ESTRATEGIA APRENDER EN CASA

FISICA GRADO DECIMO

DOCENTE: FREDY MUÑOZ PEREZ (fredyyesidmuno@educacionbogota.edu.co)

COMPETENCIA: Reconocer a las matemáticas como el instrumento para modelar, analizar y presentar datos en forma de ecuaciones.

DESEMPEÑOS ESPERADOS:

- Describe en forma cualitativa y cuantitativa el movimiento
- Resuelve problemas respecto a un sistema de referencia dado

EJE TEMÁTICO: CINEMATICA

Subtemas:

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

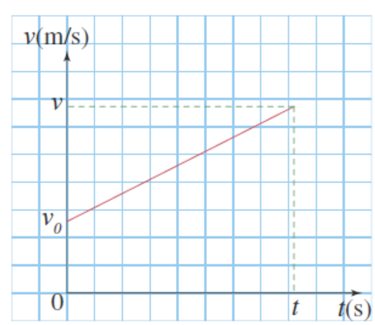
En la naturaleza es posible encontrar movimientos en que la velocidad cambia con el tiempo, pero la aceleración se mantiene constante. Pueden ser, por ejemplo, un objeto que rueda por una superficie plana con rozamiento o un objeto sometido a una fuerza constante, como la fuerza eléctrica o la gravitatoria. Consideremos ahora que dejamos rodar por un plano inclinado una pequeña bola y cronometramos el tiempo en que alcanza diferentes posiciones. El resultado de esta experiencia podría ser el que se indica en la tabla:

x (cm)	0	20	40	60	80	100	120	140
t (s)	0	1,2	2,8	3,5	4,3	4,9	5,2	5,5

Vemos que la relación entre la posición y el tiempo no obedece a la fórmula del MRU, sino que se trata de un movimiento con aceleración. La velocidad varía en cada tramo, pero de forma regular. Por lo tanto, se trata de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado:

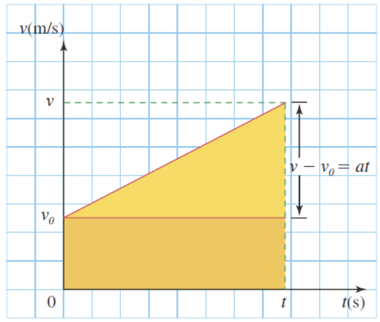
En este apartado vamos a analizar las gráficas posición-tiempo (x-t), velocidad-tiempo (v-t) y aceleración-tiempo (a-t) para el movimiento uniformemente variado. Gráfica de velocidad-tiempo (v-t) En la figura se aprecia la gráfica v-t del movimiento de un cuerpo que experimenta aceleración constante. Es decir, que en cada unidad de tiempo su velocidad cambia en la misma cantidad. La pendiente de la recta se expresa como:

$$Pendiente = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{v - v_0}{t}$$



En una gráfica de velocidad-tiempo para un movimiento rectilíneo uniformemente variado la pendiente de la recta coincide con el valor de la aceleración.

La ecuación para el desplazamiento Δx también se puede deducir a partir del cálculo del área comprendida entre la gráfica velocidad-tiempo y el eje horizontal. En la siguiente gráfica se observa que el área sombreada es igual al área del triángulo de base *t* y altura (v - v_0) más el área del rectángulo de base *t* y altura v_0.



Δx = Área rectángulo + Área triángulo

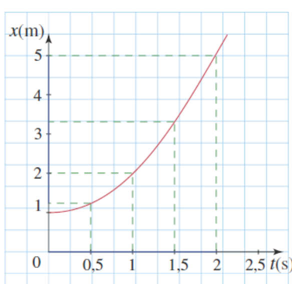
$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}(v - v_0)\,t,$$

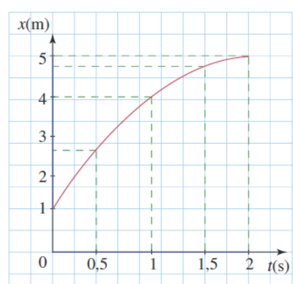
Puesto que $v - v_0 = a * t$, se tiene:

$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}\, a \cdot t \cdot t \quad \Longrightarrow \quad \Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}\, a \cdot t^2$$

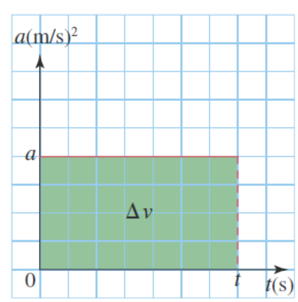
Gráfica del desplazamiento-tiempo (x-t)

Como la relación entre el desplazamiento y el tiempo tiene un término cuyo factor es t^2, entonces la gráfica x-t para el movimiento uniformemente variado es una parábola. A continuación, se muestran las gráficas x-t para un movimiento uniformemente variado con aceleración positiva (izquierda) y con aceleración negativa (derecha).





Gráfica de aceleración-tiempo (a-t) De la misma manera como representamos gráficamente en el plano cartesiano la velocidad y la posición en función del tiempo, podemos representar la aceleración en una gráfica a-t, para lo cual escribimos en el eje vertical la aceleración y en el horizontal el tiempo. Puesto que el movimiento uniformemente variado se produce con aceleración constante, la gráfica que representa este movimiento es un segmento de recta horizontal, como el que se observa en la figura. A partir de la ecuación $v = v_0 + a\,t$, equivalente a $v - v_0 = at$, se obtiene la variación de la velocidad $\Delta v = at$, que corresponde al área del rectángulo que se forma entre la recta y el eje horizontal en la gráfica de a-t



EJEMPLO

1. Un automóvil, que se ha detenido en un semáforo, se pone en movimiento y aumenta uniformemente su rapidez hasta los 20 m/s al cabo de 10 s. A partir de ese instante, la rapidez se mantiene constante durante 15 s, después de los cuales el conductor observa otro semáforo que se pone en rojo, por lo que disminuye uniformemente la velocidad hasta detenerse a los 5 s de haber comenzado a frenar. Determinar la aceleración del auto y el desplazamiento entre los dos semáforos, en cada intervalo de tiempo. Solución:

Solución:

Intervalo 1: se calcula la aceleración.

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{20\ \text{m/s} - 0}{10\ \text{s}} = 2\ \text{m/s}^2$$ Al remplazar y calcular,

La aceleración es de 2 m/s^2. Se calcula el desplazamiento.

$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot 2\ \text{m/s}^2 \cdot (10\ \text{s})^2 = 100\ \text{m}$$ Al remplazar y calcular,

El desplazamiento en el primer intervalo es 100 m. Intervalo 2: la velocidad se mantiene constante y por lo tanto la aceleración es nula. Se determina el desplazamiento para el movimiento uniforme:

$$\Delta x = v \cdot t$$

$$\Delta x = 20\ \text{m/s} \cdot 15\ \text{s} = 300\ \text{m}$$ Al remplazar y calcular,

El desplazamiento en el segundo intervalo es 300 m. Intervalo 3: se calcula la aceleración:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{0 - 20\ \text{m/s}}{5\ \text{s}} = -4\ \text{m/s}^2$$ Al remplazar y calcular,

La aceleración es 24 m/s^2, lo cual indica que la velocidad y la aceleración tienen signos contrarios y se interpreta como una disminución de la velocidad.

Se calcula el desplazamiento:

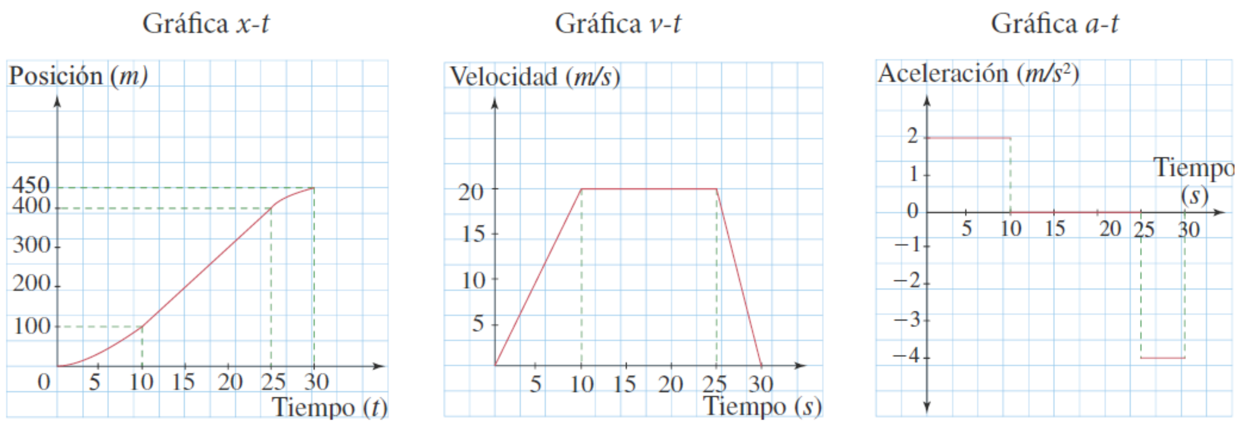
$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\Delta x = (20\ \mathrm{m/s})(5\ \mathrm{s}) + \frac{1}{2}(-4\ \mathrm{m/s^2})(5\ \mathrm{s})^2 = 50\ \mathrm{m}$$ Al remplazar y calcular,

El desplazamiento en el tercer intervalo es 50 m. En consecuencia, el desplazamiento total es: 100 m + 300 m + 50 m = 450 m

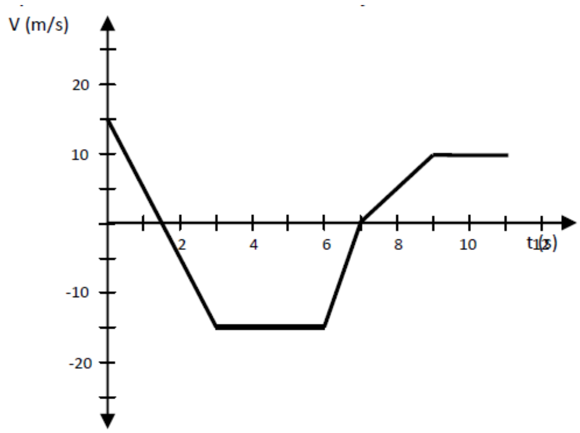
Construir las gráficas x-t, v-t y a-t para el ejemplo

Solución: Las gráficas se muestran a continuación.



ACTIVIDAD

1. La siguiente gráfica representa el movimiento de un objeto

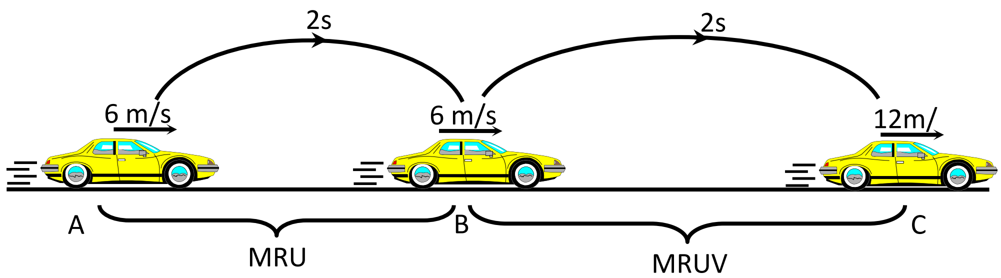


A partir de la gráfica dibujar las graficas x-y y v-t que corresponden con el movimiento

2. Completar con la palabra indicada la siguiente frase.

En una mañana de abril el profesor Fredy salió de su casa rumbo al Colegio en su auto. Al percatarse que ya era tarde pisó el _______________ y la velocidad del móvil ______________ a medida que pasaba el tiempo. Luego el móvil adquirió una ___________________.

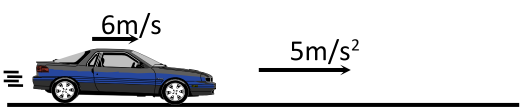
3. De acuerdo con la gráfica ubicar en la línea la palabra indicada.



Vemos que en AB la velocidad del móvil es ______________________.

En BC la velocidad del móvil es _________________.

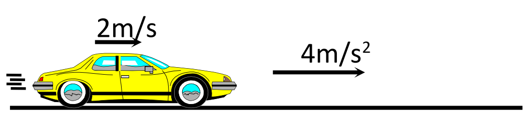
4. Hallar la velocidad del móvil luego de 1s.



a) 10 m/s b) 11 c) 12

d) 14 e) 15

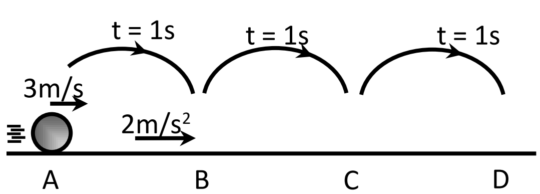
5. Hallar la velocidad del móvil luego de 3s.



a) 10 m/s b) 11 c) 12

d) 13 e) 14

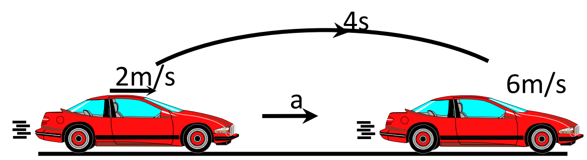
6. Hallar la velocidad del móvil en “B” y “D”.



a) 5 y 10 m/s b) 5 y 9 c) 3 y 9

d) 6 y 10 e) 9 y 12

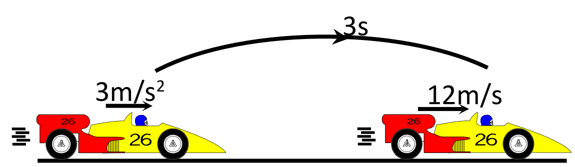
7. Hallar la aceleración del móvil.



a) 1 m/s^2 b) 2 c) 3

d) 4 e) 5

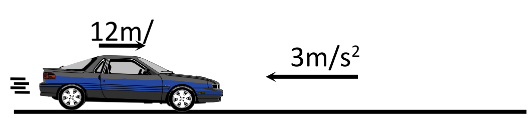
8. Hallar la aceleración del móvil.



a) 3 m/s^2 b) 4 c) 5

d) 6 e) 7

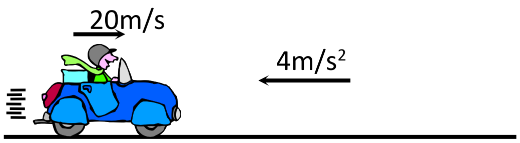
9. Hallar la velocidad del móvil luego de 1s.



a) 15 m/s b) 18 c) 9

d) 10 e) 14

10. Hallar la velocidad del móvil luego de 3s.

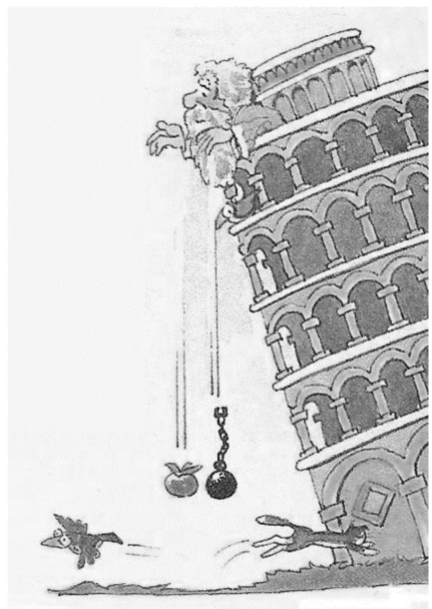


a) 2 m/s b) 3 c) 4

d) 5 e) 0

Caída libre

Cómo caen los cuerpos



En el siglo IV a.C., Aristóteles estableció que la rapidez con la que un cuerpo caía dependía del peso de este puesto que, según el filósofo, los cuerpos pesados caían con más velocidad que los cuerpos livianos, idea que fue aceptada durante casi 200 años como una verdad absoluta. Galileo Galilei (1564-1642) encontraba grandes contradicciones con sus observaciones y, en 1589, realizó una serie de experiencias para refutar la teoría aristotélica de la caída de los cuerpos. Al no disponer de instrumentos
precisos que pudieran medir pequeños intervalos de tiempo, realizó sus estudios utilizando planos inclinados de pequeña pendiente, por los cuales hacia rodar esferas de distinto peso. Para medir el tiempo de desplazamiento, contaba el número de gotas de agua que caían de un barril. El revolucionario investigador comprobó que cuando las esferas eran lo suficientemente pesadas, todas empleaban exactamente el mismo tiempo en recorrer el plano, y que la velocidad de estas aumentaba de manera uniforme. De esta forma afirmó: “Está claro que si una bola liviana tarda más tiempo en recorrer el plano que otra más pesada es debido a la resistencia que presenta el aire a su avance. Por eso, cuando las bolas rebasan un cierto peso, la resistencia del aire es despreciable para ellas, y todas caen con idéntica rapidez”. Según cuenta la leyenda, Galileo llevó a sus alumnos de la Universidad de Pisa a la torre inclinada de esta ciudad y dejó caer desde el último piso dos objetos de pesos diferentes, demostrando ante los estudiantes que la teoría de Aristóteles estaba equivocada. La última obra de Galileo, Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos ciencias nuevas, donde revisa y afina sus primeros estudios sobre el movimiento, abrió el camino que llevó a Newton a formular sus principios de la dinámica.

La caída de los cuerpos

Un caso particular del movimiento uniformemente variado es el de un objeto al cual se le permite caer libremente cerca de la superficie terrestre. Un cuerpo que se deja caer en el vacío, se desplaza verticalmente con una aceleración constante, lo que hace que su velocidad aumente uniformemente en

el transcurso de la caída. La Tierra ejerce una fuerza de atracción, dirigida hacia su centro, sobre todo cuerpo que se encuentra cerca de la superficie terrestre, imprimiéndole cierta aceleración, denominada aceleración debida a la gravedad y denotada con la letra g. Se ha determinado experimentalmente que un cuerpo en caída libre aumenta su velocidad en unos 9,8 metros por segundo cada segundo, es decir que la aceleración producida por la Tierra es constante y tiene un valor aproximado de 9,8 m/s^2.
Un cuerpo en caída libre se mueve bajo la influencia de la gravedad, sin importar su movimiento inicial. Todos aquellos objetos que se lanzan hacia arriba o hacia abajo y los que se dejan caer a partir del reposo, experimentan una aceleración dirigida hacia abajo cuyo valor es 9,8 m/s^2.

En síntesis, un cuerpo que es lanzado verticalmente hacia arriba o hacia abajo experimenta una aceleración una vez liberado. Un cuerpo en caída libre experimenta una aceleración hacia abajo igual a la aceleración debida a la gravedad.

Las ecuaciones del movimiento de caída libre

Al despreciar la resistencia del aire y suponiendo que la aceleración de la gravedad no varía con la altitud, el movimiento de un cuerpo en caída libre se presenta bajo una aceleración constante. Por ende, las ecuaciones que describen el movimiento de los cuerpos que se mueven en el vacío en dirección vertical son las que corresponden a cualquier movimiento uniformemente variado, con un valor de aceleración, hacia abajo, cuyo valor es a 9,8 m/s^2. El signo de la aceleración depende del sistema de referencia que se elija. De esta manera, las ecuaciones que rigen el movimiento de caída libre de los objetos son:

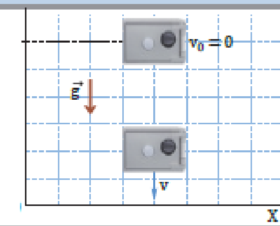
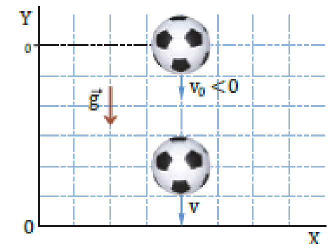
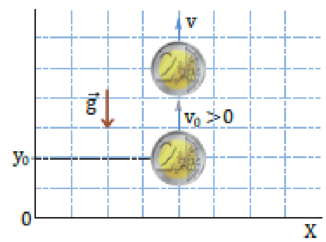
$$v = v_0 + gt$$

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 + y_0$$

La letra “y” indica la posición con respecto al punto desde el cual se considera el movimiento, debido a que cotidianamente esta letra representa el eje vertical en un sistema coordenado, que corresponde a la dirección de caída de los cuerpos.

Hay diferentes tipos de movimiento vertical, según las condiciones iniciales:

1. Caída libre
2. Lanzamiento vertical hacia abajo
3. Lanzamiento vertical hacia arriba

TIPO	CARACTERÍSTICAS	
Caída libre	Se deja caer el objeto desde cierta altura $\mathbf{y_0}$ con velocidad inicial nula: $\mathbf{v_0 = 0; a = -g = -9{,}8\ m \cdot s^{-2}}$ El módulo de la velocidad aumenta a medida que el cuerpo cae.	
Lanzamiento vertical hacia abajo	Se lanza un objeto hacia abajo desde cierta altura $\mathbf{y_0}$ con velocidad inicial $\mathbf{v_0}$: $\mathbf{v_0 < 0;}$ $\mathbf{a = -g = -9{,}8\ m \cdot s^{-2}}$ El módulo de la velocidad aumenta a medida que el cuerpo cae.	
Lanzamiento vertical hacia arriba	Se lanza un objeto hacia arriba desde cierta altura $\mathbf{y_0}$ con velocidad inicial v_0: $\mathbf{v_0 > 0;}$ $\mathbf{a = -g = -9{,}8\ m \cdot s^{-2}}$ El móvil va perdiendo velocidad hasta que esta se anula y, a continuación, inicia la caída libre.	

EJEMPLO 1:

Un niño quiere jugar a pelota con una amiga que lo observa desde la ventana de su casa. La ventana está a $3{,}0\ \mathrm{m}$ del suelo. ¿A qué velocidad mínima deberá lanzar la pelota desde el suelo para que llegue a su amiga?

COMPRENSIÓN. Es un lanzamiento vertical hacia arriba. Por tanto, la velocidad de la pelota disminuye a medida que asciende. Así, la velocidad mínima a que debe lanzarse la pelota es aquella para la cual su velocidad se anula justo a la altura de $3\ \mathrm{m}$.

DATOS. $\Delta y = 3{,}0\ \mathrm{m}$; $a = -g = -9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$; $v_f = 0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

RESOLUCIÓN. De la ecuación que relaciona velocidades con distancia vertical recorrida:

$$v_f^2 = v_0^2 - 2\,g\,\Delta y; \quad v_0 = \sqrt{v_f^2 + 2\,g\,\Delta y} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}} \cdot 3{,}0\ \mathrm{m}} = 7{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

COMPROBACIÓN. Mediante las otras dos ecuaciones, comprobamos que $\Delta y = 3{,}0\ \mathrm{m}$:

$$v_f = v_0 - g\,\Delta t; \quad \Delta t = \frac{v_0 - v_f}{g} = \frac{7{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}}{9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}} = 0{,}79\ \mathrm{s}$$

$$\Delta y = v_0 \Delta t - \frac{1}{2} g\,(\Delta t)^2 = 7{,}7\ \mathrm{m} \cdot \cancel{\mathrm{s}^{-1}} \cdot 0{,}79\ \cancel{\mathrm{s}} - \frac{1}{2} 9{,}8\ \mathrm{m} \cdot \cancel{\mathrm{s}^{-2}}\ (0{,}79\ \cancel{\mathrm{s}})^2 = 3{,}0\ \mathrm{m}$$

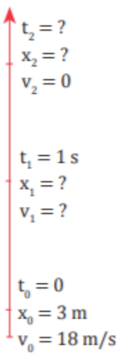
EJEMPLO 2

Desde una altura de 3 m, un chico patea verticalmente hacia arriba una pelota con una velocidad inicial de 18 m/s.

a. Hallamos la velocidad de la pelota 1 s después del lanzamiento y su posición en este instante.

b. Determinamos el tiempo que tarda en detenerse.

— **Datos:**



a. Para hallar la velocidad en el instante $t_1 = 1s$, aplicamos las ecuaciones del MRUA con aceleración $a = -g = -9{,}8\ m/s^2$.

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$v = 18\ \frac{m}{s} - 9{,}8\ \frac{m}{s^2} \cdot 1\ s = 8{,}2\ \frac{m}{s}$$

La posición de la pelota en este instante es:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2}\ g \cdot t^2$$

$$x = 3m + 18\ \frac{m}{s} \cdot 1\ s - \frac{1}{2}\ 9{,}8\ \frac{m}{\cancel{s^2}} \cdot (1s)^2$$

$$x = 16{,}1\ m$$

b. Tal como hemos tomado el sistema de referencia, v será positiva cuando la pelota esté subiendo y negativa cuando baje.

En el punto de altura máxima v será cero.

Para calcular en qué instante ocurre esto, sustituimos $v = 0$ en la ecuación de la velocidad.

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = 18\ \frac{m}{s} - 9{,}8\ \frac{m}{\cancel{s^2}} \cdot t$$

$$t = \frac{18\ \frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}}{9{,}8\ \frac{\cancel{m}}{s^2}} = 1{,}84\ s$$

EJEMPLO 3

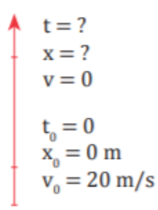
Desde el suelo, lanzamos verticalmente y hacia arriba una pelota con una velocidad de 72 km/h.

a. **Determina** el tiempo que tarda la pelota en alcanzar la altura máxima.

b. **Calcula la** altura máxima que alcanza la pelota.

— **Datos:**

$$72\ \frac{km}{h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = 20\ \frac{m}{s}$$



a. En el instante que alcanza la altura máxima, se cumple que $v = 0$.

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = 20\frac{m}{s} - 9{,}8\ \frac{m}{s^2} \cdot t$$

$$t = \frac{20\ \frac{m}{s}}{9{,}8\ \frac{m}{s^2}} = 2{,}04\ s$$

b. Sustituyendo el tiempo obtenido en la ecuación del espacio, obtendremos la altura máxima.

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2}\ g \cdot t^2$$

$$x = 3m + 18\ \frac{m}{s} \cdot 1\ s - \frac{1}{2}\ 9{,}8\ \frac{m}{s^2} \cdot (1s)^2$$

$$x = 20{,}41$$

ACTIVIDAD

1. Un cuerpo se abandona desde cierta altura. Hallar su velocidad luego de 2s. (g = 10m/s2)

   a) 0 b) 10 m/s c) 15
   d) 20 e) 25

2. Un cuerpo se abandona desde un acantilado. Halle la velocidad que tendrá dicho cuerpo que tendrá dicho cuerpo luego de 3s.

   a) 10 m/s b) 0 c) 20
   d) 25 e) 30

3. Un cuerpo se suelta desde el reposo. ¿Qué velocidad tendrá al cabo de 3s?

   a) 10 m/s b) 20 c) 30
   d) 40 e) 50

4. Desde cierta altura se deja caer un cuerpo. Después de 4s, ¿cuál será su nueva velocidad?

   a) 10 m/s b) 20 c) 30
   d) 40 e) 50

5. Se lanza un cuerpo verticalmente hacia abajo con una velocidad de 20 m/s. ¿Qué distancia recorrió dicho cuerpo después de 4s?

   a) 100 m b) 120 c) 130
   d) 140 e) 160

6. Se deja caer un cuerpo desde lo alto de un edificio. Si demora 3s en llegar al piso. Calcular la altura del edificio. (g = 10m/s^2)

   a) 15 m b) 45 c) 30
   d) 75 e) 115

7. Desde lo alto de un edificio se abandona un cuerpo, llegando al suelo luego de 4s. hallar la altura del edificio. (g = 10m/s2)

   a) 80 m b) 70 c) 60
   d) 50 e) 40

8. Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 30 m/s. Calcular la velocidad que adquiere luego de 3s.

   a) 0 b) 10 m/s c) 30
   d) 40 e) 50

9. Del ejercicio anterior, ¿cuál será el valor de la velocidad 5s después de haber lanzado el cuerpo?

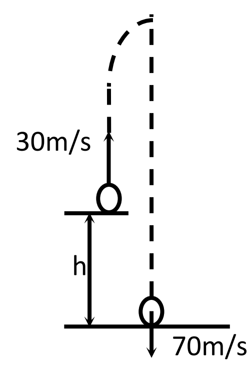
   a) 50 m/s b) 0 c) 20
   d) 10 e) 30

10. Una piedra es lanzada verticalmente hacia arriba con una velocidad de 70 m/s luego de 8s, ¿cuál será su nueva velocidad?

    a) 10 m/s b) 0 c) 20
    d) 30 e) 40

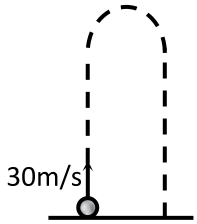
11. De la figura, hallar el tiempo que estuvo en el aire la esfera.

    a. 10 s
    b. 9
    c. 4
    d. 6
    e. 5



12. En la figura, hallar el tiempo de vuelo

a. 10 s
b. 30
c. 3
d. 5
e. 6



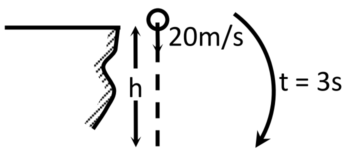
13. Del ejercicio anterior. Hallar la altura máxima

a) 45 m b) 20 c) 80

d) 65 e) 70

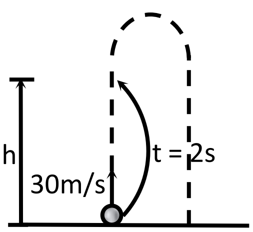
14. En la figura, hallar "h"

a. 105 m
b. 15
c. 35
d. 40
e. 55



15. En la figura, hallar "h"

a. 40 m
b. 50
c. 30
d. 60
e. 20



Bibliografía
Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) Hernán Verdugo Fabiana Profesor de Matemática y Física
Disponible en:
http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/red_privada/sites/default/files/mru.pdf
Física 1 Ministerio de Educación del Ecuador, Editorial don Bosco. Quito, Ecuador, 2018
Disponible en:
https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_1_BGU.pdf