Unidad 1: Magnitudes. Unidades de medida

Magnitud Física

El hombre asigna atributos significativos a las personas o a las cosas, tales como longitud, peso, belleza o patriotismo. Pero no todo atributo que se asigna a un objeto se puede medir, expresar numéricamente. Existen procedimientos bien definidos para medir la longitud o el peso, pero no para la belleza o el patriotismo.

A los atributos o, hablando con más precisión en el campo de la ciencia, a las "propiedades" que son susceptibles de medición las llamamos **magnitudes.** Ejemplos de magnitudes físicas son el tiempo, el volumen, la temperatura, la fuerza.

La Física requiere de la medición de las propiedades asignadas a los cuerpos ya que la experimentación hace a la esencia de la investigación científica sobre el mundo natural, es la estrategia utilizada para construir conocimiento válido. La medición requiere del uso de instrumentos y de la aplicación de procedimientos especialmente diseñados. Así, por ejemplo, el termómetro se utiliza para medir temperaturas y el calibre para medir pequeñas longitudes.

Como resultado de la operación o proceso que llamamos medir obtenemos un número que, junto con el nombre de la unidad utilizada, expresa el valor de la cantidad que se ha medido. Así por ejemplo si medimos una distancia con una regla podremos expresar el resultado como 1,2 cm.

Nos hemos referido a la Física vinculándola con el estudio de fenómenos naturales a los cuales, a lo largo de la historia, se ha procurado explicar, describir y predecir a través de un conjunto de enunciados (leyes de una teoría científica). Estas acciones (la explicación, la descripción y la predicción) requieren introducir magnitudes convenientes para estudiar fenómenos naturales.

Cotidianamente, también nosotros, utilizamos esas magnitudes para comprender, conocer, explicar y, en general, comunicarnos con los demás, pero en Física es conveniente diferenciar unas magnitudes de otras.

Existen sucesos que pueden describirse indicando sólo las medidas y las unidades correspondientes de las magnitudes que están involucradas en él por ejemplo el tiempo, la temperatura, la masa, etc. Este tipo de magnitudes se denominan escalares.

Hay otras magnitudes como la velocidad, la fuerza, etc., que necesita que se detallen más cosas para que queden bien identificadas. Estas magnitudes son las vectoriales.

Análisis Dimensional

La planificación experimental es fundamental en la investigación científica. A la misma puede ayudar el conocimiento del Análisis Dimensional. Esta herramienta sencilla, pero que impregna toda la Física, se basa en los conceptos de medida de una magnitud física y de las dimensiones asociadas con ella, una vez fijada una base de magnitudes fundamentales para una determinada teoría física.

Observables: Se denominan observables a los entes que se pueden caracterizar por algún efecto observable. Ejemplo: Color, longitud, miedo, tiempo, etc.

Observables comparables: Dos observables, (A) y (B), se dicen que son comparables si se puede definir la relación (A)/(B)=n siendo n un número cualquiera. La física sólo se interesa por los observables que son comparables.

La longitud de una mesa puede compararse con la longitud de un bolígrafo y podemos decir que una es n veces la otra.

Sin embargo, la hermosura o el miedo son observables no comparables, puesto que no podemos decir, por ejemplo, que una persona haya pasado 3.5 veces más miedo que otra viendo una película de terror.

En el caso de observables comparables, podemos definir criterios de igualdad y suma:

Criterio de igualdad: Diremos que un observable (A) es igual a otro (B), si ocurre: (A)/(B)=n con n=1.

Criterio de suma: Sean tres observables, (A_1), (A_2) y (A_3), comparables con otro observable (A0), mediante las relaciones

$(A_1)/(A_0)=n_1$, $(A_2)/(A_0)=n_2$, $(A_3)/(A_0)=n_3$

diremos que $(A_1)+(A_2)= (A_3)$ cuando ocurra que $n_1+n_2=n_3$

Se define como magnitud al conjunto de todos los observables que son comparables entre sí.

Se denomina cantidad a cada uno de los elementos del conjunto que define una magnitud.

La altura de un edificio, la distancia entre dos puntos, la amplitud de las oscilaciones de un péndulo, etc., son cantidades de la magnitud longitud. El día, la duración de un periodo lunar, etc., son cantidades de la magnitud tiempo.

Como vemos de los anteriores ejemplos, las magnitudes son entes abstractos a los que se llega a partir de entes concretos, tal y como corresponde al proceso natural del pensamiento.

Unidad: La unidad, U_A, de una magnitud es una cantidad $(A_0)= U_A$ elegida arbitrariamente.

Constantes particulares: Son aquellas que dependen de la naturaleza de los cuerpos que intervienen en el fenómeno y, por tanto, son ineludibles. Ejemplo: La constante recuperadora de un resorte. Podría elegirse un sistema de unidades que hiciese la unidad a la constante de un resorte, pero al cambiar de resorte volvería a aparecer la constante del nuevo resorte.

Constantes universales: Son las que no dependen de la naturaleza de los cuerpos en cuestión. Dicho de otro modo, a toda ecuación que se conserve invariante cuando cambian la naturaleza de los cuerpos con los que se opera, corresponde una constante universal. Ejemplos de ellas son la constante de gravitación universal G, la velocidad de la luz en el vacío c, la constante de Avogadro N, etc.

Cualquier combinación de constantes universales es una constante universal.

Homogeneidad Dimensional

Diremos que una ley física es dimensionalmente homogénea si todos sus términos (sumandos) tienen la misma dimensión. Como veremos, esto asegura su invarianza respecto del sistema de unidades.

Si los términos de la ecuación A +B =C tienen todos la misma dimensión y cambiamos el sistema de unidades de modo que se duplique la medida de A, obteniéndose A´=2A, como todos los términos responden a la misma ecuación de dimensiones, también se habrán duplicado B y C, pasando a ser B ´=2B y C ´=2C, de modo que la ley se seguirá cumpliendo en el nuevo sistema de unidades.

La homogeneidad dimensional implica que los argumentos de las funciones exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, etc. deben ser adimensionales.

Magnitud	Símbolo Dimensional
Masa	M
Tiempo	T
Longitud	L
Temperatura absoluta	Θ
Intensidad de corriente	I
Intensidad luminosa	J
Cantidad de sustancia	N

Ejemplos

magnitud	dimensiones
Longitud (l)	$[l] = L$
Superficie (A)	$[A] = L^2$
Volumen (V)	$[V] = L^3$
Momento de inercia (I)	$[I] = L^4$
Velocidad (v)	$[v] = L\,T^{-1}$
Aceleración (a)	$[a] = L\,T^{-2}$
Velocidad angular (ω)	$[\omega] = T^{-1}$
Aceleración angular (α)	$[\alpha] = T^{-2}$
Densidad (ρ)	$[\rho] = M\,L^{-3}$
Caudal volumétrico (Q)	$[Q] = L^3\,T^{-1}$
Caudal másico ($\dot{m}$)	$[\,\dot{m}\,] = M\,T^{-1}$

Nótese que cuando queremos indicar una magnitud, la misma debe ir entre corchetes. Por ejemplo [A] debe leerse "Unidades de Area".
Si queremos definir una nueva unidad a partir de las fundamentales solo debemos operar: según la segunda ley de Newton Fuerza = masa x aceleración
$[F]= [m]x[a]=MxLxT^{-2}$.
Y nos queda definida la nueva unidad a partir de las unidades fundamentales.

Situaciones Problemáticas

1) Analizar cuáles de los siguientes parámetros pueden considerarse magnitudes físicas y por qué:

a) La velocidad.

b) La belleza.

c) La rugosidad.

d) La masa.

2) ¿Qué unidad es la más conveniente para expresar la superficie de:

a) un terreno?

b) un piso?

c) una hoja de papel?

¿Qué significa medir?

Consideremos dos objetos que poseen una misma propiedad física si existe un experimento que permita establecer una relación de orden y una relación de equivalencia entre las manifestaciones de la propiedad en ambos cuerpos, decimos que dicha propiedad constituye una magnitud medible. En base a esta idea se puede construir un patrón de medición y una escala.

Establecer el orden es comparar si la magnitud observada en A es mayor o menor que la observada en B y la relación de equivalencia es cuando el experimento determina que la magnitud observada en A es idéntica a la observada en B.

Un ejemplo directo puede construirse para analizar la propiedad masa gravitatoria. El experimento puede desarrollarse a partir de una balanza de platillos (formato elemental), la balanza permite decidir si uno compara dos cuerpos cual tendrá mayor masa. También permite establecer cuando son idénticas. Entonces la masa es una magnitud medible.

Medir una magnitud física es comparar cierta cantidad de esa magnitud con otra cantidad de la misma que previamente se ha escogido como unidad patrón. Por tanto, una unidad es una cantidad arbitraria que se ha escogido por convenio para comparar con ella cantidades de la misma magnitud.

Volvamos a nuestro ejemplo: Para cuantificar la masa construimos pesas que funcionan como patrones. Luego las pesas pueden combinarse para construir una escala, múltiplos y submúltiplo del patrón.

Si decimos que una pesa tiene un 1 kg masa, y esa se toma como patrón el kilogramo es la unidad de medida. Luego por comparación puedo construir pesas de 100 gr, 500 gr, etc. con la cual se puede establecer una escala de medida.

Las magnitudes se pueden clasificar en magnitudes básicas y magnitudes derivadas.

Las magnitudes básicas son definidas por un determinado sistema de unidades en función de la factibilidad de reproducir el experimento que la caracteriza.

Las magnitudes derivadas son magnitudes que mediante cálculos pueden derivarse de las magnitudes fundamentales o pueden inferirse a través de una medida indirecta.

Al igual que las magnitudes, tenemos unidades básicas y unidades derivadas. Unidades básicas son las correspondientes a las magnitudes básicas al igual que las unidades derivadas son aquellas con las que se miden las magnitudes derivadas.

Sistema de unidades

A lo largo de la historia el hombre ha necesitado emplear diversos sistemas de unidades para el intercambio comercial. Algunos han desaparecido y otros persisten en nuestros días:

- El sistema anglosajón de medidas, vigente en algunos países de habla inglés: millas, pies, libras, Grados Farenheit.
- El sistema cegesimal (CGS): centímetro, gramo, segundo.
- El sistema técnico: metro, kilogramo fuerza, segundo.
- El sistema Giorgi o MKS: metro, kilogramo, segundo.
- El sistema métrico decimal, muy extendido en ciencia, industria y comercio, y que constituyó la base para la elaboración del Sistema Internacional.

Si bien cada país puede adoptar un sistema de unidades, existe una tendencia generalizada a adoptar un mismo sistema con el fin de facilitar la cooperación y comunicación en el terreno científico y técnico.

Es por ello que durante la XI Conferencia General de Pesas y Medidas celebrada en París en 1960, tomó la resolución de adoptar el llamado con anterioridad Sistema Práctico de Unidades, como Sistema Internacional, que es, precisamente, como se le conoce a partir de entonces.

El Sistema Internacional de Unidades (abreviadamente SI) distingue y establece, además de las magnitudes básicas y de las magnitudes derivadas, un tercer tipo son las denominadas magnitudes suplementarias.

Sólo siete magnitudes son necesarias para una descripción completa de la física:

Magnitudes básicas	Unidades del Sistema Internacional	
	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura absoluta	kelvin	K
Intensidad de corriente	amperio	A
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

A estas siete magnitudes básicas hay que añadir dos suplementarias asociadas a las medidas de los ángulos: el ángulo plano y el ángulo sólido.

La definición de las diferentes unidades básicas ha evolucionado con el tiempo al mismo ritmo que física. Así, el segundo se definió inicialmente como $\frac{1}{86.400}$ la duración del día solar medio, esto es, promediado a lo largo de un año.

Un día normal tiene 24 horas aproximadamente, es decir 24 x 60 x 60 = 86.400 segundos; no obstante, esto tan sólo es aproximado, pues la duración del día varía a lo largo del año en algunos segundos, de ahí que se tome como referencia la duración promediada del día solar.

Pero debido a que el periodo de rotación de la Tierra puede variar, y de hecho varía, se ha acudido al átomo para buscar en él un periodo de tiempo fijo al cual referir la definición de su unidad básica. Existirán nuevas definiciones a partir del año 2019. Las mismas están agregadas al final de cada definición.

- ACTUAL: 1 metro (m): es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de $\frac{1}{299.792.458}$ segundos.
- PROPUESTA: El metro, m, es la unidad de longitud; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la velocidad de la luz en el vacío, a ser igual exactamente a 299 792 458 cuando se expresa en $m \cdot s^{-1}$.

- ACTUAL: 1 kilogramo (kg): es la masa de un cilindro fabricado en 1880 compuesto de una aleación de platino-iridio (90 % platino - 10 % iridio), creado y guardado en unas condiciones exactas que se conserva en la Oficina de Pesas y Medidas en Sevres, cerca de París. Además de esté, hay copias en otros países que cada cierto tiempo se reúnen para ser regladas y ver si han perdido masa con respecto a la original.
- PROPUESTA: El kilogramo, kg, es la unidad de masa; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante de Planck, a ser exactamente igual a $6{,}626070040 \times 10^{-34}$ cuando es expresada en $kg\ s^{-1} \cdot m^2 \cdot$, que es igual a expresarlo en $J \cdot s$. Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición hace que el valor del kilogramo dependa de las definiciones del segundo y del metro.
- ACTUAL: 1 segundo (s): unidad de tiempo que se define como la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

- PROPUESTA: El segundo, s, es la unidad de tiempo por defecto, y su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la frecuencia de transición hiperfina en el estado fundamental del cesio-133 en reposo y en una temperatura de 0 K, que es exactamente igual a 9 192 631 770 cuando se expresa en s^{-1}, que es igual a expresarla en Hz.
- ACTUAL: 1 ampere (A): es la intensidad de corriente constante que, mantenida en dos conductores rectilíneos, paralelos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a una distancia de un metro el uno del otro, en el vacío, produce entre estos conductores una fuerza igual a 2 10^{-7} N por cada metro de longitud.
- PROPUESTA: El amperio, A, es la unidad de la corriente eléctrica por defecto; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la carga elemental, a saber exactamente igual a $1{,}60217 \times 10^{-19}$ cuando se expresa en A s, lo cual es igual a expresarlo en C. Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición del amperio ya no depende de las definiciones del kilogramo y del metro. Además, debido a la fijación de un valor exacto para la carga elemental, los valores de la permeabilidad al vacío, de la permitividad del vacío y de la impedancia del espacio libre, que hasta ahora han sido exactas junto a la velocidad de la luz, quedarían con un pequeño margen de error experimental.
- ACTUAL: 1 kelvin (K): unidad de temperatura termodinámica correspondiente a la fracción $\frac{1}{273{,}16}$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
- PROPUESTA: El kelvin, K, es la unidad de temperatura termodinámica; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante de Boltzmann, a saber exactamente igual a $1{,}38065 \times 10^{-23}$ cuando se expresa en $s^{-2} \cdot m^{2} \cdot kg \cdot K^{-1}$, que es igual a expresarlo en $J \cdot K^{-1}$. Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición hace que la determinación del valor del kelvin dependa de las definiciones del segundo, del metro y del kilogramo.
- ACTUAL: 1 candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540 $\times 10^{12}$ Hz y que tiene una intensidad energética en dicha dirección de 1/683 vatios por estereorradián.
- PROPUESTA: La candela, cd, es la unidad de intensidad luminosa en una dirección dada; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la eficacia luminosa de una radiación monocromática con una frecuencia de 540 $\times 10^{12}$ Hz, exactamente igual a 683 cuando se expresa en $s^{3} \cdot m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot cd \cdot sr$, o sea $cd \cdot sr \cdot W^{-1}$, lo cual es igual a $lm^{-1} \cdot W$.
- ACTUAL: 1 mol (mol): cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kg de carbono 12.

- PROPUESTA: El mol, mol, es la unidad por defecto de la cantidad de sustancia de una entidad elemental especificada, que puede ser un átomo, una molécula, iones, electrones, o cualquier otra partícula e grupo específico de dichas partículas; su magnitud se establece mediante la fijación el valor numérico de la constante de Avogadro, a saber exactamente igual a $6{,}02214 \times 10^{23}$ cuando este se expresa en mol^{-1}.

Algunas unidades derivadas:

- 1 coulomb (C): cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un ampere.
- 1 joule (J): trabajo producido por una fuerza de un newton cuando su punto de aplicación se desplaza la distancia de un metro en la dirección de la fuerza.
- 1 newton (N): es la fuerza que, aplicada a un cuerpo que tiene una masa de 1 kilogramo, le comunica una aceleración de 1 metro por segundo, cada segundo.
- 1 pascal (Pa): es la presión uniforme que, actuando sobre una superficie plana de 1 metro cuadrado, ejerce perpendicularmente a esta superficie una fuerza total de 1 newton.
- 1 volt (V): es la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de un hilo conductor que transporta una corriente de intensidad constante de 1 ampere cuando la potencia disipada entre esos puntos es igual a 1 watt.
- 1 watt (W): Potencia que da lugar a una producción de energía igual a 1 joule por segundo.
- 1 ohm (Ω): es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor cuando una diferencia de potencial constante de 1 volt aplicada entre estos dos puntos produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad 1 ampere, cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor.
- 1 weber (Wb): es el flujo magnético que, al atravesar un circuito de una sola espira produce en la misma una fuerza electromotriz de 1 volt si se anula dicho flujo en 1 segundo por decrecimiento uniforme.

Existen otras unidades derivadas de las básicas como son, algunas de ellas:

Magnitud	Unidad
área	m^2
volumen	m^3
velocidad	m/s
aceleración	m/s^2
densidad	kg/m^3
luminancia	cd/m^2

Los múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI representan potencias de diez de la unidad básica. Los múltiplos y submúltiplos más comunes en el SI son:

Prefijo	Símbolo	Múltiplos o submúltiplos
peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
Kilo	k	10^{3}
hecto	h	10^{2}
deca	da	10^{1}
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	µ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

CONSEJOS ÚTILES:

- Antes de realizar cualquier cálculo, debe comprobarse que todas las magnitudes tenga sus unidades correctas para la realización del mismo.
- Una buena forma de saber si recordamos una fórmula en forma correcta, es colocar las unidades de cada magnitud involucrada y verificar que la unidad resultan es la correcta, a menos de las constantes.

A modo de ejemplo:

Enunciado:

La densidad de un material es de $\rho = 3\ g/cm^3$. Si tengo un cilindro de 5 kg realizado con ese material, ¿cuál será su volumen en m^3?

Resolución:

Para resolver esta situación debemos expresar la densidad en las unidades adecuadas.

Debo transformar los g a kg y los cm^3 a m^3. Necesitamos dos factores de conversión, uno para cada cambio de unidad.

1000 gr = 1 kg. En notación científica $1\ 10^3\ g = 1\ kg$.

$10^2\ cm = 1\ m$

$(10^2\ cm)^3 = (1\ m)^3$ o sea $1x10^6\ cm^3 = 1 m^3$

Ahora hagamos el cambio de unidad

$$\rho = 3\,\frac{g}{cm^3} = 3\,\frac{g}{cm^3}\,\frac{1\ \mathrm{kg}}{1\ 10^3\ \mathrm{g}}\,\frac{1\ 10^6\ cm^3}{1\ \ m^3}$$

Si hacemos la simplificación de unidades y las cuentas, nos queda:

$$\rho = 3\,\frac{g}{cm^3} = 3\,\frac{g}{cm^3}\,\frac{1\ \mathrm{kg}}{1\ 10^3\ \mathrm{g}}\,\frac{1\ 10^6\ cm^3}{1\ \ m^3}$$

$\rho = 3\ 10^3\ kg/m^3$

Sabiendo que

$$\rho = \frac{m}{vol}$$

Despejamos el volumen.

$$vol = \frac{m}{\rho}$$

Ahora reemplazamos:

$$vol = \frac{5kg}{3\ 10^3\ kg/m^3} = 1{,}67\ m^3$$

Respuesta: El cilindro tendrá un volumen de 1,67 m^3.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

1) Definir las siguientes magnitudes en función de las unidades fundamentales M, L, T.
   a) Presión = Fuerza/Area
   b) Cantidad de Movimiento = Masa x Velocidad
   c) Impulso Lineal = Fuerza x Tiempo
   d) Momento de una Fuerza = Fuerza x distancia
   e) Energía Potencial = masa x aceleración x altura
   f) Impulso Angular = Impulso Lineal x distancia
   g) Velocidad de Onda = $\sqrt{(\text{Presión}/\text{Densidad})}$

2) Realizar el análisis dimensional de las siguientes ecuaciones, considerando en que debe medirse cada una de las magnitudes involucradas para obtener la magnitud resultante.
   a) $X = X_0 + V_0 x T + (1/2) x A x T^2$ donde $[X] = L$
   b) W = FxDxcosα donde F=fuerza y D=distancia
   c) P = W/T
   d) $Ac = V^2 / R$ donde V= velocidad y R=Radio
   e) $X = A x sen(\omega T + \varphi)$ donde $[A] = L$ y $[\varphi] = rad$
   f) $Ec = ½\ M\ V^2$

3) Sustituir los puntos suspensivos por el número o unidad que corresponda:

a) 7,5 m = 750 … = 0,75 …

b) 0,9 Km = … dm = … dam

c) 8,34 hl = 8340 … = 0,834 …

d) 743,2 dag= … q = 7,432 …

4) Expresar en m^2 las siguientes medidas de superficie:

a) 2 dam^2 b) 35 cm^2 c) 4,8 hm^2

5) Expresar en litros las siguientes cantidades:

a) 65 cm^3 b) 0,0042 hl

6) Escribir en centilitros las siguientes cantidades:

a) 4 ml b) 0,75 dal c) 7 Kl d) 1,9 l

7) Indicar qué cantidades son mayores que 1 gramo:

a) 53 cg b) 0,7 dag

c) 0,003 Kg d) 7554 mg

8) La densidad de un sólido es de 3 g/cm^3, calculá su valor en kg/m^3 y en g/l.

9) La masa de Saturno es de $5{,}64 \times 10^{26}$ Kg. y su radio es 6×10^7 m. Calculá su densidad.

10) ¿Cuántos gramos de cobre se requieren para construir un cascarón esférico hueco con un radio interior de 5,7 cm y un radio exterior de 5,75 cm? La densidad del cobre es 8,93 $g/\ cm^3$

11) Una placa circular de cobre tiene un radio de 0,243 m y una masa de 62 Kg. ¿Cuál es el espesor de la placa?

12) La superficie de un campo de golf es 8.500 m^2. ¿Cuántas hectáreas áreas mide?

13) La masa de una tableta de chocolate negro es de 3 hg. Para hacer una taza de chocolate se necesitan 40 g de chocolate negro. ¿Cuántas tazas se pueden hacer con la tableta? ¿Cuántos gramos de chocolate sobran?

14) ¿Cuántas botellas de vino de 750 cm^3 se pueden llenar con un barril que contiene 120 litros?

15) La longitud de 3 palos es de 81 m. El segundo mide el doble que el primero y el tercero 10 dm más que el segundo. ¿Cuánto mide cada palo? Expresá el resultado en dam.

16) El volumen de la maqueta de un cubo es 250 mm3. ¿Cuál es su capacidad real en litros, si la escala de la maqueta es un doceavos?

17) El tanque de un micro de turismo admite 0,56 hl. Después de realizar un viaje se consume la cuarta parte del tanque. Calculá cuántos litros quedan en el tanque.

18) La medida del paso de María es de 64 cm. ¿Cuántos pasos deberá dar para ir a la Facultad desde su casa, que está a 1 km, 2hm, 7 dam y 5 m?

19) ¿Cuántos campos de fútbol de 120 m de largo por 90 m de ancho se necesitan para cubrir la superficie de Argentina que es 2.780.400 km2?

20) La capacidad del depósito de una moto es de 5 l. Se llena de nafta, y después de un recorrido se consumen los 3/4 de la misma. Calculá cuántos centilitros de nafta quedan en el depósito.

Recursos

Para profundizar conocimientos sobre la historia del Sistema Internacional de Unidades
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm

Para profundizar contenidos
http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/4713/1/Sistemas%20de%20Unidades%20F%C3%ADsicas.pdf

http://www.cem.es/sites/default/files/siu8edes.pdf

Para conversión de unidades de medida entre otras funciones
http://www.ofimega.es/oficalc/

http://jconvert.softonic.com/descargar

Para convertir unidades online (en español)
http://www.convertworld.com/es/

http://rsta.pucmm.edu.do/ciencias/fisica/convertidor/

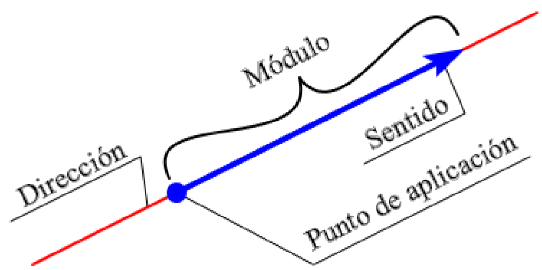
Para acceder a situaciones problemáticas
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesarroyo/matematicas/materiales/1eso/unidad4.pdf

Unidad 2.Vectores en el plano

Introducción

Existen sucesos imposibles de predecir o describir indicando sólo las medidas y las unidades correspondientes de las magnitudes que están involucradas en él. A este tipo de magnitudes le vamos asociar un vector y diremos que son magnitudes vectoriales a diferencia de las magnitudes escalares que ya vimos. Ejemplo de magnitudes vectoriales son la fuerza, la velocidad, la aceleración, etc.

La Física, haciendo uso de elementos de la matemática, utiliza al "vector" (segmento orientado) para esquematizar a las magnitudes vectoriales. El vector además de indicar la medida de la magnitud vectorial (establecida por la longitud del vector o módulo del vector), también establece una dirección (esquematizada por la recta imaginaria a la que pertenece el vector), un sentido (extremo del vector) y un punto de aplicación (origen del vector).

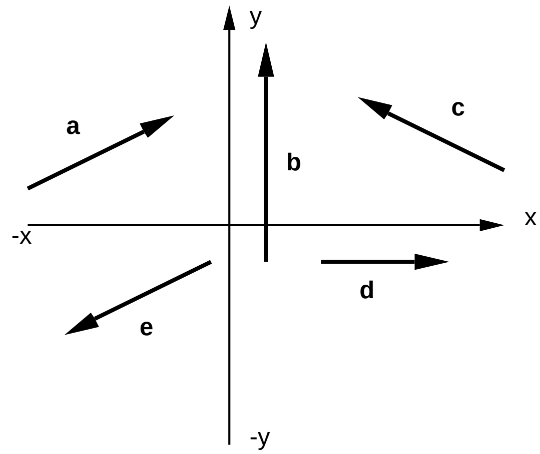


Para representar los vectores se debe utilizar una escala. La escala es la relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad y se escriben en forma de razón donde el antecedente indica el valora dibujar y el consecuente el valor de la realidad.

Por ejemplo si se quiere representar una fuerza de 40 $\overrightarrow{kg}$ podemos utilizar una escala 1cm / 10 $\overrightarrow{kg}$, entonces para representar nuestra fuerza deberíamos graficar un vector de 4 cm.

Situación Problemática

1) Utilizando el sistema de ejes coordenados de la figura (coordenadas x, y) contestá las preguntas sobre los vectores que se detallan abajo. Elijan tantos vectores, **a**, **b**,... **e**, como sean necesarios para contestar adecuadamente las preguntas formuladas.



a. ¿Qué vector (vectores) tiene componente x distinta de cero?

b. ¿Qué vector (vectores) tiene componente x negativas?

c. ¿Qué vector (vectores) tiene componente y cero?

d. ¿Qué vector (vectores) tiene componente y positiva?

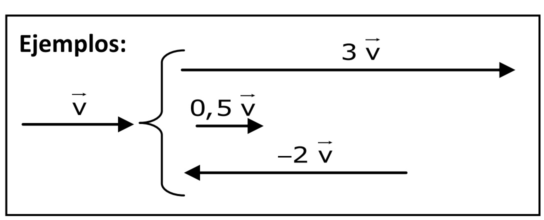
e. ¿Qué vector (vectores) tiene componente z nula?

f. ¿Cuál es el vector de mayor módulo?

Trabajando con vectores

Producto de un escalar (número) por un vector

Al multiplicar un número por un vector obtenemos otro vector de la misma dirección y sentido que el primero (si el número es positivo), pero de mayor o menor módulo. O bien, un vector (de mayor o menor módulo) que apunta en sentido contrario al dado (si el número es negativo)



SituacionesProblemáticas

2) Si el vector $\vec{v}$ tiene módulo 4 (es decir, $|\vec{v}| = 4$), calculá el módulo de los siguientes vectores:

a) Módulo de $3\vec{v}$: $|3\vec{v}| =$

b) Módulo de $-4\,\vec{v}$:

c) Módulo de $\frac{3}{4}\vec{v}$:

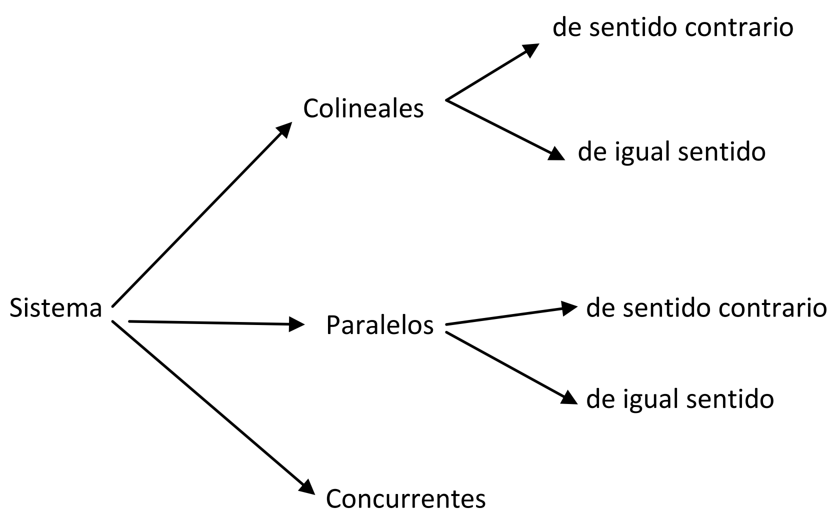
d) Módulo de $-0{,}5\vec{v}$:

e) Módulo de $\frac{1}{2}\,\vec{v}$:

Suma de vectores

Al sumar dos o más vectores se obtiene otro vector (vector suma o resultante) que produce el mismo efecto que todos los vectores sumados.

Para saber cómo sumar los vectores debemos tener en cuenta que pueden tener distintas disposiciones. Podemos encontrarnos con distintos tipos de sistemas, a saber:



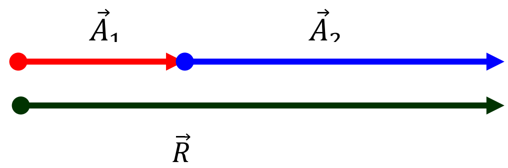
Sistema de vectores colineales

Son aquellos vectores que tienen la misma dirección, pudiendo tener igual o distinto sentido.

De igual sentido

El vector resultante $\vec{R}$ tiene la misma dirección y sentido que los vectores individuales y su módulo es igual a la suma de los módulos de cada vector.

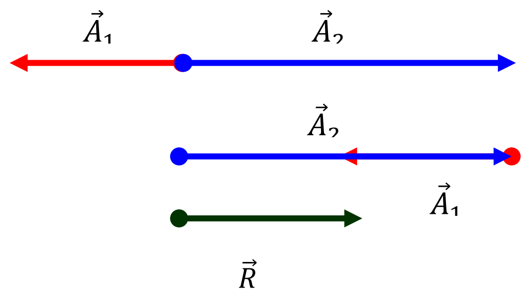
En forma gráfica:



De sentido contrario

El vector resultante $\vec{R}$tendrá la misma dirección que los vectores sumados, el sentido del vector de mayor módulo y el módulo del vector resultante será la resta de ambos módulos.

En forma gráfica:



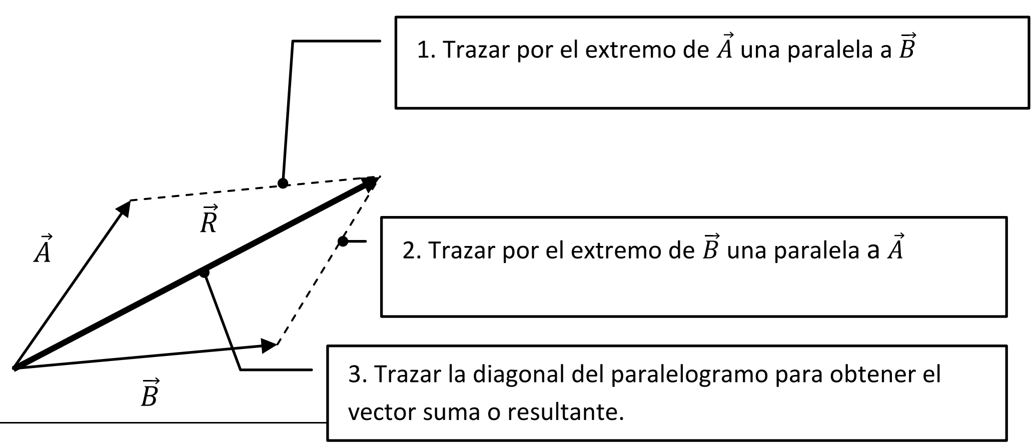
De esta misma forma se puede resolver la resta de vectores colineales, como al suma de vectores colineales con sentidos contrarios.

Sistema de vectores concurrente

Son aquellos vectores cuyas direcciones pasa por un mismo punto.

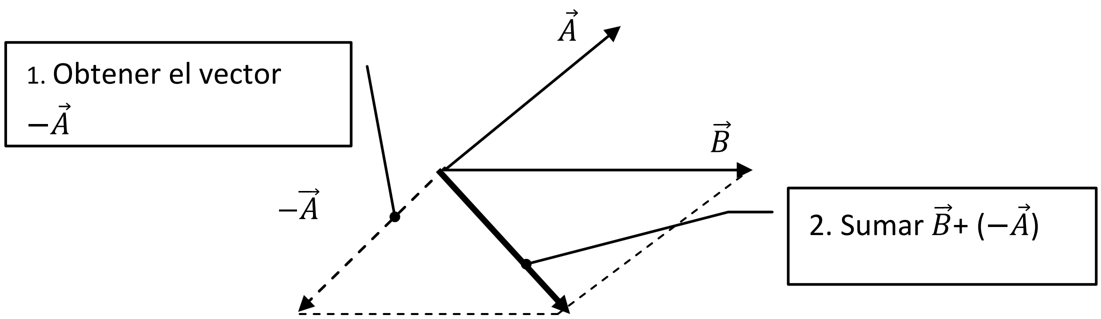
<u>Regla del paralelogramo</u>

Esto es, se construye un paralelogramo que tenga los vectores como lados y se traza la diagonal del mismo para obtener el vector suma.



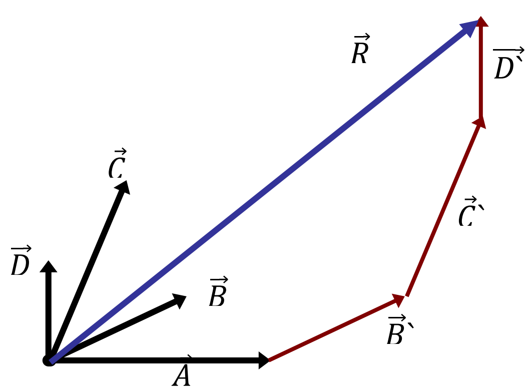
Para obtener el vector resta se puede usar la regla del paralelogramo, teniendo en cuenta que la diferencia puede ser considerada como la suma de un vector y su opuesto:

$$\vec{B} - \vec{A} = \vec{B} + \left(-\vec{A}\right)$$



Regla del polígono

Este método consiste en trasladar la fuerza $\vec{B}$ a continuación de$\vec{A}$,con la misma dirección y sentido, y así sucesivamente con el resto de los vectores. El vector resultante se obtiene uniendo el punto de aplicación de $\vec{A}$, con el extremo del último vector trasladado.



Situaciones Problemáticas

3) **A**, **B**, **C** y **D** son puntos arbitrarios del plano. Simplificá las siguientes expresiones dando el resultado en la forma $\overrightarrow{XY}$ (es decir, dando el origen y el extremo del resultado):

$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}=$

$\overrightarrow{CA}-\overrightarrow{BA}+\overrightarrow{BC}=$

$\overrightarrow{AB}-\overrightarrow{CB}=$

$\overrightarrow{AB}-(\overrightarrow{AB}-\overrightarrow{BC})+\overrightarrow{CD}=$

$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{CD}=$

$\overrightarrow{AB}-(\overrightarrow{CC}-\overrightarrow{BA})=$

$\overrightarrow{AB}-\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{BA}=$

$\overrightarrow{AB}+(\overrightarrow{BC}-\overrightarrow{DC})=$

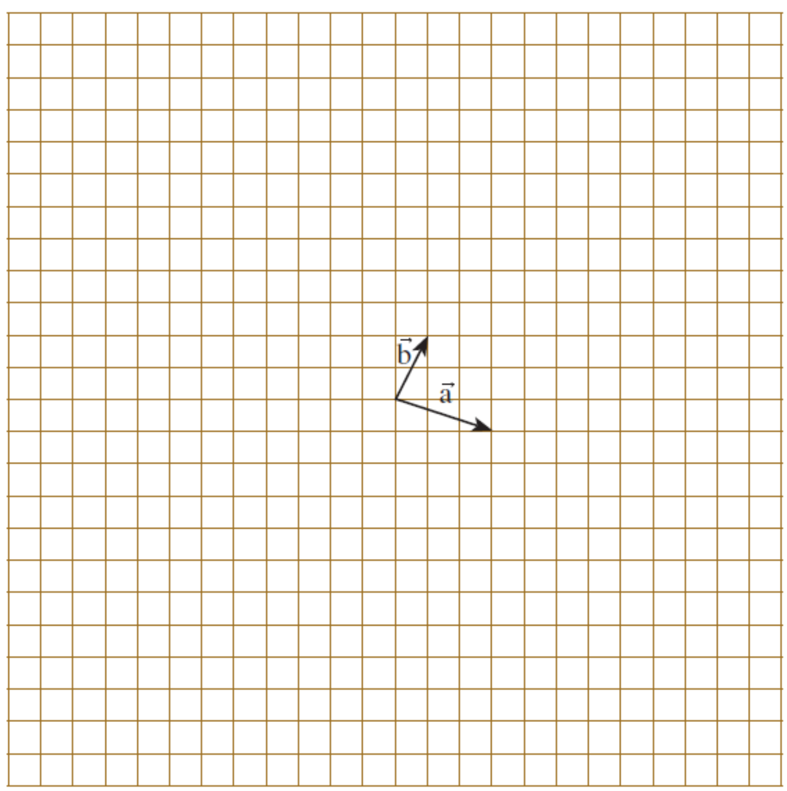
4) Dados los vectores $\vec{a}$ y $\vec{b}$ de la figura, dibujá los siguientes vectores:

$\vec{u} = 2\vec{a} + 3\vec{b}$

$\vec{x} = -3\vec{a} + 2\vec{b}$

$\vec{z} = \vec{a} - 5\vec{b}$

$\vec{y} = -2\vec{a} - \vec{b}$

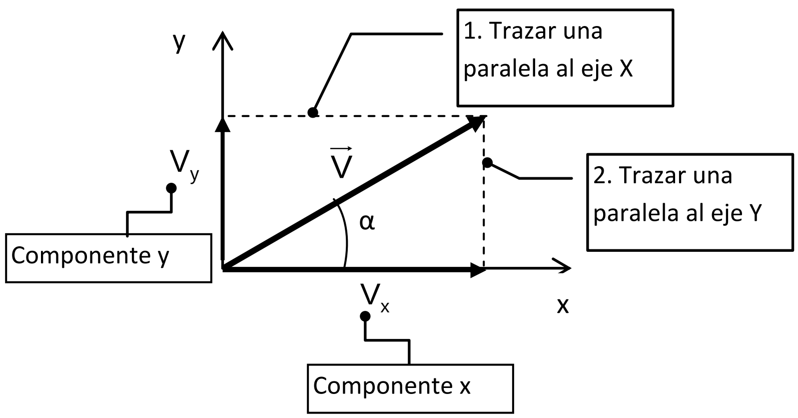


Suma de vectores en forma analítica

Para realizar la suma de varios vectores en forma analítica debemos expresar cada vector en función de sus componentes.

Componentes de un vector

Siempre podemos descomponer un vector en dos componentes ortogonales.



Si conocemos el módulo del vector y el ángulo que forma con el eje x.

$$v_x = v.\cos\alpha$$

$$v_x = v.\,\text{sen}\alpha$$

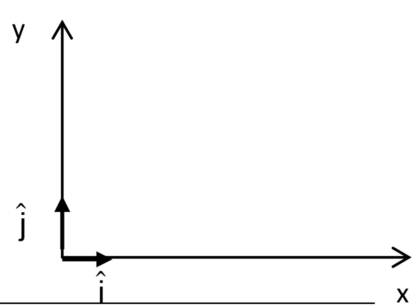
Las magnitudes de V_x y V_y, se llaman componentes del vector y son números reales.

De esta forma un vector lo podemos escribir como:

a) Par ordenado: $\vec{V} = (v_x, v_x)$.

b) Forma polar: $\vec{V}: |\vec{V}|_\alpha$

c) En término de vectores unitarios. Un vector unitario es un vector sin dimensiones que tiene módulo igual a uno. Sirven para especificar una dirección determinada. Se usan los símbolos $\hat{\imath}$ y $\hat{\jmath}$ para representar vectores unitarios que apuntan en la dirección del eje x y en la dirección del eje y positivas, respectivamente.



$$\vec{V} = V_x\hat{\imath} + V_y\hat{\jmath}$$

El vector suma lo podremos escribir como: $\vec{R} = R_x\hat{\imath} + R_y\hat{\jmath}$

Donde R_x es la suma de las componentes en la dirección x de todos los vectores a ser sumados y R_y es la suma de las componentes en la dirección y de todos los vectores a ser sumados.

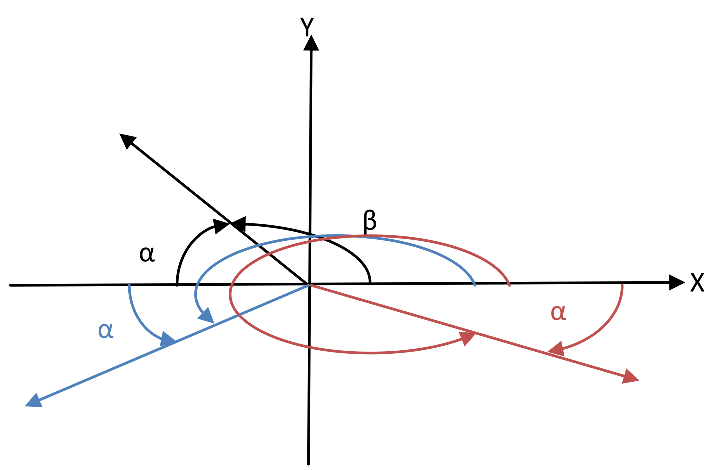
Para hallar el módulo del vector resultante se utiliza el Teorema de Pitágoras y para calcular su dirección la función tangente.

$$|\vec{R}| = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2}$$

$$tg\ \alpha = \frac{R_y}{R_x}$$

CONSEJOS ÚTILES:

- Las componentes de un vector son magnitudes escalares. En caso de representar una magnitud física las componentes están afectadas por unidades de medida.
- El módulo de un vector es un número positivo acompañado de una unidad encaso de representar una magnitud física.
- En Física trabajamos con reducción al primer cuadrante o sea con ángulos comprendidos entre 0° y 90°, por lo que si los vectores se encuentran en el 2°, 3° o 4° cuadrante debemos utilizar el ángulo menor a 90° medido desde el eje X. Para ello hacemos uso de las siguientes operaciones:
  a) 2° Cuadrante: α = 180° – β
  b) 3° Cuadrante: α = β – 180°
  c) 2° Cuadrante: α = 360° – β

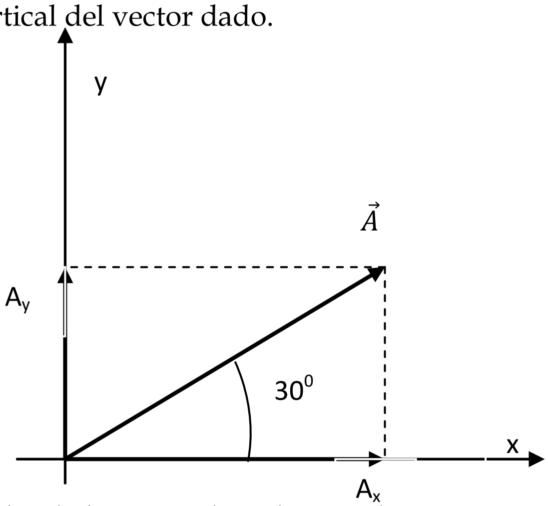


A modo de ejemplo:

Enunciado

Sea el vector $\vec{A}$ de modulo = 5 que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Halla las componentes horizontal y vertical del vector dado.

Resolución:



Proyectando el vector $\vec{A}$ sobre la horizontal se obtiene el vector componente Ax cuyo valor es:

$$Ax = A \,.\, \cos 30° = 5 \,.\, 0{,}86 = 4{,}33$$

Para la componente vertical se tiene:

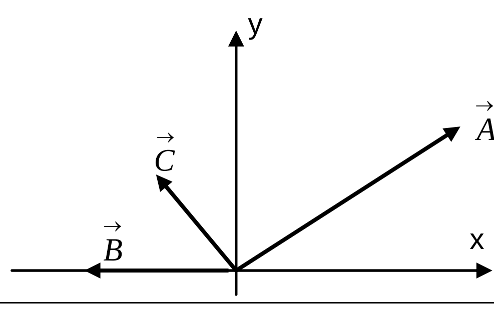
$$Ay = A \,.\, \mathrm{sen}30° = 5 \,.\, 0{,}5 = 2{,}5$$

Enunciado

Sean tres vectores coplanares: el vector $\vec{A}$ de modulo 50 unidades que forma un ángulo de 30^0 con la horizontal, el vector $\vec{B}$: 15_{180^0} y $\vec{C} = -10\,\hat{\imath} + 17\,\hat{\jmath}$. Halla el vector suma:

Resolución

Vamos a realizar un esquema de la situación:



Proyectamos los vectores sobre los ejes x e y, para obtener las componentes de los vectores dados sobre los respectivos ejes.

Eje x:

$Ax = A$. Cos30° = 50. 0,86 = 43

$Bx = B$. Cos180° = 15. (- 1) = - 15

$Cx =$ - 10

Eje y:

$Ay = A$. Sen30° = 50 . 0,5 = 25

$By =$ 0

$Cy =$ 17,3

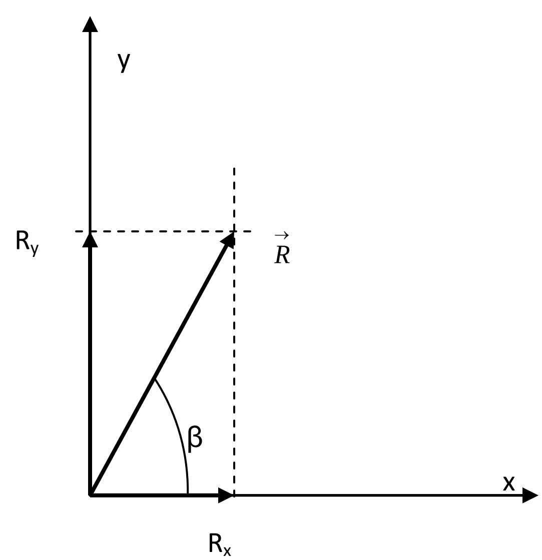
Para obtener el vector suma, sumamos las componentes en cada eje:

$Rx = Ax + Bx + Cx =$ 43 - 15 - 10 = 18

$Ry = Ay + By + Cy =$ 25 + 0 +17 = 42

El vector suma será: $\vec{R} = 18\ \hat{\imath} + 42\ \hat{\jmath}$.

Que también se puede expresar en función de su modulo y el ángulo que forma con el eje x.



Para calcular el modulo:

$$R = \sqrt{Rx^2 + Ry^2} = \sqrt{18^2 + 42^2} = 45{,}7$$

Para obtener la dirección del vector resultante se calcula el ángulo β

$$tg\beta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{42}{18} = 2{,}33 \Longrightarrow \qquad \beta = \text{arctg } 2{,}33 = 66{,}8°$$

Situaciones Problemáticas

5) Si $\vec{u} = (4,-2)$, $\vec{v} = (-1,5)$ y $\vec{w} = (0,3)$, calcular:

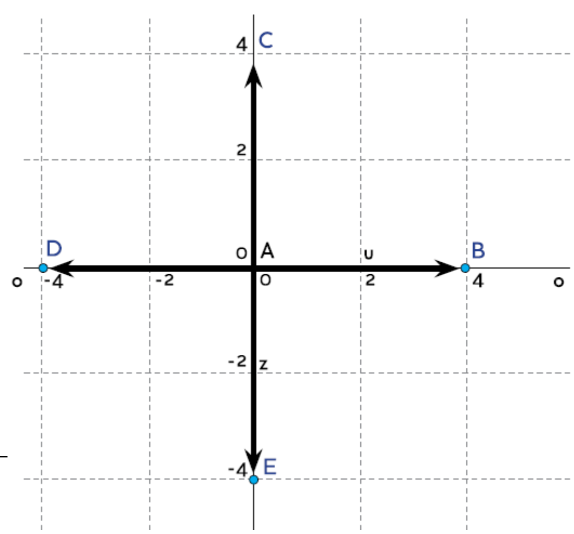
$a)\ \vec{u} + 2\vec{v} + 3\vec{w} =$

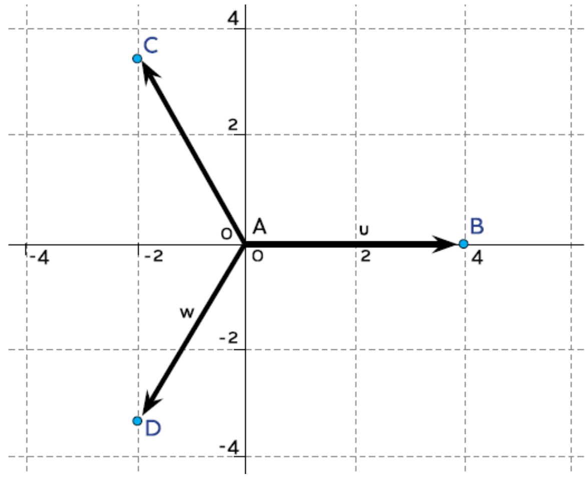
$b)\ 3\vec{u} - 2\vec{v} + \vec{w} =$

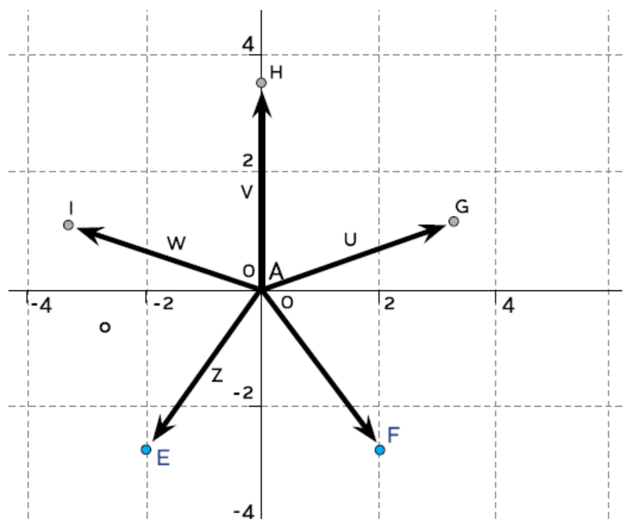
$c)\ \dfrac{\vec{u}}{2} + \vec{v} - \dfrac{1}{3}\vec{w} =$

$d)\ \dfrac{\vec{u} + \vec{v} + \vec{w}}{3} =$

6) Determinar el vector resultante de las siguientes configuraciones. ¿Qué característica tienen estas figuras? A partir del resultado obtenido ¿podrías deducir una conclusión general para distintas representaciones que tengan la misma característica? Proponé algún otro ejemplo.







7) Si $\vec{a} = 4_{30^\circ}$ y $\vec{b} = 3_{120^\circ}$ calculá un vector $\vec{x}$ tal que verifique $\vec{x} - 2\vec{b} = \vec{a}$. Da el resultado en forma polar.

8) Completá la siguiente tabla, según corresponda:

Forma: en componentes	Forma: en función de $\vec{i}$, $\vec{j}$	Forma: polar
(-2,5)		
	$6\vec{i} + 2\vec{j}$	
		$5_{270°}$
	$-4\vec{i}$	
(0,-1)		
		$5_{135°}$
	$6\vec{j}$	
	$5(\cos 60° \vec{i} + \text{sen}60° \vec{j})$	

9) Tenemos tres vectores de las siguientes características: $\vec{A}$ tiene modulo 4 y dirección 150º; $\vec{B}$ tiene modulo 2 y dirección 250º y $\vec{C}$ tiene modulo 6 y dirección 0º. Hallar el vector:

a) $\vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$

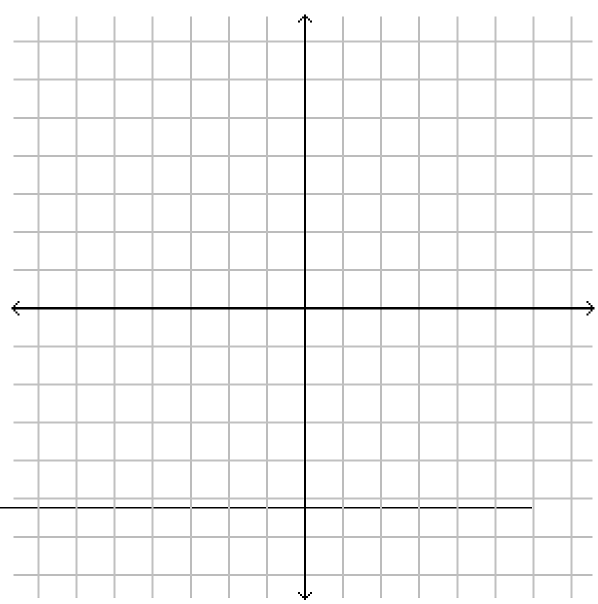
b) $\vec{A} - \vec{B} - \vec{C}$

c) $-\vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$

Realizar los cálculos gráfica y analíticamente. Dar los resultados en las tres formas posibles.

10) Mauricio sale de su casa para hacer ejercicio caminado en línea recta 3 km en dirección E, después 4 km en dirección NE y finalmente 8 km en dirección S.

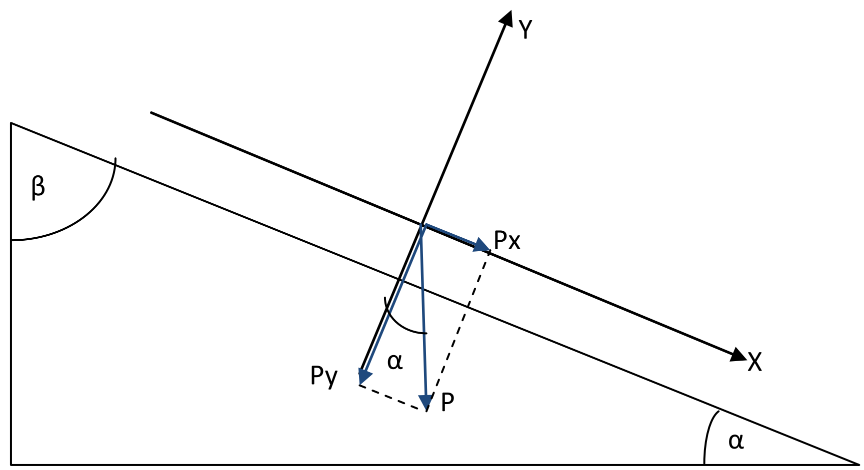
a) Hace un esquema aproximado del itinerario que hizo, tomando como origen del sistema de coordenadas su casa.



b) Calcular cuántos km se alejó de su casa.

11) Un barco viaja 100 km hacia el norte en el primer día de su viaje, 60 km hacía el Noreste en el segundo día y 120 km en el tercer día de viaje. Encontrar el desplazamiento total realizado por el barco.

Un caso particular se da cuando los ejes no son los característicos (horizontal y vertical) que se da con un vector cuando no coincide con la dirección de alguno de dichos ejes. Es el caso del vector Peso en un plano inclinado



Para determinar con que eje forma el vector el ángulo α que es el necesario para descomponer al vector, podemos observa que el vector P es paralelo al cateto opuesto y la componente Px es paralelo a la hipotenusa y por lo tanto entre ambos se reproduce el ángulo β.
Ademas por ser un triángulo rectángulo vemos que la suma de α y β es 90°. Como las componentes del vector forman tambien 90° podemos afirmar que el ángulo α se reproduce entre vector P y su componente Py.
Por lo tanto las componentes del vector P serán:

Sen α = Px / P por lo tanto Px=P sen α

Cos α = Py /P por lo tanto Py=P cos α

Recursos

Para profundizar contenidos
http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=70276

http://rafaelroyero.wordpress.com/vectores/

http://yesan.galeon.com/vectores.htm

Para visualizar animaciones que favorecen la compresión de operaciones algebraicas con vectores
http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/Add2Vectors/Add2Vectors.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/VectorAddComponents/VectorAddComponents.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/Add3Vectors/Add3Vectors.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/Subtract2Vectors/Subtract2Vectors.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/UnitVectors/UnitVectors.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/Vectors/DotProduct/DotProduct.html

Para situaciones de resolución numérica son útiles los programas de cálculo como por ejemplo el Dr. Geo cuya finalidad es brindar una herramienta de fácil uso, en español y gratis, para ejercitar, experimentar y comprobar operaciones con vectores.
http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=70334
Otro programa es el llamado GeoGebra
http://www.geogebra.org/cms/

Unidad 3. Cinemática

Movimiento

Todo en el Universo está continuamente en movimiento. Aquí estudiaremos cuerpos que se mueven por efecto de algún tipo de interacción que han experimentado, pero por ahora no nos ocuparemos de esa interacción, sino de describir el movimiento del cuerpo por efecto de esa interacción.

Es decir, nos ocuparemos de cuerpos inertes. Son cuerpos que por sí solo no pueden hacerse nada. Necesitan alguna interacción para moverse.

Ahora bien. ¿Qué significa que algo se mueva?

Analicemos la siguiente situación: Cuando un tren pasa por una estación, decimos que el tren está en movimiento; sin embargo, un pasajero de ese tren puede decir que la estación se halla en movimiento en sentido contrario a la del tren. Entonces ¿Quién se mueve?, ¿el tren, o la estación?

Un objeto se halla en movimiento cuando un punto cualquiera de ese objeto cambia de posición. ¿Cómo se sabe que un objeto cambia de posición?

Para saber que un objeto cambia de posición es necesario fijar:

• Un sistema de referencia, definido como un conjunto de objetos queestán en reposo respecto de un observador. La persona que está enel andén observa desde un sistema de referencia para el cual, ella,el piso, los árboles, etc. están fijos. En cambio para la persona queviaja en el tren, observa desde un sistema de referencia en el cual losasientos del tren, el piso del tren, las paredes del tren, etc. están fijos.

El concepto de movimiento es un concepto relativo; para un sistema de referencia dado un cuerpo puede hallarse en reposo, para otro puede hallarse en movimiento. O sea que un cuerpo se halleen reposo o en movimiento depende del sistema de referencia elegido.

• Un sistema de coordenadas, por ejemplo cartesiano ortogonal, quepermita determinar la posición de un objeto en el espacio y si cambiacon el tiempo asociado a un dado sistema de referencia.

Para nuestro análisis trabajaremos en el modelo de partícula. Es decir que nuestro cuerpo inerte que se mueve se puede describir localizando un sólo punto en un sistema de coordenadas.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

1) Sentada en el andén de la estación Retiro veo pasar el tren en el cual mi amiga se dirige a la cuidad Nazaret. Mi amiga que viaja en ese tren afirma que soy yo que me estoy alejando. ¿Quién tiene razón?

2) Un espía viaja sin boleto en el tercer vagón del Expreso a Kamtchatka. Al pasar por Katmandú nota que se acerca peligrosamente el guarda desde el segundo vagón. Mientras tanto un agente secreto examina cuidadosamente el paso del tren desde un andén de la estación de Katmandú tratando de reconocer a cada uno de los pasajeros.

a) ¿En qué sentido se mueve el guarda según el espía?¿Y según el agente?

b) ¿Se mueve el agente respecto al espía?¿Y el espía respecto al agente?

c) ¿Qué conclusión se puede extraer del análisis globalde la situación?

3) Un mochilero que viaja en tren durante la noche, se despierta repentinamente. Las persianas del vagón están completamente cerradas. Alencender su linterna ve sobre una mesita un vaso con agua y parte deun cubito de hielo.

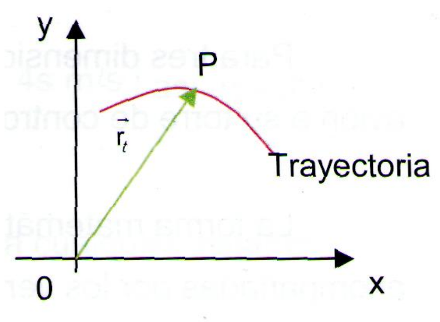
a) ¿Podría sin abrir las persianas determinar si el tren está detenidoen una estación ($v = 0$ respecto de la Tierra) o si está viajando entreestaciones ($v \neq 0$ respecto de la Tierra)?

b) ¿Podría determinar si el tren está llegando o saliendo de unaestación?

Posición. Desplazamiento

Consideremos un dado sistema de referencia respecto al cual el piso donde esta nuestro cuerpo se halla quieto. Para ubicarlo en el espacio al cuerpo necesitaremos un sistema de coordenadas y un reloj que nos indique como cambia su posición con el tiempo.

Así, al iniciarse el movimiento de un cuerpo, hablaremos de la posición inicial que corresponde al instante inicial en que comenzamos el registro del tiempo (t_0)e indicando que se encuentra se encuentra en "tal o cual" posición con respecto al sistema de coordenadas elegido en el instante de tiempo t.

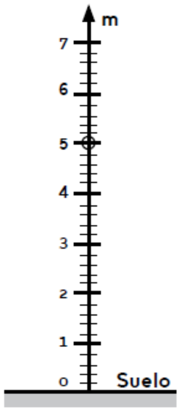


La trayectoria es el conjunto de puntos del espacio que va ocupandosucesivamente el cuerpo a medida que transcurre el tiempo. Si la trayectoriaque describe es recta, el movimiento es rectilíneo; en cambio, cuando describe una curva, el movimiento es curvilíneo (circular, parabólico,elíptico, etc.).

En su trayectoria el cuerpo va ocupando distintos puntos del espacio, a la ubicación del móvil en un determinado instante se da el nombre de *posición instantánea.* La posición podrá indicarse teniendo en cuenta un sistema de coordenadas adecuado a la situación.

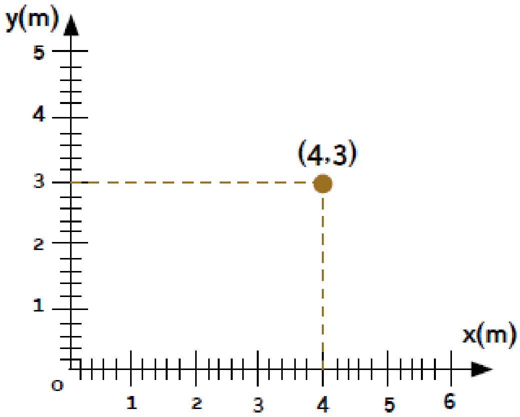
A modo de ejemplo:

1) **Una piedra que cae:** El movimiento es rectilíneo, seproduce en una dimensión, por lo tanto basta indicaruna sola coordenada con respecto al origen del sistemade coordenadas elegido. Por simplicidad se lo puedeubicar en el suelo, vertical con sentido positivo ascendentecuyo origen de coordenadas este en el piso y seestablece su longitud con una cierta unidad para indicarla posición de la piedra en un dado instante.



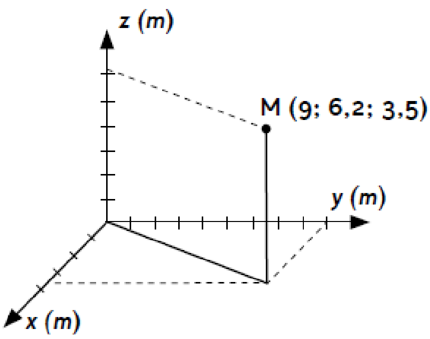
$$\vec{r} = 5\ m\hat{\imath}$$

2) **Una bola de billar que se muevesobre una mesa:** El movimiento de labola es rectilíneo en el plano por elloes necesario establecer dos coordenadaspara dar su posición en un instantedado con respecto al sistema decoordenadas elegido. Se puede elegirun sistema de coordenadas rectangular,con origen en una de las esquinasde la mesa, con sentido positivo hacia arriba y hacia la derecha.



$$\vec{r} = 4\ m\hat{\imath} + \ 3m\hat{\jmath}$$

3) **Una mosca volando:** El movimientode la mosca se produce en el espacio,por ello para dar su posición enun instante dado se deben indicar trescoordenadas.



$$\vec{r} = 9\ m\hat{\imath} + \ 6{,}2\ m\hat{\jmath} + \ 3{,}5\ m\hat{k}$$

La posición que ubica el cuerpo es una magnitud vectorial, como puede verse de los ejemplos anteriores.

El camino recorrido o distancia recorrida está dado por la longitud de latrayectoria descripta por la partícula y es una magnitud escalar.

Si retomamos los ejemplos anteriores:

1) **Una piedra que cae:** Suponiendo que se deja caer desde $\vec{r} = 5\ m\ \hat{\imath}$, el camino recorrido será5 m.

2) **Una bola de billar que se mueve sobre una mesa:** Si la bola llega ala tobera que se encuentra en el origen de coordenadas, utilizando el teorema de Pitágoras sepuede calcular el camino recorrido.

$$d = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\ m$$

3) **Una mosca volando:** Suponiendo que parte del punto indicado y describeuna circunferencia "perfecta"volviendo al punto de partida, el camino recorridosería el perímetro de dicha circunferencia.

$$r = \sqrt{9^2 + 6{,}2^2 + 3{,}5^2} = 11{,}47\ m$$

El camino recorrido será: d = 2 π r = 72, 1 m

El desplazamiento es un vector determinado por las posiciones inicial yfinal de la partícula respecto a un sistema de coordenadas.

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_{final} - \vec{r}_{inicial}$$

El vector desplazamiento no tiene porqué coincidir con la trayectoria, nisu módulo ser el camino recorrido.

El vector desplazamiento no depende del origen del sistema de coordenadas.

A modo de ejemplo.

Enunciado: Un potrillo que se encuentra en un instante a 5m al Este de un árbol (donde ubicaremos el origen de nuestro sistema de coordenadas) y a 7m hacia el Norte, pero dos minutos más tarde está ubicado a 3m al Oeste y 1m al Norte de ese mismo árbol. Escribí los vectores posición y el vector desplazamiento del potrillo correspondiente a esos dos minutos y representar en un esquema.

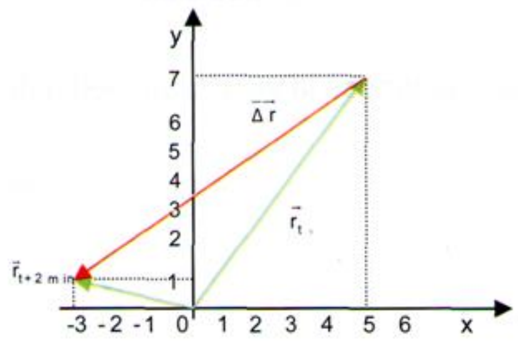
Resolución:

$$\vec{r}_{inicial} = 5\,m\hat{\imath} + 7\,m\hat{\jmath}$$

$$\vec{r}_{final} = -3\,m\hat{\imath} + 1\,m\hat{\jmath}$$

$$\Delta\vec{r} = \ (-3-5)\,m\,\hat{\imath} + \ (1-7)m\,\hat{\jmath}$$

$$\Delta\vec{r} = \ -8\,m\,\hat{\imath} + \ (-6)m\,\hat{\jmath}$$



El vector $\Delta\vec{r}$ es un vector que une en línea recta la posición inicial con la final. Eso no significa que el objeto realmente se haya movido así. Nos da idea de la separación neta entre ambas posiciones.

Cualquiera sea la trayectoria recorrida entre ambas posiciones, el vector desplazamiento entre ellas es siempre el mismo.

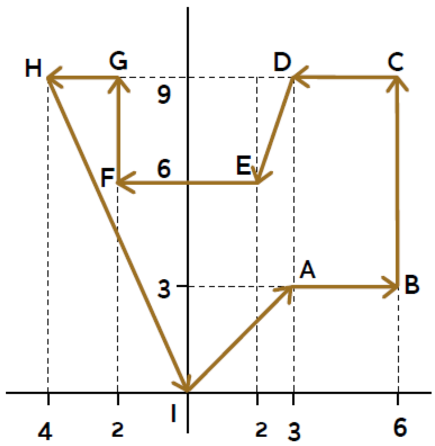
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

4) En el juego del Pac-man, un bichito corre tras la víctima siguiendo la trayectoria de la figura, partiendo de I. Primero logra comer (en B) unas guindas, después unas frutillas (en C), una manzana (en G) y luego (en I) se come al fantasma.

a) ¿Cuál es el desplazamiento del bichito entre I y B, entre B y C,entre C y G y entre G e I? ¿Cuál es el desplazamiento entre laposición inicial y la final?

b) ¿En alguno de los desplazamientos anteriores coincide éste con latrayectoria?

c) ¿Cambiarían los resultados anteriores si el origen de coordenadasestuviese en el punto A?



Velocidad media e instantánea

Se define la velocidad media del móvil, como el cocienteentre el desplazamiento$\Delta\vec{r}$ y el intervalo del tiempo Δt .

$$\vec{V}m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

Dada la forma en que se define la velocidad media tiene la misma direccióny sentido que el vector desplazamiento. Su dimensión en el S.I.es m/s.

¿Cuál será entonces la velocidad media del potrillo de la situación anterior en el intervalo de los dos minutos?

$$\overrightarrow{V_m} = \frac{-8\, m\hat{\imath} + (-6)m\hat{\jmath}}{2\, s} = -4\frac{m}{s}\hat{\imath} - 3\frac{m}{s}\hat{\jmath}$$

La velocidad media no es gran información sobre el movimiento. Sólo nos indica algo imaginario, que si el móvil hubiera ido en línea recta en ese intervalo, desde una posición hasta la otra siempre a esa velocidad, habría llegado en el tiempo real. Pero si la posición inicial y final coinciden en una trayectoria que puede ser muy grande pero en la que el objeto móvil vuelva al punto de partida, nos daría una velocidad media nula.

A modo de ejemplo.

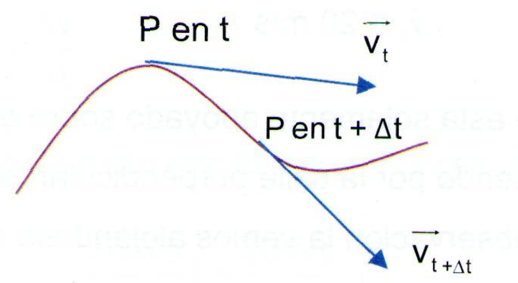
Enunciado: Una partícula se halla en la posición X_1= 18m cuando t_1= 2s y X_2= 3m cuando t_2 = 75s respecto a un sistema de ejes ortogonales, donde unode los ejes coincide con la dirección de movimiento de la partícula. Hallar el desplazamiento y la velocidad media en este intervalo de tiempo.

Resolución:

$$\Delta\vec{r} = (3 - 18)\, m\, \hat{\imath} = -15\, m\, \hat{\imath}$$

$$\Delta t = (72 - 2)\, s = 70\, s$$

$$\overrightarrow{V_m} = \frac{-15\, m\hat{\imath}}{70\, s} = -0{,}2\frac{m}{s}\hat{\imath}$$



Cuando el intervalo de tiempo se hace muy pequeño, es decir, tiende acero, la velocidad media tiende a la velocidad instantánea, la velocidaden un instante dado cuya dirección ahora es tangente a la trayectoria dela partícula en ese punto. El módulo está dado por la pendiente de latangente a la curva x-t en ese tiempo.

El movimiento variado es aquél cuya velocidad varía con el tiempo. Paradescribir el cambio de la velocidad en el tiempo se define una nuevamagnitud: la aceleración. El cociente entre la variación de la velocidady el intervalo del tiempo en el que se produce esa variación define laaceleración media.

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Su dimensión en el S.I. es m/s^2.

La aceleración es una magnitud vectorial cuya dirección y sentido puedeo no coincidir con la de la velocidad. El vector aceleración tiene la direccióndel vector cambio de velocidad.

A modo de ejemplo.

Enunciado: Por el punto M, de coordenadas (4m; 6m) pasa rápidamente un gato con una velocidad de (-15m/s; 20 m/s). Cinco segundos después, pasa por el punto N, de coordenadas (12m; 9m) con una velocidad de (10 m/s; 10 m/s). a) Representa en un sistema de ejes todos los vectores, b) Hallá el vector variación de velocidad del gato, el vector aceleración media y sus módulos.

Resolución:

$$\Delta\vec{V} = \left(10-(-15)\right)\frac{m}{s}\hat{\imath} + (10-20)\frac{m}{s}\hat{\jmath}$$

$$\Delta\vec{V} = 25\frac{m}{s}\hat{\imath} - 10\frac{m}{s}\hat{\jmath}$$

$$\vec{a} = \frac{25\frac{m}{s}\hat{\imath} - 10\frac{m}{s}\hat{\jmath}}{5\,s} = 5\frac{m}{s^2}\hat{\imath} - 2\frac{m}{s^2}\hat{\jmath}$$

Cuando el intervalo de tiempo se hace muy pequeño es decir, tiende acero, el cociente anterior tiende a la aceleración instantánea.

Dado que la velocidad es un vector, puede variar tanto su módulo comosu dirección. La variación de cualquiera de ellos, módulo o dirección, darálugar a una aceleración que dé cuenta de ello.

Si la velocidad varia en módulo pero no en dirección, la trayectoria del móvil es rectilínea. En cambio si varia en dirección pero no en módulo,la trayectoria de la partícula es circular.

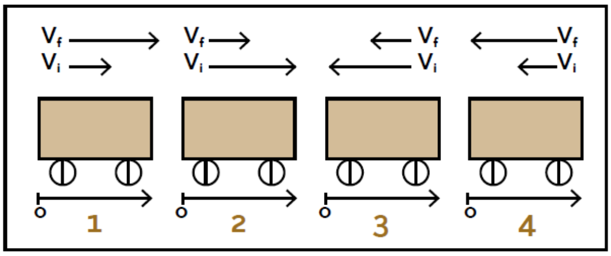
Y en el caso en que la velocidad varíe en módulo y dirección, la trayectoriade la partícula será curvilínea.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

5) Un auto viaja 90 m hacia el norte en 15 s. Luego se da vuelta y recorre 40 m con rumbo sur en 5 s. ¿Cuál es la magnitud de la velocidad media del auto durante este intervalo 20 s?

a) 2,5 m / s
c) 6,5 m / s
b) 5,0 m / s
d) 7,0 m / s

6) La figura muestra un vagón moviéndose entre dos estaciones, donde V_i y V_f indican las velocidades del mismo en el instante inicial (t_i) y en el instante final (t_f). Si se elige el origen del sistema de coordenadas en 0 da los signos de la velocidad inicial y final y los de la aceleraciónmedia en cada caso.



Tipos de movimiento

El movimiento de un móvil puede clasificarse teniendo en cuenta distintos criterios, que pueden ser, la forma de la trayectoria o la variación de la velocidad en el tiempo.

Teniendo en cuenta la forma de la trayectoria, el movimiento puede ser:

*a) Rectilíneo.*La posición del móvil con respecto al sistema de coordenadas elegido queda definida por una sola coordenada.

b) Curvilíneo. Según el movimiento se produzca en el plano o en el espacio, la posición del móvil queda definida por dos o tres coordenadas respectivamente.

A su vez la trayectoria puede ser una curva abierta o cerrada, en el plano o en el espacio.

Teniendo en cuenta la constancia o no de la velocidad en el tiempo, el movimiento puede ser:

a) *Uniforme.* La velocidad del móvil se mantiene constante en dirección y sentido durante el intervalo de tiempo que dure el movimiento.

b) *Variado.*La velocidad cambia en el tiempo debido a la variación de la rapidez (módulo de la velocidad), de la dirección o de ambos. De acuerdo a que la velocidad varíe en cantidades iguales en los mismos intervalos de tiempo o no, el movimiento es uniformemente variado o variado respectivamente.

Movimiento Rectilíneo Uniforme

Supongamos que yendo por una ruta vemos que adelante, a unos 15 m tenemos un camión de 22 m de largo, según leemos en su parte trasera, y unos 20 m más delante de él, vemos otro camión igual, ambos a 80 km/h. No viene nada de frente en sentido contrario y los vamos a pasar. Mientras tanto nos despierta la curiosidad. ¿Cuántos metros de ruta necesitamos para pasarlos a ambos, a 130 km/h?

Antes, debemos adquirir el lenguaje necesario para hacer las descripciones y resoluciones analíticas adecuadas que nos faciliten el tema.

Comencemos por el caso más simple de todos: un objeto se mueve en línea recta y siempre a la misma velocidad (o sea manteniendo la misma intensidad, dirección y sentido). Se trata de un movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U.).

Como se trata de un movimiento en una dimensión, es conveniente elegir siempre el origen del sistema coordenado sobre la misma recta de la trayectoria, y sobre ella apoyar el eje x. Así, todas las magnitudes vectoriales (velocidad, posición, desplazamiento) quedan sobre esa misma recta y se facilita la descripción matemáticamente.

La posición instantánea quedará definida sólo con la coordenada x_t que nos indicará la distancia al origen y con su signo hacia qué lado del origen se encuentra el móvil, y un desplazamiento para un intervalo será Δx. Así, la velocidad quedará definida como:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

No es necesario aclarar si es una velocidad instantánea, inicial, final, media, ya que estamos considerando el hecho de un movimiento con velocidad constante, por lo que es única y siempre la misma, cualquiera sea el intervalo que se considere, sea pequeño o largo.

A modo de ejemplo

Enunciado:
1.- Calcular la velocidad de un tren que recorre 400m con MRU durante 50 segundos.

Resolución:

$$V = \frac{400\ m}{50\ s} = 8\ m/s$$

Enunciado:

2.- Expresar una velocidad de 72 km/h en m/s

Resolución:

Para ello recordamos que en 1h hay 60 minutos, y en cada minuto 60 segundos, por lo tanto en 1h tenemos 3600s.

$$V = 72\ \frac{km}{h} = 72\frac{1000\ m}{3600\ s} = 20\ m/s$$

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

7) Un avión de Aerolíneas Argentinas vuela a 300 km/h, mientras que un avión de LAN Chile está volando a 1200 km/h. Ambos aviones están volando a la misma altitud y deben dejar caer un paquete. ¿En qué lugar de la Tierra caerán los paquetes con respecto a los aviones que los transportaban? Dibujar la trayectoria de los paquetes.

Ecuación horaria del MRU

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

8) Una partícula realiza un movimiento rectilíneo como se detalla en la siguiente tabla:

Posición (metros)	Tiempo (segundo)
0	0
100	2,3
200	4,6
300	6,9
400	9,2
500	11,5

a) Representar en un par de ejes coordenados cartesiano la posiciónen función del tiempo.

b) Calcular la pendiente de la recta.

c) ¿Qué representa dicha pendiente?

Este movimiento, como todos, tiene una ley que lo representa o describe matemáticamente. Se llama ecuación horaria del M R U, y se obtiene a partir de la definición de la velocidad:

Sabemos que Δx indica el desplazamiento. Consideremos la posición final x_t no como una última, sino como una posición no fija, que va cambiando, para así poder llegar a la ley general. La posición inicial x_0 puede ser cualquier posición conocida en un determinado instante también conocido t_0. De esa forma, genéricamente un desplazamiento es:

$$\Delta x = x_t - x_0$$

Reemplazando en la expresión de la velocidad queda:

$$V = \frac{x_t - x_0}{t - t_0}$$

Si despejamos x, obtenemos la ecuación horaria del MRU:

$$x_t = x_0 + V(t - t_0)$$

La posición x y el tiempo t se hallan relacionados linealmente. Si se grafica la posición en función del tiempoen un sistema de ejes cartesiano x-y, colocaremos la posición del móvil para cada instante de tiempo sobre el eje de las y (ordenadas) y el tiempo correspondiente sobre el eje de las x (abscisas). La representación gráfica obtenida es una recta cuya pendiente es la velocidad.

A modo de ejemplo

• **Enunciado**

Un automóvil viaja por una ruta rectilínea con velocidad constante.A las 14:30h pasa por el punto en que la indicación es kilometro 220. Alas 16:50h pasa por el kilometro 350.

a) Escribí y graficar la función que describe el movimiento.

b) Escribí el sistema de ecuaciones que permite determinar la velocidad y la hora a la que el automóvil pasa por el kilometro 415.

• **Resolución**

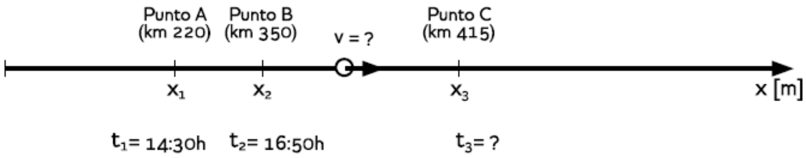
1. Realizar una lectura del enunciado varias veces hasta comprenderlo.
2. Identificar los dato/s.

Trayectoria: rectilínea.
Velocidad: constante.
A las 14:30hr pasa por el punto indicado con el letrero km 220
A las 16:50hr pasa por el punto indicado con el letrero km 350.

3. Identificar las incógnita/s.

a) Función que describe el movimiento.
b) Sistema de ecuaciones.

4. Realizar un esquema.



El momento en el que el móvil comienza su recorrido debe ser consideradocomo momento a partir del cual se comienza a medir el tiempo, esdecir que cuando el cronómetro indica 0 h, el móvil se encuentra en elorigen de coordenadas.

5. Planteo de la ecuación matemática que describe el fenómeno físico.

x(t) = x $_0$ + v.(t-t $_0$) tal que t $_0$ es el momento en el que el móvil se encuentraen el punto x_0, es decir que $x(t_0)=x_0$

6.- Desarrollo matemática para dar respuesta al problema físico.

a) x(t) = x_0 + v.(t-t_0) → función que describe el movimiento

$$\begin{cases} x(14:30) = x_0 + v(14{,}50\,h - 0) \\ x(16:500) = x_0 + v(16{,}83\,h - 0) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 220\,km = x_0 + v(14{,}50\,h - 0) \\ 350\,km = x_0 + v(16{,}83\,h - 0) \end{cases}$$

La resolución matemática de este sistema da como resultado v = 55,31 km/h y x_0 = -582 km. Se deben discutir los resultados matemáticos obtenidos, para darle una interpretación física.

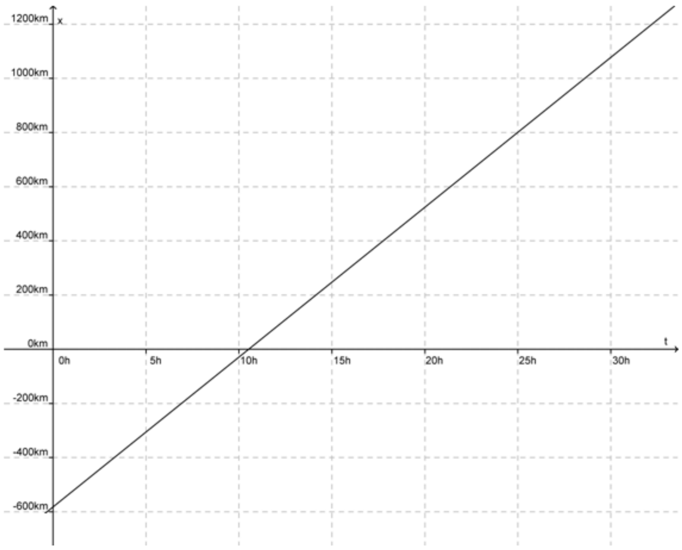
Para calcular en qué momento el móvil se encuentra en el km 415, se debe

$$x(t_1) = -582\,km + 55{,}31\frac{km}{h}(t_1 - 0)$$

$$415\,km = -582\,km + 55{,}31\frac{km}{h}(t_1 - 0)$$

Siendo el resultado de 18 h.

Vamos a realizar el gráfico de la ecuación horaria utilizando el GeoGebra.



- **Enunciado**

Valentina pasa al lado de una estatua en bicicleta, a 150 m/min, va hacia un árbol donde la espera Franco, ubicado a 1800 m. Dos minutos después, Franco llega caminando al árbol a 60 m/min, divisa a Valentina y va a su encuentro continuando a la misma velocidad.

a) Escribir las ecuaciones horarias.
b) Hallar dónde y cuándo se encuentran.
c) Representar gráficamente para ambos la posición en función del tiempo.

- **Resolución**

1.- Primero entendamos el hecho físico sobre un esquema, eligiendo un sistema de coordenadas que puede ser la estatua como origen y el eje x positivo hacia el árbol.

2.- Es necesario también establecer un origen para los tiempos, aclarar desde cuándo se empieza a contar el tiempo para el análisis de la situación planteada. Lo podemos considerar en el instante en que Valentina pasa frente a la estatua. Ambos tienen movimientos rectilíneos y uniformes. Para armar sus ecuaciones horarias debemos identificar valores conocidos, todos ellos con respecto al sistema de coordenadas.

$$Valentina \begin{cases} x_0 = 0 \\ t_0 = 0 \\ v = 150 m/min \end{cases}$$

$$Franco \begin{cases} x_0 = 1800 m \\ t_0 = 2\ min \\ v = -60 m/min \end{cases}$$

$$x_V = 150\,m/\min t$$

$$x_F = 1800\,m - 60\,m/\min(t - 2\,min)$$

Estas son las leyes de los movimientos, válidas para distintos valores del tiempo, la de Valentina desde 0 minutos, y la de Franco desde 2 minutos en adelante.

3.- La condición para que se encuentren debe ser que lo hagan en el mismo instante, (tiempo de encuentro), y en el mismo lugar (la misma coordenada). Es decir, se debe dar coincidencia y simultaneidad.

Condición de encuentro:

$$150\frac{m}{min}t_E = 1800\,m - 60\,m/\min(t_E - 2\,min)$$

Resolviendo la ecuación nos queda t_E= 9,14 min = 9 min 8s.

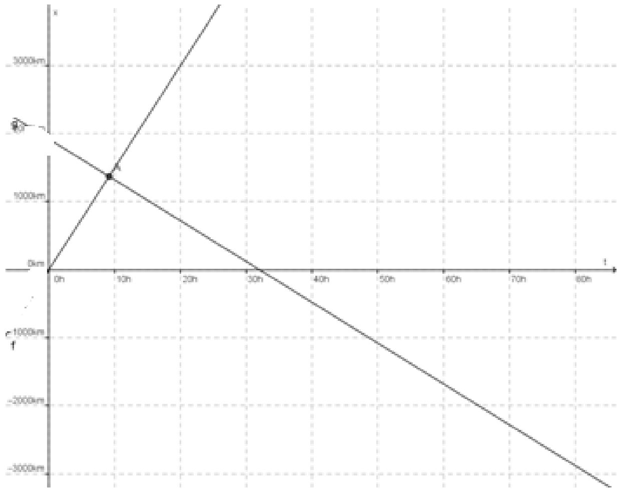
Para obtener la posición de encuentro, reemplazamos el valor del tiempo en alguna de las ecuaciones. Nos daría el mismo resultado con cualquiera de ellas, ya que elt_E se obtuvo de igualarlas.

x_e= 150 m/min . 9,14 min.= 1371 m

Se encuentran a los 9 minutos aproximadamente. ¿Después de qué? Después de que Valentina pasara por la estatua, y a 1371 m de ese lugar.

Así como se adaptan las ecuaciones a un dado sistema de coordenadas, todo valor que se obtenga utilizándolas, resulta medido desde el mismo sistema, o sea, desde los mismos orígenes considerados para escribirlas.

4.- Para representar ambas ecuaciones vamos utilizar nuevamente el GeoGebra.



El punto de intersección de ambas rectas indica el instante y la posición de encuentro.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

9) Un automóvil viaja desde Buenos Aires hacia Córdoba con una velocidad de 70 km/h, con movimiento uniforme. A las 8 de la mañana está a 200 km de Buenos Aires. Calculá:

a) A qué hora partió de Buenos Aires.

b) A qué distancia de Buenos Aires estará a las 11 de la mañana.

10) El gráfico de la figura representa la posición de una partícula en función del tiempo.

a) ¿Hacia dónde se desplaza?

b) ¿Con qué rapidez se está moviendo?

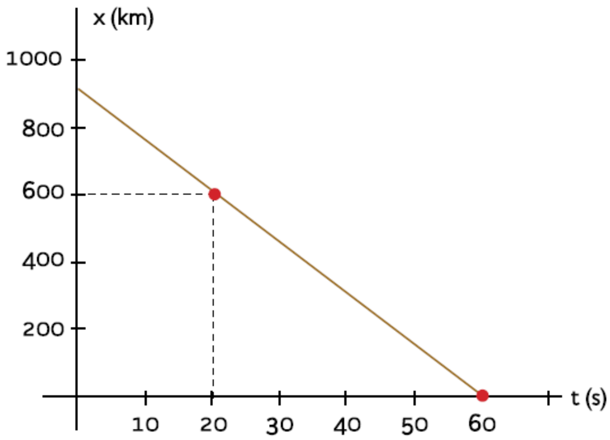
c) ¿Cuál es su velocidad?

d) ¿Cuál es la ecuación que describe cómo varía la posición con eltiempo?

e) Calculá la posición a los 10 segundos de iniciado el movimiento.

f) Calculá en qué instante pasa por la posición x = 300 m.

g) Graficá velocidad vs. tiempo.



Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

El caso particular en el cual el módulo de la velocidad cambia en el tiempoen cantidades iguales y por lo tanto la aceleración es constante sedenomina movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

Para cada situación elegiremos convenientemente el sistema coordenado ubicando el eje x sobre la misma recta donde se desplaza.

Este movimiento responde a sus propias leyes o ecuaciones horarias, que son dos: la que rige la velocidad en función del tiempo, que nos indica cómo va cambiando la velocidad a medida que transcurre el tiempo, y la de la posición en función del tiempo:

$$v = v_0 + a\,(t - t_0)$$

$$x = x_0 + v_0\,(t - t_0) + 1/2\, a\,(t - t_0)^2$$

Donde X_0 indica la posición inicial de la partícula y v_0 la velocidad inicialcon respecto al sistema de coordenadas elegido en el instante inicial $t_0$en que comienza a medirse el tiempo.

Cada una de las ecuaciones indica cómo se relacionan entre sí dos variables.

Estas leyes encierran las infinitas posibles posiciones y velocidades que puede ir teniendo el móvil a medida que transcurre el tiempo.

Leyendo esas expresiones tenemos que ser capaces de calcular un valor de cualquiera de las magnitudes que figuran como variables dadas la otra, en cada una de esas ecuaciones; predecir velocidades, coordenadas futuras, o instantes en los que ocupa una posición o tiene unadeterminada velocidad;graficar la velocidad en función del tiempo, lo que simbolizamos v = f (t) y posición enfunción del tiempo, es decir x = f (t) y descubrir en cada uno de los gráficos, qué otrasmagnitudes se encuentran, además de las que figuran en los ejes.

Debe también ser posible a partir de los gráficos como información inicial, deducir la interpretación completa de cómo se mueve el objeto, y escribir las expresiones matemáticas que lo describen.

CONSEJOS ÚTILES:

- Es importante que comprendas la diferencia existente entre ecuación y función temporal de magnitudes cinemáticas.
- Dedica un tiempo a la interpretación de las gráficas de las funciones posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y a la realización de las mismas.
- Es común, que en varios sitios de Internet se encuentren apuntes que usen como sinónimos sistema de coordenadas y sistema de referencia.

A modo de ejemplo:

• **Enunciado**

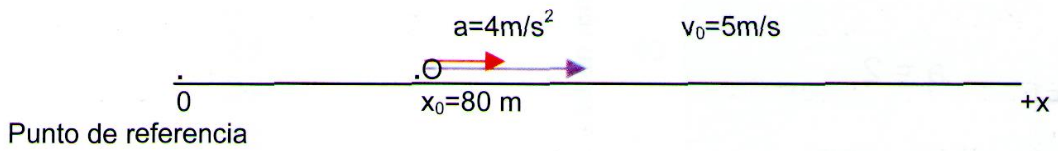
El movimiento de un móvil está dado por las siguientes leyes:

$$v = 5\ m/s + 4\ m/s^2(t - 10\ s)$$

$$x = 80\ m + 5\ m/s\ (t - 10\ s) + 2\ m/s^2\ (t - 10\ s)^2$$

• **Resolución**

Vemos en las ecuaciones dadas, que cuando el reloj indica 10 segundos, el objeto está pasando por una coordenada que está ubicada a 80 m del origen en sentido positivo, a 5m/s moviéndose también positivamente, con una aceleración en ese mismo sentido, de 4 m/s^2



Calculemos, por ejemplo para t = 20 s, cuál es la velocidad y la coordenada en ese instante. Para ello reemplazamos el tiempo y resolvemos:

$$V_{20s} = 5\ m/s + 4\ m/s^2(20s - 10\ s) = 45\ m/s$$

$$x_{20s} = 80\ m + 5\ m/s\ (20s - 10\ s) + 2\ m/s^2\ (20s - 10\ s) = 330\ m$$

También podemos investigar en qué instante su velocidad toma un valor en particular, por ejemplo 40 m/s:

$$40\ m/s = 5\ m/s + 4\ m/s^2\ (20s - 10\ s)$$

Resolviendo la ecuación nos da un tiempo de 18,75 s.

Si queremos saber en qué instante pasa por la coordenada x = 400 m:

$$400\ m = 80\ m + 5\ m/s\ (t - 10\ s) + 2\ m/s^2\ (t - 10\ s)^2$$

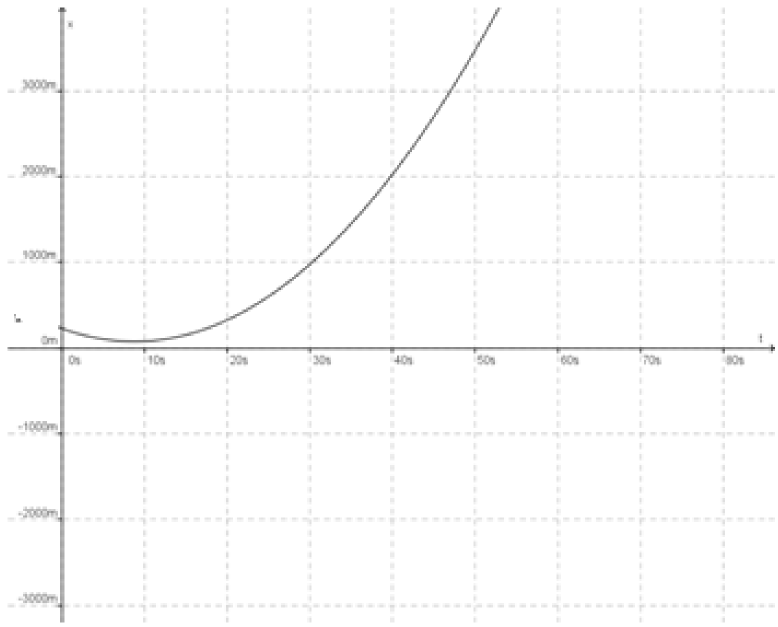
Esto nos lleva a resolver una ecuación cuadrática, que nos da dos resultados:

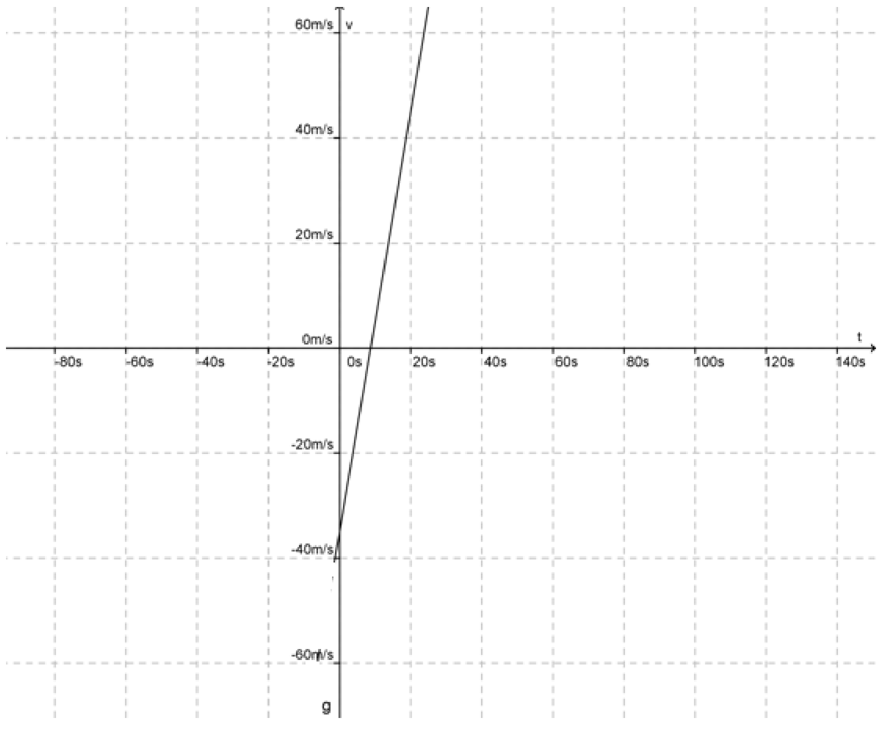
$t_1 = 21,46$ s

$t_2 = -3,96$s

A t_2 lo descartamos por ser un tiempo negativo.

Vamos a realizar las graficas en función del tiempo:





• **Enunciado**

Una moto pasa por un punto A, a 15 m/s, acelerando a 2 m/s² hacia otro punto B, que se encuentra a 600 m. Cinco segundos más tarde pasa otra moto por B a 3 m/s, acelerando a 4m/s². Hallar:

a) Dónde y cuándo se cruzan
b) La velocidad de cada una en ese instante
c) Representar para ambas x = f (t) en un mismo gráfico.

- **Resolución**

Vamos a elegir un sistema de coordenadas ubicando el origen en A y positivo hacia B. Las ecuaciones horarias de ambas motossera:

X_1= 15m/st+ 1 m/s^{2}t^2
V_1= 15 m/s + 2 m/s^2 t

x_2 = 600 m - 3 m/s (t - 5s) - 2 m/s^2 (t - 5s)^2
v_2 = -3 m/s - 4 m/s^2 (t - 5s)

Para responder a) Se debe cumplir la condición de que x_1= x_2

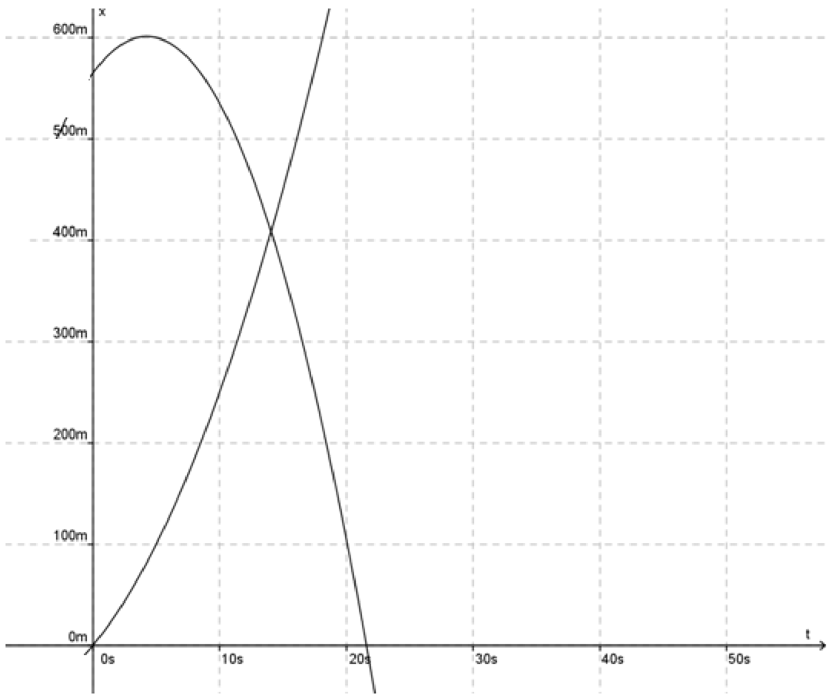
$$15\text{m/st} + 1\ \text{m/s}^2 t^2 = 600\ \text{m} - 3\ \text{m/s}\ (t - 5\text{s}) - 2\ \text{m/s}^2\ (t - 5\text{s})^2$$

Operando matemáticamente, se obtiene una cuadrática que da como resultado t_{E1} = 14,06s y t_{E2}=-13,4s El segundo valor se descarta por ser negativo.

Luego se reemplaza el primer valor en alguna de las ecuaciones de la posición y en las de la velocidad, obteniendo:

$$x_E = 408{,}58\text{m}$$
$$V_{1E} = 43{,}12\ \text{m/s}$$
$$V_{2E} = -\ 39{,}24\ \text{m/s}$$

Finalmente, se gráfica, obteniendo:



SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

11) A partir del gráfico que representa la variación de la velocidad de una partícula en función del tiempo, indicar:

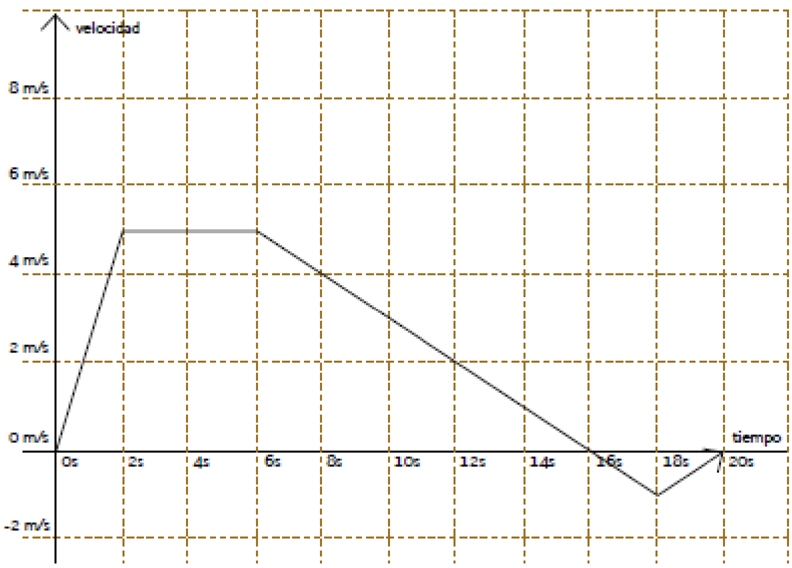
a) Los instantes en los cuales la partícula está quieta.

b) Los intervalos de tiempo en los que se desplaza a velocidad constante.

c) Los intervalos de tiempo en los que la partícula se aleja o se acerca al punto de partida.

d) Los intervalos de tiempo en los que aumenta su velocidad o la disminuye.

e) La distancia que recorre mientras se aleja y mientras se acerca al punto de partida. ¿Vuelve a pasar por elmismo punto?



12) Un auto acelera desde el reposo con aceleración constante de $8m/s^2$en línea recta.

a) ¿Con qué velocidad marchará a los 10s?

b) ¿Cuánto habrá recorrido en 10s?

13) Un objeto que se desplaza en línea recta tiene una velocidad inicialde 5m/s y una aceleración constante de $2m/s^2$. Cuando su velocidad sea de 25m/s ¿Cuánto camino habrá recorrido?

14) Un objeto que se desplaza en línea recta tiene una aceleración constante de $4m/s^2$. Su velocidad es de 1m/s cuanto t = 0, en cuyo instante está en x = 7m ¿Con qué velocidad y en qué momento se halla a 8m de su punto de partida?

15) ¿Cuánto tiempo tardará una partícula que se desplaza en línea recta en recorrer 100m si parte del reposo y acelera a $10m/s^2$? ¿Cuál será su velocidad cuando haya recorrido 100m?

16) Un tren se mueve a lo largo de una vía recta con una velocidad de 180 km/h. Al aplicar los frenos su aceleración de frenado es de 2 m/s^2.

Suponiendo que la aceleración permanece constante, ¿a qué distanciade una estación el maquinista deberá aplicar los frenos para que el tren se detenga en ella? ¿Cuánto tardará el tren en detenerse?

Recursos

Para visualizar animaciones

http://www.meet-physics.net/David Harrison/castellano/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/castellano/ClassMechanics/DisplaceDistance/DisplaceDistance.html

Para visualizar simulaciones (en inglés)

http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?board=1.0

Para profundizar contenidos

http://www.portalprogramas.com/gratis/libros-fisica-5-secundaria

http://www.educaplus.org/movi/index.htmlhttp://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/cinematica.htm

Museo virtual con colecciones mundiales de instrumentos y material delaboratorio a lo largo de la historia:

http://www.mhs.ox.ac.uk/visit/virtual-tour/