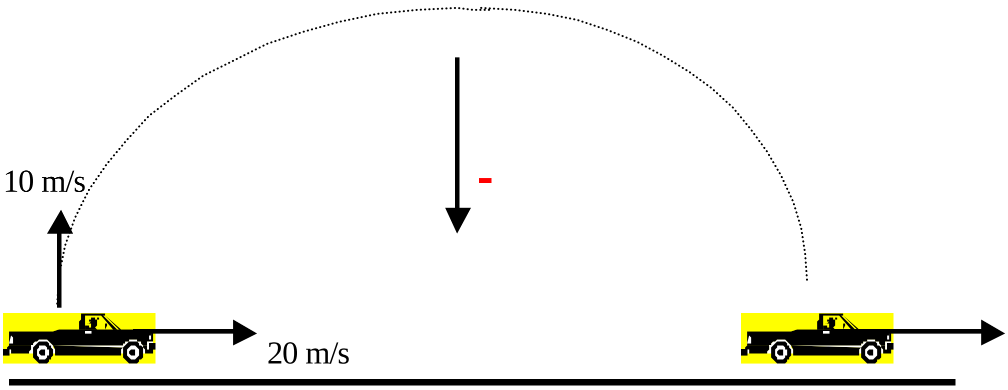
MOVIMIENTO RECTILÍNEO CON ACELERACIÓN CONSTANTE- MOVIMIENTO PARABÓLICO

PROBLEMAS RESUELTOS

1. Desde una camioneta que se mueve con velocidad constante de 20 m/s sobre una superficie horizontal, se lanza verticalmente un objeto con una velocidad de 10 m/s. El desplazamiento horizontal que experimentará el objeto hasta llegar al suelo es.(desprecie la altura de la camioneta)

a) 10,2 m
b) 20,4 m
c) 30,6 m
d) 40,8 m
e) 51,0 m

Solución:



Si el objeto se lanza verticalmente hacia arriba, el desplazamiento horizontal del objeto será el mismo que experimentará la camioneta moviéndose con velocidad constante. Ya que al ir el objeto junto a la camioneta, la componente horizontal de la velocidad inicial del objeto es igual a la velocidad de la camioneta.

Determinemos el tiempo que tarda el objeto en regresar al suelo.

El tiempo que tarda en volver al suelo, es el tiempo que tardaría un objeto lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 10 m/s en experimentar un ***desplazamiento nulo***

$$\Delta y = V_{oy}\, t + \tfrac{1}{2} g\, t^2$$

$$\mathbf{V_{oy} = 10\ m/s}$$

$$0 = 10\, t - 4{,}9\, t2$$

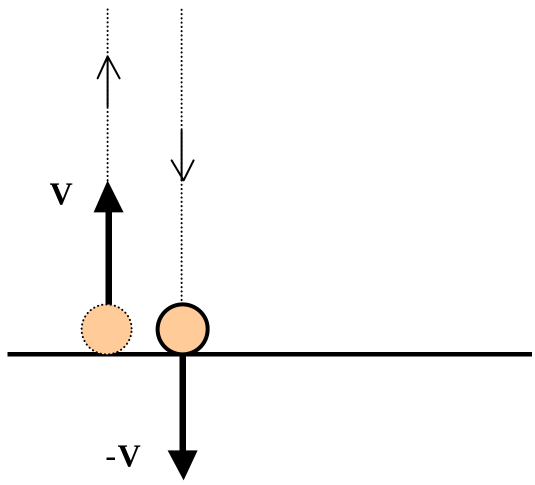
$$t(10 - 4{,}9t) = 0$$

$$t_1 = 0 \quad \text{(instante en que parte)}$$

$$t_2 = 2{,}04 \text{ s} \quad \textit{(instante en que vuelve al piso)}$$

El tiempo lo podemos calcular también de la siguiente manera:

Si el objeto regresa al mismo punto de partida (componente vertical del movimiento), la velocidad en ese punto debe ser la misma (en magnitud).



$V_{final} = V_{inicial} + g\,t$

$-V = V + g\,t$

$t = -2V/g$

$t = -\,20/-9{,}8$

$t = 2{,}04$ s

Ahora podemos determinar el desplazamiento horizontal del objeto (el mismo desplazamiento de la camioneta).

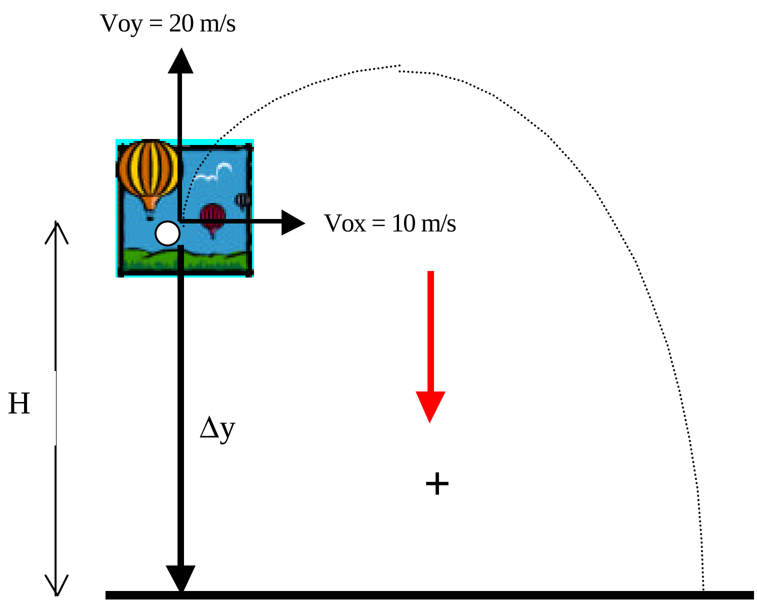
$$\Delta x = Vx\, t$$

$$\mathbf{Dx = 20 * 2{,}04 = 40{,}8\ m}$$

2. Un globo asciende con velocidad constante de 20 m/s. A los cinco segundos de su partida se lanza desde el globo un objeto horizontalmente con una velocidad de 10 m/s. El tiempo que tardará el objeto en llegar al suelo desde el instante en que fue lanzado es

a) 4,5 s.
b) 5,0 s.
c) 6,0 s.
d) 7,0 s.
e) 8,0 s.

Solución:



Aún cuando el objeto se lanza horizontalmente, observe que este se mueve verticalmente junto con el globo, es decir, el objeto describirá una trayectoria parabólica donde los 10 m/s corresponde a V_{ox} y los 20 m/s corresponde a V_{oy}.

Para determinar el tiempo que tarda en llegar al suelo, necesitamos saber desde que altura fue lanzado. Conociendo la altura, ya podremos calcular el tiempo que tarda el objeto en experimentar un desplazamiento vertical igual en magnitud a la altura determinada anteriormente.

Determinación de la altura desde donde fue lanzado el objeto.

$H = V_{oy}\, t$; *el globo asciende con velocidad constante*

$$\boldsymbol{H = 20(5) = 100\ m}$$

Determinación del tiempo que tarda el objeto en llegar al suelo.

Tomemos como sistema de referencia el suelo y consideremos que todas las cantidades vectoriales que apuntan hacia abajo son positivas.

Desde que el objeto parte hasta que llega al suelo experimenta un desplazamiento vertical de 100 metros.

$$\Delta y = V_{oy}\, t + \tfrac{1}{2} g\, t^2$$

$$100 = -20\, t + 4{,}9\, t^2$$

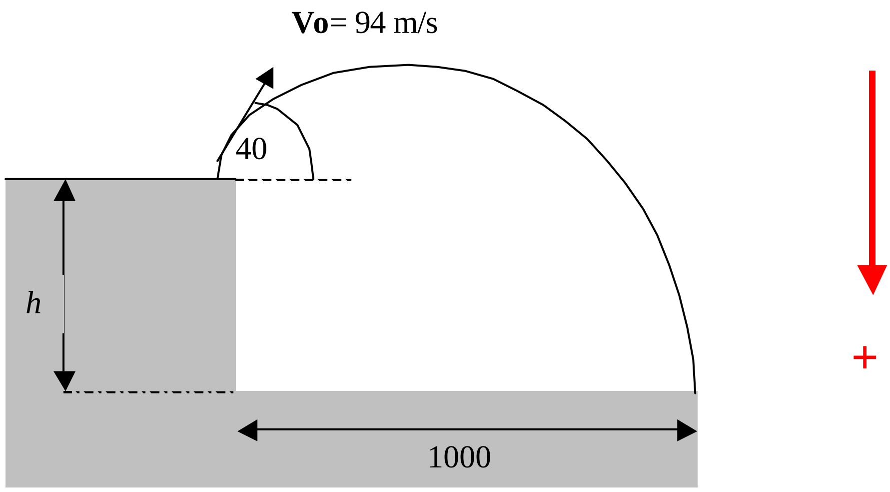
$$4{,}9\, t^2 - 20\, t - 100 = 0$$

$$t = \frac{-(-20) \pm \sqrt{20^2 - 4(4{,}9)(-100)}}{2(4{,}9)}$$

$$t = \frac{20 \pm 48{,}58}{9{,}8}$$

$$\boldsymbol{t = 7{,}0\ s}$$

La figura representa el movimiento parabólico de un proyectil y se aplica a los problemas 3, 4, 5 y 6.



3. Utilizando los datos dados en la figura, la altura *h* desde donde fue lanzado el proyectil es:

a) 75 m
b) 85 m
c) 95 m
d) 106 m
e) 120 m

Solución:

Determinemos ***el tiempo que tarda el proyectil en llegar al suelo****, este tiempo lo encontramos conociendo el desplazamiento horizontal, y recordando que la componente horizontal del movimiento parabólico es un movimiento rectilíneo uniforme.*

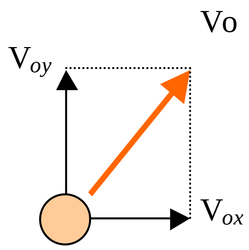
$$Dx = V_{ox}\, t$$

$$V_{ox} = Vo\ Cos\ 40°$$

$$V_{ox} = 72\ m/s$$

$$t = 1000/72$$

$$\boldsymbol{t = 13{,}89\ s}$$



Tomemos como sistema de referencia el suelo y consideremos que todas las cantidades vectoriales que apuntan hacia abajo son positivas.

$$Dy = V_{oy}\, t + ½ g\, t^2$$

$$V_{oy} = -\ Vo\ Sen40°$$

$$V_{oy} = -\ 60{,}4\ m/s$$

$$Dy = (-60,4)(13,89) + ½(9,8)(13,89)^2$$

$$\boldsymbol{Dy = 106,4\ m}$$

4. La altura máxima que alcanza el proyectil medida desde el punto donde fue lanzado es:

a) 186 m
b) 168 m
c) 148 m
d) 136 m
e) 126 m

Solución:

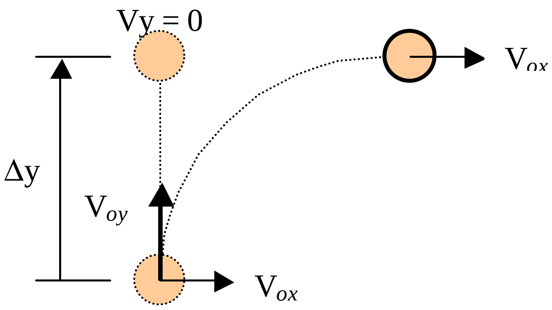
Cuando el objeto alcanza la altura máxima la componente de la velocidad en "y" es cero (Vy = 0).

$$V_y^2 = V_{oy}^2 + 2g\Delta y$$

$$0 = (-60,4)^2 + 2(9,8)Dy$$

$$\boldsymbol{Dy = -186\ m}$$

la altura máxima alcanzada es de 186 m.



5. La rapidez del proyectil al llegar al suelo es:

a) 104,5 m/s
b) 89,0 m/s
c) 84,5 m/s
d) 76,0 m/s
e) 68,5 m/s

Solución:

Ya conocemos la componente horizontal de la velocidad del proyectil al llegar al suelo (Vox), recordemos que la componente horizontal del movimiento parabólico es un movimiento uniforme. Nos queda por determinar la componente vertical de la velocidad al instante de impactar el suelo (Vy). Una vez conocida esta componente, podemos utilizar el teorema de Pitágoras para calcular la velocidad del proyectil al impactar el suelo.

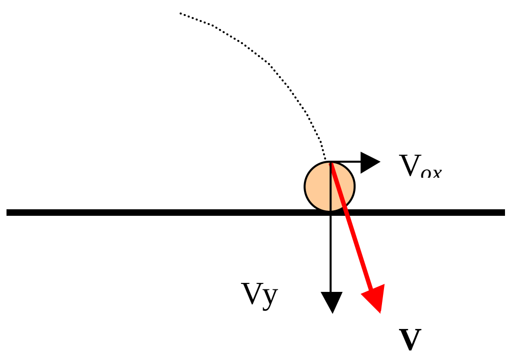
$$Vy = V_{oy} + g\,t$$

$$Vy = -60,4 + (9,8)13,89$$

$$Vy = 75,7\ m/s$$

$$V = \sqrt{V_{ox}^2 + V_y^2}$$

$$\boldsymbol{V} = \sqrt{72^2 + 75,7^2} = \boldsymbol{104,5\ m/s}$$

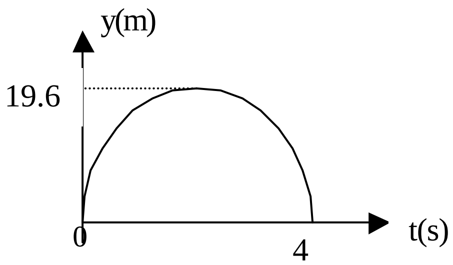


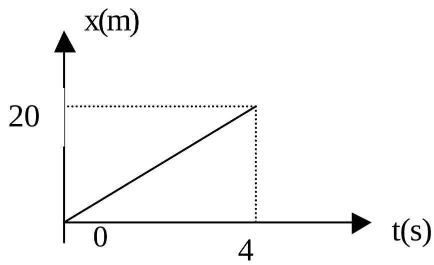
6. Para el punto de altura máxima, los vectores que representan la velocidad, aceleración y peso del objeto son:

	Velocidad	aceleración	peso
a)	→	→	↓
b)	0	→	↓
c)	→	↓	↓
d)	0	↓	0
e)	→	↓	0

7. En un partido de fútbol un jugador cobra un tiro libre. Los gráficos representan los movimientos de la pelota. Despreciando la resistencia del aire. La rapidez con que la pelota llega al suelo es:

a) 31.2 m/s
b) 24.0 m/s
c) 25.0 m/s
d) 22.6 m/s
e) 20.2 m/s





Solución:

Los gráficos representan las diferentes posiciones de la pelota en "y" y en "x" con respecto al tiempo.

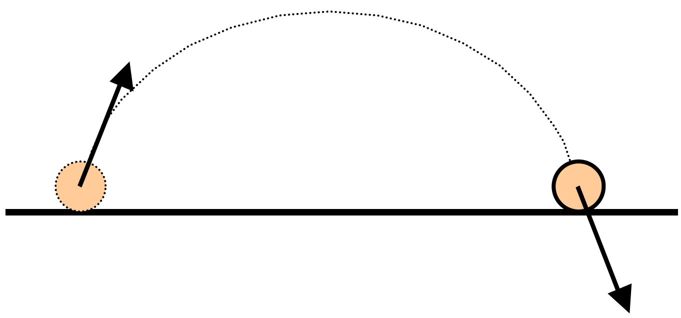
Analicemos el gráfico "y" Vs t. Nos podemos dar cuenta que el balón alcanza una altura máxima de 19,6 m, y lo logra en 2 segundos.
Al analizar el gráfico "x" Vs t. Nos podemos dar cuenta que el balón experimenta un alcance horizontal máximo de 20 metros en 4 segundos.
Para este tipo de parábola, la velocidad(magnitud) con que es disparado el balón es la misma con la que impacta el suelo.

Determinemos la componente en "x" de la velocidad inicial (V_{ox})

$\Delta x = V_{ox}\ t$

$V_{ox} = \Delta x/t$

$\mathbf{V_{ox} = 20/4 = 5m/s}$



Determinemos la componente en "y" de la velocidad inicial (V_{oy})

$$\Delta y = V_{oy}t + ½ g\, t^2$$

$$\Delta y = V_{oy}t + ½ g\, t^2$$

-

$$19{,}6 = V_{oy}\,(2) - 4{,}9(2)^2$$

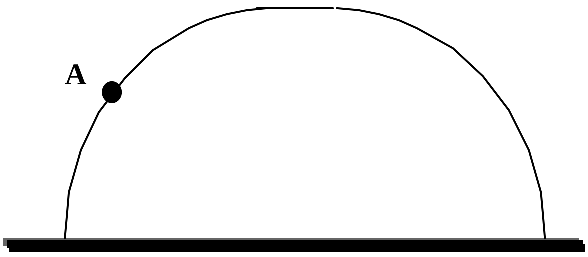
$$V_{oy} = 19{,}6\ m/s$$

$$Vo = \sqrt{V_{ox}^2 + V_{oy}^2}$$

$$\boldsymbol{Vo = 20{,}2\ m/s}$$

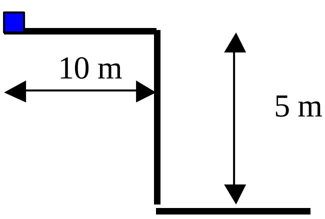
8. Un cuerpo se lanza describiendo una trayectoria parabólica. Cuando el objeto va ascendiendo (posición **A**), los vectores que representan la fuerza resultante sobre el objeto, velocidad del objeto y la aceleración son:

	Fuerza	**Velocidad**	**Aceleración**
a)	↗	→	↓
b)	↗	↗	↓
c)	—	↗	—
d)	↑	↗	↑
e)	↓	↑	↓



9. El bloque de la figura parte del reposo desde la posición indicada. Si sobre el bloque de 40 kg actúa una fuerza resultante de 100 N (mientras se encuentra sobre la mesa). **La distancia horizontal que avanzará hasta llegar al suelo es**

a) 10.00 m.
b) 8.94 m.
c) 7.14 m.
d) 6.32 m.
e) 5.02 m.



Solución:

Para determinar el desplazamiento horizontal que alcanza el bloque, tenemos que determinar primeramente la velocidad del bloque en el instante que abandona la mesa.

Determinemos la velocidad del bloque en el instante de abandonar la mesa.

Si sobre el bloque actúa una fuerza resultante de 100 N, entonces su aceleración es:

$$F = m\,a$$

$$a = F/m$$

$$a = 100/40 = 2{,}5\ m/s^2$$

Si el bloque parte del reposo y se desplaza una distancia de 10 metros con una aceleración de 2,5 m/s², su velocidad final será:

$$V^2 = V_o^2 + 2a\Delta x$$

$$V = \sqrt{0 + 2(2{,}5)(10)} = \mathbf{7{,}07\ m/s}$$

Esta es la velocidad horizontal con la que el bloque abandona la mesa. Determinemos el tiempo que el bloque tarda en llegar al suelo. Recordemos que el tiempo que tarda un objeto lanzado horizontalmente en llegar al suelo, es independiente del valor de la velocidad inicial, y solamente depende de la altura desde donde es lanzado, a demás, este tiempo es el mismo que tardaría el objeto si fuese dejado caer desde el reposo desde la misma altura.

$$Dy = V_{oy}\,t + ½gt^2$$

$$V_{oy} = 0$$

$$Dy = ½gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{g}}$$

$$\mathbf{t} = \sqrt{\frac{2(5)}{9{,}8}} = \mathbf{1{,}01\ s}$$

La distancia horizontal que avanzará hasta llegar al suelo es:

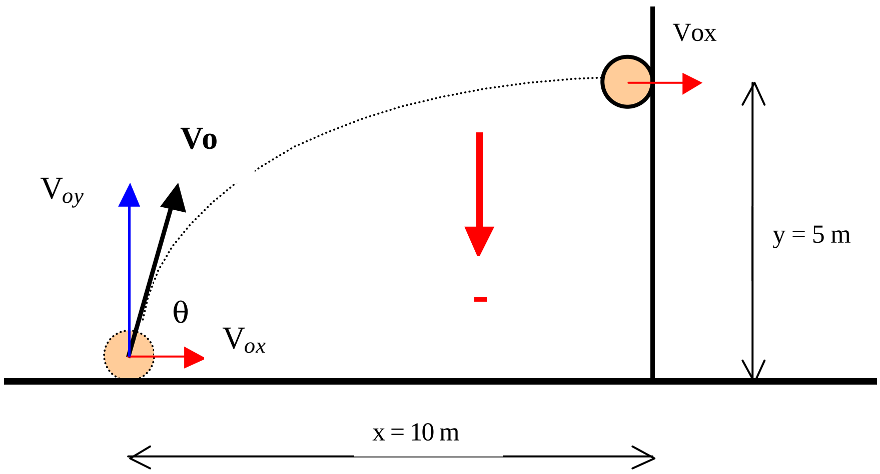
$$\mathbf{Dx = V_{ox}\ t}$$

$$\mathbf{Dx = 7{,}07(1{,}01) = 7{,}14\ m}$$

10. Con qué ángulo se debe lanzar un proyectil para que impacte horizontalmente en un blanco situado a 5m de altura sobre una pared localizada a 10 m del punto de lanzamiento. La base de la pared se encuentra al mismo nivel del punto de lanzamiento.

a) 15º
b) 30º
c) 45º
d) 60º
e) 75º

Solución;



Si el proyectil impacta la pared horizontalmente ($V_y = 0$), significa que lo hace cuando alcanzó su altura máxima.

El tiempo que tarda el proyectil en alcanzar su altura máxima es:

$$V_y = V_{oy} - g\,t$$

$$t = V_{oy}/g$$

las ecuaciones en "x" y en "y" para el punto de impacto son:

$$x = V_{ox}\,t$$
$$y = V_{oy}\,t - ½g\,t^2$$

Remplazando t en cada una de estas ecuaciones tenemos:

$$x = V_{ox}\,(V_{oy}/g)$$
$$y = V_{oy}\,(V_{oy}/g) - ½g\,(V_{oy}/g)^2$$

$$x = V_{ox}\,V_{oy}/g$$
$$y = \frac{V_{oy}^2}{g} - ½\left(\frac{V_{oy}^2}{g}\right)$$

$$x = \frac{V_{ox}V_{oy}}{g}$$

$$y = \frac{V_{oy}^2}{2g}$$

Dividiendo “y” para “x”, tenemos:

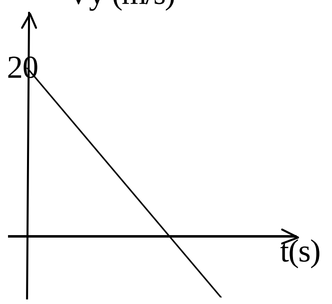
$$\frac{y}{x} = \frac{5}{10} = \left(\frac{1}{2}\right)\frac{V_{oy}}{V_{ox}} = \left(\frac{1}{2}\right)\tan\theta$$

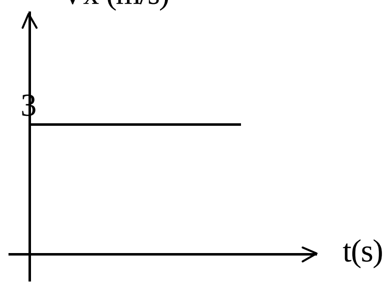
$$\tan\theta = 1$$

$$\boldsymbol{\theta = 45°}$$

12. Los gráficos mostrados representan el movimiento de un proyectil en dos dimensiones. El alcance máximo de este proyectil es

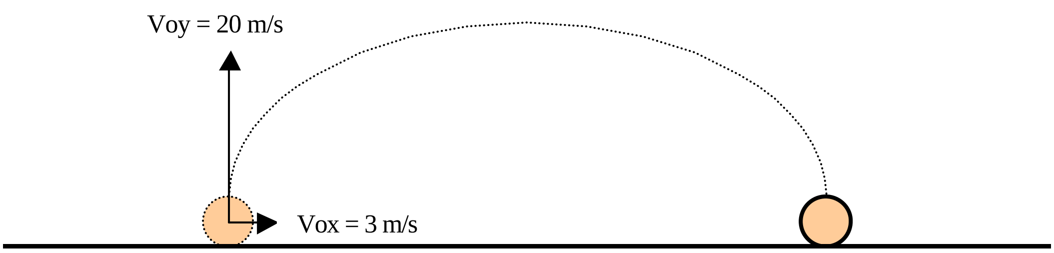
a) 12,2 m.
b) 10,2 m.
c) 8,4 m.
d) 6,5 m.
e) 4,6 m.





Solución:

Observando los gráficos nos podemos dar cuenta que al instante de ser lanzado el proyectil(t = 0), la componente en “y” de la velocidad inicial (Voy) es igual a 20 m/s, y la componente en “x” de la velocidad inicial (Vox) es de 3 m/s, y constante durante toda la trayectoria. Con esta información podemos determinar el alcance máximo del proyectil.
Suponemos que el proyectil es lanzado y cae desde una superficie horizontal, en consecuencia ***el desplazamiento vertical del proyectil es nulo****. Consideremos todas las cantidades vectoriales que apuntan hacia abajo negativas.*



$$\Delta y = V_{oy}\ t + ½g\ t^2$$

$$0 = V_{oy}\ t - ½g\ t^2$$

$$t = \frac{2V_{oy}}{g}$$

$$t = 4{,}08\ s$$

con este valor determinamos el alcance horizontal:

$$\Delta x = Vox\ \ t$$

$$\mathbf{Dx = 3(4{,}08) = 12{,}2\ m}$$

13. Un astronauta que está en un planeta extraño descubre que puede saltar una distancia horizontal máxima de 30 m, si su rapidez inicial es de 10 m/s. La aceleración de la gravedad en el planeta extraño es

a) 2.0 m/s^2
b) 3.3 m/s^2
c) 4.8 m/s^2
d) 5.3 m/s^2
e) 6.8 m/s^2

Solución:

Si la distancia que puede saltar el astronauta es máxima, significa que el ángulo de elevación con el que salta es de 45 grados.

Determinemos el tiempo que dura el salto.

$$\Delta x = V_{ox}\ \ t$$

$$t = \ \Delta x / Vo\ Cos\ 45°$$

t = 4,24 s; (tiempo de subida y bajada)

Con este tiempo podemos determinar la aceleración de la gravedad analizando la componente vertical del movimiento.

$$\cancelto{0}{V_y} = V_{oy}\ - G\ t$$

En esta ecuación “t” representa el tiempo de altura máxima (2,12 s).

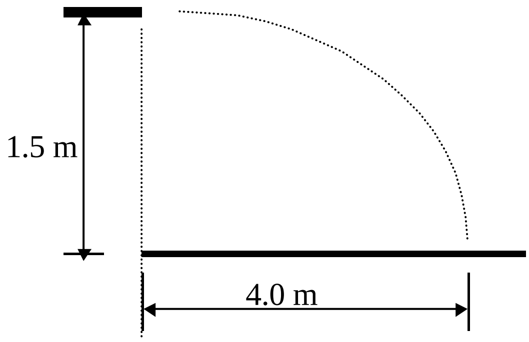
$$G = \ V_{oy} / t$$

$$G = Vo\ Sen45° \ / \ t$$

$$\mathbf{G = 3{,}3\ m/s^2}$$

14. El chorro de agua de la manguera en posición horizontal como se indica en la figura, tiene un alcance de 4.0 m. Cuando el extremo de la manguera se inclina un ángulo de 30º el alcance horizontal del chorro de agua será

a) 4.8 m.
b) 5.4 m.
c) 6.5 m.
d) 7.2 m.
e) 8.0 m.



Solución:

Determinemos primeramente con los datos del problema la velocidad del chorro de agua.
Si el chorro sale horizontalmente, el tiempo que le toma en llegar al suelo es:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

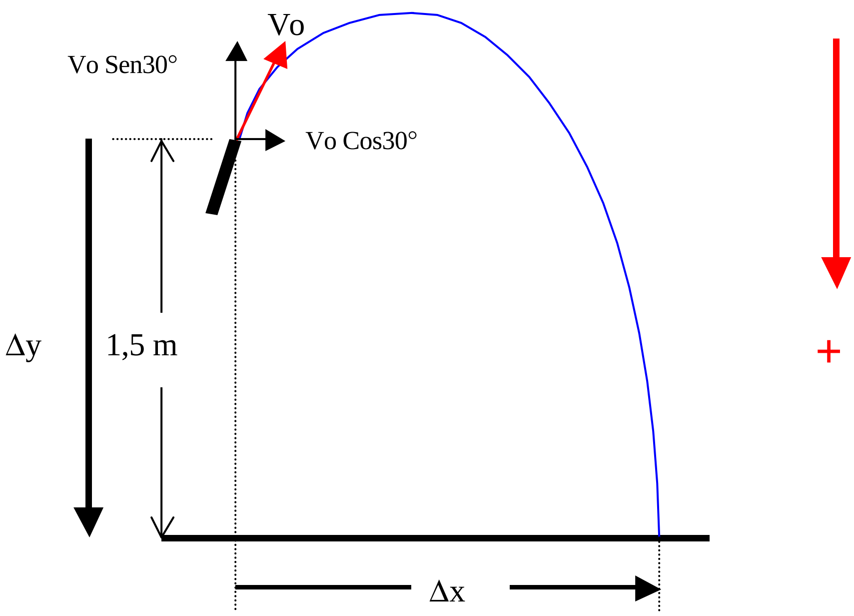
$$t = \sqrt{\frac{2(1,5)}{9,8}} = 0,55\ s$$

Con este tiempo y el desplazamiento horizontal determinemos la velocidad del chorro de agua:

$$Vo = \Delta x/t$$

$$\boldsymbol{Vo = 4/0,55 = 7,27\ m/s}$$

Determinemos ahora el alcance horizontal con el chorro a 30° de elevación.



Tomemos el suelo como nuestro sistema de referencia y determinemos el tiempo que tarda el chorro en alcanzar un desplazamiento vertical de 1,5 m, cuando es lanzado con una velocidad inicial vertical de -Vo Sen30°.

$$Dy = V_{oy}\, t + ½g\, t^2$$

$$1{,}5 = -3{,}64\ t + 4{,}9\ t^2$$

$$4{,}9\ t^2\ -3{,}64\ t - 1{,}5 = 0$$

$$t = \frac{-(-3{,}64) \pm \sqrt{3{,}64^2 - 4(4{,}9)(-1{,}5)}}{2(4{,}9)}$$

$$t = \frac{3{,}64 \pm 6{,}53}{9{,}8}$$

$$\mathbf{t = 1{,}04\ s}$$

Con este tiempo podemos determinar el desplazamiento horizontal del chorro de agua:

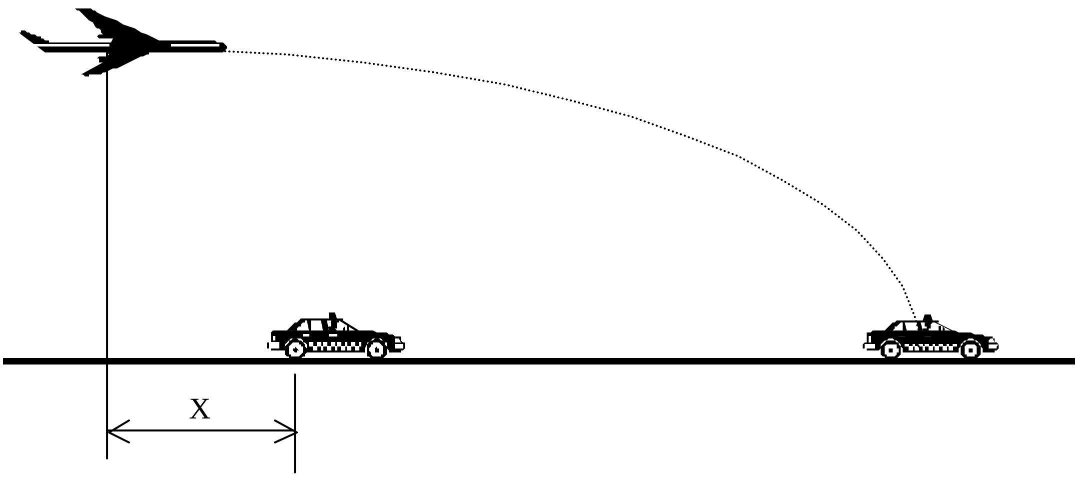
$$\Delta x = Vox\ \ t$$

$$\Delta x = 7{,}27\ Cos\ 30°(1{,}04)$$

$$\mathbf{Dx = 6{,}5\ m}$$

15. Desde un avión que vuela a 70 m de altura y que se mueve a una velocidad de 200 km/h se suelta una bomba. Si el proyectil hace impacto sobre un automóvil que se desplaza a una velocidad constante de 80 km/h, como se muestra en la figura. ***La distancia x inicial entre el avión y el automóvil es***:

a) 253 m
b) 230 m
c) 210 m
d) 154 m
e) 126 m



Solución:

Determinemos el desplazamiento horizontal del auto y del proyectil para poder calcular la distancia X.

Si el avión vuela horizontalmente, el tiempo que tarda el proyectil en llegar al suelo es:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2(70)}{9,8}} = 3,78\ s$$

Con este tiempo determinemos el desplazamiento del proyectil.

$$Dxp = V_{avión}\ (t)$$

$$V_{avión} = 200\ km/h = 55,55\ m/s$$

Dxp = 210 m

Calculemos ahora el desplazamiento del auto.

$$Dxa = V_{auto}\ \ t$$

$$V_{auto} = 80\ km/h = 22,22\ m/s$$

Dxa = 84 m

Por lo tanto la distancia X es de, 210 – 84 = 126 m.