frac{gt^2}{2}$, pero la velocidad inicial es cero,

$$\text{por tanto: } h = -\frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Sustituyendo los valores: } h = -\frac{1}{2}(9.8 \text{ m/s}^2)(4\text{s})^2$$

$$h = -\frac{1}{2}(9.8 \text{ m/s}^2)(16\text{s}^2)$$

$$h = -\frac{1}{2}(156.8 \frac{\text{ms}^2}{\text{s}^2})$$

$$h = -78.4 \text{ m}$$

Ejemplo 2

Desde uno de los pisos de un edificio en construcción, que está a 30 m del suelo, se cae un ladrillo. Calcule:

- El tiempo que tarda en llegar al suelo.
- La velocidad que tiene en ese momento.

Nota: Este ejemplo se trata de un movimiento uniformemente acelerado con $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$. El ladrillo cae libremente, por lo tanto, $V_i = 0$.

Datos:

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ h &= 30 \text{ m} \\ t &= ? \\ V_f &= ? \end{aligned}$$

Solución:

Se utilizarán las fórmulas:

$$\begin{aligned} V_f &= V_i - gt \\ h &= V_i t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

- Cálculo del tiempo que tarda en caer:

$$h = -\frac{gt^2}{2}, \text{ la velocidad inicial es cero.}$$

De esta fórmula se despeja la variable t, así:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(30\text{m})}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{\frac{60\text{m}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{6.12\text{s}^2} = 2.47\text{s}$$

- La velocidad con la que llega al suelo será:

$$V_f = V_i - gt = \left(0 - 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(2.47\text{s}) = -24.20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

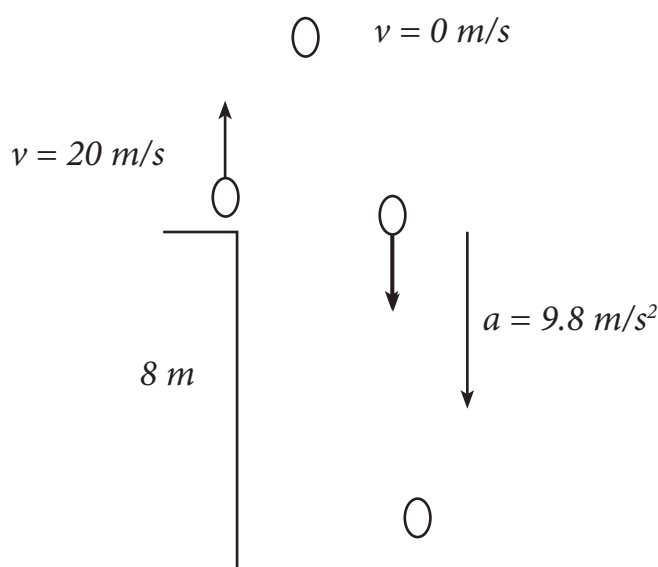
Ejemplo 3

Desde una terraza que está situada a 8 metros de altura se lanza una manzana hacia arriba con una velocidad de 20 m/s:

- Calcule el tiempo que tarda en llegar a su altura máxima.
- ¿Cuál será la altura de la manzana en ese momento con respecto al suelo?
- ¿Cuál será la velocidad de la manzana cuando en su caída pase por la terraza otra vez?
- ¿Qué tiempo transcurrirá para que la manzana caiga hasta el suelo?
- ¿Con qué velocidad la manzana golpea el suelo?

Solución:

En este tipo de problemas es conveniente elaborar un esquema del problema, indicando el sistema de referencia, los datos y las posibles soluciones del problema:



Es un movimiento uniformemente acelerado, ya que es de caída con poco rozamiento. En este caso la aceleración es constante y de valor 9.8 m/s^2 y dirigida hacia abajo.

La manzana comenzará a subir desde la terraza disminuyendo su velocidad. En el punto más alto su velocidad se hace 0 y comenzará a bajar. La velocidad del lanzamiento es 20 m/s y tardará en subir unos segundos.

La caída será acelerada y chocará con el suelo a gran velocidad. En esta caída empleará más tiempo del que empleó en la subida. Se puede suponer que el tiempo que tarda en subir es el mismo que tarda en bajar otra vez hasta la terraza. Entonces, se pueden utilizar las fórmulas de este tipo de movimiento.

- a. Calcule el tiempo que tarda en llegar a su altura máxima.

La manzana está subiendo. Cuando llega a su altura máxima la velocidad final es 0:

$$V_f = V_i - gt$$

$$0 = 20 \text{ m/s} - (9.8 \text{ m/s}^2)t$$

$$t = \frac{20 \text{ m/s}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 2.04 \text{ s}$$

El tiempo que tarda en llegar a su altura máxima es de $2.04 \text{ s} \cong 2 \text{ s}$.

En bajar hasta la terraza otros 2 segundos.

- b. ¿Cuál será la altura de la manzana en ese momento con respecto al suelo?

La posición en el punto más alto la alcanza a los 2 segundos, se calcula la altura hasta ese punto:

$$h = \frac{(V_i + V_f) t}{2} = \frac{((20 \text{ m/s}) + 0)(2 \text{ s})}{2} = 20 \text{ m}$$

Para encontrar la altura desde el suelo se le suma la altura del edificio:

$$h = 8 \text{ m} + 20 \text{ m} = 28 \text{ m}$$

La altura que alcanza la manzana con respecto al suelo es de 28 m.

- c. ¿Cuál será la velocidad de la manzana cuando en su caída pase por la terraza otra vez?

Bajada hasta la terraza.

La velocidad al pasar por la terraza después de 4 segundos de movimiento.

Se calcula con la fórmula:

$$V_f = V_i - gt = 20 \text{ m/s} - (9.8 \text{ m/s}^2)(4\text{s}) = 19.2 \text{ m/s}$$

La velocidad de caída de la manzana cuando pasa por la terraza es de 19.2 m/s.

Observe que este resultado es casi igual a la velocidad inicial de la manzana. Este resultado es normal, ya que el rozamiento con el aire no se toma en cuenta.

- d. ¿Qué tiempo transcurrirá para que la manzana caiga hasta el suelo desde que se lanzó?

Caída al suelo.

En el momento de llegar al suelo la altura será 0, con lo cual se puede calcular el tiempo que debe pasar (que será algo más de cuatro segundos), se supondrá que el origen del movimiento es el punto más alto, la velocidad inicial es 0 y la altura 28 metros:

$$h = V_i \cdot t = \frac{gt^2}{2}$$

$$28 = 0 - \frac{(9.8) t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{56 \text{ m}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2.39 \text{ s}$$

El tiempo que tarda en caer la manzana desde su lanzamiento se encuentra sumando el tiempo de subida con el de bajada y es: $2\text{s} + 2.39 \text{ s} = 4.39\text{s}$.

- e. ¿Con qué velocidad la manzana golpea el suelo?

La velocidad en ese momento será mayor de 20 m/s y se calcula con la fórmula:

$$V_f = V_i - gt = 20 \text{ m/s} - (9.8 \text{ m/s}^2)(4.39) = 23.02 \text{ m/s}$$

La velocidad con que la manzana golpea el suelo es de 23.02 m/s.