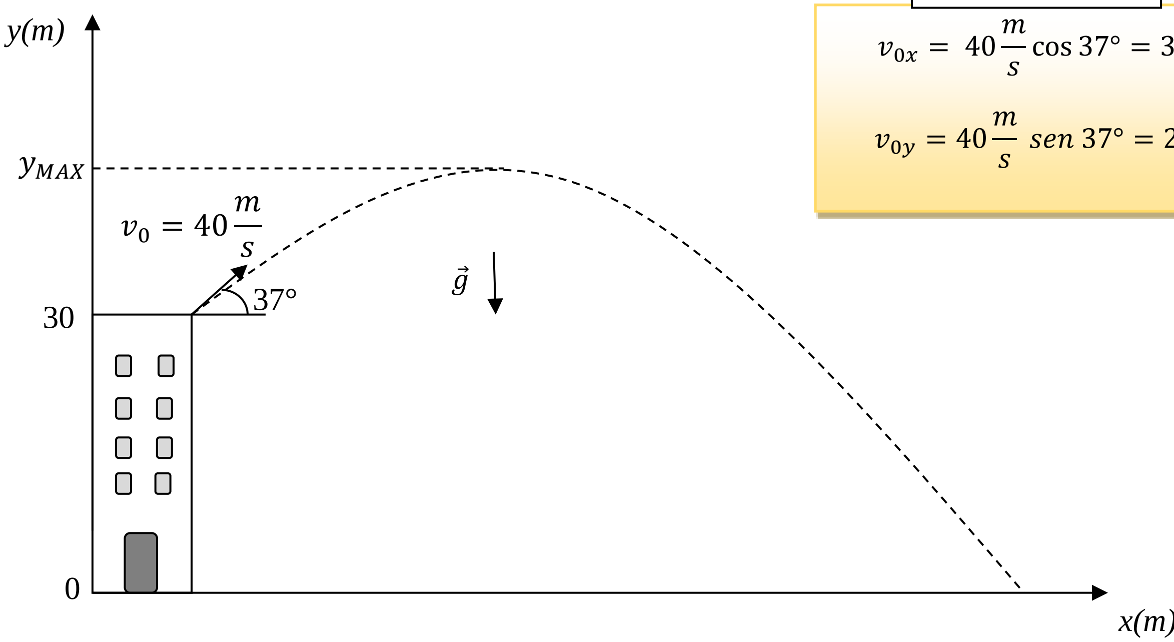
Problema 28:

Este es un problema de tiro oblicuo. Primero realicemos un esquema de la situación, indicando el sistema de referencia y los datos del problema.

Velocidad inicial

$$v_{0x} = 40\frac{m}{s}\cos 37° = 32\frac{m}{s}$$

$$v_{0y} = 40\frac{m}{s}\,sen\,37° = 24\frac{m}{s}$$



Planteamos las ecuaciones de movimiento para un tiro oblicuo:

$$y(t) = 30\,m + 24\,\frac{m}{s}\,t - 4{,}9\frac{m}{s^2}\,t^2 \qquad (1) \qquad\qquad x(t) = 32\frac{m}{s}\,t \qquad (2)$$

$$v_y(t) = 24\frac{m}{s} - \;9{,}8\frac{m}{s^2}\,t \qquad (3) \qquad\qquad v_x(t) = v_{0x} = 32\frac{m}{s} \qquad (4)$$

$$a_y = \;-9{,}8\frac{m}{s^2} \qquad (5) \qquad\qquad a_x = 0 \qquad (6)$$

a) A partir de las ecuaciones (1) y (2) podemos calcular las posiciones x e y en los instantes que nos piden:

$$y(1) = 30\; + 24 * 1 - 4{,}9 * 1^2 = 49{,}1\,m \qquad\qquad x(1) = 32\,m$$

$$y(3) = 30\; + 24 * 3 - 4{,}9 * 3^2 = 57{,}9\,m \qquad\qquad x(1) = 32 * 3 = 96\text{ m}$$

$$y(8) = 30\; + 24 * 8 - 4{,}9 * 8^2 = -91{,}6\,m \qquad\qquad x(8) = 32 * 8 = 256\text{ m}$$

La posición negativa de Y a los 8 segundos, nos indica que para ese tiempo la roca ya se detuvo (después lo chequeamos cuando calculamos el tiempo de vuelo y da menor a ocho segundos). Si hubiese un agujero en el suelo y la roca siguiese bajando, a los 8 segundos se encontraría a 91,6 m por debajo de la tierra. Entonces la posición a los 8 segundos es la posición final de la roca es X = 189,76 m ; Y = 0 m (esta posición la calculamos mas adelante)

b) La altura máxima es cuando se cumple $v_y = 0$, pero ojo que $v_x \neq 0$!!

Podemos calcular el tiempo en el que alcanza la altura máxima, a través de la ecuación (3) (reemplazando $v_y = 0$). Queda:

$$0 = 24\frac{m}{s} - 9{,}8\frac{m}{s^2}\, t_{MAX}$$

$$t_{MAX} = 2{,}45\ s$$

Ahora podemos calcular la altura máxima, a partir de la ecuación (1)

$$y_{MAX} = y(t = 2{,}45s) = 30m + 24\ m\ (2{,}45s) - 4{,}9\frac{m}{s^2}(2{,}45)^2$$

$$y_{MAX} = 59{,}38\ m$$

El enunciado nos pregunta la altura máxima sobre la azotea, es decir:

$$y_m = 59{,}38\ m - 30\ m = 29{,}38\ m$$

c) Cuando la roca golpea el suelo vale $y = 0$

Calculamos el tiempo de vuelo de la roca, a partir de la ecuación (1)

$$0 = 30\ m + 24\frac{m}{s}\, t_v - 4{,}9\frac{m}{s^2}\, t_v^2 \qquad \Longrightarrow \qquad t_1 = -1{,}03\ s \quad y \quad t_2 = 5{,}93\ s$$

El tiempo negativo lo descartamos, nos quedamos con el positivo:

$$t_v = 5{,}93\ s$$

Ahora podemos obtener la componente *y* de la velocidad, justo antes de que la piedra toque el suelo:

$$v_y(t = 5{,}93\ s) = 24\ m - 9{,}8\frac{m}{s^2}\ (5{,}93\ s) = -34{,}11\frac{m}{s}$$

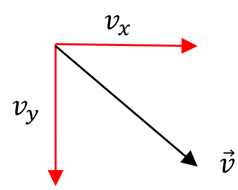
La componente *x* de la velocidad es constante durante todo el movimiento y vale:

$$v_x = v_{0x} = 32\frac{m}{s}$$

Cuando nos piden la rapidez, en general, nos están pidiendo el módulo de la velocidad. El módulo de la velocidad puede calcularse como:

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$|v| = \sqrt{(32\frac{m}{s})^2 + (-34{,}11\frac{m}{s})^2} = 46{,}77\frac{m}{s}$$



d) Para calcular la distancia horizontal alcanzada por la roca, debemos usar la ecuación (2):

$$x(t = 5{,}93s) = 32\frac{m}{s}\,(5{,}93s) = 189{,}76\,m$$

e) Para hallar el instante en que vuelve a pasar por la azotea, debemos encontrar el tiempo para el cual la roca se encuentra nuevamente a 30 m del piso. Para eso igualamos la ecuación (1) a 30 m.

$$30\,m = 30\,m + 24\,\frac{m}{s}\,t - 4{,}9\frac{m}{s^2}\,t^2$$

Resolviendo se obtienen dos tiempos

$t_1 = 0$ s , es el tiempo inicial cuando parte la roca y tambien se halla en y = 30m

$t_2 = 4{,}91$ s que el tiempo para el cual la roca vuelve a pasar por el nivel de la azotea