

LA CAÍDA LIBRE Y EL LANZAMIENTO HACIA ARRIBA

Para resolver los ejercicios de caída libre y, en general, cualquier ejercicio de Física, es conveniente disponer de algún **procedimiento o algoritmo de resolución**. El que se presenta a continuación no debe entenderse como un conjunto de pasos que hay que seguir de manera estricta y rutinaria, sino como una serie de reglas orientativas.

Algoritmo de resolución

- ◆ Dibujar un esquema detallado de la situación descrita en el enunciado del ejercicio.
- ◆ Elegir un sistema de referencia y establecer las condiciones iniciales.
- ◆ Escribir las ecuaciones del MRUA para el caso particular que estamos estudiando.
- ◆ Hacer los cálculos pertinentes.
- ◆ Analizar los resultados obtenidos.

Ejemplo

Desde lo alto de un campanario de 20 m de altura se lanza verticalmente hacia arriba un objeto con una velocidad de 40 m/s. Se supone despreciable el rozamiento con el aire.

- [a] Calcula la posición y la velocidad del objeto en los cinco instantes siguientes: 2, 4, 6, 8 y 10 s.
 [b] ¿Qué altura máxima alcanza el objeto? ¿Qué tiempo emplea en lograrla?
 [c] Halla la velocidad del objeto cuando vuelve a pasar por el punto de lanzamiento y el tiempo total empleado.
 [d] Completa el siguiente cuadro:

t (s)	Posición (encima o debajo del punto de lanzamiento)	Velocidad (subiendo o bajando)
2		
4		
6		
8		
10		

Respuesta:

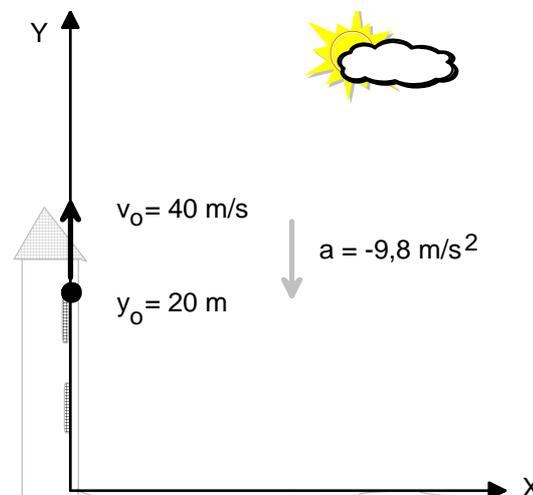
El correspondiente esquema se muestra al lado. Si elegimos el sistema de referencia indicado en la figura, las condiciones iniciales son: $y_0 = 20$ m, $v_0 = 40$ m/s y $a = -9,8$ m/s². De acuerdo con dicho sistema de referencia, las magnitudes vectoriales que apuntan hacia arriba se toman con signo + y las que señalan hacia abajo con signo -. Observa que, con el sistema de referencia elegido, la aceleración es negativa, independientemente de si el cuerpo sube o baja.

Las ecuaciones asociadas a este lanzamiento son, entonces:

$$v = 40 - 9,8t$$

$$y = 20 + 40t - 4,9t^2$$

Una vez planteado el problema de una manera general, estamos en condiciones de responder a las preguntas que se hacen.



[a] $v(2) = 40 - 19,6 = 20,4 \text{ m/s}$	$y(2) = 20 + 80 - 19,6 = 80,4 \text{ m}$
$v(4) = 40 - 39,2 = 0,8 \text{ m/s}$	$y(4) = 20 + 160 - 78,4 = 101,6 \text{ m}$
$v(6) = 40 - 58,8 = -18,8 \text{ m/s}$	$y(6) = 20 + 240 - 176,4 = 83,6 \text{ m}$
$v(8) = 40 - 78,4 = -38,4 \text{ m/s}$	$y(8) = 20 + 320 - 313,6 = 26,4 \text{ m}$
$v(10) = 40 - 98 = -58 \text{ m/s}$	$y(10) = 20 + 400 - 490 = -70 \text{ m}$

[b] Cuando se alcanza la altura máxima, se cumple que la velocidad es nula, cosa que sucede en un instante tal que: $0 = 40 - 9,8t$; $t = \frac{40}{9,8} = 4,08 \text{ s}$; por lo tanto, $y_{\text{max}} = 20 + 40 \cdot 4,08 - 4,9 \cdot 4,08^2 = 101,63 \text{ m}$.

[c] El punto de lanzamiento cumple la condición de que $y = 20 \text{ m}$, por lo que: $20 = 20 + 40t - 4,9t^2$; $0 = 40t - 4,9t^2$; $0 = t(40 - 4,9t)$, ecuación que tiene dos soluciones: la evidente $t = 0$ y la que interesa ahora: $t = \frac{40}{4,9} = 8,16 \text{ s}$. La velocidad en dicho instante es:
 $v = 40 - 9,8 \cdot 8,16 = 40 - 80 = -40 \text{ m/s}$. Se concluye que el tiempo de subida es igual que el tiempo de bajada y que cuando el objeto vuelve al punto de lanzamiento se mueve con una velocidad de intensidad idéntica a la inicial, aunque de sentido contrario.

⇒ Actividad 1

- [a] Desde una altura de 45 m, respecto al suelo, se deja caer un libro de Física y Química. Se considera despreciable la influencia del aire. Halla la velocidad con que el libro llegará al suelo. ¿Cuánto tiempo invertirá en dicho recorrido?
- [b] Repite el ejercicio suponiendo que el libro es lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 15 m/s.
- [c] Repite el ejercicio considerando ahora que el libro es lanzado verticalmente hacia abajo con una velocidad inicial de 15 m/s.
- [d] Para analizar los resultados contesta a las siguientes cuestiones:
- ◆ ¿Por qué los tiempos son diferentes en los tres casos?
 - ◆ ¿Por qué la velocidad coincide en dos casos?

[Respuesta: [a] 3 s, -29,4 m/s; [b] 4,93 s, -33,3 m/s; [c] 1,87 s, -33,3 m/s]

⇒ Actividad 2

Desde el borde de un precipicio de 180 m de altura sobre el mar se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo con una velocidad inicial de 20 m/s.

- [a] ¿Dónde se encontrará al cabo de 5 s?
- [b] ¿Cuál es su velocidad en dicho instante?

[Respuesta: (b) -29 m/s]

⇒ Actividad 3

Desde una altura h , se lanza verticalmente hacia abajo un cuerpo con una velocidad inicial de 5 m/s, invirtiéndose 6 s en llegar al suelo. Calcula el valor de h y la velocidad máxima, en valor absoluto, que alcanzará el cuerpo.

[Respuesta: 206,4 m, 63,8 m/s]

⇒ Actividad 4

- [a] Galileo lanza verticalmente hacia arriba una piedra con una velocidad inicial de 29,4 m/s. ¿Qué altura alcanzará?
- [b] ¿Experimentará la piedra el mismo desplazamiento en el primer segundo de subida que en el último segundo? ¿Por qué?
- [c] Una vez que ha llegado al punto más alto, la piedra inicia el descenso. Responde ahora a la misma pregunta que en el apartado anterior.

[Respuesta: (a) 44,1 m]