FACULTAD
DE INGENIERÍAS

GUÍA RESUMIDA DE

FÍSICA MECÁNICA

M.Sc. JORGE LUIS VILLALBA ACEVEDO [1]

Fundación Universitaria Colombo Internacional
Cartagena , Colombia.

[1]Magister en Estadística Aplicada Universidad del Norte. E-mail: jlvillalba@unicolombo.edu.co. Web site: https://jlvia1191.wixsite.com/easymath. You tube:JORGE LUIS VILLALBA ACEVEDO

ÍNDICE GENERAL

El autor

JORGE LUIS VILLALBA ACEVEDO.

Matemático, Especialista de la Universidad de Cartagena y Magister en Estadistica aplicada de Universidad del Norte.

CAPÍTULO 1

FÍSICA MECÁNICA

INTRODUCCIÓN

Como todas las otras ciencias, la física se sustenta en observaciones experimentales y mediciones cuantitativas. Los objetivos principales de la física son identificar un número limitado de leyes fundamentales que rigen los fenómenos naturales y usarlas para desarrollar teorías capaces de anticipar los resultados experimentales. Las leyes fundamentales que se usan para elaborar teorías se expresan en el lenguaje de las matemáticas, la herramienta que proporciona un puente entre teoría y experimento.

Definición 1.1. FÍSICA
Se define como la Ciencia que estudia las propiedades de la materia y las leyes que tienden a modificar su estado o movimiento sin cambiar su naturaleza.

Nota 1.1. Las propiedades que caracterizan a los cuerpos o a los fenómenos naturales y que son susceptibles de ser medidas, reciben el nombre de **magnitudes físicas**. Así, la longitud, la masa, la velocidad, el tiempo y la temperatura, entre otras, son ejemplos de magnitudes físicas.

Otras propiedades, como el olor, el sabor, la bondad, la belleza, no son magnitudes físicas, ya que no se pueden medir.

Nota 1.2. Las tres cantidades físicas fundamentales de la mecánica son longitud, masa y tiempo, que en el SI tienen las unidades metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s). Estas cantidades fundamentales no es posible definirlas en términos de cantidades más básicas. Otros estándares para las unidades fundamentales **SI** son las de temperatura (el kelvin), corriente eléctrica (el amperio), la intensidad luminosa (la candela) y la cantidad de sustancia (el mol).

Nota 1.3. Algunas magnitudes se definen a partir de las magnitudes fundamentales y reciben el nombre de **magnitudes derivadas**. Por ejemplo, la medida de la velocidad de un objeto se obtiene a partir de la longitud y el tiempo, por lo tanto, la velocidad es una magnitud derivada.

Nota 1.4. El método de **análisis dimensional** es muy valioso para resolver problemas de física. Las dimensiones son tratadas como cantidades algebraicas. Al realizar estimaciones y cálculos de orden de magnitud, debe ser capaz de aproximar la respuesta a un problema cuando no haya suficiente información disponible para especificar completamente una solución exacta.

Ejemplo 1.1. ¿Cuáles de las siguientes ecuaciones son dimensionalmente correctas?
a) $v_f = v_i + ax$, b) $y =$ (2m) cos(kx) donde $k = 2m^{-1}$

Nota 1.5. Cuando calcule un resultado a partir de varios números medidos, donde cada uno tiene cierta precisión, debe dar el resultado con el número correcto de **cifras significativas**.

Ejemplo 1.2. Cuántas cifras significativas hay en los siguientes números:
a)0,00570 $= 5,70 \times 10^{-3}$; 3 c.s
b) 2,6 $\times$ 10^9 ; 2c.s
c) $53,07$; 4 c.s

- Cuando los números se sumen o resten, el número de lugares decimales en el resultado debe ser igual al número más pequeño de lugares decimales de cualquier término en la suma.

  Ejemplo 1.3. Realice las siguiente operación aritmética y determina el número de cifras significativas.
  la suma de 0,835 y 2,52 da como resultado 3,36

- Cuando se multiplican muchas cantidades, el número de cifras significativas en la respuesta final es el mismo que el número de cifras significativas en la cantidad que tiene el número más pequeño de cifras significativas. La misma regla aplica para la división.

  Ejemplo 1.4. Realice las siguiente operación aritmética y determina el número de cifras significativas.
  el producto de 0,0032 $\times$ 356,3 da como resultado 1,1

Ejemplo 1.5. Resuelva las siguientes operaciones.
a) $1,61 + 0,3$
b) $5,935 - 4,51$
c) $152,06m \times 0,24m$
d) $\dfrac{58,93cm \times 0,1cm}{0,0025}$
e) $2,41 + 0,35 - 4,82 - 4,510$
f) $2,41 \pm 0,02$

Nota 1.6. La *notación científica* se utiliza para expresar el valor numérico de magnitudes físicas que toman valores muy grandes o , por el contrario, valores muy pequeños. En la notación cientifica se emplean las cifras significativas y las potencias de 10.

Ejemplo 1.6. La masa de un electrón es 9,1 $\times$ $10^{-31}Kg$, mientras que la masa de la tierra es 6,0 $\times$ $10^{24}Kg$. Por medio de la notación científica se puede comparar los valores de una de terminada magnitud física en forma sencilla.

Múltiplos y Submúltiplos

MÚLTIPLOS			**SUBMÚLTIPLOS**		
Prefijo	**Símbolo**	**Factor**	**Prefijo**	**Símbolo**	**Factor**
exa	**E**	10^{18}	deci	**d**	10^{-1}
peta	**P**	10^{15}	centi	c	10^{-2}
tera	**T**	10^{12}	mili	m	10^{-3}
giga	**G**	10^{9}	micro	μ	10^{-6}
mega	**M**	10^{6}	nano	n	10^{-9}
kilo	**K**	10^{3}	pico	p	10^{-12}
hecto	**H**	10^{2}	femto	f	10^{-15}
deca	**D**	10	atto	a	10^{-18}

Cuadro 1.1:

Ejemplo 1.7. Exprese las siguientes cantidades usando los prefijos
a) $3 \times 10^{12} m$
b) $5 \times 10^{-6} s$
c) $72 \times 10^{2} g$

Ejemplo 1.8. Ordene las siguientes cinco cantidades de la más grande a la más pequeña:
a) 0.032 kg, b) 15 g, c) 2,7 × 10^5 mg, d) 4,1 × $10^{-8} Gg$, e) 2,7 × $10^8 g$.
Si dos de las masas son iguales, déles igual lugar en su lista.

1.1. CONVERSIÓN DE UNIDADES

A veces debe convertir unidades de un sistema de medición a otro o convertir dentro de un sistema (por ejemplo, de kilómetros a metros).

Algunas de estas conversiones sólo requeiren realizar un cálculo mental; en otras ocasiones se hace necesario la utilización de los *factores de conversión*, los cuales facilitan la expresión de una misma cantidad física en unidades diferentes.

Algunas equivalencias básicas

Unidades de longitud

$1km = 1000m = 10000dm = 100000cm = 1000000mm$

$1m = 10dm = 100cm = 1000mm$

$1pie = 0,3048m = 3,048dm = 30,48cm = 304,8mm$

$1pie = 12pulg.$

$1pulg. = 0,0254m = 0,254dm = 2,54cm = 25,4mm$

$1millaterrestre = 1609m$

Unidades de masa

$1 tonelada = 1000kg = 1000000g$

$1kg = 1000g$

$1UTM = 9,8kg = 9800g$

$1SLUG = 14,59kg = 14590g$

$1lb = 0,454kg = 454g$

Unidades de tiempo

1año = 12meses = 365dias =

1mes = 30días =

1día = 24horas =

1hora = 60min = 3600s

Ejemplo 1.9. En clase de biología, a través de un microscopio, un estudiante observa una pequeña partícula de aluminio en forma de cubo cuya arista mide 0,000000000025 cm.
a. Expresa la longitud de la arista en notación científica.
b. ¿Cuál es el volumen de la partícula en m^3?

1.2. MANEJO DE ERRORES

Al realizar una medición es imposible evitar cierto grado de incertidumbre, pues es probable que en el procedimiento se generen errores experimentales, ya sean humanos, por variaciones del medio o por una calibración incorrecta de los instrumentos utilizados. Al medir se pueden presentar dos clases de errores que no son atribuidos al experimentador: sistemáticos o aleatorios.

Los *errores sistemáticos* se producen por limitaciones del equipo utilizado o por deficiencias en el diseño experimental. Suele suceder que se presente este tipo de errores cuando se repite el experimento exactamente de la misma manera.

Los *errores aleatorios* se originan por causas que no se pueden controlar en cada medida. Por ejemplo, si diferentes personas midieran el espesor de un libro con una regla graduada en milímetros, obtendrían diferentes valores, ya que la apreciación de la última cifra significativa podría ser distinta.

Error absoluto: es el valor absoluto de la diferencia entre el valor obtenido en una medición y el valor que se toma como referencia.

$$\text{Error absoluto} = |\text{Valor obtenido} - \text{Valor de referencia}|$$

Error relativo: es el cociente entre el error absoluto y el valor que se toma como referencia de la medida.

$$\text{Error relativo} = \frac{|\text{Valor obtenido} - \text{valor de referencia}|}{\text{Valor de referencia}}$$

Como hemos dicho, se obtiene una medida más precisa de una magnitud cuando se realizan varias mediciones; sin embargo, es posible que en cada medición se obtenga una diferencia con respecto al valor esperado o valor de referencia. Por esta razón, es conveniente calcular el error en que se incurre en un conjunto de varias mediciones.

La estadística nos permite calcular el **valor promedio** de los valores obtenidos en una serie de mediciones mediante el cálculo de la media aritmética.

Si una medida se realiza ocho veces y se obtienen los valores $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ y x_8, el valor promedio se obtiene mediante la expresión:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{8} x_i}{8}$$

Por otra parte, es importante establecer qué tanto se alejan los datos tomados con respecto al promedio. Para ello, se calcula la desviación media, la cual se determina mediante la siguiente expresión

Desviación media o incertidumbre absoluta

La DESVIACIÓN MEDIA de los datos $x_1, ..., x_8$ se define como

$$\text{DM} = \frac{|x_1 - \overline{x}| + |x_2 - \overline{x}| +, ..., +|x_8 - \overline{x}|}{8}$$

Valor aceptado en el laboratorio

$$\overline{x} \pm DM$$

Se acostumbra a determinar el error relativo de toda las mediciones como

$$\text{Error relativo} = \frac{DM}{\overline{x}}$$

Es usual expresar el error relativo en términos de porcentaje.

Ejemplo 1.10. El diámetro de un disco se mide seis veces con una regla graduada en milímetros, y se obtienen los siguientes resultados: 12,2 mm; 12,1 mm; 12,3 mm; 12,0 mm; 12,2 mm; 12,1mm.
a. Determinar el valor promedio de los datos.
b. Determinar la desviación media.
c. Expresar el resultado de la medición y el error relativo.

1.3. MOVIMIENTOS EN UNA DIRECCIÓN

La posición de una partícula: es la ubicación de la partícula respecto a un punto de referencia elegido que se considera el origen de un sistema coordenado.

El desplazamiento de una partícula: se define como su cambio en posición en algún intervalo de tiempo. Conforme la partícula se mueve desde una posición inicial x_i a una posición final x_f, su desplazamiento se conoce por $\triangle x = x_f - x_i$

Ejemplo 1.11. Dados los dos desplazamientos $A = 6i - 7j$ y $B = 4i + 5j$ obtenga la magnitud del desplazamiento $2B - A$ y el valor del ángulo comprendido entre A y B.

Distancia: es la longitud de una trayectoria seguida por una partícula.

una **cantidad vectorial** requiere la especificación tanto de dirección como de magnitud. En contraste, una **Cantidad escalar** tiene un valor numérico y no dirección.

La **velocidad promedio** $\upsilon_{\overline{x}}$,de una partícula se define como el desplazamiento $\triangle x$ de la partícula dividido entre el intervalo de tiempo $\triangle t$ durante el que ocurre dicho desplazamiento:

$$\upsilon_{\overline{x}} = \frac{\triangle x}{\triangle t}$$

rapidez promedio υ_{prom} de una partícula, una cantidad escalar, se define como la distancia total recorrida dividida entre el intervalo de tiempo total requerido para recorrer dicha distancia:

$$\upsilon_{prom} = \frac{d}{\triangle t}$$

la **velocidad instantánea** υ_x es igual al valor límite de la proporción $\frac{\triangle x}{\triangle t}$ conforme $\triangle t \to 0$.

$\upsilon_x \equiv \lim_{\triangle t \to 0} \frac{\triangle x}{\triangle t} = \frac{dx}{dt.}$

Ejemplo 1.12. Un guepardo acecha $20m$ al este del escondite de un observador. En el tiempo $t = 0$, el guepardo ataca a un antílope y empieza a correr en línea recta. Durante los primeros $2{,}0s$ del ataque, la coordenada x del guepardo varía con el tiempo según la ecuación $x = 20m + (5{,}0m/s^2)t^2$.
a) Obtenga el desplazamiento del guepardo entre $t_1 = 1{,}0s$ y $t_2 = 2{,}0s$.
b) Calcule la velocidad media en dicho intervalo.
c) Calcule la velocidad instantánea en $t_1 = 1{,}0s$ tomando $\Delta t = 0{,}1s$, luego $\Delta t = 0{,}01s$, luego $\Delta t = 0{,}001s$. d) Deduzca una expresión general para la velocidad instantánea en función del tiempo, y con ella calcule v en $t = 1{,}0s$ y $t = 2{,}0s$.

Sol

a) En $t_1 = 1,0s$, la posición x_1 del guepardo es $x_1 = 20m + (5{,}0m/s^2)(1{,}0s)^2 = 25m$

En $t_2 = 2{,}0s$, su posición es $x_2 = 40m$

El desplazamiento en este intervalo es

$\Delta x = x_2 - x_1 = 15m$

b) La velocidad media durante este intervalo es

$$v_{\overline{x}} = \frac{\triangle x}{\triangle t} = 15m/s$$

c) Con $\Delta t = 0{,}1s$, el intervalo es de $t_1 = 1{,}0s$ a $t_2 = 1{,}1s$. En t_2, la posición es $x_2 = 26{,}05m$

La velocidad media durante estos intervalos es

$$v_{\overline{x}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 10{,}5m/s$$

Siga este método para calcular las velocidades medias de los intervalos de $0{,}01s$ y $0{,}001s$. Los resultados son $10{,}05m/s$ y $10{,}005m/s$. Al disminuir Δt, la velocidad media se acerca a $10{,}0m/s$, por lo que concluimos que la velocidad instantánea en $t = 1{,}0s$ es de $10{,}0m/s$.

d) Al calcular la velocidad instantánea en función del tiempo, $v_x = \frac{dx}{dt} = (10m/s^2)t$

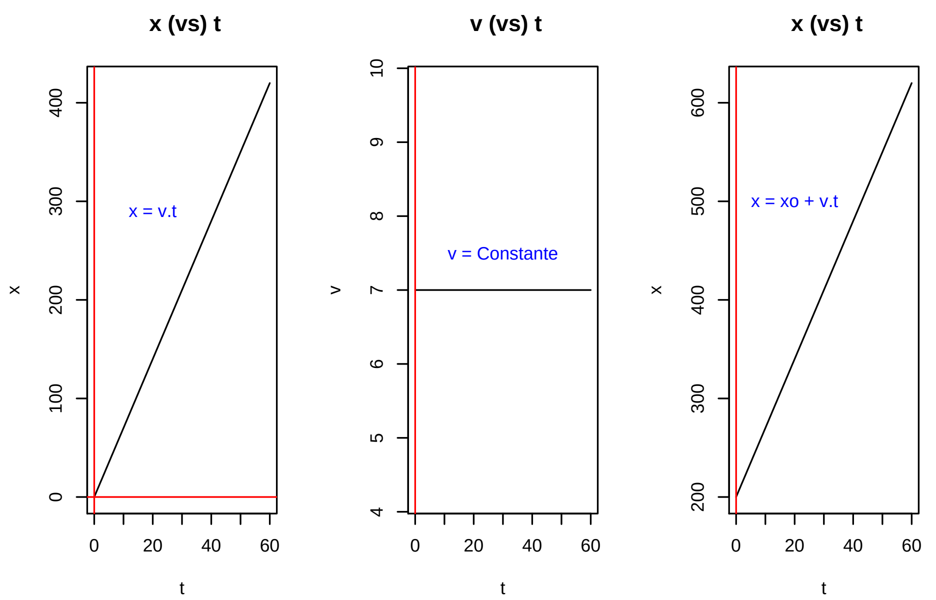
En $t = 1{,}0s$, $v_x = 10m/s$, como vimos en el inciso c). En $t = 2{,}0s$, $v_x = 20m/s$.

1.4. Movimiento Rectilineo Uniforme (M.R.U)

Características

- La trayectoria es una línea recta (eje x).
- Recorre espacios iguales en tiempos iguales ($x = v \cdot t$).
- Velocidad constante (no varia).
- $x = x_0 + v \cdot t$

Gráficas del M.R.U



Ejemplo 1.13. Un tren de juguete viaja por una pista con una rapidez promedio de $0{,}25m/s$. ¿A qué distancia viajará en 4.00 minutos? y realice la simulación en R project.

Sol $60m$.

Ejemplo 1.14. Una estudiante conduce un automóvil que viaja $10{,}0km$ en 30.0 min. ¿Cuál es su rapidez promedio? y realice la simulación en R project.

Sol $5{,}56m/s$.

Ejemplo 1.15. Al rodar por el taller a una rapidez constante de $4{,}25m/s$, un robot cubre una distancia de 17.0 m. ¿Cuánto tarda ese viaje? y realice la simulación en R project.

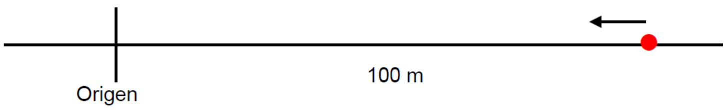
Sol: $4{,}00s$.

Ejemplo 1.16. Un cuerpo que se mueve con velocidad constante de $3m/s$, se encuentra situado a 15 m a la derecha del origen cuando comienza a contarse el tiempo. Escribe las ecuaciones que describen su movimiento y realice la simulación en R project.

Sol:

Ejemplo 1.17. Un cuerpo se mueve hacia el origen con velocidad constante de 2,3 m/s. Si inicialmente se encuentra a una distancia de 100 m de éste ¿cuánto tiempo tardará en pasar por él?

Esquema del movimiento:

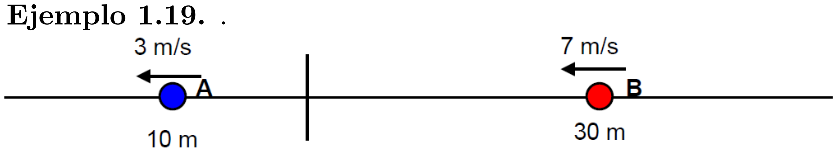


Sol $t = 43{,}5s$.

Ejemplo 1.18. El movimiento de un cuerpo obedece a la ecuación siguiente: $x = -12 + 5t$.
a. Indica el tipo de movimiento del cuerpo y haz un esquema de su trayectoria.
b. ¿Qué aspecto tendrán las gráficas x (vs) t y v(vs)t?

Sol:

Ejemplo 1.19. .



a. Escribir las ecuaciones que describen el movimiento de los puntos considerados. b. ¿A qué distancia del origen se encuentran?

Sol:

1.5. Movimiento Uniforme Acelerado (M.U.A)

Características

- La trayectoria es una línea recta (eje x).
- La velocidad no es constante, experimenta variaciones iguales en tiempos iguales.
- El espacio recorrido por el cuerpo es proporcional al cuadro del tiempo que gasta en recorrerlo.
- Puede ser acelerado si $v_f > v_0$ y desacelerado si $v_f < v_0$
- Aceleración constante.

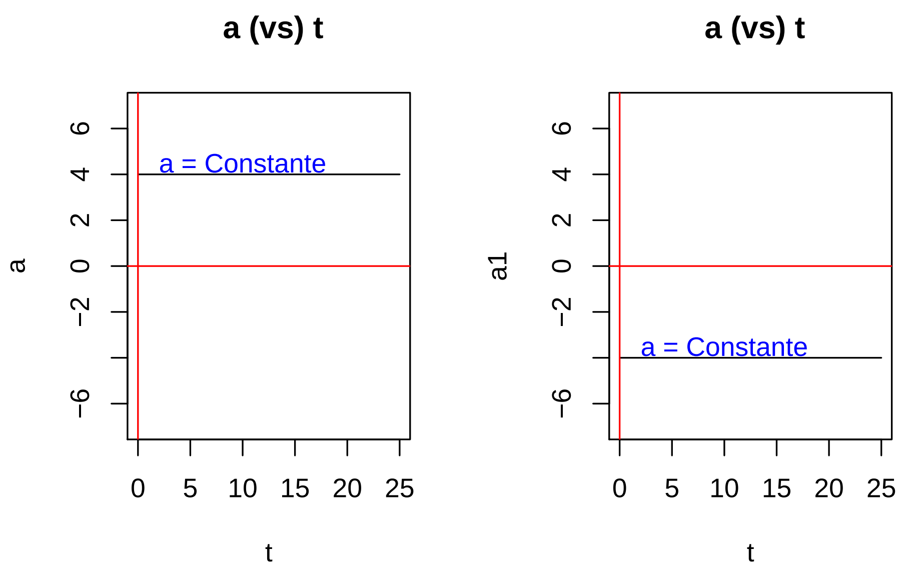
  Ecuaciones :

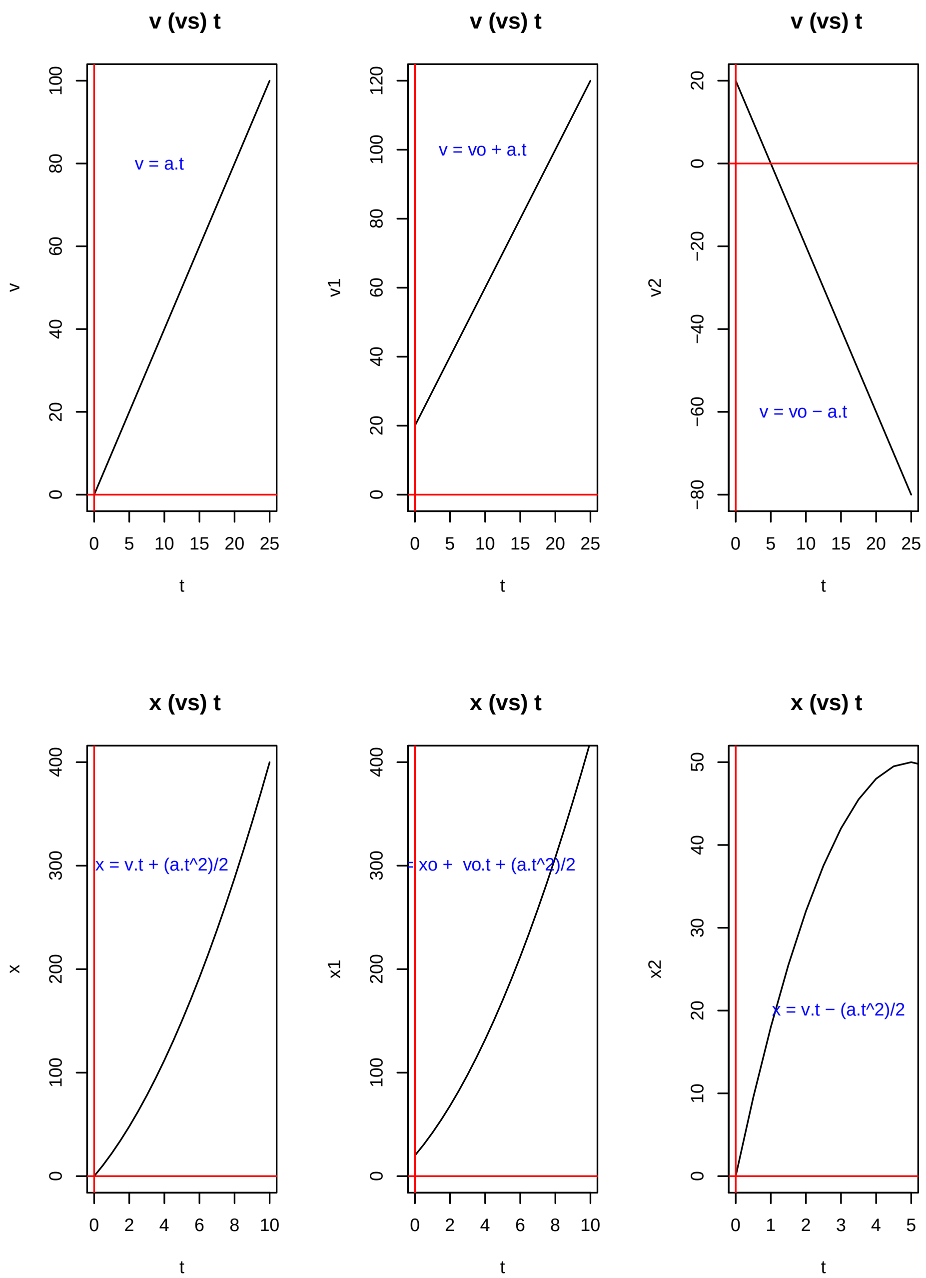
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$
- $v_f = v_0 + at$
- $x = x_0 + v_0 t + \dfrac{at^2}{2}$
- $v_f^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$
- $\Delta x = x - x_0 = \dfrac{(v_0 + v_f)}{2} \cdot t$

  Donde :

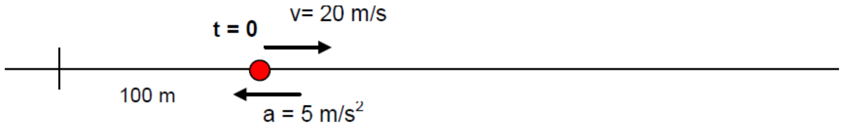
- v_0 = velocidad cuando $t = 0$.
- x_0 = distancia al origen cuando $t = 0$.
- x = distancia al origen (puede que no coincida con el espacio o desplazamiento recorrido).
- $\Delta x = x - x_0$= desplazamiento recorrido.

Gráficas del M.U.A





Ejemplo 1.20. Teniendo en cuenta la figura.



Determina:

a) las ecuaciones de velocidad final y desplazamiento que describen el movimiento a partir del punto rojo.

b) ¿Cuánto tarda en frenar el punto del ejemplo anterior?.

c) ¿Cuál es su velocidad al cabo de 5,3 s? y realice la simulación en R project.

Sol:

a) Ecuaciones generales para el movimiento:

$v_f = v_0 + at$

$x = x_0 + v_0 t + \dfrac{at^2}{2}$

$v_f = 20 - 5t$

$x = 100 + 20t - \dfrac{5t^2}{2}$

b) Si $v_f = 0$; $0 = 20m/s - 5\dfrac{m}{s^2} \cdot t$;

$t = \dfrac{20\dfrac{m}{s}}{5\dfrac{m}{s^2}} = 4s$

c) Si t = 5,3 s ; v = 20 - 5 . 5,3 = - 6,5 m /s (el signo menos indica que se desplaza hacia la izquier-da; después de frenar ha dado la vuelta)

Ejemplo 1.21. Un motociclista que viaja al este cruza una pequeña ciudad de Iowa y acelera apenas pasa el letrero que marca el límite de la ciudad ver figura. Su aceleración constante es de 4,0m/s^2. En $t = 0s$, está a 5,0m al este del letrero, moviéndose al este a 15m/s.
a) Calcule su posición y velocidad en $t =$ 2,0s.
sol)

1.6. Caida Libre (C.L)

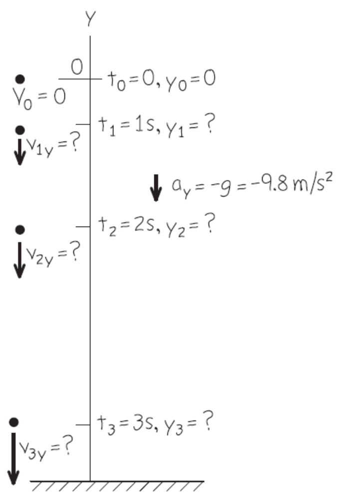
Características

- Trayectoria recta vertical (eje y).
- Es un movimiento uniformemente acelerado.
- Todos los cuerpos caen con la misma Aceleración (en el vacío).
- La velocidad inicial es cero $v_{0y} = 0$.
- $y_0 = 0$ distancia al origen cuando $t = 0$.
- la aceleración es hacia abajo y tiene una magnitud de $g = 9{,}80\dfrac{m}{s^2}$.
  En consecuencia, siempre se elegirá $a_y = -g = -9,8m/s^2$

  Ecuaciones :
- $v_y = \pm gt \Rightarrow t = \dfrac{v_y}{g}$.
- $y = \pm\dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2y}{g}}$
- $v_y^2 = \pm 2g \cdot y \Rightarrow y = \dfrac{v_y^2}{g}$

  Donde :
- $v_0 =$ velocidad cuando $t = 0$.
- $y_0 = 0$ distancia al origen cuando $t = 0$.
- $y =$ distancia al origen.
- $t = 0$, indica cuando empieza a contarse el tiempo (cuando se pone en marcha el cronómetro).

Ejemplo 1.22. Se deja caer una moneda de un euro desde la Torre Inclinada de Pisa; la moneda cae libremente a partir del reposo.
a) Calcule su posición y velocidad después de 1.0 s, 2.0 s y 3.0 s?



Caso positivo

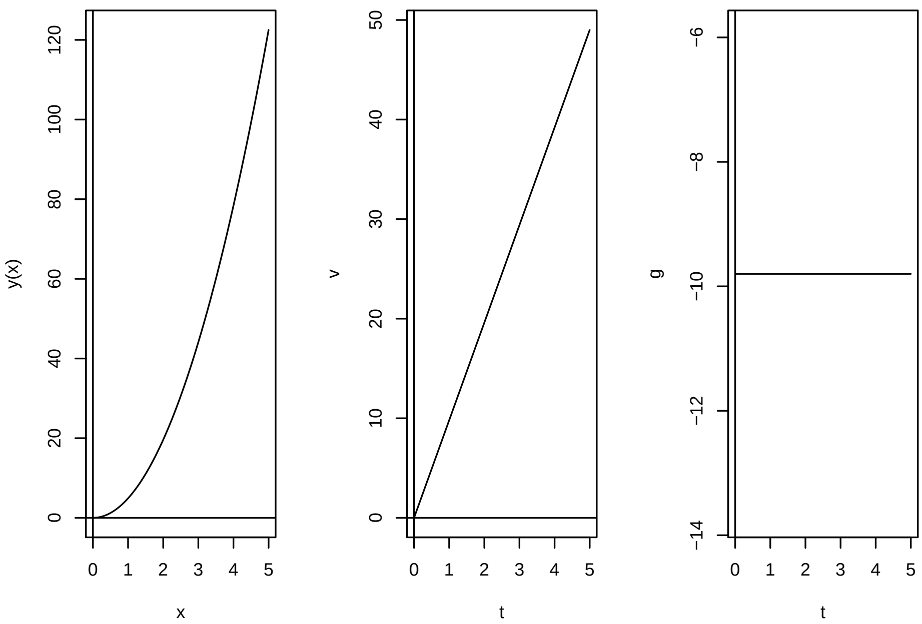
```
> g =  9.8
> t = c(1,2,3)
> y = (g*t^2)/2;y

[1]  4.9 19.6 44.1

> v =  g*t;v

[1]  9.8 19.6 29.4
```

Caso negatvo

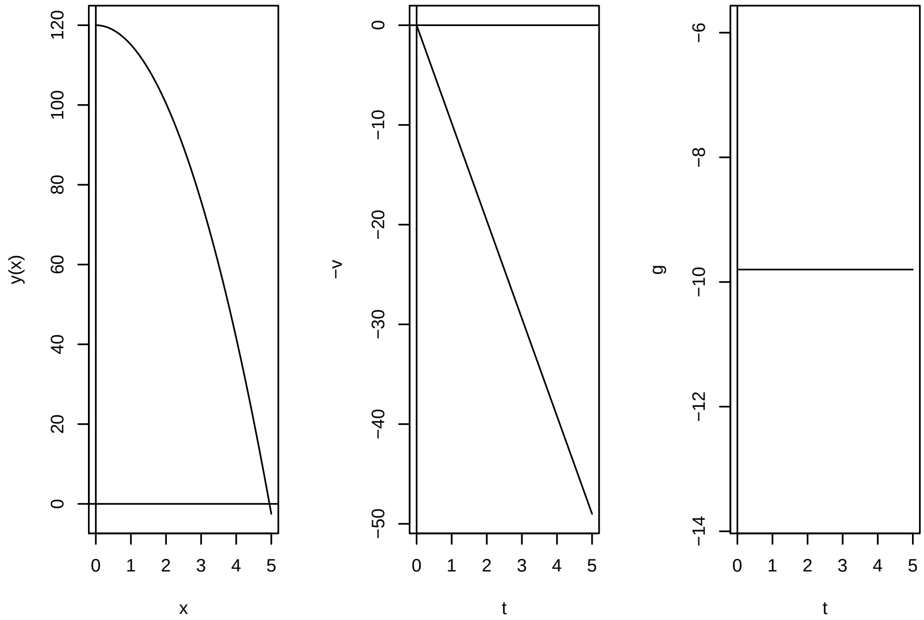
```
> g =  9.8
> t = c(1,2,3)
> y = -(g*t^2)/2;y

[1]  -4.9 -19.6 -44.1

> v =  g*t;v

[1]  9.8 19.6 29.4
```

b) Realice la simulación de la pocisión, velocidad y aceleración de la moneda en R project.

Caso positivo



Caso negativo


y(x)
0
20
40
60
80
100
120
0 1 2 3 4 5
x
−v
0
−10
−20
−30
−40
−50
0 1 2 3 4 5
t
g
−6
−8
−10
−12
−14
0 1 2 3 4 5
t

1.7. Lanzamiento Vertical (L.V)

Características

- Trayectoria recta vertical.
- Puede ser hacia arriba o hacia abajo.
- Hacia arriba: uniformemente desacelerado; en su máxima altura la velocidad es cero.
- Velocidad inicial es diferente de cero.
- Hacia abajo: uniformemente acelerado.
- Velocidad inicial es diferente de cero.
- Velocidad final es diferente de cero.
- Aceleración de la gravedad $g = 9{,}8\frac{m}{s^2}$.

  Ecuaciones :

- $v_y = v_0 - gt$
- $y = y_0 + v_{y0}t - \frac{gt^2}{2}$
- $v_y^2 = v_{y0}^2 + 2g(y - y_0)$
- $y - y_0 = \frac{(v_{y0} + v_y)}{2} \cdot t$

  Donde :

- v_0 = velocidad cuando $t = 0$.
- x_0 = distancia al origen cuando $t = 0$.
- x = distancia al origen (puede que no coincida con el espacio recorrido).
- $t = 0$, indica cuando empieza a contarse el tiempo (cuando se pone en marcha el cronómetro).

1.7.1. EJERCICIOS

1. La unidad de temperatura del Sistema Internacional es:
   a) K b) °R c) °C d) °F

2. El radio promedio de la Tierra es de 6.374 km, este valor no es igual a:
   a. $6,374 \times 10^6 m$
   b. $6,374 \times 10^3 m$
   c. $6,374 \times 10^8 cm$
   d. $63,74 \times 10^5 dm$.

3. Completa la tabla en la unidad indicada con el valor o con el prefijo correspondiente.

Magnitud	Valor	Prefijo
Corriente		75 mA
Carga	0,000005 C	
Longitud	3.500.000 m	
Capacitancia		15 pf
Masa	8.250.000.000 kg	

4. Cuál de los siguientes conceptos no es una magnitud física y por qué?
   a. Fuerza
   b. Intensidad del dolor
   c. Carga
   d. Energía

5. Expresa en notación científica las siguientes longitudes:
   a. Radio promedio de la Luna 1.740.000 m
   b. Radio promedio del Sol 696.000.000 m
   c. Distancia Tierra - Luna 384.000.000 m
   d. Distancia Tierra - Sol 149.600.000.000 m

6. En la práctica de laboratorio de instrumentos de medición, el profesor solicita a cada integrante de los diferentes grupos, medir la longitud de una puntilla, utilizando el calibrador. Los resultados obtenidos por un grupo son los siguientes: 1,27 cm; 1,265 cm; 1,275 cm; 1,27 cm y 1,275 cm, determina:
   a. Longitud promedio de la puntilla.
   b. El error absoluto de la medición.
   c. El resultado de la medición de la puntilla y el error relativo.

7. Un año es casi $\pi \times 10^7 s$. Encuentre el error porcentual en esta aproximación, donde **error porcentual** se define como

$$\text{Error porcentual} = \frac{|\text{Valor supuesto} - \text{valor verdadero}|}{\text{valor verdadero}} * 100$$

8. Un lote rectangular mide 100 ft por 150 ft. Determine el área de este lote en metros cuadrados.

9. Un auditorio mide $40{,}0m \times 20{,}0m \times 12{,}0m$ La densidad del aire es $1{,}20 kg/m^3$. ¿Cuáles son a) el volumen de la habitación en pies cúbicos y b) el peso en libras del aire en la habitación?

10. Una pieza sólida de plomo tiene una masa de 23.94 g y un volumen de $2{,}10 cm^3$. A partir de estos datos, calcule la densidad del plomo en unidades del **SI** (kg/m^3).

11. Un galón de pintura ($volumen = 3{,}78 \times 10^{-3} m^3$) cubre un área de $25{,}0 m^2$. ¿Cuál es el grosor de la pintura fresca sobre la pared?

12. En la expresión $a = F/m$, si F es constante y se duplica el valor de m, entonces a:
 a. Se mantiene constante.
 b. Se reduce a la mitad.
 c. Se duplica.
 d. Se cuadruplica.
 Explica tu respuesta.

13. En la siguiente figura se muestra la posición en función del tiempo para cierta partícula que se mueve a lo largo del eje x. Encuentre la velocidad promedio en los siguientes intervalos de tiempo.
 a) 0 a 2 s, b) 0 a 4 s, c) 2 s a 4 s, d) 4 s a 7 s, e) 0 a 8 s.

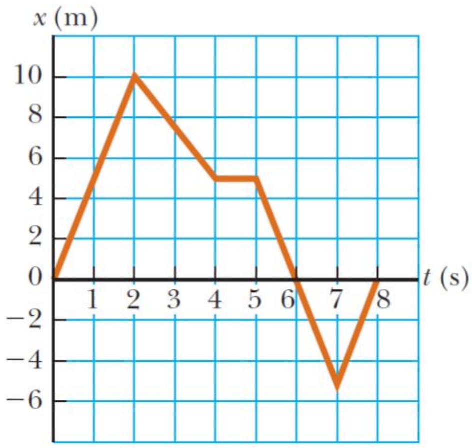


Figura 1.1:

14. Encuentre la velocidad instantánea de la partícula descrita en la figura 1.1 en los siguientes tiempos:
 a) $t = 1{,}0s$ b) $t = 3{,}0s$ c) $t = 4{,}5s$ a) $t = 7{,}5s$.

15. Una partícula se mueve de acuerdo con la ecuación $x = 10t^2$ donde x está en metros y t en segundos. a) Encuentre la velocidad promedio para el intervalo de tiempo de 2.00 s a 3.00 s. b) Encuentre la velocidad promedio para el intervalo de tiempo de 2.00 s a 2.10 s.

16. Una patinadora se mueve durante 30 min con velocidad constante de 10 m/s. ¿Qué distancia recorre?

17. Un atleta recorre una pista de un cuarto de milla en 2 minutos. ¿Cuál es la velocidad del atleta en metros por segundo?

18. Una ruta escolar realiza un recorrido de 9 km, a una velocidad constante de 21,6 m/s. ¿Cuántas horas emplea en el recorrido?

19. Un camión parte del reposo y acelera a razón de 5 m/s^2 durante 10 s. ¿Qué distancia recorre?

20. Una partícula se mueve a lo largo del eje x. Su posición está dada por la ecuación $x = 2 + 3t - 4t^2$, con x en metros y t en segundos. Determine a) su posición cuando cambia de dirección y b) su velocidad cuando regresa a la posición que tenía en $t = 0$.

21. Una super bola de 50.0 g que viaja a 25.0 m/s bota en una pared de ladrillo y rebota a 22.0 m/s. Una cámara de alta rapidez registra este evento. Si la bola está en contacto

con la pared durante 3.50 ms, ¿cuál es la magnitud de la aceleración promedio de la bola durante este intervalo de tiempo? Nota: 1 $ms = 10^{-3}s$.

22. Una partícula parte del reposo y acelera como se muestra en la figura 1.2. Determine a) la rapidez de la partícula en $t = 10{,}0s$ y en $t = 20{,}0s$ y b) la distancia recorrida en los primeros 20.0 s.

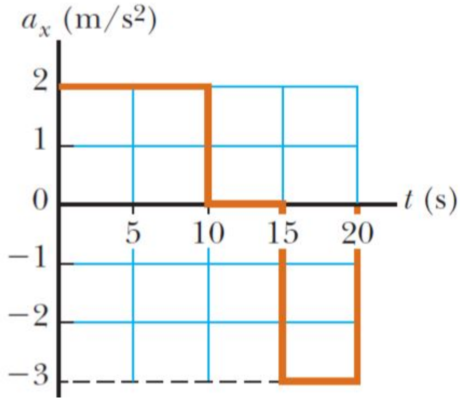


Figura 1.2:

23. Un automóvil parte del reposo y después de recorrer 1,5 km su velocidad es 45 km/h. ¿Cuántos minutos empleó en recorrer los 1,5 km?

24. Responde. ¿Qué velocidad inicial debe tener un niño en un monopatín para alcanzar una velocidad de 15 km/h en 5 s, si acelera a razón de 0,8 m/s^2?

25. Un motociclista se mueve con aceleración constante de 2 m/s^2 y recorre 200 m alcanzando unavelocidad de 30 m/s. a. ¿Con qué velocidad inicia el recorrido el motociclista? b. ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer los 200 m?

26. La figura 1.3 representa parte de los datos de desempeño de un automóvil propiedad de un orgulloso estudiante de física. a) Calcule la distancia total recorrida al calcular el área bajo la línea de la gráfica. b) ¿Qué distancia recorre el automóvil entre los tiempos $t = 10s$ y $t = 40s$? c) Dibuje una gráfica de su aceleración en función del tiempo entre $t = 0s$ y $t = 50s$. d) Escriba una ecuación para x como función del tiempo para cada fase del movimiento, representado por i) $0a$, ii) ab y iii) bc. e) ¿Cuál es la velocidad promedio del automóvil entre $t = 0s$ y $t = 50s$?

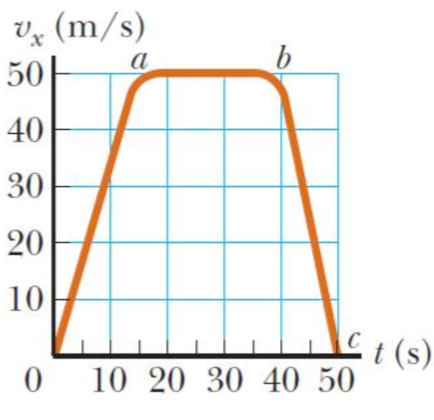


Figura 1.3:

27. Desde un edificio de 15 m se deja caer una piedra. a. ¿Cuánto tiempo tarda en llegar al suelo? b. ¿Cuál es su velocidad un instante antes de tocar el suelo?
28. Responde. ¿De qué altura se deja caer un cuerpo que tarda 6 s en tocar el suelo?
29. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba y alcanza una altura de 2,5 m. a. ¿Con qué velocidad fue lanzada? b. ¿Cuánto tiempo tarda en regresar al punto de donde fue lanzada?
30. Una bola se lanza directamente hacia arriba, con una rapidez inicial de 8.00 m/s, desde una altura de 30.0 m. ¿Después de qué intervalo de tiempo la bola golpea al suelo?
31. Se golpea una pelota de beisbol de modo que viaja recto hacia arriba después de ser golpeada por el bat. Un aficionado observa que a la bola le toma 3.00 s llegar a su máxima altura. Encuentre a) la velocidad inicial de la bola y b) la altura que alcanza.
32. Un objeto en caída libre requiere 1.50 s para recorrer los últimos 30.0 m antes de golpear el suelo. ¿Desde qué altura sobre el suelo cayó?
33. Imagine que usted lanza una pelota verticalmente hacia arriba desde la azotea de un edificio. La pelota sale de la mano, en un punto a la altura del barandal de la azotea, con rapidez ascendente de $15{,}0 m/s$, quedando luego en caída libre. Al bajar, la pelota libra apenas el barandal. En este lugar, $g = 9{,}8 m/s^2$. Obtenga a) el instante en que la pelota está a 5.00 m por debajo del barandal.

1.8. MOVIMIENTO PARABÓLICO

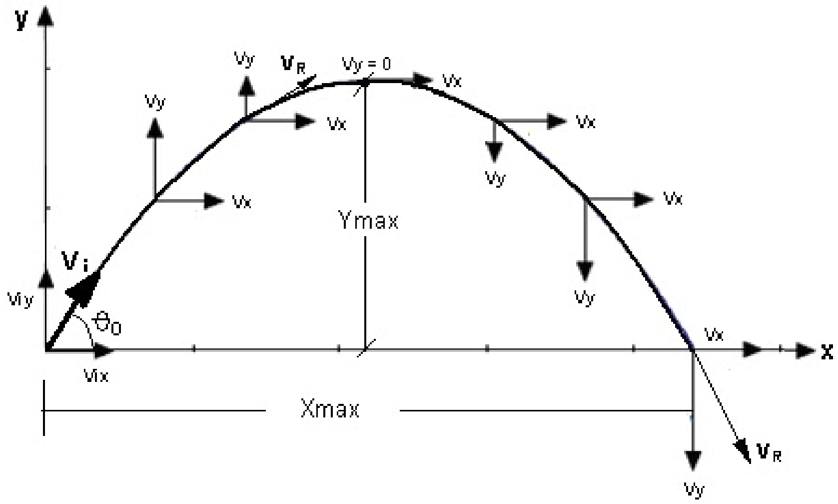


Figura 1.4: Características M.P

1. Trayectoria parabólica
2. Condiciones iniciales: ángulo θ de tiro entre 0^0 y 90^0; V_0 diferente de cero.
3. La velocidad del movimiento tiene componentes verticales y horizontal.
4. La V_y disminuye mientras sube y aumente cuando baja. Es igual a cero en el punto de máxima altura
5. La V_x es constante.

ECUACIONES DEL MOVIMIENTO

1. la velocidad inicial en el punto A del proyectil son: $v_{0x} = v_x = v_0 \cdot cos(\theta)$ y $v_{0y} = v_0 \cdot sen(\theta)$
2. para determinar el tiempo t en el punto C donde el proyectil alcanza el pico o el tiempo de Subida: $t_s = \dfrac{v_{0y}}{g} = \dfrac{v_0 \cdot sen(\theta)}{g}$
3. se obtiene una expresión para y en el punto C en términos de la magnitud y dirección del vector velocidad inicial: $y = \dfrac{v_{0y}^2}{2g} = \dfrac{v_0^2 \cdot sen^2(\theta)}{2g}$
4. El tiempo del punto A hasta el punto E es llamado tiempo de vuelo y se calcula $t_v = 2 \cdot t_s$
5. El desplazamiento horizontal se calcula $X = v_x \cdot t_v = \dfrac{v_0^2 \cdot sen(2\theta)}{g}$ y el desplazamiento horizontal maximo $X_{max} = \dfrac{v_0^2}{g}$. Debido a esto, X_{max} es máxima cuando $\theta = 45$.

Ejemplo de aplicación

De un edificio, a una altura de 15 m, se ha lanzado con un ángulo de 50 grados, un proyectil a una velocidad de 7 m/s. ¿Cuáles serán las alturas (coordenadas y) del proyectil a cada 0.5 m de distancia horizontal desde donde se lanzó y hasta los 11 m?

Sol:

Las ecuaciones que gobiernan este fenómeno son las siguientes:

$$x = v_{0x}t + x_0$$

$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} + y_0$$

EJERCICIOS

1. Se lanza una piedra con una velocidad inicial de 40 m/s formando un ángulo de 60° respecto a la horizontal. Calcular:

   a) El tiempo que demora la piedra en el aire.
   b) la altura máxima alcanzada.
   c) El alcance horizontal de la piedra .
   d) Realizar los cálculos anteriores si el ángulos de tiro es de 30°.

2. Un proyectil es lanzado con una velocidad inicial de 400 m/s y un ángulo de elevación de 35°. Calcular:

   a) la altura máxima alcanzada.
   b) El alcance horizontal de la pelota.
   c) Realizar los cálculos anteriores si el ángulos de tiro es de 55°.

3. Se lanza una pelota de golf horizontalmente con una velocidad de 25 m/s desde una altura de 60m.

   Calcular:

   a) El tiempo que tarda en llegar al suelo.
   b) La velocidad vertical que lleva a los 2 segundos.
   c) la distancia a la que cae la piedra .

4. Una pelota es lanzada horizontalmente desde una ventana con una velocidad inicial de 10 m/s y cae al suelo después de 5 segundos.

   Calcular:

   a) ¿ A qué altura se encuentra la ventana. ?
   b) ¿ A qué distancia cae la pelota de la base del edificio. ?

5. Un proyectil se lanza con una velocidad inicial de 200 m/s, si se desea que dé en un blanco localizado a 2500 m,

   Calcular:

   a) El ángulo con el cual debe ser lanzado.
   b) El tiempo que tarda en llegar al blanco.

CAPÍTULO 2

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO

Se describió el movimiento de un objeto en términos de su posición, velocidad y aceleración sin tener en cuenta qué impulsa dicho movimiento. Ahora se considera la influencia externa: ¿qué hace a un objeto permanecer en reposo y que otro objeto acelere? Los dos factores principales en los que es necesario reflexionar son las fuerzas que actúan sobre un objeto y la masa del objeto. En este capítulo comienza el estudio de la **dinámica** al discutir las tres leyes de movimiento básicas, las cuales se relacionan con fuerzas y masas y que formuló hace más de tres siglos Isaac Newton.

Definición 2.1. DINÁMICA
Es la rama de la física encargada de estudiar las interacciones que producen el movimiento de los cuerpos.

Definición 2.2. FUERZA
La fuerza se define como aquello que causa un cambio en el movimiento de un objeto.

Las causas que producen o modifican el movimiento en los cuerpos se conoce con el nombre de Fuerza. Existen en la naturaleza una variedad importante de fuerzas que clasificaremos así:

La fuerza se dividen en:

$$\textbf{FUERZA}\begin{cases}\text{FUERZAS DE CONTACTOS.}\\ \text{FUERZAS A DISTANCIA.}\end{cases}$$

$$\textbf{FUERZAS DE CONTACTOS.}\begin{cases}\text{Fuerza normal.}\\ \text{Fuerza de tensión.}\\ \text{Fuerza de fricción.}\\ \text{Fuerza de peso.}\end{cases}$$

$$\textbf{FUERZAS A DISTANCIA.}\begin{cases}\text{Fuerza gravitacional.}\\ \text{Fuerza electromanética.}\\ \text{Fuerza nuclear.}\end{cases}$$

- Normal. Todos los cuerpos sobre superficies ya sean horizontales o inclinadas, experimentan una fuerza ejercida por la superficie sobre el cuerpo, llamada fuerza normal. Esta fuerza está aplicada perpendicularmente a la superficie.

- Tensión Se presentan cuando la fuerza que se ejerce sobre un cuerpo es causada por una cuerda o hilo no elástico. La cuerda no sirve más que para transmitir la fuerza que se ejerce sobre el cuerpo.
- Peso es una fuerza y por la segunda ley de Newton se calcula como masa por aceleración, siendo la misma la correspondiente a la gravedad de la tierra y por lo tanto la llamamos g en vez de a.

$$F_w = m * g$$

- Rozamiento Son fuerzas que dos o más superficies en contacto ejercen entre si y que se oponen al deslizamiento de una superficie sobre otra. La fuerza de razonamiento se produce en sentido contrario al movimiento y genera calor, por lo tanto es una fuerza no conservativa.

$$F_r = \mu * F_N$$

donde μ es el coeficiente de Rozamiento.

Definición 2.3. Primera ley de Newton
Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un marco de referencia en el que el objeto tiene aceleración cero.

Tal marco de referencia se llama marco de referencia inercial.

Un **marco de referencia inercial** es un marco en el que un objeto que no interactúa con otros objetos experiment a aceleración cero. Cualquier marco que se mueva con velocidad constante en relación con un marco inercial también es un marco inercial.

Definición 2.4. Segunda ley de Newton
Cuando se ve desde un marco de referencia inercial, la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa:

$$\overrightarrow{a} \propto \frac{\sum F}{m}$$

Definición 2.5. Partícula bajo fuerza neta
Si una partícula de masa m experimenta una fuerza neta distinta de cero, su aceleración se relaciona con la fuerza neta mediante la segunda ley de Newton:

$$\sum \overrightarrow{F} = m.\overrightarrow{a}$$

Ejemplo 2.1. Un disco de hockey que tiene una masa de 0.30 kg se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las fuerzas sobre el disco que se muestran en la figura. La fuerza $\overrightarrow{F}_1$ tiene una magnitud de 5 N y la fuerza $\overrightarrow{F}_2$ tiene una magnitud de 8.0 N. Determine tanto la magnitud como la dirección de la aceleración del disco.

Sol:

```
> fx <- 8.7
> fy <- 5.2
> fr <- sqrt(fx^2 + fy^2)
> m <- 0.30
```

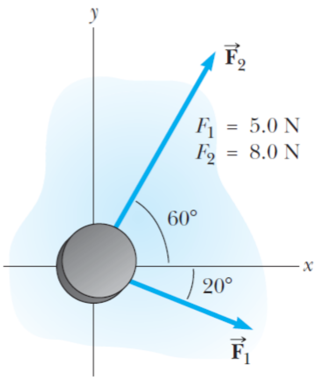


Figura 2.1:

```
> a <- round(fr/m,1)
> a
[1] 33.8
>
```

$a = 34 m/s^2$, $\theta = 30$

Definición 2.6. Tercera ley de Newton
Si dos objetos interactúan, la fuerza F_{12} que ejerce el objeto 1 sobre el objeto 2 es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerzaF_{21} que ejerce el objeto 2 sobre el objeto 1:

$$\overrightarrow{F}_{12} = -\overrightarrow{F}_{21}$$

Definición 2.7. Partícula en equilibrio
Si una partícula mantiene una velocidad constante (de modo que $\overrightarrow{a} = 0$), que podría incluir una velocidad de cero, las fuerzas sobre la partícula se equilibran y la segunda ley de Newton se reduce a

$$\sum \overrightarrow{F} = 0$$

Ejemplo 2.2. Un semáforo que pesa 122 N cuelga de un cable unido a otros dos cables sostenidos a un soporte como en la figura. Los cables superiores forman ángulos de 37.0° y 53.0° con la horizontal. Estos cables superiores no son tan fuertes como el cable vertical y se romperán si la tensión en ellos supera los 100 N. ¿El semáforo permanecerá colgado en esta situación, o alguno de los cables se romperá?

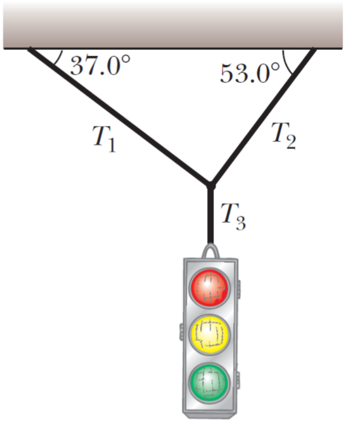


Figura 2.2:

Sol: $T_3 = 122N$, $T_1 = 73{,}4N$, $T_2 = 97{,}4N$

Ejemplo 2.3. Un automóvil de masa m está sobre un camino cubierto con hielo inclinada en un angulo θ como en la figura

Figura 2.3:

A) Encuentre la aceleración del automóvil, si supone que la pista no tiene fricción

Sol: $a_x = g.sen\theta$

B) Considere que el automóvil se libera desde el reposo en lo alto del plano y que la distancia desde la defensa frontal del automóvil hasta el fondo del plano inclinado es d. ¿Cuánto tarda la defensa frontal en llegar al fondo de la colina, y cuál es la rapidez del automóvil cuando llega ahí?

Sol: $t = \sqrt{\dfrac{2d}{g.sen\theta}}$, $v_f = \sqrt{2d.g.sen\theta}$

Ejemplo 2.4. Dos bloques de masas m_1 y m_2, con $m_1 > m_2$, se colocan en contacto mutuo sobre una superficie horizontal sin fricción, como en la figura 2.4. Una fuerza horizontal constante $\overrightarrow{F}$ se aplica a m_1 como se muestra.

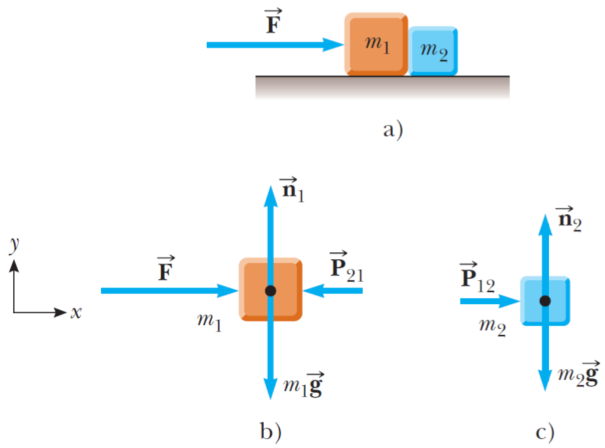


Figura 2.4:

A) Encuentre la magnitud de la aceleración del sistema.

Sol:

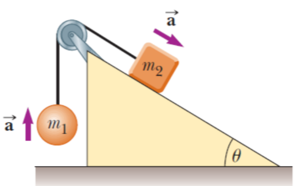
$$a_x = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

B) Determine la magnitud de la fuerza de contacto entre los dos bloques.

Sol:

$$P_{12} = P_{21} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}.F$$

Ejemplo 2.5. Una bola de masa m_1 y un bloque de masa m_2 se unen mediante una cuerda ligera que pasa sobre una polea sin fricción de masa despreciable, como en la figura. El bloque se encuentra sobre un plano inclinado sin fricción de ángulo θ. Encuentre la magnitud de la aceleración de los dos objetos y la tensión en la cuerda.

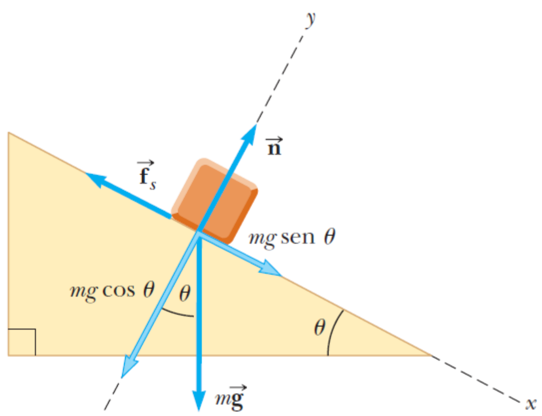


Sol:

$$a = \frac{m_2 g \operatorname{sen}\theta - m_1 g}{m_1 + m_2}$$

$$T = \frac{m_1 m_2 g(\operatorname{sen}\theta + 1)}{m_1 + m_2}$$

Ejemplo 2.6. El siguiente es un método simple de medir coeficientes de fricción. Suponga que se coloca un bloque sobre una superficie rugosa inclinada en relación con la horizontal, como se muestra en la figura. El ángulo de inclinación aumenta hasta que el bloque comienza a moverse. Demuestre que puede obtener μ_s al medir el ángulo crítico θ_c al que comienza a ocurrir este deslizamiento.



Sol:

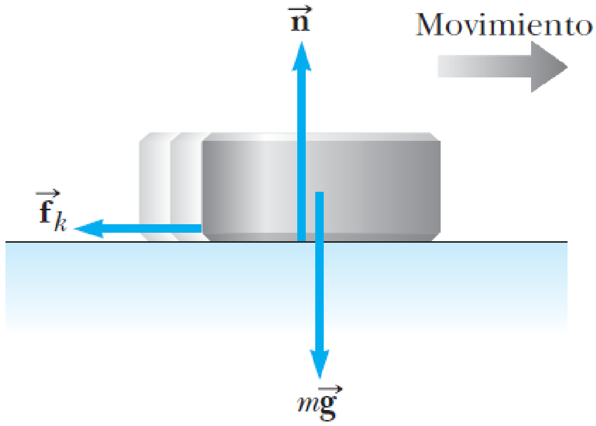
$\mu_s = tan(\theta_c)$

Coeficientes de fricción

	μ_s	μ_k
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25–0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	—	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.003

Nota: Todos los valores son aproximados. En algunos casos el coeficiente de fricción puede superar 1.0.

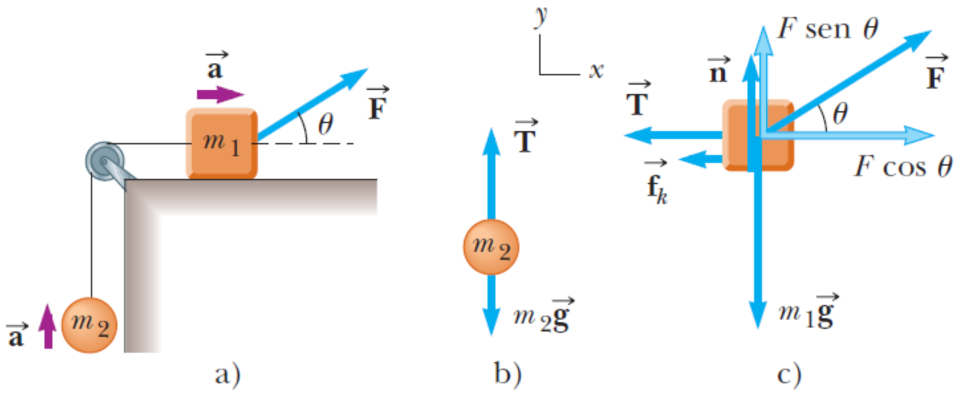
Ejemplo 2.7. A un disco de hockey sobre un estanque congelado se le da una rapidez inicial de 20.0 m/s. Si el disco siempre permanece sobre el hielo y se desliza 115 m antes de llegar al reposo, determine el coeficiente de fricción cinética entre el disco y el hielo.



Sol:

$\mu_c = 0{,}117$

Ejemplo 2.8. Un bloque de masa m_1 sobre una superficie horizontal rugosa se conecta a una bola de masa m_2 mediante una cuerda ligera sobre una polea ligera sin fricción, como se muestra en la figura. Al bloque se aplica una fuerza de magnitud F en un ángulo θ? con la horizontal como se muestra, y el bloque se desliza hacia la derecha. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie es k. Determine la magnitud de la aceleración de los dos objetos.



Sol:

$$a = \frac{F(\cos\theta + \mu_c \operatorname{sen}\theta) - (m_2 + \mu_c m_1)g}{m_1 + m_2}$$

EJERCICIOS

1. Un objeto de 3.00 kg se somete a una aceleración conocida por $a = (2{,}00\hat{\imath} + 5{,}00\hat{\jmath})m/s^2$. Encuentre la fuerza resultante que actúa sobre él y la magnitud de la fuerza resultante.

2. Una fuerza $\overrightarrow{F}$ aplicada a un objeto de masa m_1 produce una aceleración de $3{,}00m/s^2$. La misma fuerza aplicada a un segundo objeto de masa m_2 produce una aceleración de $1{,}00m/s^2$.
a) ¿Cuál es el valor de la relación m_1/m_2?
b) Si m_1 y m_2 se combinan en un objeto, ¿cuál es su aceleración bajo la acción de la fuerza $\overrightarrow{F}$?

3. La rapidez promedio de una molécula de nitrógeno en el aire es aproximadamente $6{,}70 \times 10^2 m/s$ y su masa es $4{,}68 \times 10^{-26} kg$ a) Si una molécula de nitrógeno tarda $3{,}00 \times 10^{-13} s$ en golpear una pared y rebotar con la misma rapidez pero moviéndose en la dirección opuesta, a) ¿cuál es la aceleración promedio de la molécula durante este intervalo de tiempo? b)¿Qué fuerza promedio ejerce la molécula sobre la pared?

4. Un vector desplazamiento que se encuentra en el plano xy tiene una magnitud de 50.0 m y se dirige en un ángulo de 20° al eje x positivo. ¿Cuáles son las componentes rectangulares de este vector?

5. Un vector tiene una componente x de -25.0 unidades y otra componente y de 40.0 unidades. Encuentre la magnitud y dirección de este vector.

6. Una persona camina 25.0° al noreste durante 3.10 km. ¿Qué distancia tendría que caminar hacia el norte y hacia el este para llegar a la misma posición?

7. Considere los dos vectores $\overrightarrow{F_1} = 3\hat{\imath} - 2\hat{\jmath}$ y $\overrightarrow{F_2} = -\hat{\imath} - 4\hat{\jmath}$. Calcule
a) $\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$, b) $\overrightarrow{F_1} - \overrightarrow{F_2}$, c) $|\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}|$, d) $|\overrightarrow{F_1} - \overrightarrow{F_2}|$ y e) las direcciones de $\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$ y $\overrightarrow{F_1} - \overrightarrow{F_2}$

8. La vista desde el helicóptero en la siguiente figura muestra a dos personas jalando una mula terca. Encuentre a) la fuerza única que es equivalente a las dos fuerzas que se muestran y b) la fuerza que una tercera persona tendría que ejercer sobre la mula para hacer la fuerza resultante igual a cero. Las fuerzas se miden en unidades de newtons (representada por N).

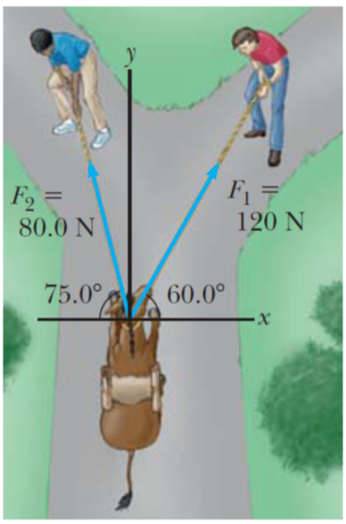


Figura 2.5:

9. Después de que una pelota rueda por el borde de una mesa horizontal en el tiempo $t = 0$, su velocidad como función del tiempo se conoce por $\overrightarrow{v} = 1{,}2\hat{i}m/s - 9{,}0t\hat{j}m/s$
   El desplazamiento de la bola al caer del borde de la mesa, mientras el intervalo de tiempo de 0.380 s durante el cual está en vuelo, se proporciona por

$$\Delta\overrightarrow{r} = \int_0^{0{,}380s} \overrightarrow{v}\, dt$$

   Haga la integración para calcular el desplazamiento de la pelota.

10. En la siguiente figura se muestran tres vectores desplazamiento de una pelota de croquet, donde $\overrightarrow{A} = 20{,}0$ unidades, $\overrightarrow{B} = 40{,}0$ unidades y $\overrightarrow{C} = 30{,}0$ unidades. Encuentre
    a) el resultante en notación de vectores unitarios y b) la magnitud y dirección del desplazamiento resultante.

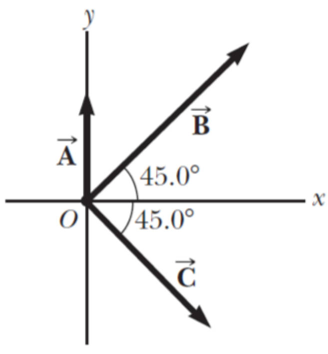


Figura 2.6:

11. Una persona que sale a caminar sigue la trayectoria que se muestra en la figura. El viaje total consiste en cuatro trayectorias en línea recta. Al final de la caminata, ¿cuál es el desplazamiento resultante de la persona, medido desde el punto de partida?

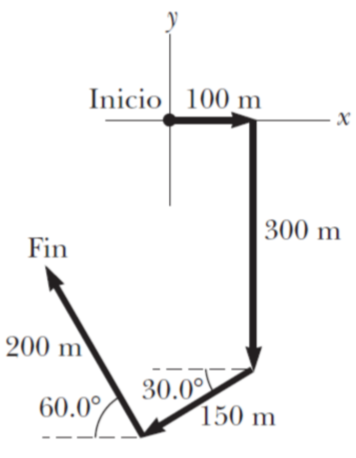


Figura 2.7:

12. Dos fuerzas $\overrightarrow{F_1}$ y $\overrightarrow{F_2}$ actúan sobre un objeto de 5.00 kg. Si toma $\overrightarrow{F_1} = 20{,}0N$ y $\overrightarrow{F_2} = 15{,}0N$, encuentre las aceleraciones en a) y b) de la figurasiguiente figura .

13. Tres fuerzas que actúan sobre un objeto se proporcionan por
    $\overrightarrow{F_1} = (-2{,}00\hat{\imath} + 2{,}00\hat{\jmath})N$,$\overrightarrow{F_2} = (5{,}00\hat{\imath} - 3{,}00\hat{\jmath})N$ y ,$\overrightarrow{F_3} = (-45{,}00\hat{\imath} + \hat{\jmath})N$. El objeto experimenta una aceleración de 3.75 $m/s2$ de magnitud.

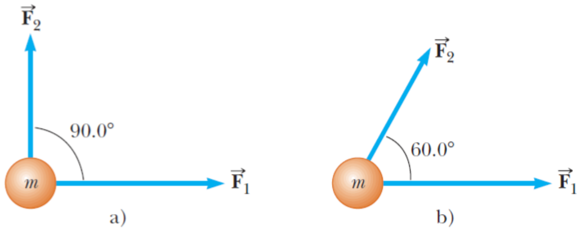


Figura 2.8:

a) ¿Cuál es la dirección de la aceleración?
b) ¿Cuáles la masa del objeto?
c) Si el objeto inicialmente está en reposo, ¿cuál es su rapidez después de 10.0 s? d) ¿Cuáles son las componentes de velocidad del objeto después de 10.0 s?.

14. Un objeto de 3.00 kg es móvil en un plano, con sus coordenadas x y y conocidas mediante $x = 5t^2 - 1$ y $y = 3t^3 + 2$, donde x y y están en metros y t en segundos. Encuentre la magnitud de la fuerza neta que actúa en este objeto en $t = 2{,}00s$.

15. Un saco de cemento de peso F_g cuelga en equilibrio de tres alambres, como se muestra en la figura . Dos de los alambres forman ángulos θ_1 y θ_2 con la horizontal. Si supone que el sistema está en equilibrio, demuestre que la tensión en el alambre izquierdo es

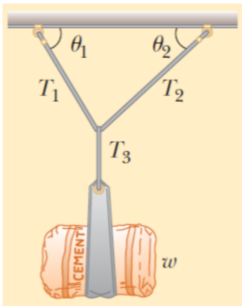


Figura 2.9:

$$T_1 = \frac{F_2.\cos(\theta_2)}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

CAPÍTULO 3

ENERGIA EN UN SISTEMA Y M.A.S

3.1. TRABAJO, ENERGIA Y POTENCIA

Definición 3.1. TRABAJO
Es la relación que existe entre el producto de la magnitud F de la fuerza, la magnitud Δx del desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza y $\cos(\theta)$, dende θ es el ángulo entre los vectores fuerza y desplazamiento.

Si la fuerza está medida en dinas y la distancia en centímetros (sistema cgs), el trabajo se mide en dinas por centímetro. Una dina-centímetro de trabajo se llama ergo Si la fuerza se mide en newtons y la distancia en metros (sistema mks), el trabajo se expresa en newton por metro. Un newton-metro de trabajo se llama joule. Un newton equivale a 10^5 dinas, y un joule a 10^7 ergo Si la fuerza se mide en libras y la distancia en pies, medimos el trabajo en libras-pie.

$$W \equiv F\Delta x \cos(\theta) = F \cdot \Delta x$$

Definición 3.2. ENERGÍA
Es la capacidad que tiene todo cuerpo para realizar trabajo.

Definición 3.3. ENERGÍA CINÉTICA
Cuando se consume trabajo en un sistema, y el único cambio en el sistema es su rapidez, el trabajo neto consumido en el sistema es igual al cambio en energía cinética del sistema.

$$E_c \equiv \frac{mv^2}{2}$$

Definición 3.4. ENERGÍA POTENCIAL

$$E_p \equiv mgh$$

Definición 3.5. ENERGÍA MECÁNICA

$$E_m \equiv E_c + E_p$$

Definición 3.6. ENERGÍA EN UN RESORTE

$$E \equiv \frac{Kx^2}{2}$$

Definición 3.7. POTENCIA

$$P = \frac{W}{t}$$

Ejemplo 3.1. Una fuerza de 130 Dinas arrastra una distancia de $9cm$. Una particula de $5gr$ que posee una rapidez inicial de $4cm/s$
Calcular
a. El trabajo realizado por la fuerza.
b. La energía cinética inicial.
c. La energía cinética final.
d. La rapidez final.

Ejemplo 3.2. Una partícula móvil en el plano xy se somete a un desplazamiento conocido por $\Delta\vec{r} = (2{,}0\hat{\imath} + 3{,}0\hat{\jmath})$ m cuando una fuerza constante $\vec{F} = (5{,}0\hat{\imath} + 2{,}0\hat{\jmath})$ N actúa sobre la partícula.

A) Calcule las magnitudes de la fuerza y el desplazamiento de la partícula.

B) Calcule el trabajo consumido por $\vec{F}$ en la partícula.

B) Calcule el ángulo entre los vectores..

3.2. CANTIDAD DE MOVIMIENTO,TORQUE E IMPULSO

Definición 3.8. Cantidad de movimiento lineal
La cantidad de movimiento lineal de una partícula o un objeto que se modela como una partícula de masa m que se mueve con una velocidad **v** se define como el producto de la masa y la velocidad de la partícula: $p \equiv mv$

Siempre que interactúan dos o más partículas en un sistema aislado, la cantidad de movimiento total del sistema permanece constante.

Definición 3.9. El cambio en la cantidad de movimiento de una partícula es igual al impulso de la fuerza neta que actúa en la partícula: $\Delta p = I = F\Delta t$

3.3. M.A.S

Definición 3.10. POTENCIA