SOLUCIÓN PRÁCTICA SESIÓN 7

MOVIMIENTO DE PROYECTILES

1. Un trabajador se encuentra en un pozo de 2,80 m de profundidad y a 3,50 m de la pared del pozo. Su jefe, que está fuera del pozo a una distancia L del borde, le pide que le lance el martillo. El martillo sale de la mano del trabajador a 1,20 m del fondo del pozo con un ángulo de $38,0^0$.

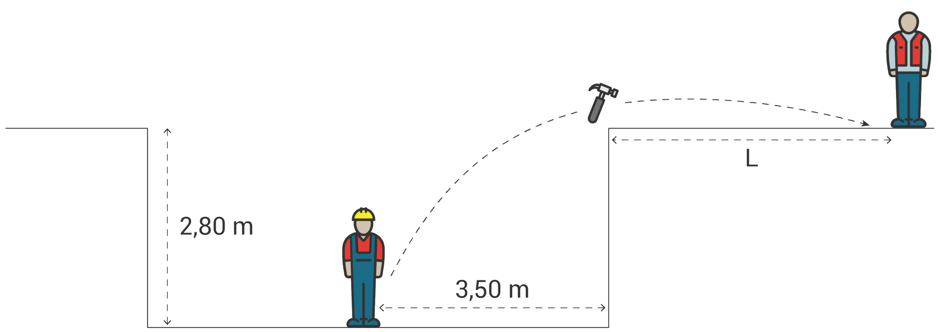

Figura 7.1: Lanzamiento de martillo desde pozo.

(a) ¿Cuál es la rapidez inicial mínima necesaria para que el martillo pueda salir del pozo (rozando el borde)?
Considerando el martillo como un proyectil, su trayectoria debe satisfacer

$$y(x = 3,5\,\mathrm{m}) = 2,8\,\mathrm{m} - 1,2\,\mathrm{m} = 1,6\,\mathrm{m} \quad \Rightarrow \quad v_0 = 9,23\,\mathrm{m/s}.$$

El martillo debe ser lanzado con una rapidez de 9,23 m/s para pasar rozando el borde.

(b) ¿Qué distancia L debe haber entre el borde del pozo y el jefe para que el martillo no lo golpee antes de que caiga al suelo?
Utilizando de nuevo la ecuación de la trayectoria, debe satisfacerse que

$$y(x = 3,5\,\mathrm{m} + L) = 1,6\,\mathrm{m} \quad \Rightarrow \quad L = 1.43\,\mathrm{m}.$$

(c) ¿Cuánto tiempo tarda el martillo para tocar el suelo luego de que sale del pozo?

$$y(t) = 1,6\,\mathrm{m} \quad \Rightarrow \quad t_1 = 0,48\,\mathrm{s} \quad \mathrm{y} \quad t_2 = 0,68\,\mathrm{s},$$

por lo que

desde que el martillo sale del pozo hasta que toca suelo pasan 0,20 s.

2. Un beisbolista de grandes ligas batea una pelota de modo que esta sale del bate con una rapidez de 30.0 m/s y un ángulo de 36.9° sobre la horizontal. Ignore la resistencia del aire. Si para anotar un *homerun* la pelota tiene que superar una barrera de 5 m que se encuentra a 65 m del punto de bateo ¿anota un *homerun* con este batazo?
Primeramente, calculemos el alcance máximo horizontal de este batazo. Tenemos que

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g} = 79.5\,\mathrm{m}$$

Ahora, la posición vertical de la pelota en la posición de la barrera la podemos obtener a través de la ecuación de la trayectoria

$$y(x) = x \cdot \tan\theta_0 - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta_0} \cdot x^2;$$

de donde

$$y(x = 65\,\mathrm{m}) = 6.86\,\mathrm{m} > 5\,\mathrm{m}.$$

Por lo tanto, si anota el homerun.

3. Un hombre colocado en el borde de un acantiliado de 35.0 m de altura, lanza una piedra al mar a un ángulo sobre la horizontal de 30°. Si la piedra tarda en caer 4.00 s al mar, calcule

(a) la rapidez con que inicialmente fue lanzada la piedra,
Tomemos como punto de referencia el punto de lanzamiento; de manera que cuando la piedra impacta el agua

$$y(t = 4\,\mathrm{s}) = -35.0\,\mathrm{m} = v_0 \sin(30°)(4.0\,\mathrm{s}) - (4.9\,\mathrm{m/s^2})(4\,\mathrm{s})^2 \quad \Rightarrow \quad v_0 = 21.7\,\mathrm{m/s}$$

La piedra fue lanzada con una rapidez de 34.2 m/s.

(b) la distancia horizontal que recorre la piedra hasta que cae al mar,

$$x(t = 4.0\,\mathrm{s}) = v_0 \cos\theta_0 t = 75\,\mathrm{m}$$

(c) la altura máxima sobre el nivel del mar que alcanza la piedra.
La altura máxima la alcanza cuando

$$v_y = 0 \quad \Rightarrow \quad 0 = v_0 \sin\theta - gt \quad \Rightarrow \quad t = 1.744\,\mathrm{s}.$$

En este tiempo, alcanza una altura de

$$y(t = 1.744\,\mathrm{s}) = 4.0\,\mathrm{m},$$

por lo que

la piedra alcanza una altura máxima de 39 m sobre el nivel del mar.

4. [2P/2S/2015] Se dispara un objeto desde el suelo con una velocidad inicial de 60 m/s que forma un ángulo de 30° con respecto al eje x positivo. Al cabo de cierto tiempo golpea una pared vertical a una cierta altura H, con una velocidad

$$\vec{\mathbf{v}} = (51.96\,\mathrm{m/s})\hat{\imath} - (10.00\,\mathrm{m/s})\hat{\jmath}.$$

Con esta información establezca

(a) el tiempo que transcurre desde el disparo hasta que el objeto golpea la pared, La velocidad de lanzamiento está dada por

$$\begin{aligned}\vec{\mathbf{v}}_0 =& (60\,\mathrm{m/s})\left[\cos(30°)\hat{\imath} + \sin(30°)\hat{\jmath}\right]\\ =& (51.96\,\mathrm{m/s})\hat{\imath} + (30\,\mathrm{m/s})\hat{\jmath}.\end{aligned}$$

Notemos que en el momento en que el objeto golpea la pared, la componente vertical de la velocidad es negativa (-10 m/s); por lo que en este punto el objeto se encuentra descendiendo.
Como el movimiento vertical es MRUA con $a = -g = -9.8\,\mathrm{m/s^2}$,

$$v_y(t) = v_{0,y} - gt;$$

por lo tanto en el momento de impacto con la pared vertical

$$v_y = (30\,\mathrm{m/s}) - (9.8\,\mathrm{m/s^2})t = -10\,\mathrm{m/s} \quad \Rightarrow \quad t = 4.08\,\mathrm{s}.$$

Transcuren 4.08 s desde el disparo hasta que el objeto golpea la pared.

(b) la altura H a la que el objeto golpea la pared,

$$y(t) = y_0 + v_{0,y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \Rightarrow \quad y(t = 4.08\,\mathrm{s}) = H$$

$$\Rightarrow \quad H = (30\,\mathrm{m/s}) \cdot (4.08\,\mathrm{s}) - (4.9\,\mathrm{m/s^2})(4.08\,\mathrm{s})^2 = 40.83\,\mathrm{m}.$$

El objeto golpea la pared a una altura de 40.83 m.

(c) la distancia horizontal recorrida por el objeto hasta que choca contra la pared.
Horizontalmente, al ser un MRU

$$x(t) = x_0 + v_{0,x}t,$$

$$\Rightarrow \quad x(t = 4.08\,\mathrm{s}) = (51.96\,\mathrm{m/s}) \cdot (4.08\,\mathrm{s}) = 210.90\,\mathrm{m}.$$

Horizontalmente, el objeto recorre 210.90 m hasta la pared.

5. [2P/2S/2014] Tres amigos temerarios corren a través de los tejados de la ciudad. Los tres están corriendo con una rapidez de 5 m/s cuando llegan a un espacio vacío entre dos edificios. El espacio vacío tiene 4 m de anchura y presenta un desnivel de 3 m por debajo del tejado del primer edificio (ver Figura 7.2). El primero salta con un ángulo de 45° sobre la horizontal y cruza el hueco con facilidad. El segundo amigo salta horizontalmente porque piensa que es lo mejor. En estas circunstancias determine

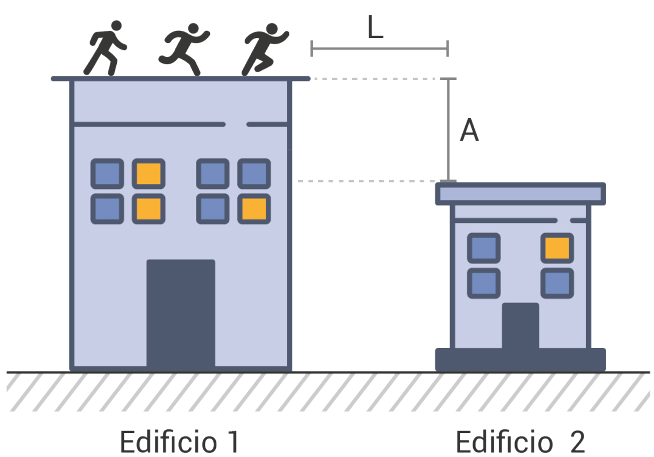

Figura 7.2: Amigos temerarios

(a) ¿A qué distancia del borde del segundo edificio llega el primer amigo?
El salto del primer amigo está caracterizado por

$$v_0 = 5\,\mathrm{m/s}, \quad \text{y} \qquad \theta = 45°.$$

Podemos resolver la ecuación de la trayectoria para encontrar en que valor de "x" se cumple

$$y_1(x) = -3\,\mathrm{m},$$

es decir,

$$y_1(x) = x \cdot \tan(45°) - \frac{g}{2 \cdot (5\,\mathrm{m/s})^2 \cos^2(45°)} \cdot x^2 = -3\,\mathrm{m};$$

lo que resulta en $x = 4.3\,\mathrm{m}$.

El primer amigo cae a 30 cm del borde del segundo edificio.

(b) ¿Logrará el segundo amigo cruzar el espacio vacío entre los edificios?
El salto del segundo amigo está caracterizado por

$$v_0 = 5\,\mathrm{m/s}, \quad \text{y} \quad \theta = 0°.$$

Podemos resolver la ecuación de la trayectoria para encontrar para que valor de "x" se cumple

$$y_2(x) = -3\,\mathrm{m},$$

lo que resulta en en $x = 3.9\,\mathrm{m}$.

El segundo amigo no cruza el espacio entre los edificios, pues le faltaron 10 cm.

(c) ¿Qué condición debe cumplir el salto del tercer amigo para que logre caer en el segundo edificio?
El tercer amigo debe saltar con un ángulo α que satisfaga que:

$$\boxed{-3\,\mathrm{m} = \tan\alpha \cdot (4\,\mathrm{m})^2 - \frac{g}{2 \cdot (5\,\mathrm{m/s})^2 \cos^2\alpha} \cdot (4\,\mathrm{m})^2}$$

Créditos

Vicerrectoría de Docencia
CEDA-TEC Digital

Proyecto de Virtualización 2017
Física General I

Gerardo Lacy Mora (Profesor)
Ing. Andrea Calvo Elizondo (Coordinadora de Diseño)