Clase Física Básica

Caída libre teoría

Ejemplos caída libre

Ing. Eddy Solares

USAC

Caída Libre

Se denomina caída libre al movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de un campo gravitatorio. Esta definición formal excluye a todas las caídas reales influenciadas en mayor o menor medida por la resistencia aerodinámica del aire.

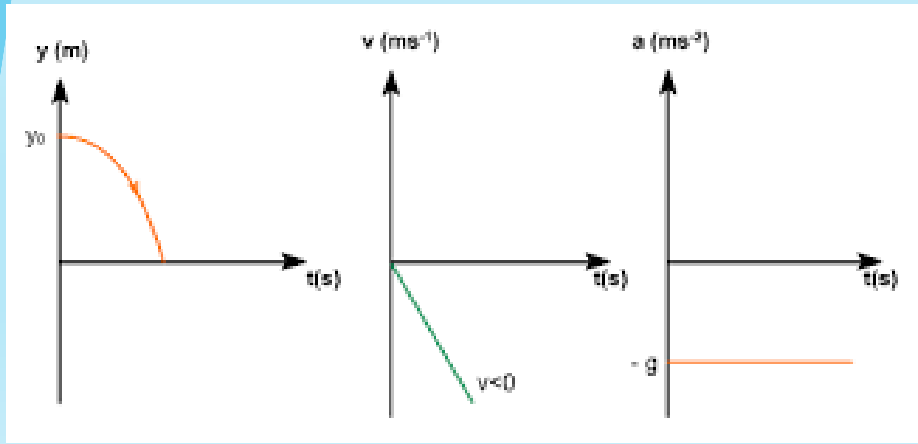
El concepto es aplicable también a objetos en movimiento vertical ascendente sometidos a la acción desaceleradora de la gravedad, como un disparo vertical (llama este movimiento como tiro vertical); o a cualquier objeto (satélites naturales o artificiales, planetas, etc.) en órbita alrededor de un cuerpo celeste.

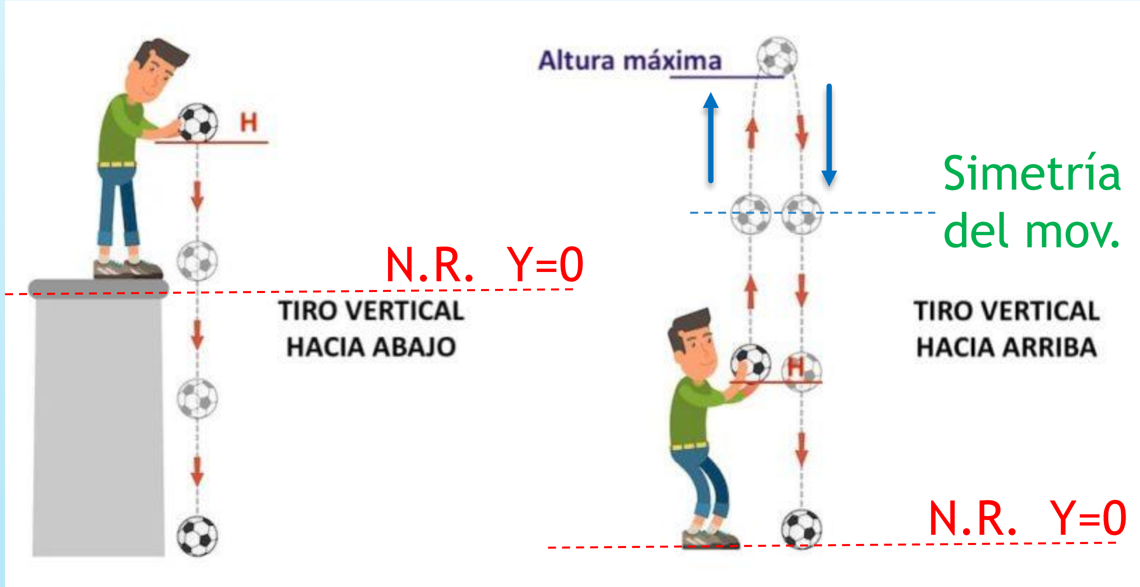
$$\vec{a}_y = -g\frac{m}{s^2}\,\hat{j} = -9.8\,m/s^2\hat{j}$$

$$y_f = y_o + v_{oy}t - \frac{1}{2}\,g\,t^2$$

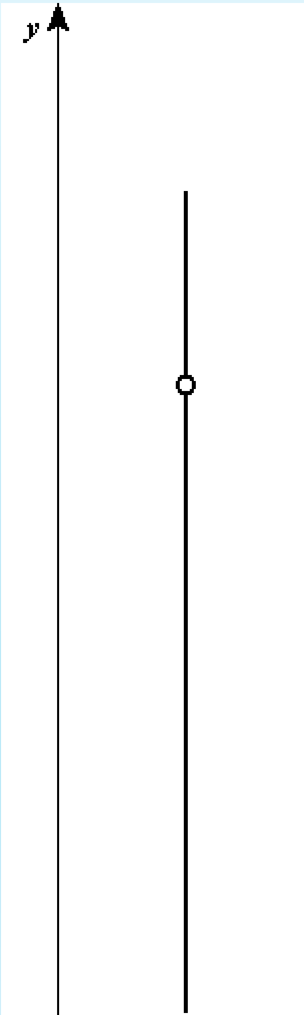
$$v_{fy} = v_{oy} - gt$$

$$v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2g\Delta\vec{y}$$

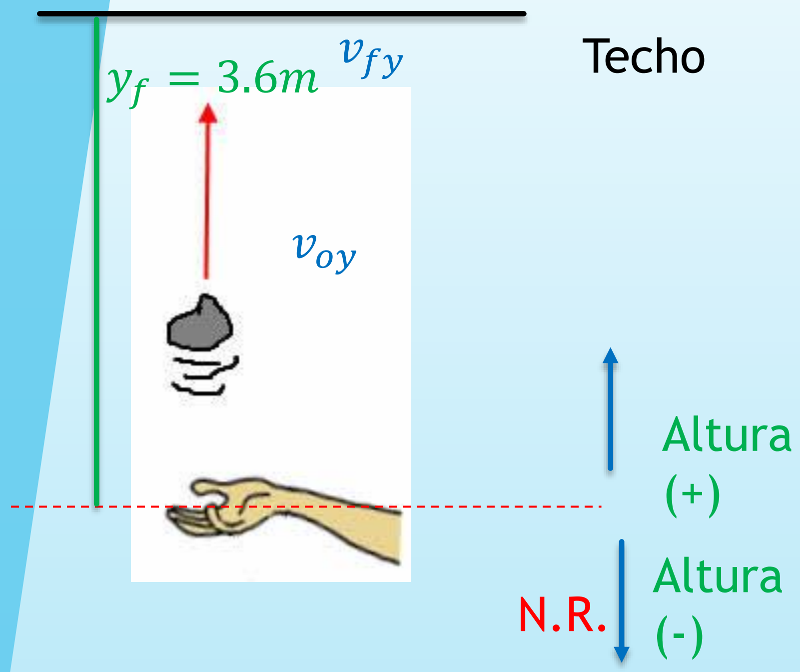




1. En mismo punto de referencia se tiene la misma magnitud de velocidad pero en direcciones opuestas
2. Lo mismo ocurre con el tiempo al ser simétrico.



Ejercicio 1. Usted lanza una bola de masilla verticalmente hacia el techo, el cual se encuentra a 3.6m por encima del punto donde la masilla pierde contacto con su mano. La rapidez inicial de la masilla cuando abandona su mano es de 9.5 m/s. ¿Cuál es la rapidez de la masilla al llegar al techo?¿Cuánto tiempo transcurre entre que la masilla pierde contacto con la mano y llega al techo?



a) Se calcula la rapidez del objeto en su punto de contacto con el techo

$$v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2g\Delta\vec{y}$$

$$v_{fy} = \sqrt[2]{v_{oy}^2 - 2g(y_f - \cancel{y_o})} = \sqrt[2]{9.5^2 - 2(9.8)(3.6m)} = 4.437\ m/s$$

b) Para estimar el tiempo se considera el vector de la velocidad final

$$v_{fy} = +4.437\frac{m}{s}\hat{\jmath} \quad v_{oy} = +9.5\ m/s\hat{\jmath}$$

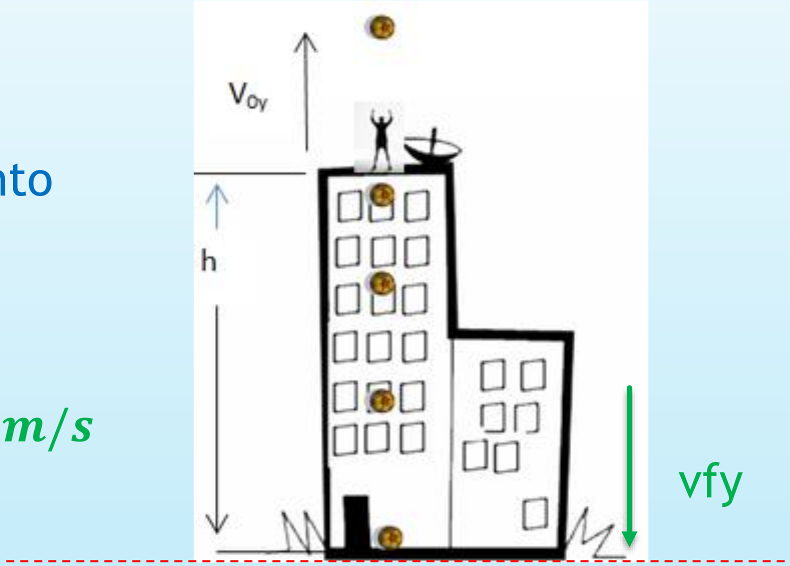
$$v_{fy} = v_{oy} - gt$$

$$t = \frac{v_{fy} - v_{oy}}{-g} = \frac{+4.437 - (+9.5)}{-9.8} = 0.5166s$$

Nota: el nivel de referencia es para el uso de las alturas no altera los vectores de velocidad y aceleración.

Ejercicio 2. Una piedra pequeña se lanza verticalmente hacia arriba, con una velocidad de 18 m/s, del borde del techo de un edificio de 30.0m de altura. La piedra cae sin golpear el edificio en su trayectoria hacia abajo hasta llegar a la calle. Se puede ignorar la resistencia del aire. A) ¿Cuál es la rapidez de la piedra justo antes de golpear la calle? B)¿Cuánto tiempo transcurre desde que la roca es arrojada hasta que llega a la calle? C)cual es el desplazamiento de la piedra durante el movimiento?

$v_{oy} = +18.0\frac{m}{s}\hat{j} \quad y_0 = 30m\hat{j} \quad y_f = 0m \;\; a_y = -9.8m/s^2\,\hat{j}$



A)Para el calculo de la rapidez solo se tiene los cambios de altura por lo tanto

Se parte de esa información.

$$\boldsymbol{v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2g\Delta\vec{y}}$$

$$\boldsymbol{v_{fy} = \sqrt[2]{v_{oy}^2 - 2g(\cancel{y_f} - y_o)} = \sqrt[2]{(+18.0)^2 + 2(9.8)(30)} = 30.1993\frac{m}{s} \approx 30.2m/s}$$

B) En el caso del tiempo se estima a partir de los vectores de velocidad

$v_{fy} = -30.2\frac{m}{s}\hat{j} \;\; v_{oy} = +18.0\,m/s\hat{j}$

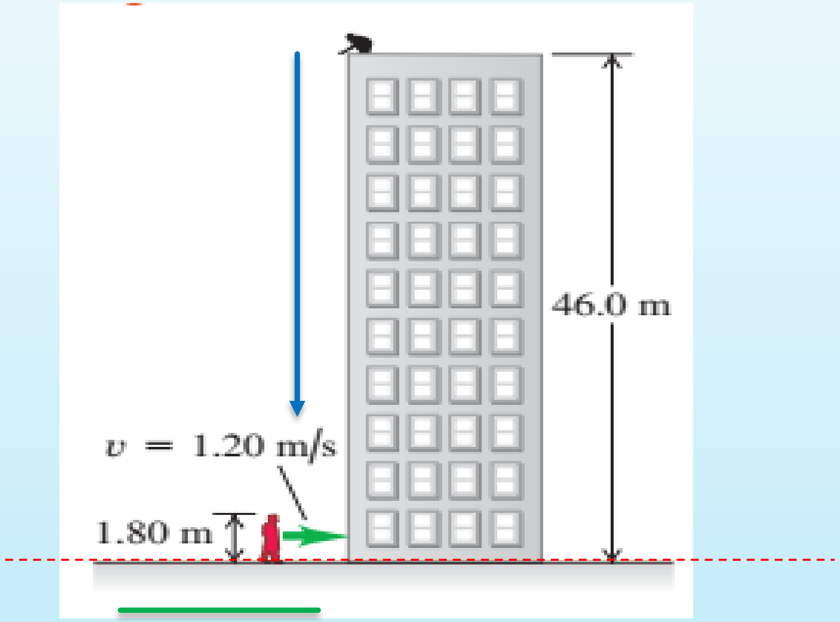
$$\boldsymbol{v_{fy} = v_{oy} - gt}$$

$$\boldsymbol{t = \frac{v_{fy} - v_{oy}}{-g} = \frac{-30.2 - (+18.0)}{-9.8} = 4.9183s \approx 4.92s}$$

C) El desplazamiento es el cambio entre el punto de partida y el punto del impacto de la piedra.

$$\Delta\boldsymbol{y} = \boldsymbol{y_f - y_o = 0 - 30 = -30.0m\,\hat{j}}$$

Ejercicio 4. Imagine que está en la azotea del edificio de física, a 46.0 m del suelo (Como muestra la figura). Su profesor, que tiene una estatura de 1.80 m, camina junto al edificio a una rapidez constante de 1.20 m/s. Si usted quiere dejar caer un huevo sobre la cabeza de su profesor, ¿dónde deberá estar éste cuando usted suelte el huevo? Suponga que el huevo está en caída libre.



Δx

N.R.

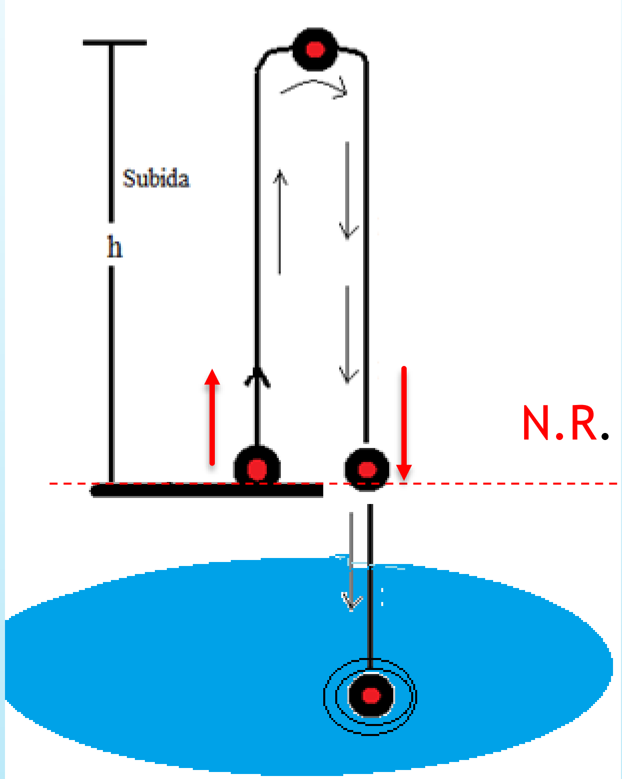
En este escenario se trata de un problema de encuentro en el que los dos Objetos están en diferentes ejes pero tienen en común un punto de la altura Y un tiempo en común para estimar la distancia del profesor.

Se tomara de la siguiente manera el sistema positivo a la derecha y positivo Hacia arriba.

- Planteamiento del huevo
- $v_{oy} = 0\frac{m}{s}\hat{j} \quad y_0 = 46m\hat{j} \quad y_f = 1.8m\hat{j} \;\; a_y = -9.8m/s^2\,\hat{j}$
- $y_f = y_o + \cancel{v_{oy}}t - \frac{1}{2}\,g\,t^2$
- $t = \sqrt[2]{\frac{2(y_f - y_o)}{-g}} = \sqrt[2]{\frac{2(1.8-46)}{-9.8}} = 3.00s$
- Para el profesor
- $v_{profesor} = \frac{\Delta x}{t} \quad \rightarrow \qquad \Delta x = v_{profesor}t = (1.20)(3.00) = 3.60\;m\;\hat{\imath}$ *por lo tanto la distancia seria de 3.6m*

Ejercicio 3. Desde un puente se tira hacia arriba una piedra con una velocidad inicial de 6m/s. Calcular: (a) Hasta qué altura se eleva la piedra; (b) Cuánto tarda en volver a pasar hacia abajo al nivel del puente desde el que fue lanzada y cuál será entonces su velocidad; (c) Si la piedra cae al río 1.94s después de haber sido lanzada, ¿qué altura hay desde el puente hasta el río? (d) Con que velocidad llega la piedra a la superficie del agua.

$$v_{oy} = +6.0\frac{m}{s}\hat{j} \quad a_y = -9.8m/s^2\,\hat{j}$$



a) Para la altura máxima que tendrá la piedra en su movimiento se

Debe de considerar el N.R. y recordar que el punto máximo o altura

Máxima su velocidad será cero $v_y = 0.0\frac{m}{s}\hat{j}$

$$\boldsymbol{v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2g\Delta\vec{y}} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{v_{fy}^2 = v_{oy}^2 - 2g(h - \cancel{y_o})}$$

$$\boldsymbol{h = \frac{v_{fy}^2 - v_{oy}^2}{-2g} = \frac{0^2 - (+6)^2}{-2(9.8)} = 1.8367m} \approx \boldsymbol{1.84m\hat{j}}$$

b) En este caso no solicitan cuanto tiempo tarda en regresar al inicio del puente para lo cual al estimar la simetría del movimiento podemos estimar la velocidad y con el es mas fácil estimar el tiempo.

$$v_{fy} = -6.0\frac{m}{s}\hat{j} \;\; v_{oy} = +6.00\,m/s\hat{j}$$

$$\boldsymbol{v_{fy} = v_{oy} - gt}$$

$$\boldsymbol{t = \frac{v_{fy} - v_{oy}}{-g} = \frac{-6.0 - (+6.0)}{-9.8} = 1.2244s}$$

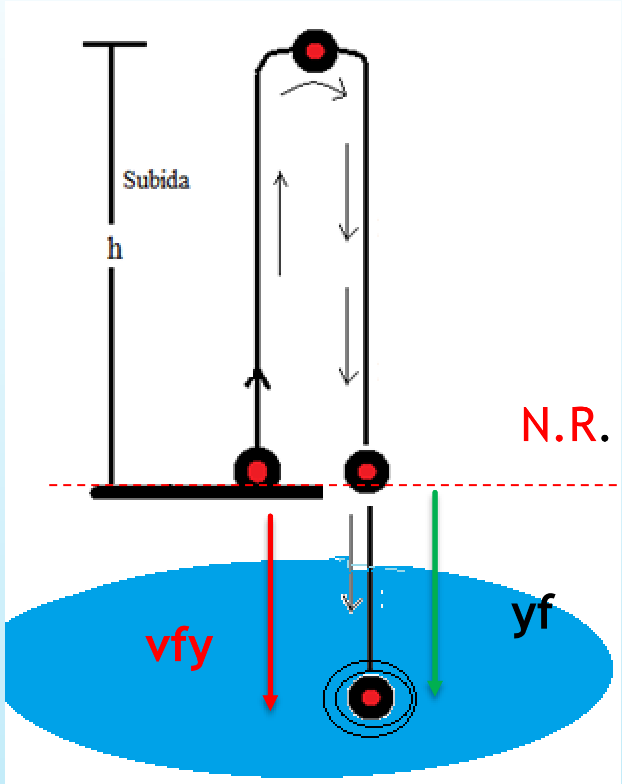
c) Si la piedra cae al río 1.94s después de haber sido lanzada, ¿qué altura hay desde el puente hasta el río?

Para la altura final se estima a partir el punto inicial del movimiento en el Tiempo del vuelo de la piedra.

$v_{oy} = +6.0\frac{m}{s}\hat{j} \quad a_y = -\frac{9.8m}{s^2}\hat{j} \quad t = 1.94s$

$$\boldsymbol{y_f = y_o + v_{oy}t - \frac{1}{2}g\,t^2 = 0 + (+6)(1.94) - \frac{1}{2}(9.8)(1.94)^2 = -6.8016m}$$

$$\boldsymbol{y_f = -6.80m\,\hat{j}}$$

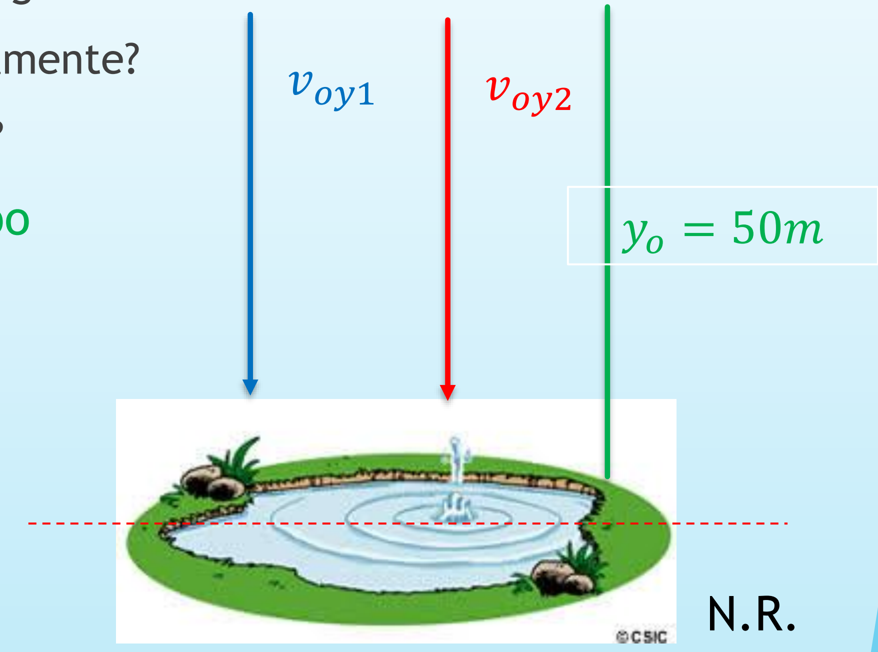


(d) Con que velocidad llega la piedra a la superficie del agua.

$\mathbf{v_{fy} = v_{oy} - gt = +6 - 9.8(1.94) = -13.01\ m/s\ \hat{j}}$

Ejercicio 5. Un estudiante y montañista asciende un risco de 50.0m que cuelga sobre un tranquilo ojo de agua. Lanza dos piedras verticalmente hacia abajo, con una separación de 1.00s y observa que causan una sola salpicadura. La primera piedra tiene una rapidez inicial de 2.00 m/s.

- a) ¿Cuánto tiempo después de liberar la primera piedra las dos piedras golpean el agua?
- b) ¿Qué velocidad inicial debe tener la segunda piedra si deben golpear simultáneamente?
- c) ¿Cuál es la rapidez de cada piedra en el instante en que las dos golpean el agua?



En este caso cada piedra tiene su propio planteamiento del calculo del tiempo

Ya que no son un problema de encuentro

$\boldsymbol{tiempo\ piedra\ 1\ \ t_1 = t_2 + 1}$ $\quad$ $\boldsymbol{tiempo\ piedra\ 2\ \ t_2 = t_1 - 1}$

Se platea para la piedra 1 ya que se tiene más información

$v_{oy1} = -2\dfrac{m}{s}\hat{j} \quad y_0 = 50m\hat{j} \quad y_f = 0m \;\; a_y = -9.8m/s^2\,\hat{j}$

$$\boldsymbol{y_f = y_o + v_{oy1}t_1 - \tfrac{1}{2}\,g t_1^2} \qquad 0 = \boldsymbol{50 - 2t_1 - \tfrac{1}{2}\,(9.8)t_1^2}$$

Al calcular el valor de $t_1 = 2.99s \approx 3.0s \;\; y \; t_1 = -3.40s$ se puede estimar el valor de $t_2 = t_1 - 1 = 3 - 1 = 2.0s$

b) ¿Qué velocidad inicial debe tener la segunda piedra si deben golpear simultáneamente?

$t_2 = 2.0s \quad y_0 = 50m\hat{\jmath} \quad y_f = 0m \;\; a_y = -9.8m/s\,\hat{\jmath}$

$$y_f = y_o + v_{oy2}t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2 \qquad v_{oy2} = \frac{y_f - y_o + \frac{1}{2}gt_2^2}{t_2} = \frac{0-50+0.5(9.8)(2)^2}{2} = -15.2\frac{m}{s}\,\hat{\jmath}$$

c) ¿Cuál es la rapidez de cada piedra en el instante en que las dos golpean el agua?

$$v_{fy1}^2 = v_{oy1}^2 - 2g\Delta\vec{y}$$

$$v_{fy1} = \sqrt[2]{v_{oy1}^2 - 2g(\cancel{y}_f - y_o)} = \sqrt[2]{(-2.0)^2+2(9.8)(50)} = 31.3668\frac{m}{s} \approx 31.37m/s$$

$$v_{fy2} = v_{oy2} - gt_2 = -15.2 - 9.8(2) = -34.8\,m/s\,\hat{\jmath} \qquad \textit{para estimar la rapidez seria } 34.8\,m/s$$