Bloque I

Reconoces el lenguaje técnico básico de la Física

Para iniciar, reflexiona

Tengo dos varas de medidas diferentes. Si quiero saber cuál es la más grande, así como su medida exacta, ¿qué tengo que hacer? Explica tu respuesta.

____

____

____

Sabías que...

Históricamente, podría considerarse a Galileo Galilei como una de las primeras personas relevantes en la Física moderna. Galileo fue uno de los primeros en estudiar los fenómenos del mundo material aplicando el método científico. La cuestión que abordó fue la “caída de los graves” (caída libre de los cuerpos “graves” o pesados).

Aprende más

La Física y el método científico

Cuando alguien posee datos acerca de un hecho que ocurre en nuestro Universo, tiene el conocimiento sobre éste, por ejemplo: cómo funciona un motor, cómo resolver una ecuación, cómo se desplaza un automóvil o el movimiento de los planetas.

Existen tres tipos de conocimientos:

Empìrico

Adquiridos por experiencia y limitados a la evidencia superficial de los hechos y su desarrollo. Por ejemplo, si suelto una piedra ésta se caerá al piso.

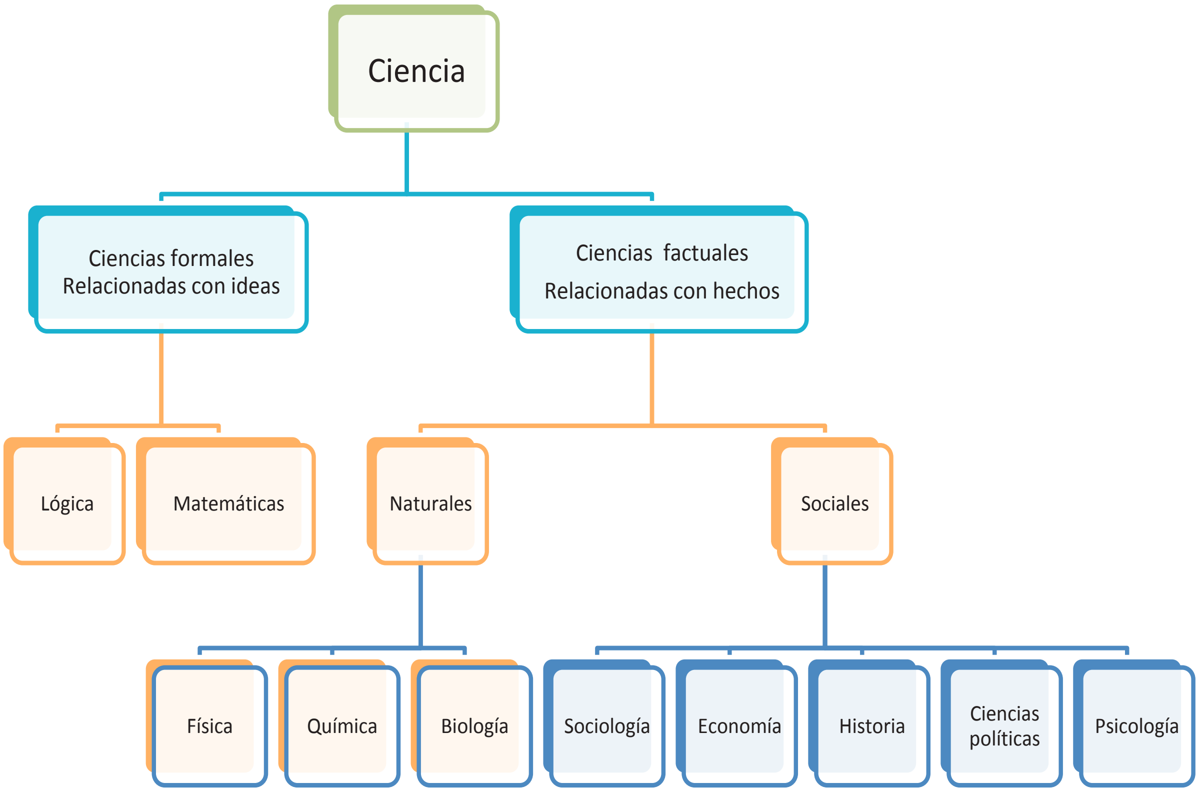
Elementales

Información simple acerca de las propiedades de las cosas y sus relaciones. Por ejemplo, que los objetos tienen masa.

Científicos

Explica las relaciones generales, necesarias y constantes de los fenómenos. Por ejemplo, la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre los cuerpos.

Ciencia: proviene del latín *scientia*, “conocimiento”. Es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación de patrones regulares, del razonamiento y la experimentación en ámbitos específicos, a partir de los cuales se generan preguntas, se construyen hipótesis, se deducen principios y se elaboran leyes generales y sistemas organizados por medio de un método científico.

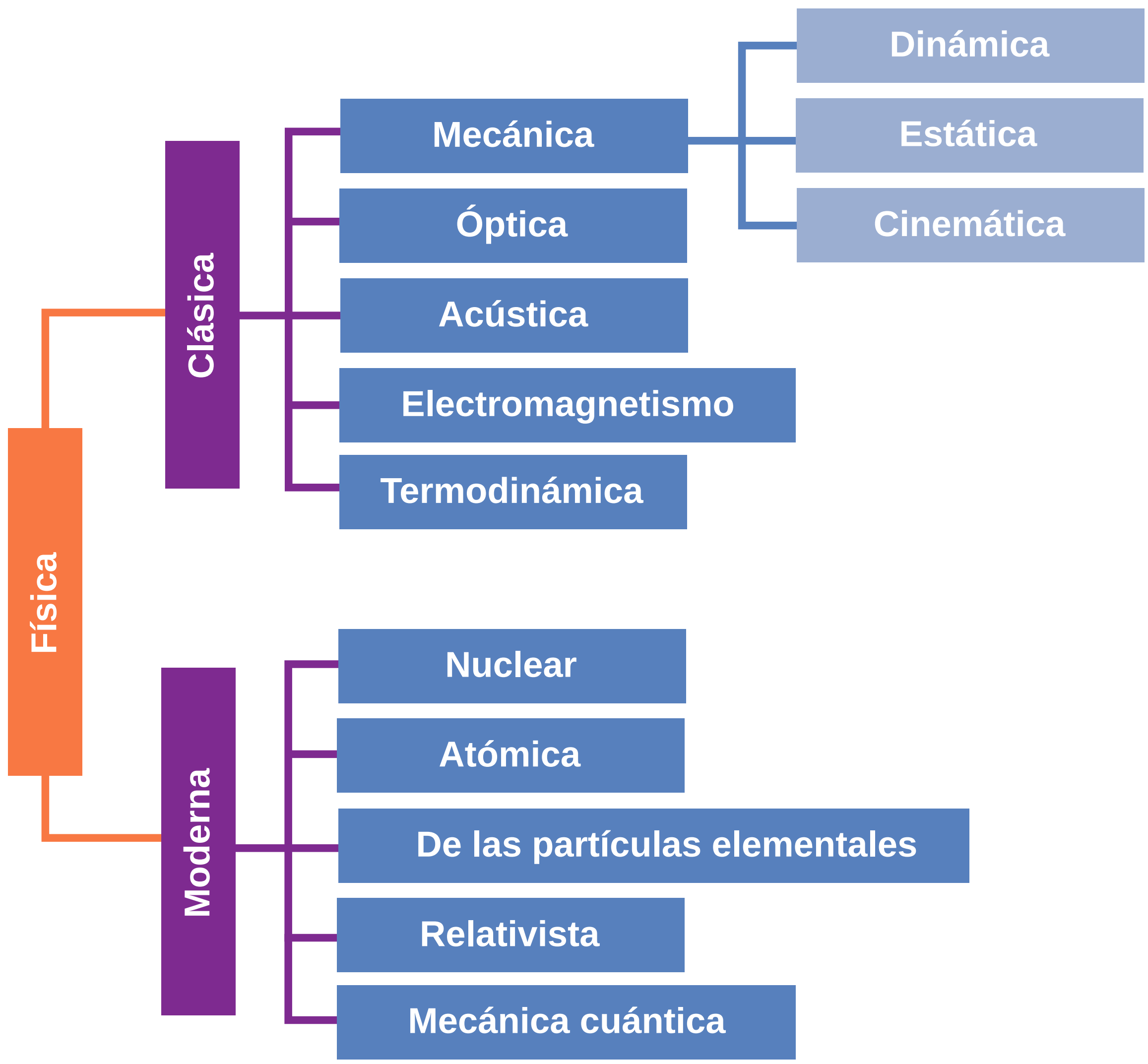


Física: del vocablo griego *physis* que significa “naturaleza”. Es la ciencia que estudia la materia y establece las leyes que explican los fenómenos que no modifican la estructura molecular o interna de los cuerpos.

Bloque I

Reconoces el lenguaje técnico básico de la Física

Con el paso del tiempo, la Física ha evolucionado, hasta finales del siglo XIX era considerada como Física clásica y a partir del siglo XX como Física moderna. A continuación se presenta un mapa conceptual con la clasificación de la Física y sus ramas:



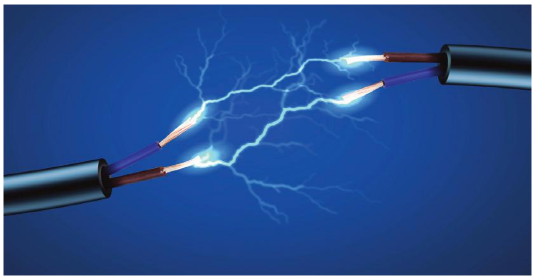
Ramas de la Física clásica

Mecánica: es la rama de la física que estudia el movimiento de objetos y se subdivide en Cinemática (que considera la relación espacio - tiempo) y en Dinámica (que considera las causas) según Cuéllar (2013).

Óptica: estudia los fenómenos asociados a la luz considerada como una onda.

Acústica: estudia el sonido, infrasonido, ultrasonido utilizando modelos que se apoyan de las Matemáticas.

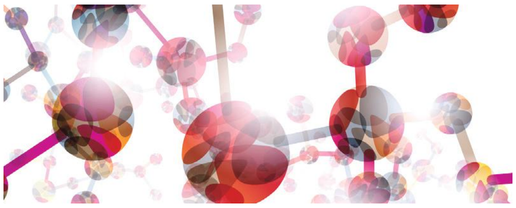
Electromagnetismo: estudia los fenómenos asociados a la electricidad y al magnetismo describiendo las cargas eléctricas tanto en reposo como en movimiento.



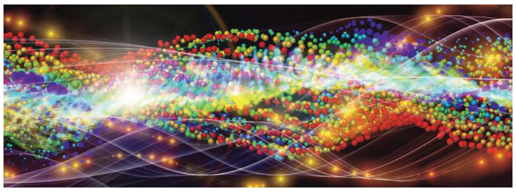
Termodinámica: estudia cómo la energía se transforma en calor y su conversión en trabajo.

Ramas de la Física moderna

Física nuclear: estudia los núcleos atómicos, en sus propiedades y comportamiento.

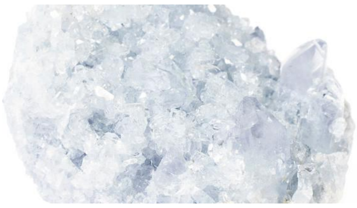


Física atómica: estudia los átomos en sus propiedades y comportamiento.



Física de partículas: estudia la materia en sus componentes fundamentales y las interacciones entre estos.

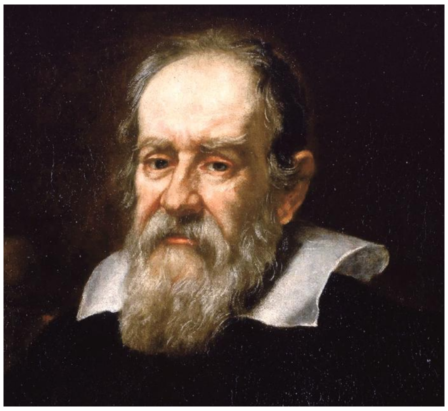
Física relativista: considerado como un nuevo modelo físico, describe el universo utilizando como referencia la velocidad de la luz en todas sus ecuaciones.



Física del estado sólido: empleando conocimientos de la Mecánica cuántica, el Electromagnetismo y la Metalurgia, esta disciplina estudia, como su nombre lo dice, las propiedades físicas de los sólidos.

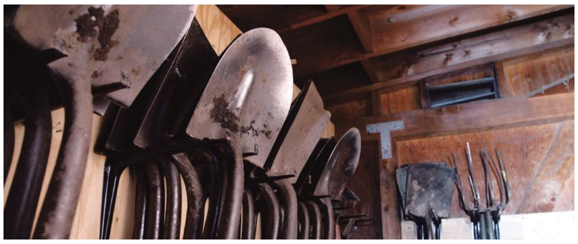
Mecánica cuántica: estudia los fenómenos físicos en escalas microscópicas.

"En lo que se refiere a la ciencia, la autoridad de un millar no es superior al humilde razonamiento de una sola persona."
- Galileo Galilei



La Física y su impacto en la tecnología

Con el estudio de las leyes de la Física, el ser humano pudo construir las herramientas de uso más común para hacer su vida más fácil: palas, martillos, agujas, puentes, muebles, tractores, autos, hasta llegar a tecnología avanzada, con la fabricación de los teléfonos celulares, el lanzamiento de satélites de telecomunicaciones espaciales; gracias a ello, puedes ver las imágenes de los partidos del mundial de fútbol casi al instante en que sucede el juego, o con accionar un botón ponemos a funcionar la TV, el radio, etcétera.



Historia de la Física

Desde la Antigüedad las personas han tratado de comprender la naturaleza y los fenómenos que en ella se observan: el paso de las estaciones, el movimiento de los cuerpos y astros, etcétera.

Las primeras explicaciones se basaron en consideraciones filosóficas sin realizar verificaciones experimentales.

En el siglo **XXV a. C.**, los egipcios hicieron una observación detallada de los astros y crearon un calendario solar.

En el siglo **XX a. C.**, los babilonios realizaron una división del camino del Sol en 12 partes, instaurando el zodiaco.

En el siglo **V a. C.,** los griegos imaginaron los elementos básicos que forman el Universo (agua, tierra, aire, fuego) y propusieron varios modelos cosmológicos.

En la época después de Cristo (d.C.):

En el siglo **XI**, Ptolomeo propuso que “la Tierra está en el centro del universo y alrededor de ella giran los astros” (teoría geocéntrica), que perduró cientos de años. También realizó un catálogo de estrellas y efectuó una descripción de los movimientos planetarios con epiciclos y deferentes.

En el siglo **XVI** hubo descubrimientos importantes:

- En **1543** Nicolás Copérnico sugiere el modelo heliocéntrico del Universo, con el Sol en el centro del Universo.
- En **1572** Tycho Brahe descubre una supernova en la constelación de Casiopea con un rudimentario telescopio.

En el siglo **XVII** se dieron descubrimientos muy interesantes:

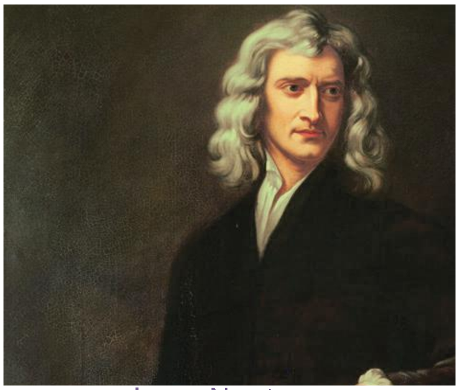
- En **1605**, Kepler logró calcular la órbita elíptica del planeta Marte y con ello estableció el referente para proponer sus leyes sobre el movimiento de los planetas.
- En **1609**, Galileo fue pionero en la experimentación para validar las teorías de la Física. Se interesó en el movimiento de los astros y de los cuerpos. Usando el plano inclinado descubrió la ley de la inercia de la dinámica y con el telescopio observó que Júpiter tenía satélites girando alrededor de él y también estudió la superficie de la Luna.
- En **1687**, Newton formuló las leyes clásicas de la dinámica (leyes de Newton), publicadas en su libro *Principia Matematica*, donde sienta las bases de la mecánica y la ley de la gravitación universal.

A partir del siglo **XVIII**, se desarrollan disciplinas como la termodinámica, la mecánica estadística y la Física de fluidos.

En el siglo XIX se producen avances fundamentales en electricidad y magnetismo:

- En **1855** Maxwell creó la teoría del electromagnetismo, que considera la luz como una onda electromagnética.
- A finales de este siglo se producen los primeros descubrimientos sobre radiactividad, dando comienzo al campo de la Física nuclear, además de encontrar anomalías en la órbita de mercurio.
- En **1897** Thomson descubrió el electrón.

Durante el Siglo XX la Física se desarrolló plenamente:


Isaac Newton

- En **1904**, se propuso el primer modelo del átomo.
- En **1905**, Albert Einstein formuló la teoría de la relatividad especial que coincide con las leyes de Newton para el caso de los fenómenos que se desarrollan a nivel partículas a velocidad de la luz.
- En **1911**, con experimentos para dispersar partículas, Rutherford concluyó que el núcleo atómico está cargado positivamente.
- Para **1915**, Einstein extendió su teoría de relatividad especial a la teoría de la relatividad general que explica la gravedad. Con ella se sustituyó la ley de la gravitación de Newton.
- En **1925**, Heisenberg, y en 1926, Schrödinger y Dirac formularon la Mecánica cuántica,
- En **1927**, Planck, Einstein, y Bohr entre otros, explicaron sus resultados anómalos en sus estudios experimentales sobre la radiación de cuerpos y con ello dieron paso al desarrollo de la teoría cuántica.
- En **1929** Edwin Hubble publicó sus observaciones sobre galaxias lejanas. Dando origen al telescopio que actualmente nos envía las imágenes más actuales de otras galaxias.
- En **1992**, la NASA, a través de la misión Cobe, describió las concentraciones de materia que habrían originado las estrellas y las galaxias.

El método científico

Este tema, lo estás revisando también en Biología y ahí desarrollarás una actividad en la que aplicarás los pasos del método científico. Como observas, se utiliza en todas las ciencias para generar conocimiento.

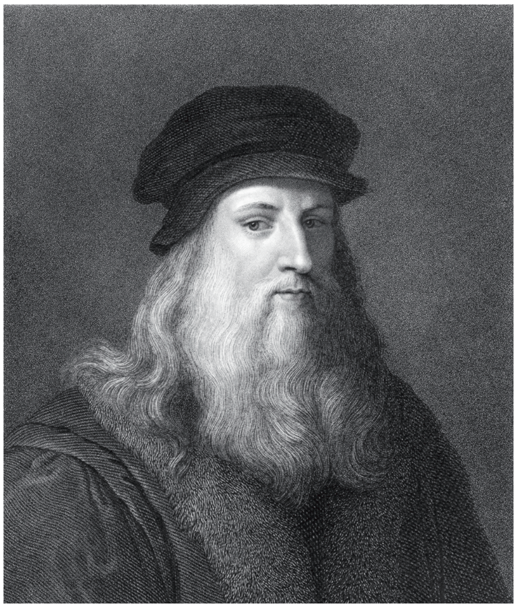
Para Cuéllar (2013), "el método científico es el camino que se sigue para obtener conocimientos. Para este fin, se apoya en reglas y técnicas que se perfeccionan para llegar a la luz de la experiencia y del análisis racional. En el proceso, cada paso nos acerca a la meta; sin embargo, las reglas no son infalibles y deben adaptarse en cada paso."

Podemos realizar varias afirmaciones sobre el método científico:

- Es una forma de investigar que nace en el siglo XVII, con los trabajos realizados por Galileo Galilei, aunque previamente Leonardo Da Vinci, Nicolás Copérnico y Johannes Keppler analizaron su entorno con métodos parecidos.
- Es un método que siguiendo un orden establecido permite comprobar la veracidad de una idea. Es decir, con el método científico es posible comprobar una serie de planteamientos para determinar si una idea puede considerarse como válida o no.
- Es un método que demuestra leyes y que genera conocimiento que puede ser aplicado en diferentes ámbitos de la vida diaria, como idear herramientas para el campo, albañilería, mecánica, carnicerías, el comercio, etcétera.
- Es un método con el que se pueden obtener leyes que explican el funcionamiento de la naturaleza para aplicarlas en beneficio de la humanidad.

"Los que se enamoran de la práctica sin la teoría son como los pilotos sin timón ni brújula, que nunca podrán saber a dónde van."

- Leonardo Da Vinci



Pasos del método científico

En el proceso de la investigación científica se utilizan dos tipos de procedimientos:

Empírico	**Va más allá del simple reporte de observaciones.** • Promueve un ambiente para una mejor comprensión. • Combina una amplia investigación con un estudio de caso detallado. • Demuestra la relevancia de la teoría, trabajando en un ambiente real (contexto)
Racional	**Elabora hipótesis para relacionar dos fenómenos.** • Utiliza la inducción, ya que consiste en formular un concepto o una ley universal en función de los casos singulares que se han observado. • Se vale de la deducción, ya que infiere soluciones o características concretas a partir de leyes o definiciones universales. • Maneja analogías, ya que infiere relaciones o consecuencias semejantes en fenómenos parecidos.

Reflexionemos sobre la actividad

¿De qué te das cuenta?

El método científico ayuda para que la ciencia sea útil a la humanidad, con bases sólidas respuestas a las interrogantes que nos hacemos día con día y con ellas lograr una mejor calidad de vida. Escribe una síntesis acerca de alguna investigación científica que hayas escuchado o leído y que sea de impacto en la sociedad actual.

____
____
____
____

Sabías que...

En México, el organismo encargado de impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYTt), creado el 29 de diciembre de 1970, cuya visión es contribuir en conjunto con otras dependencias y entidades del gobierno federal, así como del sector productivo, a que México tenga mayor participación en la generación, adquisición y difusión del conocimiento a nivel internacional, y a que la sociedad aumente considerablemente su cultura científica y tecnológica, disfrutando de los beneficios derivados de ésta.

Disponible en http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt, consultada el 15 de mayo de 2014.

Aprende más

Magnitudes físicas y su medición

Para comprender y estudiar la naturaleza que le rodeaba, el hombre utilizó sus sentidos: el tacto, la vista, el gusto, etc., pero como éstos son limitados (por ejemplo no percibían el mundo microscópico) o distorsionaban o deformaban la realidad, como los espejismos, la sensación de caliente y frío, etc., tuvo que inventar aparatos para ampliar sus sentidos; así desarrolló instrumentos de medición, los cuales le ayudaron a percibir con mayor confiabilidad y claridad el mundo material que le rodeaba.

Con el paso de los años, la humanidad comprendió que para entender la naturaleza y explicarla, así como los fenómenos que en ella sucedían, eran necesarias la observación y la experimentación.

A través de la observación, le fue posible apreciar con detalle los fenómenos de la naturaleza como los huracanes, el movimiento del viento, las erupciones volcánicas, las constelaciones y galaxias, la temperatura de los polos, el deshielo de los glaciares, etc.

Junto con la observación, la experimentación ha sido un elemento clave que ha permitido replicar bajo condiciones controladas, los fenómenos de interés contribuyen no sólo al avance de la ciencia en general sino que aportan importantes explicaciones que permiten entender el comportamiento de nuestro planeta y del universo entero.

Sabías que…

En la antigüedad, para medir utilizaban las partes del cuerpo humano como la mano, el codo, los brazos, el palmo o la cuarta y hasta el pie, debido a que las unidades de medición no estaban totalmente prescritas para aquella época. En países de habla inglesa se tomaban estas medidas con base en el cuerpo del rey vigente. En nuestra época, en Estados Unidos se utilizan la pulgada y el pie como unidades de medición.

Medir: es comparar una magnitud con otra de la misma especie, que de manera arbitraria o convencional se toma como base, unidad o patrón de medida. (Pérez, 2013: 20)

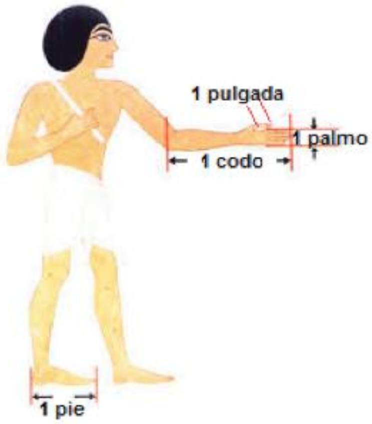
Al medir siempre intervienen tres aspectos:

- Lo que se mide.
- El aparato o instrumento de medición.
- Las unidades de medida del sistema establecido.

Las mediciones pueden hacerse de forma directa o indirecta. Lo hacemos de manera directa cuando medimos la altura de una persona con una cinta métrica, cuando tomamos el tiempo que alguien dura sumergido debajo del agua o al llenar una taza o una cuchara de un ingrediente al momento de seguir una receta. Medimos de manera indirecta cuando tomamos la temperatura de una persona con fiebre, cuando calculamos la velocidad de un vehículo o la distancia entre la tierra y la luna, etc.

Las civilizaciones antiguas tenían cada una su propia forma de medir las cosas. Los egipcios usaban la brazada o braza, cuya longitud equivalía a las dimensiones de un hombre con los brazos abiertos.

También se utilizaban otras medidas del cuerpo humano como el pie, el codo (distancia desde el codo hasta la punta de los dedos), el palmo (la longitud de cuatro dedos juntos), la pulgada (la longitud del dedo pulgar).



Anteriormente, las unidades de medida variaban de un país a otro, no existía un sistema unificado y esto limitaba la relación entre los países y el desarrollo global de las ciencias.

Por tal motivo, en 1795 se llevó a cabo la Convención Mundial de las Ciencias en París, Francia, y se estableció un sistema universal de medidas, llamado sistema métrico decimal.

En 1875 se realizó en París la Convención del Metro, teniendo como resultado el compromiso de 18 naciones para adoptar el uso del sistema métrico decimal, excepto Inglaterra, que no acudió a esta reunión y se negó a emplear estas unidades.

El sistema métrico decimal se adoptó internacionalmente en la Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM) de 1889 y dio como resultado el Sistema Internacional de Medidas, en 1960 se sustituyó por otro más preciso, el Sistema Internacional de Unidades (SI), que se utiliza actualmente en 95% de la población mundial.

Como mencionan Flores, Aguilar y Pais (2004:10), el sistema métrico se diseñó para que fuera:

Neutral y Universal

Lo más neutral posible para facilitar su adopción en la diversidad de países. Otras unidades de la época se derivaban del largo del pie de algún gobernante y frecuentemente cambiaban tras su sucesión. Las nuevas unidades no habrían de depender de estas circunstancias nacionales, locales o temporales.

Reproducibles	Los diseñadores desarrollaron definiciones de las unidades básicas de forma que cualquier laboratorio equipado adecuadamente podría hacer sus modelos propios. Originalmente las unidades base se habían derivado del largo de un segmento de meridiano terrestre y el peso de cierta cantidad de agua.
Múltiples decimales	Todos los múltiplos y submúltiplos de las unidades base serían potencias decimales.
Prácticas	Las nuevas unidades deberían ser cercanas a valores de uso corriente en aquel entonces, es decir, debían ser lo más prácticas posibles.

Sabías que…

Alfred Nobel fue un químico sueco que inventó la dinamita y otros artefactos explosivos, lo cual le creó cierto complejo de culpa por la destrucción que sus inventos causaban a los seres humanos, por lo que fundó los premios que llevan su nombre. Se otorgan anualmente a las personas que aporten un gran beneficio a la humanidad en los terrenos de la Física, la Química, la Medicina, la Literatura y la Paz.

Veamos ahora lo que es la magnitud.

Magnitud: es todo aquello que puede ser medido, como el tiempo, la longitud, la masa, el área, el volumen, la densidad, la fuerza, etc. y se representa con un número y una unidad.

Magnitudes fundamentales: son aquellas que se definen con un número y una unidad y sirven de base para obtener las demás magnitudes utilizadas en la física. (Pérez, 2013:19)

Las unidades básicas fundamentales del sistema métrico decimal son:

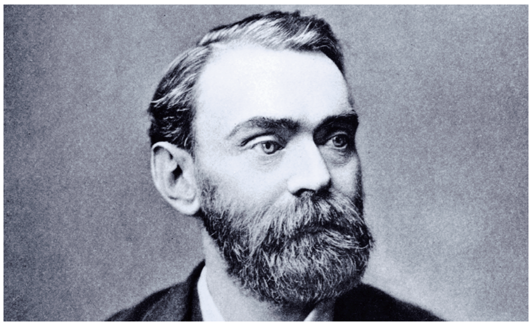
- De longitud, el metro (m).
- De masa, el kilogramo (kg).
- De tiempo, el segundo (s).

De ahí que también se le denomina como sistema de unidades MKS por metro, kilogramo y segundo.

Las siete unidades fundamentales del SI se presentan en la siguiente tabla con el símbolo correspondiente:

Magnitud fundamental	Unidad patrón	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Corriente eléctrica	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de sustancia	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	cd

Hay que considerar que la unidad es una idealización abstracta de un patrón o modelo.



"Si tengo mil ideas y sólo una termina por funcionar, me siento satisfecho."
-Alfred Nobel

A continuación se enlista la definición de cada una de las siete magnitudes fundamentales, según Gutiérrez (2010:12):

Metro (m)	El prototipo era una barra de platino y se definió como la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un intervalo de 1/299'792,458 de segundo.
Kilogramo (kg)	Se definió a partir de la masa de un cilindro fabricado con una aleación de platino-iridio que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en Sèvres, Francia.

Segundo (s)	Es el tiempo que requiere un átomo de cesio 133 para realizar 9,192,631,770 vibraciones, que corresponden a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental.
Amperio o ampere (A)	Intensidad de una corriente constante que, mantenida entre dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita y de sección circular despreciable, separados por una distancia de un metro y situados en el vacío, produce entre dichos conductores una fuerza de 2 x 10^{-7} newtons por cada metro de longitud.
Kelvin (K)	Se definió como la fracción 1/273.16 de la temperatura triple del agua. El punto triple del agua, corresponde a la temperatura y presión únicas en las que el agua, el vapor de agua y el hielo pueden coexistir en equilibrio.
Mol (mol)	Cantidad de sustancia de un sistema que contiene un número de entidades elementales equivalente a la cantidad de átomos que hay en 0.012 kg de carbono 12.
Candela (cd)	Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540 x 10^{12} hertz

Metro patrón.

Kilogramo patrón.

Ejemplos de magnitudes son la longitud de una tabla de madera (que puede ser el largo, el ancho, la altura, su profundidad, el espesor), la masa de una piedra, el tiempo transcurrido en un evento, el volumen de una cubeta, el área de una lámina de aluminio, la velocidad a la que corre una persona, la fuerza con que es golpeado un auto en un choque, etcétera.

Las magnitudes derivadas se expresan en términos de dos o más magnitudes fundamentales. Ejemplo de ellas son el área (dos unidades de longitud), el volumen (tres unidades de longitud), la velocidad (longitud y tiempo), la aceleración (longitud y tiempo al cuadrado), la fuerza (masa, longitud y tiempo al cuadrado), el trabajo (masa, longitud y tiempo al cuadrado), etcétera.

En 1881, en el Congreso Internacional de los Electricistas, realizado en París, Francia, y a propuesta del científico alemán Karl Friedrich Gauss, se adoptó un sistema llamado absoluto: el sistema cegesimal, donde las magnitudes fundamentales y sus unidades de medida son:

- De longitud, el centímetro (cm).
- De masa, el gramo (g).
- De tiempo, el segundo (s).

De las siglas de centímetro, gramo y segundo se derivó su nombre como *Sistema CGS* y fue utilizado para expresar cantidades pequeñas. En la actualidad el sistema de medición que utilizamos es el SI.

En la siguiente tabla se encuentran algunas de las magnitudes fundamentales y derivadas de uso más frecuente, así como su equivalencia en el sistema *CGS* y el sistema inglés.

Magnitud	Sistema Internacional SI	Sistema Cegesimal CGS	Sistema Inglés
Longitud	metro (m)	centímetro (cm)	pie (foot - ft)
Masa	kilogramo (kg)	gramo (g)	libra (lb)
Tiempo	segundo (s)	segundo (s)	segundo (s)
Área o superficie	m^2	cm^2	ft^2
Volumen	m^3	cm^3	ft^3
Velocidad	m/s	cm/s	ft/s
Aceleración	m/s^2	cm/s^2	ft/s^2
Fuerza	kg m/s^2 = N (Newton)	g cm/s^2 = D (Dina)	lb ft/s^2 = poundal
Trabajo y energía	Nm = J (Joule)	D cm = erg	poundal pie
Presión	N/m^2 = Pa (Pascal)	D/ cm^2 = Ba (Baria)	poundal/pie^2
Potencia	J/s = W (watt)	erg/s	poundal pie/s

Prefijos del SI

Además de las unidades básicas del SI (metro, kilogramo y segundo), también se pueden utilizar otras unidades como kilómetro, milímetro, nanosegundo, etc., donde los prefijos kilo, mili y nano denotan múltiplos o submúltiplos de la unidad patrón en potencias de 10. (Flores, et al., 2004).

Valor	Número	Prefijo	Símbolo	Se lee…
10^{12}	1”000,000’000,000	Tera	T	Un billón
10^{9}	1,000’000,000	Giga	G	Mil millones
10^{6}	1’000,000	Mega	M	Un millón
10^{3}	1,000	kilo	k	Mil
10^{2}	100	hecto	h	Cien
10^{1}	10	deca	da	Diez
10^{0}	**1**	**Unidad básica**	**metro (m) gramo (g) segundo (s)**	**Uno**
10^{-1}	0.1	deci	d	Décima
10^{-2}	0.01	centi	c	Centésima
10^{-3}	0.001	mili	m	Milésima
10^{-6}	0.000001	micro	µ	Millonésima
10^{-9}	0.000000001	nano	n	Mil millonésima
10^{-12}	0.000000000001	pico	p	Billonésima

Gutiérrez C. (2010)

Sabías que…

La *Pelagibacter ubique* es una bacteria que se encuentra en el agua y es posiblemente la más abundante en la Tierra, con unos 10,000 Y (10,000 cuatrillones - 10,000 x 10^{24}) de especímenes (la mitad de las células de los océanos templados son de esta especie). Es también una de las más pequeñas con 0.37 x $10^{-0.89}$ µm de longitud y 0.12 x $10^{-0.20}$ µm de diámetro, y que afectan el ciclo del carbono.

Conversión de unidades

Cuando se resuelven problemas de Física, a menudo las magnitudes de las cantidades están expresadas en diferentes unidades físicas. Por ejemplo, si en un problema la longitud de un objeto está expresada en metros y la queremos sumar con otra enunciada en kilómetros, para efectuar la operación es necesario que ambas cantidades estén expresadas en la misma unidad de medida, ya sea en metros o kilómetros.

En matemáticas, a este proceso se le conoce como conversión de unidades. Para resolver este tipo de problemas se aplica el método del factor unitario, el cual se explica con los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1

Si un libro tiene una longitud de 21.6 cm, ¿cómo se expresa en metros esta longitud?

Solución

Sabemos que la relación entre un metro y un centímetro es 1 m = 100 cm. Para realizar la conversión siempre comenzamos poniendo la cantidad que queremos convertir en forma de fracción (con 1 como denominador), y enseguida se multiplica por la relación, poniendo debajo la cantidad que queremos eliminar y se realiza la multiplicación de fracciones (numerador por numerador y denominador por denominador), eliminado las unidades iguales (marcadas en rojo):

$$\left(\frac{21\ 6\ \cancel{cm}}{1}\right)\left(\frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}}\right) = 0.216\ m.$$

Por lo tanto, la longitud del libro de 21.6 cm equivale a 0.216 m

Ejemplo 2

Si se compra en la pollería ¾ de kg de pollo, ¿a cuántos gramos equivalen?

Solución

Primero se convierte la fracción a decimal dividiendo $\frac{3}{4}$, y lo que resulta es 0.75 kg

Sabemos que 1 kg = 1000 g

$$\left(\frac{0.75\ \cancel{kg}}{1}\right)\left(\frac{1000\ g}{1\ \cancel{kg}}\right) = 750\ g$$

Por lo tanto, los $\frac{3}{4}$ o 0.75 kg equivalen a 750 g de pollo.

Ejemplo 3

¿Cuántos segundos equivalen a 27 minutos?

Solución

Sabemos que la relación entre un minuto y los segundos es: 1 min = 60 s

$$\left(\frac{27\ \cancel{min}}{1}\right)\left(\frac{60\ s}{1\ \cancel{min}}\right) = 1{,}620\ s$$

Por lo tanto, 27 minutos equivalen a 1,620 s

Ejemplo 4

Si una mesa de cocina tiene un área de 21,600 cm^2, ¿a cuántos m^2 equivalen?

Solución

La relación entre metros y centímetros es 1 m = 100 cm

Como el área son unidades cuadradas, elevamos ambos miembros al cuadrado

$(1\ m)^2 = (100\ cm)^2$ Resultando $1\ m^2 = 10{,}000\ cm^2$.

$$\left(\frac{21{,}600\ \cancel{cm^2}}{1}\right)\left(\frac{1\ m^2}{10{,}000\ \cancel{cm^2}}\right) = 2.16\ m^2$$

Por lo tanto, 21,600 c^2 equivalen a 2.16 m^2

Ejemplo 5

Para una receta de cocina, una señora tiene una bolsa con $\frac{1}{4}$ kg de harina, pero su báscula solamente pesa en miligramos. ¿Cuál sería la equivalencia?

Solución

Primero convertimos la fracción $\frac{1}{4}$ a decimal dividiendo 1 ÷ 4 = 0.25

Sabemos que 1 kg = 1000 g y que 1g = 1000 mg

$$\left(\frac{\mathbf{0\ 25\ \cancel{kg}}}{\mathbf{1}}\right)\left(\frac{\mathbf{1000\ \cancel{g}}}{\mathbf{1\ \cancel{kg}}}\right)\left(\frac{\mathbf{1000\ mg}}{\mathbf{1\ \cancel{g}}}\right) = 250{,}000\ mg$$

Por lo tanto, 0.25 kg equivalen a 250,000 mg

Ejemplo 6

En una carrera, una persona ha trotado durante 2 h y media, pero quiere saber cuántos segundos corresponden.

Solución

Sabemos que 1 h = 60 min y que 1min = 60 s.

$$\left(\frac{2.5\ \cancel{h}}{1}\right)\left(\frac{60\ \cancel{min}}{1\ \cancel{h}}\right)\left(\frac{60\ s}{1\ \cancel{min}}\right) = 9{,}000\ s.$$

Por lo tanto,2.5 h equivalen a 9,000 s.

Ejemplo 7

Un ciclista viaja a una velocidad de 28 km/h. ¿A cuántos m/s viaja el ciclista?

Solución

Sabemos que 1 h = 60 min y que 1min = 60 s, por lo que si multiplicamos ambas cantidades obtenemos que 1 h = 3,600 s. Esta conversión la utilizarás mucho en los problemas de velocidad que trabajarás en el siguiente bloque. Recuerda que se multiplican todos los numeradores y el resultado se divide entre la multiplicación de los denominadores

$$\left(\frac{28\,\cancel{km}}{\cancel{1\,h}}\right)\left(\frac{1000\ m}{1\,\cancel{km}}\right)\left(\frac{\cancel{1\,h}}{3600\ s}\right) = \frac{28{,}000\ m}{3600\ s} = 7.77\ \text{m/s.}$$

Por lo tanto, 28 km/h equivalen a una velocidad de 7.77 m/s.

Ejemplo 8

Se desea conocer cuántos litros le caben a una alberca olímpica de 50 m de largo, 25 m de ancho y 2.7 m de profundidad.

Solución

Primero hay que calcular la capacidad de la alberca, que se obtiene multiplicando sus tres dimensiones, esto es, largo x ancho x profundidad = (50 m)(25 m)(2.7 m) = 3,375 m^3

La relación entre m^3 y litros es 1 m^3 = 1000 l

$$\left(\frac{75\,\cancel{m^3}}{1}\right)\left(\frac{1000\ \text{l}}{\cancel{1\,m^3}}\right) = 3'375{,}000\ \text{l}$$

Por lo tanto, a una alberca olímpica de 3,375 m^3 le caben 3'375,000 l

"La dignidad de la ciencia misma parece exigir que todos los medios sean explorados para que la solución de un problema se dé en forma elegante y célebre."
-Carl Friedrich Gauss

El sistema inglés

El sistema inglés, o también llamado sistema FPS (foot, pound, second – pie, libra, segundo), considera el peso como una cantidad física fundamental y la masa como una cantidad física derivada (Cuéllar, 2013). Este sistema se utiliza actualmente en Estados Unidos por lo que es muy común que la gente que emigra o viaja a Estados Unidos “sufra” un poco con el manejo de unidades, por lo que es conveniente utilizar factores de conversión al Sistema Internacional.

Magnitud fundamental	Unidad de medida en el sistema inglés	Unidad de medida en el SI	Unidad de medida en el CGS
Longitud	Pulgada (inche – in)	0.0254 m	2.54 cm
	Pie (foot – ft)	0.3048 m	30.48 cm
	Yarda (yard – yd)	0.9144 m	91.44 cm
	Milla (mile – mi)	1,609 m	
Masa	Libra (lb)	0.454 kg	454 g
	Onza (oz)	0.02835 kg	28.35 g
Tiempo	Galón (gal)	3.785 l	3785 ml
	Onza líquida (fl oz)	0.0296 l	29.6 ml

Ejemplos de conversión entre los sistemas decimal e inglés:

Ejemplo 9

A una persona que llega a un aeropuerto en Estados Unidos le cobran un sobrepeso en sus maletas, ya que su equipaje excedió en 25 lb del límite permitido. Esta persona tenía entendido que podía excederse 10 kg, ¿rebasó el límite?

Solución

La relación entre lb y kg es 1 lb = 0.454 kg.

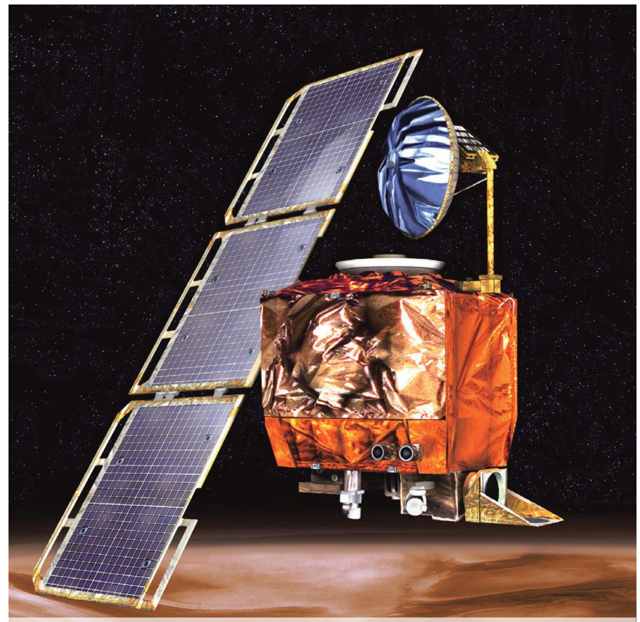
$$\left(\frac{25\,\cancel{lb}}{1}\right)\left(\frac{0.454\,kg}{1\,\cancel{lb}}\right) = 11.35 \text{ kg}$$

Por lo tanto, sí excedió el límite permitido, ya que 25 lb equivalen a 11.35 kg.

Sabías que...

El 11 de diciembre de 1998, la NASA lanzó la sonda espacial llamada Mars Climate Orbirter que llegó a Marte nueve meses y medio después, el 23 de septiembre de 1999. Se destruyó al chocar con la superficie debido a una confusión de conversión de millas y kilómetros, ya que la sonda, construida por el laboratorio Lockheed Martin Astronautics, en Colorado, para navegar según el sistema inglés, se programó con instrucciones de vuelo con el sistema métrico decimal por la Jet Propulsion Laboratory, en California. Dicha sonda tuvo un costo de 125 millones de dólares (algo así como 1,625 millones de pesos).

Disponible en http://elpais.com/diario/1999/10/02/sociedad/938815207_850215.html consultado el 21 de abril de 2014



Sonda Mars Climate Orbiter.

Ejemplo 10

Una persona en Estados Unidos necesita colocar un vidrio de 1.6 m de largo por 0.7 m de ancho, pero al ir a comprarlo no sabe las medidas en pies. ¿Cuáles son esas medidas?

Solución

La relación entre pies y metros es 1 ft = 0.3048 m

Largo: $\left(\frac{1.6\,\cancel{m}}{1}\right)\left(\frac{1\,ft}{0.3048\,\cancel{m}}\right) = \frac{6\,ft}{0.3048} = 5.25$ ft Ancho: $\left(\frac{0.7\,m}{1}\right)\left(\frac{ft}{0.3048\,m}\right) = \frac{0.7\,ft}{0.3048} = 2.3$ ft.

Por lo tanto, el largo de 1.6 m equivale a 5.25 ft y el ancho de 0.7 m equivale a 2.3 ft.

Ejemplo 11

Una persona que vive en Estados Unidos necesita pintar su casa y requiere 30 litros de pintura. Al ir a comprarla, se da cuenta que las etiquetas de las cubetas vienen marcadas en galones, no en litros. ¿Cuántos galones necesita comprar para pintar su casa?

Solución

La relación entre galones y litros es 1 gal = 3.785 lt.

$\left(\frac{30\,\cancel{l}}{1}\right)\left(\frac{1\,gal}{.785\,\cancel{l}}\right) = \frac{30\,gal}{.785} = 7.92$ gal.

Por lo tanto, necesitará comprar 8 gal de pintura, ya que 30 lt equivale a 7.92 gal.

Ejemplo 12

Una persona viaja en su automóvil de Estados Unidos a México a vacacionar. Su auto solamente marca mi/h, y entrando a México ve en la carretera que el límite de velocidad máxima es de 120 km/h. ¿A qué velocidad en mi/h necesita conducir para que no lo infraccionen?

Solución

La relación entre millas y kilómetros es 1 mi = 1609 m = 1.609 km

$$\left(\frac{120\ \cancel{\text{km}}}{\text{h}}\right)\left(\frac{1\ \text{mi}}{1.609\ \cancel{\text{km}}}\right) = \frac{120\ \text{mi}}{1.609\ \text{h}} = 74.58\ \text{mi/h}$$

Por lo tanto, necesitará conducir máximo 75 mi/h, ya que 120 km/h equivale a 74.58 mi/h

Ejemplo 13

A una madre primeriza le dice el pediatra que le dé 2.5 oz de leche de soya a su bebé después de los seis meses, pero el biberón sólo marca en mililitros. ¿Cuál es la equivalencia?

Solución

La relación entre onzas y mililitros es 1 fl oz = 29.6 ml.

$$\left(\frac{2.5\ \cancel{fl\ oz}}{1}\right)\left(\frac{29.6\ ml}{1\ \cancel{fl\ oz}}\right) = 74\ \text{ml.}$$

Por tanto, necesitará darle a su bebé 74 ml de leche que equivalen a 2.5 fl oz.

Reflexionemos sobre la actividad

¿De qué te das cuenta?

La conversión de unidades es muy importante. Entrevista a alguna persona que haya vivido o viajado a Estados Unidos y pregúntale cuáles son las dificultades a las que se ha enfrentado con la conversión de unidades, ya sea de peso, longitud, volumen o temperatura del cuerpo o ambiental.

____

____

____

____

____

Aprende más

Notación científica

En muchas ocasiones vemos escritas o escuchamos hablar de cantidades demasiado grandes o muy pequeñas. Para simplificarlas, se utiliza la notación científica

Notación científica: es la que permite escribir grandes o pequeñas cantidades en forma abreviada con potencias de 10, con un número a la izquierda del punto decimal.

Cuando un número se eleva a una potencia, ésta nos indica las veces que el número se multiplica por sí mismo.

Ejemplo 14

Elevar 5 al cuadrado	Elevar 6 al cubo	Elevar 2 a la quinta
Solución	**Solución**	**Solución**
$5^2 = 5 \times 5 = 25$	$6^3 = 6 \times 6 \times 6 = 216$	$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$

En la notación científica los números se expresan como un producto: $a \times 10^n$ donde:

a es un número real mayor o igual que 1 y menor que 10, llamado coeficiente;
n es un número entero, que recibe el nombre de exponente u orden de magnitud.

En el caso de potencias con base 10, siempre será el número 10 el que esté elevado a una potencia:

Ejemplo 15

$10^1 = 10$
$10^2 = 10 \times 10 = 100$
$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1{,}000$
$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10{,}000$
$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100{,}000$

Como podrás notar, la potencia a la que está elevado el número 10 es igual al número de ceros que tendrá la cantidad final, antecedido de un 1.

Ejemplo 16

10^7 es igual a 1 seguido de siete ceros 10^7 = 10’000,000
10^{10} es igual a 1 seguido de diez ceros 10^{10} = 10,000’000,000
10^{12} es igual a 1 seguido de doce ceros 10^{10} = 1’’000,000’000,000

Recuerda que las cifras van separadas en grupos de tres comenzando por la derecha, utiliza una coma baja (,) para separar los miles y una coma alta (’) para separar los millones.

En cuanto a las potencias negativas de 10, equivale a dividir el número 1 entre 10 o 100 o 1,000 etc. y se expresa escribiendo 10 con el exponente negativo.

Ejemplo 17

$\frac{1}{10} = 0.1 = 10^{-1}$

$\frac{1}{100} = 0.01 = 10^{-2}$

$\frac{1}{1000} = 0.001 = 10^{-3}$

$\frac{1}{10000} = 0.0001 = 10^{-4}$

$\frac{1}{100000} = 0.00001 = 10^{-5}$

Cuando la base 10 está elevada a una potencia negativa, el resultado es igual a recorrer hacia la izquierda el punto decimal a partir del número 1, tantas veces como señale la potencia negativa.

Conversión de notación decimal a científica

Para representar un número pequeño en notación científica, el punto decimal se recorre a la derecha y la potencia queda negativa; el exponente se determina tomando cuantos lugares el punto se recorrió.

Ejemplo 18

$0.000156 = 1.56 \times 10^{-4}$, ya que el punto se recorrió 4 lugares a la derecha.

$0.0000982 = 9.82 \times 10^{-5}$, ya que el punto se recorrió 5 lugares a la derecha.

$0.00000023 = 2.3 \times 10^{-7}$, ya que el punto se recorrió 7 lugares a la derecha.

$0.000000006392 = 6.392 \times 10^{-9}$, ya que el punto se recorrió 9 lugares a la derecha.

Como observarás, en la notación científica únicamente queda un número entero a la izquierda del punto decimal y varios números a la derecha del punto.

Para representar en notación científica un número grande o con muchos ceros, el punto decimal (que no se escribe, pero está hasta la derecha de la cantidad) se recorre a la izquierda tantos lugares como indica la potencia y la potencia queda positiva.

Ejemplo 19

$30000 = 3 \times 10^{4}$, ya que el punto se recorrió 4 lugares a la izquierda.

4'500,000 $= 4.5 \times 10^{6}$, ya que el punto se recorrió 5 lugares a la izquierda.

$820000000 = 8.2 \times 10^{8}$, ya que el punto se recorrió 8 lugares a la izquierda.

93,600'000,000 $= 9.36 \times 10^{10}$, ya que el punto se recorrió 10 lugares a la izquierda.

Conversión de notación científica a decimal

Para pasar un número de notación científica a decimal, si la potencia es negativa el punto se recorre a la izquierda y se agregan ceros a la izquierda.

Ejemplo 20

5.3×10^{-4} = 0005.3 = 0.00053, ya que el punto se recorrió 4 lugares a la izquierda y se agregaron 3 ceros.

8.13×10^{-6} = 000008.13 = 0.00000813, ya que el punto se recorrió 6 lugares a la izquierda y se agregaron 5 ceros.

3×10^{-8}= 000000003 = 0.00000003, ya que el punto se recorrió 8 lugares a la izquierda y se agregaron 7 ceros.

Si la potencia es positiva el punto se recorre y se agregan ceros a la derecha.

Ejemplo 21

7×10^{4} = 70000 = 70,000, ya que el punto se recorrió 4 lugares a la derecha y se agregaron 4 ceros.

5.6×10^{5} = 5.60000 = 560,000, ya que el punto se recorrió 5 lugares a la derecha y se agregaron 4 ceros.

8.97×10^{7}= 8.9700000 = 89’700,000, ya que el punto se recorrió 7 lugares a la derecha y se agregaron 5 ceros.

Sabías que…

El primer intento de representar números demasiado grandes fue emprendido por el matemático y filósofo griego Arquímedes, descrito en su obra *El contador de arena*, en el siglo III a. C. Ideó un sistema de representación numérica para estimar cuántos granos de arena existían en el Universo. El número estimado por él era de 10^{63} granos.

disponible en http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/unidades/matematicas_4/ud1/1_4.html, consultado el 12 de mayo de 2014.

Suma y resta de cantidades en notación científica

Cuando se suman o restan cantidades en notación científica, las potencias de 10 deben ser iguales, tomando como factor común la potencia de 10 y sumando o restando los coeficientes.

Ejemplo 22

Sumar $8.3 \times 10^4 + 9.1 \times 10^4$

Solución

Se toma como factor común la potencia de 10^4 y se suman los coeficientes:
$10^4(8.3 + 9.1) = 17.4 \times 10^4$

Sumar $3.45 \times 10^6 + 5.7 \times 10^6$

Solución

Se toma como factor común la potencia de 10^6 y se suman los coeficientes:
$10^6(3.45 + 5.7) = 9.15 \times 10^6$

Ejemplo 23

Restar $7.4 \times 10^5 – 2.8 \times 10^5$

Solución

Se toma como factor común la potencia de 10^5 y se restan los coeficientes:
$10^5(7.4 – 2.8) = 4.6 \times 10^5$

Restar $6.54 \times 10^7 – 3.28 \times 10^7$

Solución

Se toma como factor común la potencia de 10^7 y se restan los coeficientes:
$10^7(6.54 – 3.28) = 3.26 \times 10^7$

Cuando las potencias de 10 son diferentes, hay que expresar las cantidades en la misma potencia para que se puedan sumar o restar, como podremos ver en los ejemplos de la siguiente página.

Ejemplo 24

Sumar $6.2 \times 10^6 + 4.59 \times 10^7$
Puede haber dos posibles formas de solucionar:

Solución 1

Se pasa el 6.2×10^6 como potencia de 10^7 para poderlo tomar como factor común

$6.2 \times 10^6 = 0.62 \times 10^7$
$10^7(0.62 + 4.59) = 5.21 \times 10^7$

Solución 2

Se pasa el 4.59×10^7 como potencia de 10^6 para poderlo tomar como factor común

$4.59 \times 10^7 = 45.9 \times 10^6$
$10^6(6.2 + 45.9) = 52.1 \times 10^6$

Ejemplo 25

Restar $8.5 \times 10^8 – 2.9 \times 10^7$
Puede haber 2 posibles formas de solucionar:

Solución 1

Se pasa el 8.5×10^8 como potencia de 10^7 para poderlo tomar como factor común

$8.5 \times 10^8 = 85 \times 10^7$
$10^7(85 – 2.9) = 82.1 \times 10^7$

Solución 2

Se pasa el 2.9×10^7 como potencia de 10^8 para poderlo tomar como factor común

$2.9 \times 10^7 = 0.29 \times 10^8$
$10^8(8.5 - 0.29) = 8.21 \times 10^8$

Multiplicación con notación científica.

Se multiplican primero los coeficientes, y para las potencias de 10 se aplica la ley de los exponentes de la multiplicación, la cual explica que cuando la base es la misma, los exponentes se suman algebraicamente: $(x^m)(x^n) = x^{m+n}$, por lo tanto, en potencias de 10 se aplica como $(10^m)(10^n) = 10^{m+n}$

Ejemplo 26

Multiplicar 450,000 x 9’200,000
Solución
Se convierten primero las cantidades a notación científica
$450{,}000 = 4.5 \times 10^5$ $9'200{,}000 = 9.2 \times 10^6$
Ahora se multiplican los coeficientes $4.5 \times 9.2 = 41.4$
Se suman los exponentes de las potencias de 10 $(10^5)(10^6) = 10^{5+6} = 10^{11}$.
Por lo que el resultado es $41.4 \times 10^{11} = 4.14 \times 10^{12}$

Multiplicar 30,000 x 27’400,000
Solución
Se convierten primero las cantidades a notación científica
$30{,}000 = 3 \times 10^4$ $27'400{,}000 = 2.74 \times 10^7$
Ahora se multiplican los coeficientes $3 \times 2.74 = 8.22$
Se suman los exponentes de las potencias de 10 $(10^4)(10^7) = 10^{4+7} = 10^{11}$.
Por lo que el resultado es 8.22×10^{11}.

Multiplicar $(3.8 \times 10^{4})(5.3 \times 10^{6})$
Solución
Se multiplican los coeficientes $3.8 \times 5.3 = 20.14$
Se suman los exponentes de las potencias de 10 $(10^{4})(10^{6}) = 10^{4+6} = 10^{10}$.
Por lo que el resultado es $20.14 \times 10^{10} = 2.014 \times 10^{11}$.

Multiplicar $(5.2 \times 10^{-3})(4.9 \times 10^{-4})$
Solución
Se multiplican los coeficientes $5.2 \times 4.9 = 25.48$
Se suman los exponentes de las potencias de 10 $(10^{-3})(10^{-4}) = 10^{-3-4} = 10^{-7}$.
Por lo que el resultado es $25.48 \times 10^{-7} = 2.548 \times 10^{-6}$.

División con notación científica

Se dividen primero los coeficientes, y para las potencias de 10 se aplica la ley de los exponentes de la división, la cual explica que cuando la base es la misma, los exponentes se restan algebraicamente: $x^{m} / x^{n} = x^{m-n}$, que en potencias de 10 aplica como $10^{m} / 10^{n} = 10^{m-n}$

Ejemplo 27

Dividir 840,000 ÷ 3,000
Solución:

Se convierten primero las cantidades a notación científica
$840{,}000 = 8.4 \times 10^{5}$ $3000 = 3 \times 10^{3}$
Ahora se dividen los coeficientes $\frac{4}{3} = 2.8$
Se restan los exponentes de las potencias de 10 $\frac{10^{5}}{10^{3}} = 10^{5-3} = 10^{2}$
Por lo que el resultado es 2.8×10^{2}

Dividir $9.35 \times 10^{13} \div 1.7 \times 10^{6}$
Solución
Se dividen los coeficientes $\frac{9.35}{1.7} = 5.5$
Se restan los exponentes de las potencias de 10 $\frac{10^{13}}{10^{6}} = 10^{13-6} = 10^{7}$
Por lo que el resultado es 5.5×10^{7}

Dividir $8.64 \times 10^{12} \div 1.8 \times 10^{-4}$
Solución
Se dividen los coeficientes $\frac{64}{1.8} = 4.8$
Se restan los exponentes de las potencias de 10 $\frac{10^{12}}{10^{-4}} = 10^{12-(-4)} = 10^{16}$
Por lo que el resultado es 4.8×10^{16}

Aprende más

Instrumentos de medición

Para este tema es importante recordar lo que significa medir:

Medir: es comparar una magnitud con otra de la misma especie, que de manera arbitraria o convencional se toma como base, unidad o patrón de medida.
(Pérez, 2013: 20)

Existen diferentes procedimientos para medir cantidades:

Contar	Medición	Medición indirecta
Consiste en determinar el número de elementos de un conjunto de objetos para proporcionar una medida exacta. Por ejemplo contar los alumnos que están dentro de un salón, el número de huevos que hay en un kilogramo.	Se realiza comparando un objeto con una unidad de medida patrón o estándar, utilizando para ello un instrumento de medición. Por ejemplo, para medir la estatura de un niño se hace con una cinta métrica o flexómetro, el peso de una fruta se hace en una balanza.	Aquella al realizar la medición de una variable, se puede calcular otra distinta, por la que estamos interesados. Por ejemplo, si queremos medir la altura de un edificio muy alto, se coloca un objeto paralelo a él y se miden las sombras tanto del edificio como del objeto, obteniendo la relación de uno y otro.

Actualmente sabemos que al momento de medir un objeto que es alterado o deformado en sus dimensiones, éstas se modifican.

Para disminuir estos errores inevitables en las mediciones nos apoyamos en la matemática estadística y en la teoría del error.

La incertidumbre en el proceso de medición (Álvarez, M. et al, 2011)

Todas las mediciones tienen asociada una incertidumbre que puede deberse a los siguientes factores:

- La naturaleza de la magnitud.
- El instrumento de medición.
- El observador.
- Las condiciones externas.

Cada factor es una fuente de incertidumbre e influye en la incertidumbre total de la medida, por eso la tarea de saberlas detectar y evaluar, requiere de varios conocimientos de la medición

En principio, es posible clasificar las fuentes de incertidumbre en dos conjuntos, como menciona Cuéllar (2013):

Errores circunstanciales o aleatorios	Resultan de factores inciertos y causan que las medidas sucesivas obtenidas se dispersen aleatoriamente alrededor de la medida real.
Errores sistemáticos	Se presentan de manera regular o constante en todas las lecturas de una cantidad física determinada y que siempre son mayores o menores que la medida real.

La exactitud de una medición también depende de la persona que la realiza, por lo que es necesario que, para medir correctamente con cualquier instrumento, se observe la escala de frente y la altura de los ojos para evitar el error de paralaje, que es el que se presenta cuando hay un cambio aparente de posición de un objeto mientras es observado desde diferentes ángulos.

Cuando se hace una medición, el resultado puede considerarse con precisión y exactitud que no son lo mismo:

Exactitud	Precisión
Se refiere a la proximidad entre el valor medido y el valor "verdadero" del objeto. Así pues, una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medida.	Es el grado de certeza entre los valores medidos de un mismo objeto, en mediciones repetidas y en condiciones especificadas. Suele expresarse numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación estándar o la varianza.

Errores en la medición

Error absoluto

Es la diferencia entre el valor medido y el valor promedio (Pérez, 2013), y se debe expresar de la siguiente manera:

$M = m \pm \Delta m$ donde:
M = representación de la medida.
m = valor más probable de la medición (valor promedio).
Δm = intervalo de incertidumbre (error absoluto).

• El valor promedio (m) se calcula sumando todas las mediciones y dividiendo su resultado entre el número de mediciones realizadas (al igual que calculas tu promedio de calificaciones).
• El error absoluto (Δm) se calcula sumando los valores absolutos de las desviaciones medias, es decir, primero se resta cada medición menos el valor promedio.

Error relativo

Se obtiene dividiendo el error absoluto entre el valor promedio, esto es: $Er = \Delta m/m$

Error porcentual

Se obtiene multiplicando el error relativo por 100 para que se exprese en %, esto es:
$Ep = Er \times 100$

Ejemplo 28

Al medir 6 veces la longitud de un palo de escoba se obtuvieron las siguientes medidas: 1.56 m, 1.58 m, 1,55 m, 1.59 m, 1.57 m, 1.60 m
Determina:

a) El valor más probable de la longitud del palo de escoba.

Se procede a calcular la media o promedio.

$$m = \frac{1.56+1.58+1.55+1.59+1.57+1.60}{6} = \frac{9.45}{6} = 1.575$$

Por tanto, el valor más probable redondeado a 2 cifras (porque las mediciones se hicieron con 2 cifras) es m = 1.58 m (recuerda que en el redondeo si la última cifra significativa es 5 o mayor, la cifra anterior sube; si es 4 o menor se queda igual).

b) El error absoluto de la medida.

Se determinan las desviaciones absolutas de cada medida (recuerda que las barras horizontales | | significan valor absoluto, que es siempre el valor positivo del resultado).

$|1.56 - 1.58| = |-0.02| = 0.02$
$|1.58 - 1.58| = |0| = 0$
$|1.55 - 1.58| = |-0.03| = 0.03$
$|1.59 - 1.58| = |0.01| = 0.01$
$|1.57 - 1.58| = |-0.01| = 0.01$
$|1.60 - 1.58| = |0.02| = 0.02$

$$\Delta m = \frac{0.02+0+0.03+0\ 01+0.01+0.02}{6} = \frac{0\ 09}{6} = 0.015$$

Por lo tanto, el valor más probable redondeado a 2 cifras (porque las mediciones se hicieron con 2 cifras) es $\Delta m = 0.02$ m

c) La longitud del palo de escoba se debe expresar así:

$M = m + \Delta m$
$M = 1.58 \pm 0.02$ m
Lo que indica que estará entre 1.58 – 0.02 = 1.56 y 1.58 + 0.02 = 1.60 m, es decir, la medida del palo de escoba estará entre 1.56 y 1.60 m

d) El error relativo de la medida

Se divide el error absoluto entre el valor más probable
$E_r = \frac{\Delta m}{m} = \frac{0.02}{1.58} = 0.0126 \qquad E_r \quad 0.0126$

e) El error porcentual

Se multiplica el error relativo por 100
$E_p = E_r \times 100$
$E_p = 0.0126 \times 100 = 1.26 \qquad E_p = 1.26\ \%$
Lo que indica que hay una variación de 1.26% entre las medidas realizadas

Ejemplo 29

La Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco), ha detectado que en las tortillerías no se están vendiendo kg completos. Inspecciona una de ellas con los siguientes resultados: 0.98 kg, 0.96 kg, 0.95 kg, 0.90 kg, 0.94 kg, 0.97 kg, 0.99 kg, 0.93 kg, 0.98 kg, 1.00 kg.

Determina:

a) El valor más probable de los kg de tortilla.

Se procede a calcular la media o promedio
$$m = \frac{98+\ 96+\ 95+\ 90+\ 94+\ 97+\ 99+\ 93+\ 98+1}{10} = \frac{9.6}{10} = 0.96$$
Por lo tanto, el valor más probable es m = 0.96 kg

b) El error absoluto de la medida.

Se determinan las desviaciones absolutas de cada medida (recuerda que las barras horizontales | | significan valor absoluto, que es siempre el valor positivo del resultado).

$|0.98 - 0.96| = |0.02| = 0.02$
$|0.96 - 0.96| = |0.00| = 0.00$
$|0.95 - 0.96| = |-0.01| = 0.01$
$|0.90 - 0.96| = |-0.06| = 0.06$
$|0.94 - 0.96| = |-0.02| = 0.02$
$|0.97 - 0.96| = |0.01| = 0.01$
$|0.99 - 0.96| = |0.03| = 0.03$
$|0.93 - 0.96| = |-0.03| = 0.03$
$|0.98 - 0.96| = |0.02| = 0.02$
$|1.00 - 0.96| = |0.04| = 0.04$

$\Delta m = \frac{02+0+0\ 01+0\ 06+0.02+0.01+0\ 03+0.03+0\ 02+0.04}{10} = \frac{24}{10} = 0.024$

Por lo tanto, el valor más probable redondeado a 2 cifras (porque las mediciones se hicieron con 2 cifras) es $\Delta m = 0.02$ kg

c) ¿Cómo se debe expresar el peso del kg de tortilla?

$M = m + \Delta m$
$M = 0.96 \pm 0.02$ kg
Lo que indica que estará entre 0.96 – 0.02 = 0.94 y 0.96 + 0.02 = 0.98 kg, es decir, peso del kg de tortillas estará entre 0.94 y 0.98 kg

d) El error relativo de la medida

Se divide el error absoluto entre el valor más probable.
$E_r = \frac{\Delta m}{m} = \frac{0.02}{0.98} = 0.0204$ $\quad E_r = 0.0204$

e) El error porcentual

Se multiplica el error relativo por 100.
$E_p = E_r \times 100$ $\quad E_p = 0.0204 \times 100 = 2.04$ $\quad E_p = 2.04\ \%$
Lo que indica que hay una variación de 2.04% entre las medidas realizadas.

Después de revisar este tema, podemos comprender mejor la función de los instrumentos de medición, que nos ayudan a identificar y comparar magnitudes físicas.

Los instrumentos más utilizados en el mundo científico y comercial son:

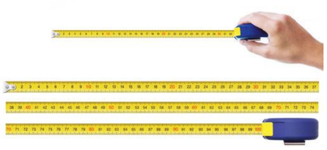
Instrumentos para medir masa

Balanza granataria

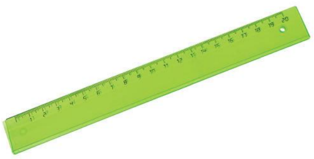
Balanza Romana

Balanza digital

Instrumentos para medir longitud



Cinta métrica



regla graduada

Vernier

Instrumentos para medir tiempo

Reloj de arena

Cronómetro

Reloj de mano

Para medir volúmenes:

- Pipeta
- Probeta
- Bureta
- Matraz aforado

Para medir otras magnitudes:

- Colorímetro
- Microscopio
- Sismógrafo
- pHmetro (mide el pH)
- Luxómetro (mide el nivel de iluminación)
- Sonómetro (mide niveles de presión sonora)
- Dinamómetro (mide la fuerza)

Para medir propiedades eléctricas:

- Electrómetro (mide la carga)
- Amperímetro (mide la corriente eléctrica)
- Galvanómetro (mide la corriente)
- Óhmetro (mide la resistencia)
- Voltímetro (mide la potencia)
- Multímetro (mide todos los valores anteriores)

Reflexionemos sobre la actividad

¿De qué te das cuenta?

¿Cuáles consideras que son los errores de mediciones más comunes que se presentan y en qué casos? Pregunta entre tus conocidos para ver si coinciden tus respuestas.

Errores de medición más frecuentes	¿Por qué se presentan?	¿Cómo se remediaría esta situación?

Aprende más

Vectores

Vector: representación de una magnitud física que tiene un origen, magnitud, dirección y sentido. Se representa con una letra mayúscula A o con una flecha encima $\vec{A}$.

Una magnitud escalar es aquella que queda definida por un número y la unidad (Gutiérrez, 2010). Por ejemplo: la masa, el tiempo, la longitud, la densidad, el potencial eléctrico, el área, el volumen, la temperatura. Y que se representan así: 58 kg, 45 min, 1.65 m, 1.5 g/cm , 120 V, 25 m , 3 lt, 8º C

Estas cantidades escalares obedecen las reglas de las operaciones aritméticas, como en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 30

Sumar 8.5 m y 6 m	Restar 23 g de 58 g	Multiplicar 1.5 m y 0.8 m
Solución	**Solución**	**Solución**
8.5 m + 6 m = 14.5 m	58 g – 23 g = 35 g	1.5 m x 0.8 m = 1.2 m^2

Las magnitudes vectoriales son aquellas que, además de magnitud, tienen dirección y sentido. Por lo tanto, este tipo de cantidades, se utilizan para cuando se requiere conocer la dirección en que se mueve y el sentido del giro.

Por ejemplo: el desplazamiento de un auto que viaja 590 km al norte, viajar en una motocicleta a una velocidad de 100 km/h hacia Acapulco, un objeto que cae debido a la aceleración de la gravedad a 9.81 m/s^2 , levantar un objeto de 23 N

Ejemplo 31

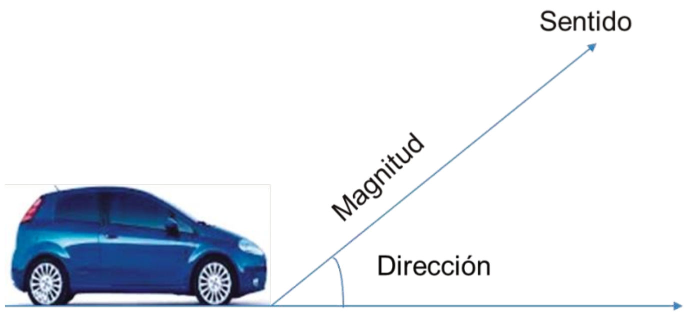
Si decimos que un auto está situado a 20 m del centro de una ciudad y queremos conocer dónde se encuentra después de un determinado tiempo, la información es incompleta, ya que el auto pudo haber tomado infinidad de direcciones.

Para saber su localización exacta, debemos conocer:

1. La magnitud del desplazamiento (20 m).

2. La dirección del desplazamiento (por ejemplo, en línea recta formando un ángulo de 60º respecto de la horizontal).

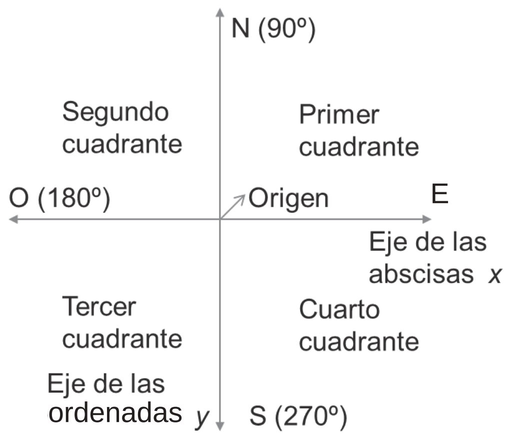
3. El sentido del desplazamiento (por ejemplo, hacia el sur o el este).



Los vectores se pueden representar gráficamente como una flecha a una escala determinada. La longitud de la flecha representará la magnitud del vector, el ángulo respecto de la horizontal corresponderá a la dirección y la punta será el sentido.

Para efectos prácticos, se utiliza como sistema de referencia el plano cartesiano, estudiado en Matemáticas III.

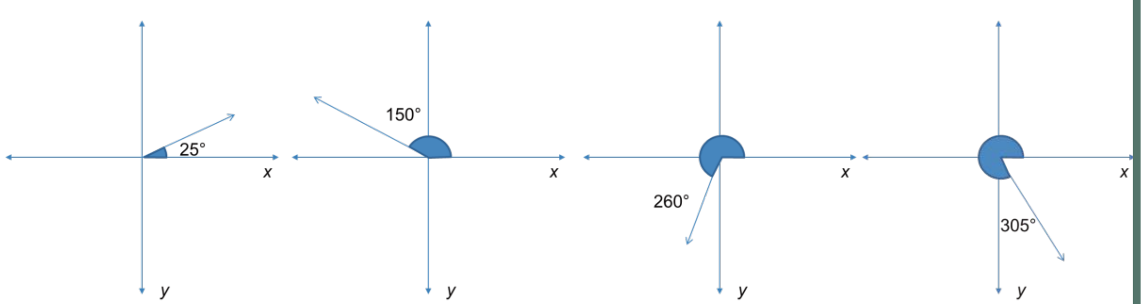
El plano cartesiano está dividido en cuatro partes llamadas cuadrantes, que se enumeran de la siguiente manera:



Los cuadrantes siempre van enumerados en sentido contrario a las manecillas del reloj, comenzando con el de la parte superior derecha, que servirá de referencia para la dirección de la medida de los ángulos. El eje horizontal o eje de las abscisas es el eje x, y el eje vertical o eje de las ordenadas es el eje y. También es útil guiarnos con los puntos cardinales norte (N), sur (S), este (E) y oeste (O), indicados en el plano cartesiano.

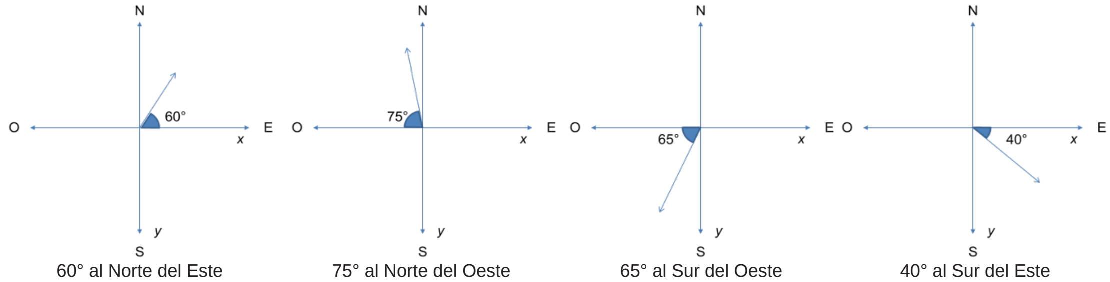
Ejemplo 32

Observa los siguientes trazos, donde se indica sólo el ángulo:

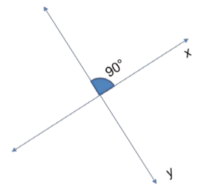


Ejemplo 33

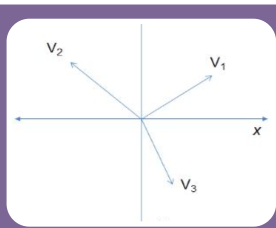
Cuando se indique la dirección de un vector en relación a los puntos cardinales, tomamos la primera expresión para la dirección y la segunda para el sentido, como sigue:

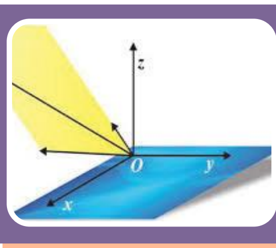


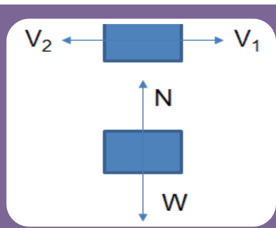
Los ejes pueden estar también orientados en otras direcciones, pero conservando siempre el principio de perpendicularidad entre ellos, es decir, formar siempre un ángulo de 90º.

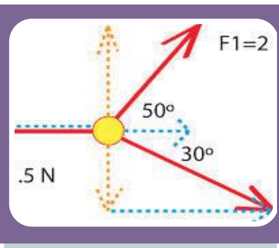


Clasificación de los sistemas vectoriales









Absoluto	No coplanares	Colineales	Concurrentes
Todas las líneas de acción que lo forman se encuentran en el mismo plano.	Las líneas de acción se encuentran en diferentes planos (está en 3 planos x, y, z).	Todas las líneas de acción que lo forman se encuentran sobre una misma línea de acción.	Todas las líneas de acción que lo forman concurren en un mismo punto.

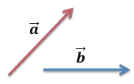
Métodos gráficos de solución para suma de vectores

Método del triángulo

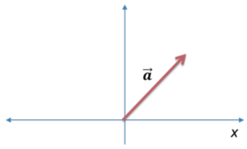
Los vectores se trasladan sin cambiar sus propiedades de tal forma que la punta de la flecha de uno se conecte con el origen del otro. El vector resultante se representa por la flecha que une la punta libre con el origen libre y entonces se forma un triángulo que se representa con la letra R.

Ejemplo 34

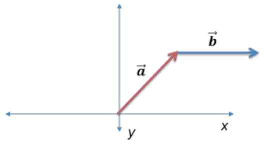
1. Se utilizan los vectores originales $\vec{a}$ y $\vec{b}$.



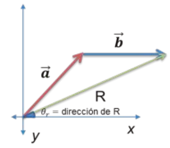
2. Se posiciona el vector $\vec{a}$ en el origen.



3. Se traza el vector $\vec{b}$ a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{a}$.



4. Se une el origen con la punta de la flecha del vector $\vec{b}$ para formar el resultante.



Se mide la distancia entre el origen y la punta de la flecha de $\vec{b}$ y ésa es la medida del desplazamiento del vector resultante. La distancia recorrida se obtiene sumando los dos vectores.

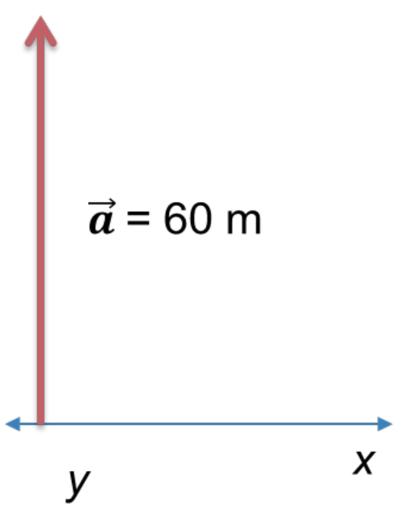
Ejemplo 35

Una persona camina 60 m al norte y luego 30 m al oeste. ¿Cuál fue su desplazamiento y qué distancia recorrió?

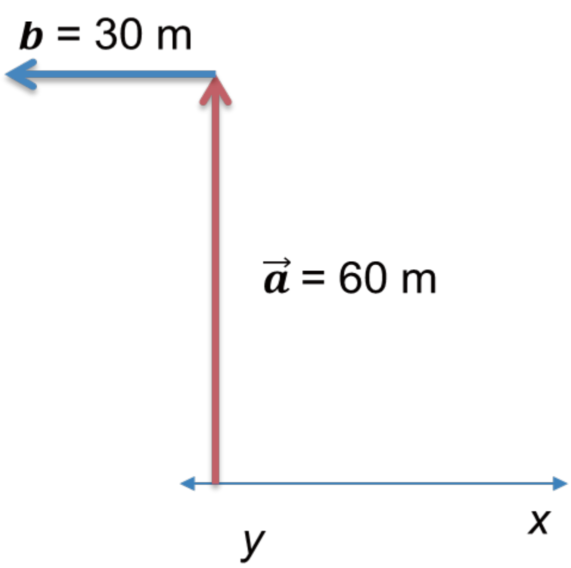
Solución

1. Se toma la escala 10 m = 1 cm

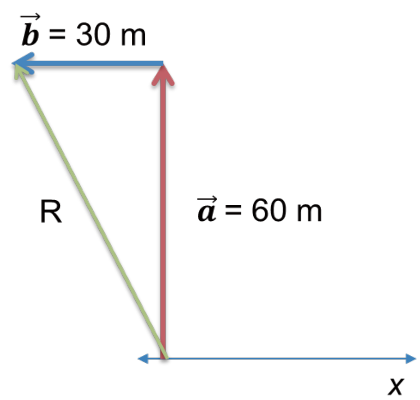
2. Se traza el desplazamiento del vector $\vec{a}$ hacia el norte (60 m = 6 cm) partiendo del origen.



3. Se traza el desplazamiento del vector $\vec{b}$ al oeste (30 m = 3 cm) a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{a}$.



4. Se traza la resultante a partir del origen y hasta llegar a la punta de la flecha del vector $\vec{b}$, y se mide el vector resultante, con un desplazamiento de R = 6.7 cm o R = 67 m.



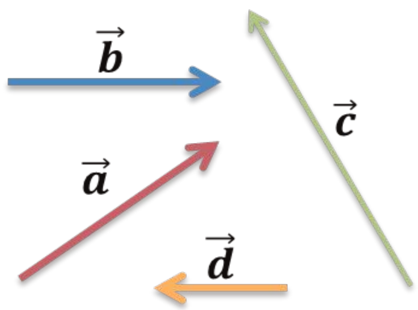
La distancia que recorrió esta persona fue de 60 m + 30 m = 90 m

Método del polígono

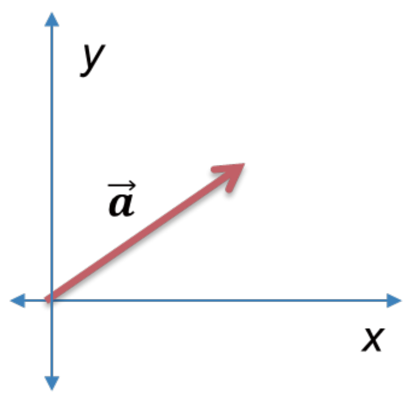
Este método es simplemente la extensión del método del triángulo. Es decir, dibujan los vectores para colocar la "punta" del uno con el "origen" del otro (en "trenecito") y la resultante es el vector que cierra el polígono desde el "origen" libre hasta la "punta" libre (cerrar con un "choque de cabezas"). Nuevamente el orden en que se realice la suma no interesa, pues aunque el polígono resultante tiene forma diferente en cada caso, la resultante final conserva su magnitud, dirección y sentido.

Ejemplo 36

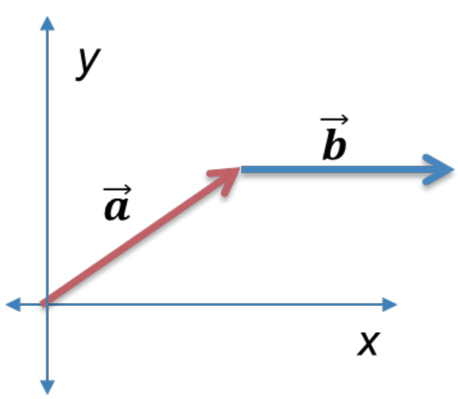
1. Se utilizan los vectores originales $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$



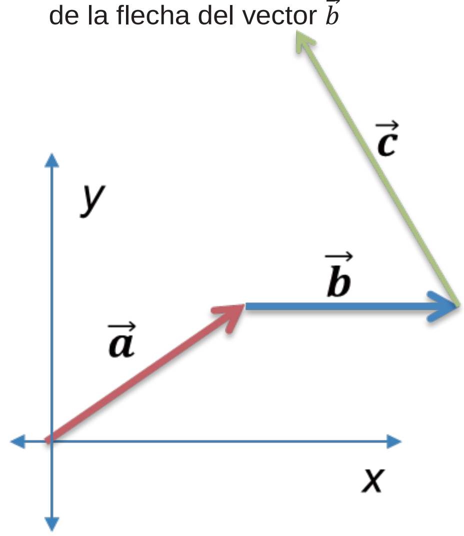
2. Se posiciona el vector $\vec{a}$ en el origen.



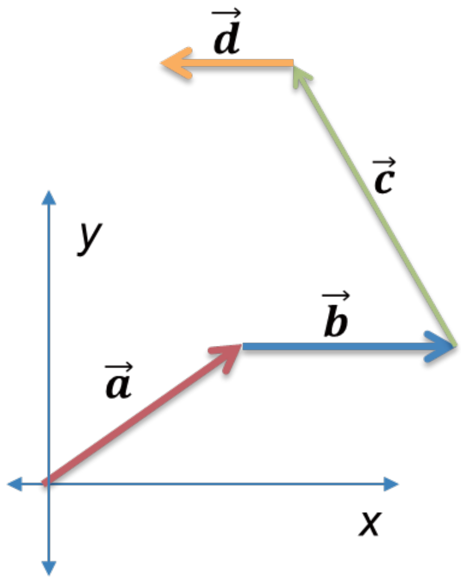
3. Se traza el vector $\vec{b}$ a partir de la punta de la flecha del vector a



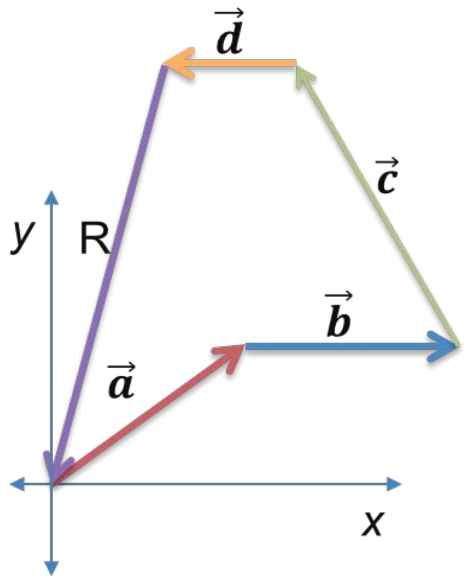
4. Se traza el vector $\vec{c}$ a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{b}$



5. Se traza el vector $\vec{d}$ a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{c}$



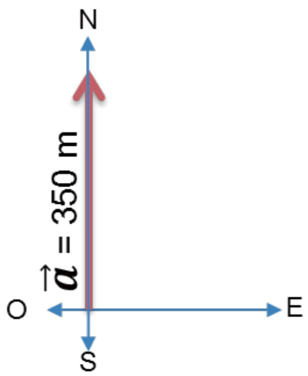
6. Se traza el vector resultante R a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{d}$



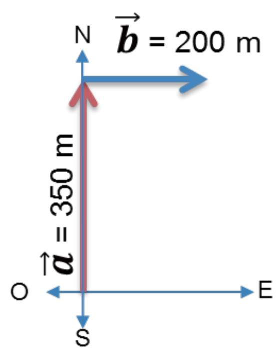
Ejemplo 37

Una persona sale a correr desde su casa, primero 350 m al norte, luego 200 m al este, 150 m al sureste y por último 100 m al sur. ¿Cuál fue la distancia total recorrida y cuál fue su desplazamiento? Toma la escala 100 m = 1 cm.

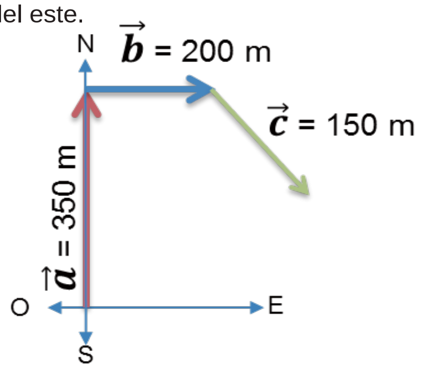
1. Se traza el vector $\vec{a}$ a partir del origen.



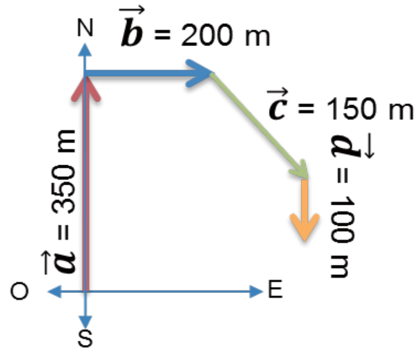
2. Se traza el vector $\vec{b}$ a partir de la punta del vector $\vec{a}$



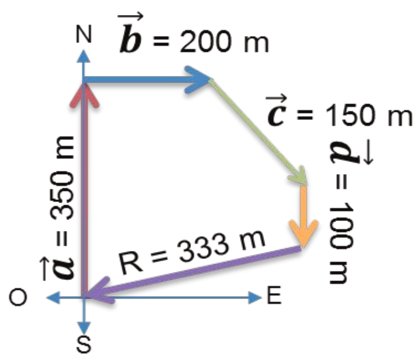
3. Se traza el vector $\vec{c}$ a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{b}$. Recuerda que el sureste es 45º al sur del este.



4. Se traza el vector $\vec{d}$ a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{c}$



5. Se traza el vector resultante R a partir de la punta de la flecha del vector $\vec{d}$



6. El vector resultante, que es el desplazamiento total, es de 333 m=3.33 cm

La distancia que recorre esta persona al caminar es de:

d = 350 m+200 m+150 m+100 m = 900 m

Distancia total recorrida = 900 m

Sabías que...

En 1872 Josiah Willard Gibbs profundizó en la teoría del cálculo vectorial, donde paralelamente Oliver Heaviside opera separando la parte real y la parte vectorial del producto de dos cuaternios puros (extensión de los números reales en cuatro dimensiones), con la idea de su empleo en física.

Descomposición rectangular de vectores por métodos gráficos y analíticos

Pérez (2013) menciona que un sistema de vectores puede sustituirse por otro equivalente que contenga un número mayor o menor de vectores que el sistema considerado. Si el sistema equivalente tiene un mayor número de vectores, el procedimiento se llama descomposición. Si tiene un número menor de vectores, el procedimiento se denomina composición.

El procedimiento para determinar la suma de vectores por el método de los componentes es el siguiente:

1. Se determina el componente horizontal y vertical de cada vector.

2. Se suman las componentes horizontales para obtener un vector en la dirección horizontal, denotado por Σx. Es importante mencionar que cada componente horizontal se multiplica por el coseno del ángulo, esto es:

   $$\Sigma x = (F_1 x)(\cos\alpha) + (F_2 x)(\cos\beta) + (F_3 x)(\cos\gamma) + (F_4 x)(\cos\theta) + \ldots$$

   Hay que tomar en cuenta que si el vector está del lado derecho, se toma positivo, y si está del lado izquierdo se toma como negativo.

3. Se suman las componentes verticales para obtener un vector en la dirección vertical, denotado por Σy. Es importante mencionar que cada componente vertical se multiplica por el seno del ángulo, esto es:

   $$\Sigma y = (F_1 y)(\text{sen}\alpha) + (F_2 y)(\text{sen}\beta) + (F_3 y)(\text{sen}\gamma) + (F_4 y)(\text{sen}\theta) + \ldots$$

   Hay que tomar en cuenta que si el vector está del lado superior, se toma positivo, y si está del lado inferior se toma como negativo.

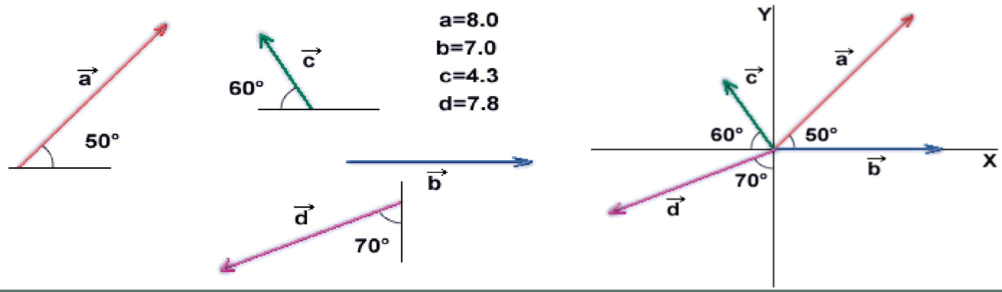
4. Para encontrar analíticamente la magnitud de la resultante, se utiliza el Teorema de Pitágoras $R = \sqrt{(\Sigma_x)^2 + (\Sigma_y)^2}$

5. El ángulo se determina por $\theta = \tan\left(\frac{\Sigma_y}{\Sigma_x}\right)$ y se forma con respecto al eje x.

"La dignidad de la ciencia misma parece exigir que todos los medios sean explorados para que la solución de un problema se dé en forma elegante y célebre."
-Carl Friedrich Gauss

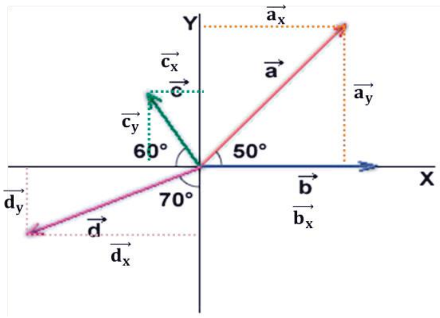
Ejemplo 38

Calcula la magnitud y dirección del vector resultante del siguiente sistema de fuerzas.



Solución

1. Se determinan las componentes horizontales y verticales de cada vector.



2. Se suman las componentes de las fuerzas horizontales.

   El vector $\vec{b}$ no tiene ángulo, por lo que se pasa igual. Para el vector $\vec{d}$ el ángulo tiene que ser con respecto al eje x, por lo que en lugar de 70º son 20º (son complementarios, sumados dan 90º)

   $\Sigma_x = (\vec{a_x})(\cos 50) + (\vec{b_x}) - (\vec{c_x})(\cos 60) - (\vec{d_x})(\cos 20)$

   $\Sigma_x = (8)(\cos 50) + 7 - (4.3)(\cos 60) - (7.8)(\cos 20)$

   $\Sigma_x = (8)(.6428) + 7 - (4.3)(0.5) - (7.8)(.9397)$

   $\Sigma_x = 2.66$

3. Se suman las componentes de las fuerzas verticales

   No se pone $\vec{b}$ porque no tiene componente vertical

   $\Sigma_y = (\vec{a_y})(\text{sen}50) + (\vec{c_y})(\text{sen}60) - (\vec{d_y})(\text{sen}20)$

   $\Sigma_y = (8)(\text{sen}50) + (4.3)(\text{sen}60) - (7.8)(\text{sen}20)$

   $\Sigma_y = (8)(.7660) + (4.3)(0.8660) - (7.8)(.3420)$

   $\Sigma_y = 7.18$

4. Se calcula el vector resultante.

   $R = \sqrt{(\Sigma_x)^2 + \Sigma_y)^2}$

   $\mathbf{R} = \sqrt{(2.66)^2 + 7.18)^2}$

   $\mathbf{R} = \sqrt{7.07 + 51.55}$

   $\mathbf{R} = \sqrt{58.63}$

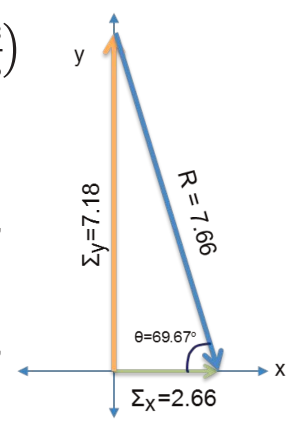
   R = 7.66

5. Se determina el ángulo.

   $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Sigma y}{\Sigma x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{7.18}{2.66}\right)$

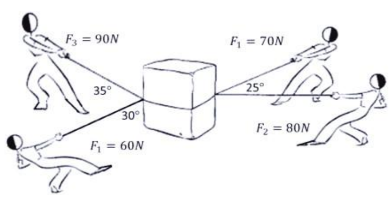
   $\theta = 69.67º$

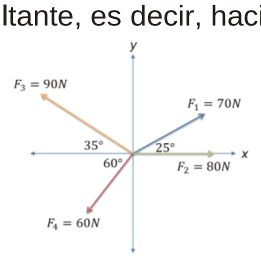
   Como Σ_x fue positiva, se representa en el eje positivo de las *x*, es decir, del lado derecho.
   Como Σ_y fue positiva, se representa en el eje positivo de las *y*, es decir, en la parte superior.



Ejemplo 39

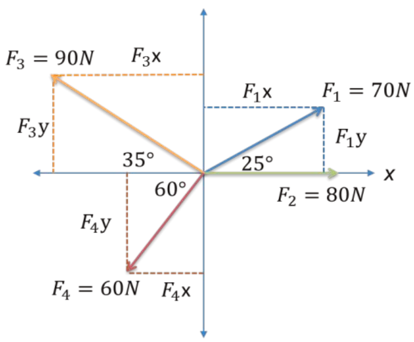
Cuatro personas están jalando una caja, como se muestra en la figura. Determina la magnitud y dirección del vector resultante, es decir, hacia donde se moverá la caja.





Solución

1. Se determinan las componentes horizontales y verticales de cada vector.



2. Se suman las componentes de las fuerzas horizontales.

El vector $\vec{F_2}$ no tiene ángulo, por lo que se pasa igual. En el vector $\vec{F_4}$ el ángulo tiene que ser con respecto al eje x, por lo que en lugar de 30º son 60º (son complementarios, sumados dan 90º)

$\Sigma_x=(\overrightarrow{F_1x})(\cos 25) + (\overrightarrow{F_2x}) - (\overrightarrow{F_3x})(\cos 35) - (\overrightarrow{F_4x})(\cos 60)$

$\Sigma_x=(70)(\cos 25) + 80 - (90)(\cos 35) - (60)(\cos 60)$

$\Sigma_x = (70)(.9063) + 80 - (90)(.8192) - (60)(.5)$

$\Sigma_x = 39.72$

3. Se suman las componentes de las fuerzas verticales.
No se pone la F_2 porque no tiene componente en y

$\Sigma_y=(\overrightarrow{F_1y})(\text{sen}25) + (\overrightarrow{F_3y})(\text{sen}35) - (\overrightarrow{F_4y})(\text{sen}60)$

$\Sigma_y=(70)(\text{sen}25) + (90)(\text{sen}35) - (60)(\text{sen}60)$

$\Sigma_y= (70)(.4226) + (90)(0.5736) - (60)(.8660)$

$\Sigma_y = 29.24$

4. Se calcula el vector resultante.

$R = \sqrt{(\Sigma_x)^2 + (\Sigma_y)^2}$

$R = \sqrt{(39.72)^2 + \ 29.24)^2}$

$R = \sqrt{1577.68 + 854.98}$

$R = \sqrt{2432.66}$

R = 49.32 N

5. Se determina el ángulo

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Sigma_y}{\Sigma_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{29.24}{39.72}\right)$

$\theta = 36.36^o$

Como Σ_x fue positiva, se representa en el eje positivo de las *x*, es decir, del lado derecho.
Como Σ_y fue positiva, se representa en el eje positivo de las *y*, es decir, en la parte superior.