

Física y Química 2° ESO

The Strange Doctor

Multiverse of Madness

Аннотация

Resumen con \LaTeX en español de contenidos previos para la Física y Química de 2° ESO: método científico y metodología/simbología de laboratorios.



Índice

1 El método científico	3
2 Ciencia: Algunas definiciones adicionales	4
2.1 Normativas de seguridad. Pictogramas de laboratorio	5
2.2 Instrumentos de laboratorio	7
3 Herramientas fismáticas	7
3.1 Magnitudes, dimensiones, y sistemas de unidades: S.I., C.G.S, y otros.	9
3.1.1 Magnitudes base en el S.I.	10
3.1.2 Dimensiones físicas, otras unidades y ecuaciones de dimensiones	12
3.1.3 Otras constantes universales	15
3.2 Potencias de 10 y notación científica	15
3.3 Cifras significativas (c.s.)	15
A Anexo. El método científico(diagramas)	16
B Anexo(II). Potencias de diez. Tablas resumen	18
C Anexo(III). Factores de conversión	20
D Anexo(IV). Conceptos adicionales	21

1 El método científico

¿Qué es el método científico? En este curso tomamos como definición la siguiente:

Es un PROCEDIMIENTO para la adquisición, organización, comprobación, transmisión y conservación (preservación) del CONOCIMIENTO. Está basado en la INTUICIÓN, la LÓGICA, el PENSAMIENTO, la RAZÓN Y LA EXPERIENCIA.

En cualquier momento, dicho procedimiento o método comunica o es capaz de comunicar sus resultados, de forma que se revisan y corrigen los posibles ERRORES.

La corrección de errores y de los resultados (o del método) requiere la REPRODUCIBILIDAD y COMPROBACIÓN DE LOS DATOS o conclusiones de forma INDEPENDIENTE.

En cualquier momento del proceso puede producirse la PUBLICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS EN FORMA DE DATOS, o DESCUBRIMIENTOS, Y/O MODELOS/TEORÍAS/LEYES/PRINCIPIOS, incluso AXIOMAS en Matemáticas, O BIEN nuevas hipótesis o CONJETURAS.

En su versión moderna, comenzó con Galileo Galilei: “(...)Egli è scritto in lingua matematica(...)”

El método científico utiliza las Matemáticas desde entonces pero se fundamenta en la observación de la Naturaleza, los fenómenos naturales, las regularidades y anomalías que en ellos se producen. Está originado por la CURIOSIDAD.

En general, podemos considerar que el método científico está formado por una serie de etapas o pasos. A saber:

- 1. OBSERVACIÓN DE LOS FENÓMENOS NATURALES, sus PATRONES LÓGICOS/TEÓRICOS y las anomalías en los mismos.
- 2. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS CIENTÍFICAS, por inferencia o inducción lógica, en ocasiones por pura intuición o sentido común, que se pueden comprobar/verificar o refutar/invalidar, mediante SIMULACIONES COMPUTACIONALES Y TEÓRICAS (en ordenadores, computadoras,...), mediante “experimentos mentales”/“thought experiments”/gedanken experiments.
- 3. Diseño y REALIZACIÓN DE EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS, que nos proporcionan DATOS experimentales en laboratorios. Los datos son habitualmente NÚMEROS (cantidades) y las magnitudes físicas de los datos son PROPIEDADES(cualidades) que pueden ser medidas o cuantificadas.
- 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS EXPERIMENTALES mediante pensamiento lógico, matemático y razonado o intuitivo. Esto nos lleva a la refutación/invalidación de la/s hipótesis o la COMPROBACIÓN/VERIFICACIÓN de la/s hipótesis o conjeturas.
- 5. ELABORACIÓN DE UN MODELO.
- 6. FORMULACIÓN DE UNA TEORÍA.
- 7. ESTABLECIMIENTO DE LEYES Y PRINCIPIOS.
- 8. ENUNCIADO DE AXIOMAS Y POSTULADOS.

Comentario: Los pasos o etapas del método científico no siguen necesariamente el orden anterior. Por ejemplo, uno puede comenzar con una teoría y estudiar posibles nuevos fenómenos a observar en vez de elaborar la teoría a partir de la síntesis de unos fenómenos u observaciones.

2 Ciencia: Algunas definiciones adicionales

1) Una **conjetura** es un modelo incompleto, o una analogía (comparación) con otro dominio. Ejemplos: el llamado desplazamiento hacia el rojo cosmológico está causado por la luz que pierde energía cuando viaja a través del espacio (conjetura de la “luz cansada”), las leyes de la Física son constantes en el tiempo y el espacio en todo el Universo (hipótesis de universalidad o uniformización), las especies evolucionan a estadios superiores (evolución).

2) Una **hipótesis** (o conjetura verosímil) es un modelo basado en todos los datos de un determinado dominio, sin contraejemplos e incorporando una nueva predicción que debe ser validada por hechos empíricos o experimentales (o bien lógico-formales en un sistema axiomático usado en las Matemáticas). Equivalentemente, una hipótesis científica es una IDEA o proposición o afirmación que puedo comprobar experimental o lógica y formalmente mediante deducciones o inducciones matemáticas. Ejemplos: el envejecimiento mental puede ser retrasado mediante el uso del “úsalo o piérdelo”, “el desplazamiento hacia el rojo es un desplazamiento Doppler”.

3) Una **teoría** es una hipótesis refrendada o validada con al menos un dato, idea o predicción no trivial. Ejemplos: relatividad, Cosmología del Big Bang, teoría de la Evolución, teoría cinético-molecular, teoría del caos,...

4) Una **ley** es una teoría que ha recibido validación en todas las posibles ramificaciones y formas, y que es conocida y válida hasta cierto nivel de exactitud o aproximación. Ejemplos: Mecánica newtoniana, gravitación universal, ley de Henry, leyes de la Termodinámica.

5) Un **principio** es una ley verificada que usamos, sin demostrar, en la deducción de nuevas hipótesis o conjeturas, de nuevos fenómenos, por el método lógico-matemático-formal.

6) Un **axioma** es una regla matemática aceptada como universalmente cierta o verdadera. Ejemplo: la propiedad conmutativa de la suma, la propiedad distributiva, la existencia de un elemento neutro, el axioma de elección,...

7) Un **modelo** es una representación o “imagen”, o aproximación simplificada, simplificación de un sistema (real o imaginario) que usamos para explicar su funcionamiento real (físico) o virtual (imaginario). Ejemplos: Modelo Estándar, Modelo Cosmológico Estándar, Modelo de Capas, Modelo de Bolas, Modelo de Cuerdas, Modelo de Thomson, Modelo de la partícula puntual. . .

8) **Ciencia** es cualquier área del saber que usa el método científico (y no un sucedáneo) para obtener conocimiento. ¡Rechaza imitaciones! No son ciencias ni la Astrología (sí lo es en cambio la Astronomía), ni la religión, ni sectas como la Cienciología y muchas otras “pseudociencias”. Atención: esto no significa que la Ciencia pueda explicarlo todo, ni que esas otras áreas de la Humanidad como la Religión, la Mitología, o la superchería no puedan tener aplicaciones, en ocasiones bastante terribles. Generalmente las ciencias se dividen en **exactas o naturales** e **inexactas o sociales** (aunque es una división algo ad hoc y tal vez obsoleta ya en los tiempos en que vivimos, cada vez más matematizados).

9) Ecuación (a veces fórmula). Es una relación matemática entre variables, generalmente escrito en forma de letras y símbolos matemáticos para mayor brevedad. Ejemplos:

$$E = mc^2, PV = nRT, A = mc^3/h, L_c = 2\pi R, \partial_\sigma^2 X^\mu(\sigma, \tau) + \partial_\tau^2 X^\mu(\sigma, \tau) = 0, \dots$$

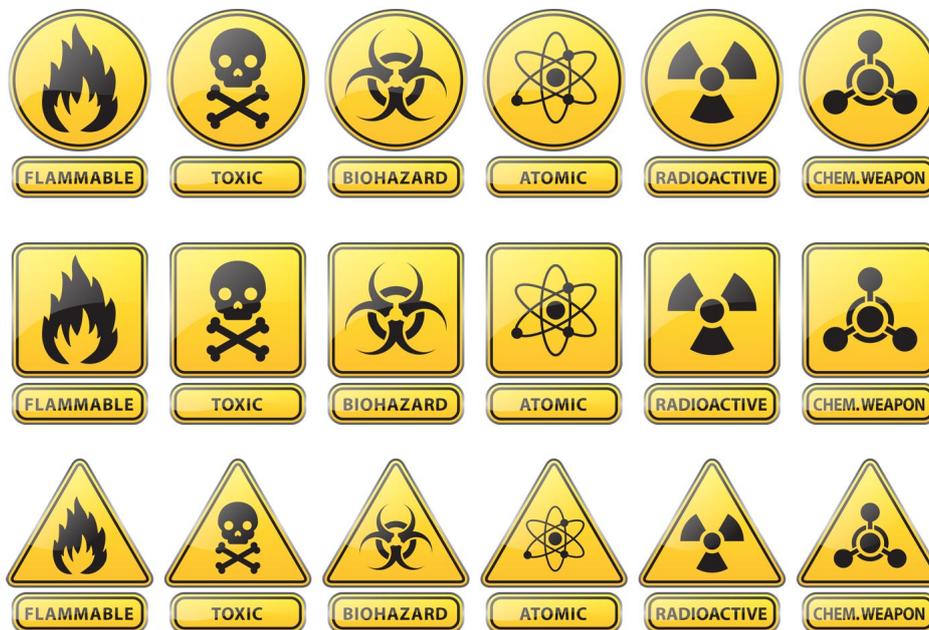
Las ecuaciones también sirven para estudiar datos, mediante el uso de representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales.

10) Gráfica de una función o un conjunto de datos: una representación en el plano o espacio de los valores de cierta función o de un conjunto de datos.

2.1 Normativas de seguridad. Pictogramas de laboratorio

En todo laboratorio hay unas normas de seguridad que hay que aplicar para evitar accidentes o peligros mortales. Es similar a un trabajo con riesgo por lo que hay legislación al respecto. Además, internacionalmente, hay unos pictogramas de laboratorio que advierten de diferentes peligros a sustancias o situaciones.

A continuación una selección de pictogramas usuales en la vida cotidiana y los laboratorios/trabajos usuales (hay más que estos, como ejercicio pueden buscarse otros pictogramas):



	Materias Inflamables		Peligro en General
	Materias Explosivas		Radiación Láser
	Materias Tóxicas		Materias Comburentes
	Materias Corrosivas		Radiaciones No Ionizantes
	Materias Radioactivas		Campo Magnético Intenso
	Materias Suspendidas		Riesgo de Tropiezo
	Vehículos de Mantenimiento		Riesgo Biológico
	Riego Eléctrico		Materia Nocivas o Irritantes

		bombona de gas	Gases a presión en un recipiente (gases comprimidos, licuados o disueltos). Algunos pueden explotar con el calor. Los licuados refrigerados pueden producir quemaduras o heridas relacionadas con el frío, son las llamadas quemaduras o heridas criogénicas.
		Calavera con tibias	Tóxicos: sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades producen efectos adversos para la salud. Pueden provocar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, pérdida de conocimiento e, incluso, la muerte.
		Corrosión	Corrosivos: Pueden causar daños irreversibles a la piel u ojos, en caso de contacto o proyección.
 Xn Nocivos Xi Irritantes		Exclamación	Producen efectos adversos en dosis altas. También pueden producir irritación en ojos, garganta, nariz y piel. Provocan alergias cutáneas, somnolencia y vértigo.
		Peligro par la salud	Pueden ser: Cancerígenos (pueden provocar cáncer); Mutágenos (pueden modificar el ADN de las células); Tóxicos para la reproducción; Pueden modificar el funcionamiento de ciertos órganos, como el hígado, el sistema nervioso, etc., provocar alergias respiratorias o entrañar graves efectos sobre los pulmones..
 N		Medio ambiente	Peligroso para el medio ambiente: presentan o puedan presentar un peligro inmediato o futuro. Provocan efectos nefastos para los organismos del medio acuático (peces, crustáceos, algas, otras plantas acuáticas, etc.). Símbolo en el que no suele existir la palabra de advertencia pero, cuando existe, es siempre: "Atención".

	E Explosivo: En determinadas condiciones, incluso sin presencia de oxígeno, la sustancia puede detonar o, bajo un calor intenso, explotar.		E Comburente: Productos químicos que en contacto con sustancias inflamables producen una reacción fuertemente exotérmica.
	F+ Extremadamente inflamable: Sustancias que a temperatura y presión normales son inflamables con el aire.		F Fácilmente inflamable: Productos que pueden inflamarse con aire a temperatura ambiente o sólidos que queman con un contacto breve con una llama.
	T+ Muy tóxico: Productos que por inhalación o ingestión en cantidades muy pequeñas pueden producir efectos graves o crónicos.		T Tóxico: Productos que por inhalación o ingestión en cantidades pequeñas pueden producir efectos graves o crónicos.
	Xn Nocivo: Productos que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir efectos graves o crónicos.		Xi Irritantes: Productos que en contacto con la piel o la mucosa pueden producir una reacción inflamatoria.
	C Corrosivo: Productos que en contacto con tejidos vivos, como la piel humana, destruyen el tejido.		N Peligroso para el medio ambiente: Sustancias que pueden producir un efecto nocivo al medio ambiente.

2.2 Instrumentos de laboratorio

Un laboratorio de Física hoy día es muy variado, además de poder ser también virtual. Instrumentos posibles de medida: telescopio, microscopios (incluso los electrónicos), manómetro, barómetro, teslómetro, multímetro digital, balanzas, osciloscopios, material de Electrónica y circuitería, klystrons, termómetros, calorímetros, cronómetros, cintas métricas, calibradores, y otros varios son instrumentos usuales y populares en los laboratorios de Física convencionales. En los laboratorios de Química, también en los usuales, podemos encontrar probetas, mecheros Bunsen, pipetas, matraces, reactivos químicos, ... Este dibujo ayuda a entender la tipología de materiales en laboratorios de Química:



3 Herramientas fisimáticas

La Física usa las Matemáticas como su lenguaje formal, aunque no es reducible solamente a éste. La Física tiene diferentes áreas con intersección mutua no vacía en varios casos. Una lista no exhaustiva es la siguiente:

- Mecánica. Puede ser Mecánica de partículas y sistemas. Mecánica de fluidos y campos son lo que junto a la de partículas forman la Mecánica clásica.
- Astronomía, Astrofísica y Cosmología. La Radioastronomía, neutrínología y otras ramas recientes como la astronomía de ondas gravitacionales o de rayos cósmicos están incluidos aquí.

- Mecánica Cuántica.
- Óptica.
- Física de ondas.
- Geofísica.
- Físico-Química.
- Física biológica/Biofísica.
- Física de los sistemas complejos.
- Física no lineal.
- Electrónica.
- Electromagnetismo (parte de la Mecánica Clásica).
- Termodinámica.
- Física relativista.
- Física matemática o física teórica.
- Mecánica estadística.
- Física nuclear y de partículas (altas energías).
- Física atómica.
- Física molecular.
- Espectroscopía.
- Radiofísica.
- Teoría de (super)cuerdas y p-branas.
- Relatividad General.

En la Química hay una división por áreas similar. Así, hablamos de Astroquímica, Química orgánica, Bioquímica, Química-Física, Química cuántica, Química molecular, Electroquímica, Termoquímica, Cinética química, Química de polímeros, Química atómica y nuclear, Química de las reacciones químicas y estequiometría, Química analítica, Química atmosférica,...

Del estudio del movimiento se encargan dos partes de la Física: la **Cinemática** y la **Dinámica**. Juntas forman la Mecánica Clásica de partículas y sistemas de partículas. El modelo de la partícula puntual es usado habitualmente en Física. Aunque hoy día se pueden usar otros modelos (cuerdas y membranas) hasta cierto punto de sofisticación y entendimiento.

3.1 Magnitudes, dimensiones, y sistemas de unidades: S.I., C.G.S, y otros.

Magnitudes

En Ciencia, se llama **magnitud** a todo aquello que se puede medir. No toda variable matemática o física es necesariamente una magnitud a priori. Además, una magnitud, incluso aunque sea medible y cuantificable, puede NO ser directa o indirectamente observable. Observabilidad no equivale a medibilidad. Existen:

- Magnitudes cualitativas(solamente indican propiedades).
- Magnitudes cuantitativas(especificadas por números de diferente tipo).

Además, hay dos tipos de magnitudes cuantitativas en cualquier sistema de unidades(cantidades patrón que se usan para comparar su valor):

- Magnitudes fundamentales o básicas: no se pueden expresar en términos de otras. Las magnitudes fundamentales del Sistema Internacional son 7. Hay otros sistemas de unidades además del Sistema Internacional o métrico: el sistema cegesimal (C.G.S.), el sistema técnicos, las unidades naturales de Planck y otros varios.
- Magnitudes derivadas: combinaciones de dos o más magnitudes básicas o fundamentales. Ejemplos de magnitudes derivadas en el sistema internacional:
 - Superficie o área (m^2 , dimensiones L^2), volumen (m^3 , dimensiones L^3)
 - Velocidad(longitud entre tiempo, m/s , dimensiones L/T ; $1m/s=3.6km/h$), aceleración (velocidad entre tiempo, unidades $m/s^2, km/h^2$, dimensiones L/T^2 , $g = 9,81m/s^2$).
 - fuerza(masa por aceleración, dimensiones $ML/T^2 = MLT^{-2}$, unidades N , newtons, $1N = 1kgm/s^2$; 1kilopondio= $1kp=9.81m/s^2$; 1 dina= $1kgcm/s^2$, $1N = 10^5dinas$).
 - Energía(masa por cuadrado de velocidad, dimensiones ML^2T^{-2} , unidades julios $1J = 1kgm^2/s^2$, ergios $1J = 10^7erg$, kilovatios-hora o kWh: $1kWh = 3,6MJ$), presión(fuerza entre superficie, unidad del S.I.: $1Pa = 1N/1m^2$ es el pascal, dimensiones $F/A = ML^{-1}T^{-2} = \frac{M}{LT^2}$), densidad (masa entre volumen, M/V , ML^{-3} , kg/m^3 ó g/cm^3 ; $10^3kg/m^3 = 1g/cm^3$, potencia (energía entre tiempo, dimensiones ML^2T^{-3} , W , vatios, $E/T = J/s = W$).
 - Capacidad (litros, L , $1dm^3 = 1L$, $1cm^3 = 1mL$, $1kL = 1m^3$).

Curiosidad, es que hay diferentes tipos de magnitudes según el tipo de números que tratemos(el siguiente cuadro NO hay que estudiarlo):

Tipos de magnitudes según los tipos de números

Las magnitudes pueden estar cuantificadas solamente por un número. En tal caso se habla de magnitudes escalares. También se pueden definir aquellas magnitudes orientables, llamada magnitudes vectoriales. Más allá de los vectores existen magnitudes tensoriales (multidireccionales), de tipo polivectorial/multivectorial, multiforma/poliforma y de tipo (super)(hiper)complejo (espinores, superespinores, twistores, supertwistores, hipertwistores, superhipertwistores...).

Los tensores son generalmente tablas, cubos/prismas, hipercubos/hiperprismas de números con ciertas propiedades. Cuando a cada punto en un “espacio” abstracto o espacio “target” se le asocia un número, vector, tensor,..., hablamos entonces del concepto de **campo** escalar, vectorial, tensorial, ... Existen diferentes clases de números: naturales, enteros, racionales, irracionales, reales, imaginarios, complejos, cuaterniónicos, octoniónicos (de Cayley), de Grassmann (números clásicos anticonmutativos o c-números), números p-ádicos, números adélicos (idélicos), números surreales, números transfinitos, y algunos otros. Los campos $\phi(X)$ son generalmente un functor (o incluso un functor de alto orden) entre categorías: $\phi : X \rightarrow Y$, con $y = \phi(X)$.

En el año 2019, se redefinieron las unidades del S.I. en busca de una mejor y mayor precisión, también para resolver algunos problemas relacionados con la Metrología y las medidas de ciertas cantidades y magnitudes fundamentales o básicas. Las magnitudes fundamentales o básicas pasaron en 2019 a estar definidas en base a una “constante fundamental universal”. Se eligieron las 7 cantidades o constantes siguientes:

- La velocidad de la luz en el vacío (c).
- La constante de Planck (h).
- La frecuencia de la radiación de la transición hiperfina del estado fundamental no perturbado del átomo de Cs-133 ($\Delta f(Cs - 133)$).
- La constante de Boltzmann (k_B).
- La carga eléctrica elemental del electrón (e).
- La constante de Avogadro (N_A).
- La eficacia luminosa K_{cd} de la radiación monocromática de 540 THz.

La constante de Planck h , y la velocidad de la luz en el vacío c , son ambas propiamente constantes fundamentales que definen propiedades cuánticas y espacio-temporales que afectan a todas las partículas y campos en todas las escalas y entornos. La carga elemental del electrón e , corresponde a la fuerza de acoplamiento de la fuerza electromagnética mediante la cantidad adimensional denominada constante de estructura fina $\alpha = e^2/2c\epsilon_0\hbar = e^2/4\pi\hbar c\epsilon_0 = K_C e^2/\hbar c$. La constante de estructura fina varía con la energía según la ecuación del (semi)grupo de renormalización. Algunas teorías predicen que la constante de estructura fina puede variar en el tiempo. Los límites experimentales sobre la máxima variación son sin embargo tan bajos, que para propósitos estándar cualquier efecto puede ser despreciado. La constante de Boltzmann corresponde al factor de conversión entre temperatura y energía. En Física Estadística y teoría cinética, la constante de Boltzmann conecta la entropía con el número de microestados accesibles mecanocuánticos mediante $S = k_B \ln \Omega$. La frecuencia $\Delta f(Cs - 133)$ corresponde a la frecuencia de la transición de los niveles hiperfinos del nivel fundamental no perturbado a su primer estado excitado del átomo de Cs-133 (de carácter atómico, puede ser afectado por el ambiente, pero la transición subyacente es suficientemente estable para considerarse de frecuencia fija). La constante de Avogadro corresponde al factor de conversión entre la cantidad de sustancia y el número de entidades o partículas, y finalmente la eficacia luminosa K_{cd} de la radiación de 540 THz es una constante técnica que da una relación numérica exacta entre las características puramente físicas de la potencia radiante que estimula un ojo humano en vatios W , y su respuesta fotobiológica definida por el flujo luminoso debido a la respuesta espectral de un observador estándar, medido en lúmenes lm , a una frecuencia de 540 THz.

3.1.1 Magnitudes base en el S.I.

Se define el S.I. como el sistema de unidades en el que hay las siguientes 7 unidades base definidas en función de factores de conversión con las 7 constantes fundamentales anteriores: tiempo, longitud, masa, intensidad de corriente eléctrica, temperatura absoluta, cantidad de sustancia e intensidad luminosa. Se relacionan con las constantes fundamentales en el S.I., de la forma siguiente (el S.I. es el sistema métrico en el que se definen las siguientes constantes fundamentales y magnitudes básicas):

Tiempo(Time)

Tiempo es magnitud base en el S.I. Su símbolo dimensional es T . La unidad base es el segundo, definido como 9192631770 ciclos de la radiación de la transición hiperfina no perturbada fundamental del átomo de cesio-133. Matemáticamente:

$$1\text{Hz} = \frac{\Delta f(Cs - 133)}{9192631770} s^{-1} \leftrightarrow 1s = \frac{9192631770}{\Delta \nu(Cs - 133)} \quad (1)$$

Longitud(Length)

Longitud es magnitud base en el S.I. Su símbolo dimensional es L . La unidad base es el metro definido como la distancia que recorre la luz en $1/299792458$ segundos. Equivalentemente, se define como el valor numérico fijo de la velocidad de la luz en el vacío, expresando la velocidad en metros por segundo, y el segundo definido relativo a la definición de la frecuencia $\Delta(Cs - 133)$. Esto da como valor exacto $c = 299792458m/s$, mientras que la longitud del metro queda definida en función de c y de $\Delta f(Cs - 133)$ como sigue:

$$1m = \frac{c}{299792458} s = \frac{9192631770}{299792458} \frac{c}{\Delta f(Cs - 133)} \approx 30,663319 \frac{c}{\Delta f(Cs - 133)} \quad (2)$$

Masa(Mass)

Masa es magnitud base en el S.I. Su símbolo dimensional es M . La unidad base es el kilogramo definido usando la constante de Planck $h = 6,62607015 \cdot 10^{-34}$ como fija en unidades de $J \cdot s$ ó J/Hz , o bien $kg \cdot m^2/s$. Esto da como valor exacto de un kilogramo:

$$1kg = \frac{h}{6,62607015 \cdot 10^{-34} \frac{s}{m^2}} = \frac{299792458^2}{(6,62607015 \cdot 10^{-34})(9192631770)} \frac{h\Delta f}{c^2} = 1,4755214 \cdot 10^{40} \frac{h\Delta f_{Cs}}{c^2} \quad (3)$$

Intensidad de corriente eléctrica(Electrical current intensity)

Intensidad de corriente eléctrica es magnitud base en el S.I. Su símbolo dimensional es I . La unidad base es el amperio A definido usando la constante definida por la carga elemental del electrón $Q(e) = e = 1,602176634 \times 10^{-19}C$ ($A \cdot s$) como fija. Entonces, el amperio se define mediante el factor de conversión:

$$1A = \frac{e}{1,602176634 \times 10^{-19} s^{-1}} = \frac{e\Delta f(Cs - 133)}{(1,602176634 \times 10^{-19})(9192631770)} \approx 6,789687 \cdot 10^8 e\Delta f_{Cs} \quad (4)$$

Cantidad de sustancia(Amount of substance)

Cantidad de sustancia es magnitud base del S.I. Su símbolo dimensional es n . La unidad base es el mol (mol), definido como la cantidad de sustancia que contiene exactamente una cantidad igual a la constante de Avogadro N_A , fijada al valor $N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}mol^{-1}$. De aquí, un mol se define mediante el factor de conversión siguiente:

$$1mol = \frac{6,02214076 \cdot 10^{23}}{N_A} \quad (5)$$

La cantidad de sustancia es una medida del número de entidades elementales en cualquier pedazo de materia. Puede ser de átomos, moléculas, iones, electrones o cualquier otra partícula o grupo de partículas que se especifique.

Temperatura absoluta(absolute temperature)

Temperatura absoluta es una magnitud base en el S.I. Su símbolo dimensional es T ó Θ . La unidad base es el grado kelvin K definido usando la constante de Boltzmann, expresada en J/K como $k_B = 1,380649 \cdot 10^{-23}$ como fija, o bien en unidades dimensionales del S.I. como $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$. Entonces, el kelvin (grado kelvin) se define mediante el factor de conversión:

$$1K = \frac{1,380649 \cdot 10^{-23}}{k_B} kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = \frac{1,380649 \cdot 10^{-23}}{(6,62607015 \cdot 10^{-34})(9192631770)} \frac{h\Delta f}{k_B} \approx 2,2666653 \frac{h\Delta f_{Cs}}{k_B}$$

(6)

Intensidad luminosa(luminous intensity)

La intensidad luminosa en una dirección dada es una magnitud base del S.I. Su símbolo dimensional es I_L , o también I_v ó \mathcal{J} . La unidad base de intensidad luminosa es la candela cd , definida como la cantidad que, tomando como valor numérico fijo la eficacia luminosa de la radiación monocromática de frecuencia 540THz, K_{cd} , ésta es 683 expresada en unidades de lúmens por vatio, $lm \cdot W^{-1}$, o bien en candelas por estereoradián entre vatio $cd \cdot sr \cdot W^{-1}$, o también $cd \cdot sr \cdot kg^{-1} \cdot m^{-2} \cdot s^3$, donde el kilogramo, el metro, el segundo se definen mediante las constantes $h, c, \Delta f_{Cs}$. Con esta definición, tenemos que la candela es igual, usando $K_{cd}, h, c, \Delta f_{Cs}$ a:

$$1cd = \frac{K_{cd} kg \cdot m^2}{683 s^3 \cdot sr} = \frac{K_{cd} h \cdot [\Delta f_{Cs}]^2}{(6,62607015 \cdot 10^{-34})(9192631770)^2 683} \approx 2,61483010 \times 10^{10} K_{cd} h [\Delta f_{Cs}]^2$$

(7)

En el sistema C.G.S. o cegesimal, la unidad fundamental de longitud es el centímetro y la de masa es el gramo. Se mantiene el resto de unidades básicas en general. La dina es la unidad de fuerza, siendo el producto de 1 gramo por $1cm/s^2$ (galileo), dicha unidad de fuerza (1 dina). En el sistema técnico, el kilogramo-fuerza o kilopondio es la unidad de fuerza, manteniéndose el resto de unidades también en general.

3.1.2 Dimensiones físicas, otras unidades y ecuaciones de dimensiones

A continuación una lista amplia de magnitudes (básicas y no básicas o derivadas), junto con dimensiones físicas y otras unidades:

- Longitud L , metro, $1\text{Å} = 10^{-10}m$ o angström, 1 pc o parsec = 3,26 años-luz (lyr) = $3,086 \cdot 10^{-10}m$, unidad astronómica ($1UA = 1,496 \cdot 10^{11}m$), milla, milla náutica, pulgada,...
- Masa M , $1utm = 9,8kg$, $1g = 10^{-3}kg$, $1u \approx 1,66 \cdot 10^{-27}kg$.
- Tiempo T : años, décadas, lustros, siglos, milenios, Gyr, Myr,...
- Intensidad de corriente eléctrica A (mA, ...)
- Temperatura absoluta Θ , kelvin K . Otras: grados roemer, grados celsius, grados rankine, grados fahrenheit.
- Intensidad luminosa I_v, J : candela.
- Cantidad de sustancia o materia n : el mol.
- Ángulo plano θ (adimensional): radianes (rad). También: grados sexagesimales °C, gradianes (grados centesimales). $2\pi rad = 360^\circ = 400^g$.
- Ángulo sólido Ω : estereoradián (sr).
- Superficie: L^2 . Metros cuadrados. Hectáreas ha . $1ha = 100a = 10000m^2 = 100dam^2 = 1hm^2$.

- Volumen: L^3 . Metro cúbico. Relacionado con capacidad: $1L = dm^3$, $1m^3 = 1kL$, $1mL = 1cm^3$.
- Densidad (volúmica) de masa M/L^3 .
- Densidad (superficial) de masa M/L^2 .
- Densidad (lineal) de masa M/L .
- Densidad (volúmica) de carga Q/L^3 . $Q = IT$.
- Densidad (superficial) de carga Q/L^2 . $Q = IT$.
- Densidad (lineal) de carga Q/L . $Q = IT$.
- Densidad de partículas (por volumen, superficie o longitud, respectivamente): L^{-3} , L^{-2} , L^{-1} .
- Velocidad $L/T = LT^{-1}$. m/s ó km/h ó m.p.h.(anglosajones).
- Aceleración: LT^{-2} . m/s^2 . Los galileos o gal $1gal = 1cm/s^2$.
- Jerk: LT^{-3} .
- Absent/absition: $L \cdot T = L/T^{-1}$ (m/Hz).
- Velocidad angular: T^{-1} . rad/s ó r.p.m.
- Frecuencia: hertzios T^{-1} (vueltas por segundo, c.p.s.). $1Hz = 1s^{-1}$.
- Aceleración angular: rad/s^2 . Dimensiones T^{-2} .
- Fuerza: $1N = 1kg \cdot m/s^2$, newton N. Otras: dina $1dina = 10^{-5}N$, kilopondio o kilogramo-fuerza $1kp = 9,81N$. Dimensiones: MLT^{-2} .
- Cantidad de movimiento, momento lineal, impulso: $p = mv$, MLT^{-1} .
- Momento de una fuerza $M = Fd$, ML^2T^{-2} . $1Nm$.
- Trabajo o energía: $W = Fd$, ML^2T^{-2} . $1kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = 1J$, julio. Otras: foes, $1FOE = 10^{51}erg$, ergios $1J = 10^7ergs$, $1kWh = 3,6MJ$, $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19}J \approx 160zJ$.
- Momento de inercia ML^2 .
- Momento angular ML^2T^{-1} .
- Potencia ML^2T^{-3} . Vatio: $1W=1J/s$. 1 C.V.=735,4W.
- Presión $ML^{-1}T^{-2}$. S.I.: 1 pascal= N/m^2 . Otras: bar, mmHg, atmósfera (atm), hPa, psi.
- Tensión superficial M/T^2 .
- Coeficiente de viscosidad η , $ML^{-1}T^{-1}$. $Pa \cdot s$. 1 poise $\approx 0,1Pa \cdot s$.
- Número de onda k , L^{-1} .
- Intensidad de ondas MT^{-3} , vatio por metro cuadrado.
- Convergencia o potencial focal: dioptrías D . $1D = 1m^{-1}$. $C = L^{-1}$.
- Flujo luminoso, lúmenes lm . ϕ_L . Dimensiones ϕ_L .
- Luminancia B : $\phi_L L^2$. cd/m^2 , 1 stilb= $10^4cd/m^2$.
- Iluminación E : ϕ_L/L^2 . lux. Otras: $1phot = 10^4lux$.
- Módulo del campo gravitacional g . LT^{-2} .

- Potencial gravitacional V_g , L^2T^{-2} , cuadrado de una velocidad.
- Flujo del campo gravitacional (aceleración volúmica): $\phi_g = L^3/T^2$.
- Coeficientes de dilatación: Θ^{-1} , en K^{-1} .
- Calor específico: $L^2T^{-2}\Theta^{-1}$, $J/(kg \cdot K)$.
- Calor latente o de cambio de estado: L^2T^{-2} . Julio por kilogramo.
- Conductividad térmica o calorífica: $MLT^{-3}\Theta^{-1}$. Vatio por metro y kelvin.
- Energía interna, entalpía, función de Gibbs, función del Helmholtz (U, H, G, F): julios ML^2T^{-2} .
- Entropía S: $ML^2T^{-2}\Theta^{-1}$: julio por grado kelvin.
- Permitividad eléctrica ϵ : $L^3M^{-1}T^4I^2$. Faradio partido (por) metro. F/m .
- Carga eléctrica: culombio C . $Q = IT$. $1e \approx 1,602 \cdot 10^{-19}C$.
- Módulo del campo eléctrico: $MLT^{-3}I^{-1}$. N/C , newton partido (por) culombio.
- Potencial del campo eléctrico: $ML^2T^{-3}I^{-1}$. Voltio. $1V = Nm/C = 1J/1C$.
- Flujo del campo eléctrico: Nm^2/C , dimensiones $\Phi_E = ML^3T^{-3}I^{-1}$.
- Capacidad de condensadores o carga: $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$. Faradio F .
- Módulo de la densidad de corriente j : IL^{-2} .
- Resistencia eléctrica: $R = L^2MT^{-3}I^{-2}$. Ohmios Ω .
- Resistividad eléctrica: $\rho_e = L^3MT^{-3}I^{-2}$. $\Omega \cdot m$, ohmio por metro.
- Conductividad eléctrica $\sigma_e = L^{-3}M^{-1}T^3I^2$. $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$.
- Permeabilidad magnética μ . $LMT^{-2}I^{-2}$. H/m , henrio por metro.
- Módulo del campo magnético o inducción magnética B : $MT^{-2}I^{-1}$, tesla $1T$. $1 \text{ gauss} = 10^{-4}T$.
- Flujo del campo magnético $\phi_B = ML^2T^{-2}I^{-1}$. $1 \text{ weber} = 1T \cdot m^2$. Otras: $1 \text{ maxwell} = 10^8 Wb$.
- Coeficientes de autoinducción e inducción mutua (L, M): $L^2MT^{-2}I^{-2}$. henrios H .
- Módulo del campo de desplazamiento eléctrico D : ITL^{-2} , culombio partido (por) metro cuadrado.
- Módulo del campo magnético o desplazamiento magnético H : IL^{-1} , amperio partido (por) metro. $1 \text{ oersted} = 10^3/4\pi \text{ A/m}$.
- Impedancias y reactancias: mismas unidades que resistencias eléctricas.
- Actividad de muestras radioactivas: nT^{-1} , mol partido por segundo. También más frecuentemente: $1 \text{ curio} = 1 \text{ Ci} \approx 3,7 \cdot 10^{10} \text{ desintegraciones/s}$, o también $1 \text{ Ci} = 6,14 \cdot 10^{-14} \text{ mol/s}$.

3.1.3 Otras constantes universales

- Constante de gravitación universal: $G_N = 6,674 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2$.
- Constante de Coulomb y permitividad del vacío: $K_C = 9 \cdot 10^9 Nm^2/C^2 = 1/4\pi\epsilon_0$. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2/Nm^2$ ó F/m .
- Constante universal de los gases $R = 8,314 J/Kmol = 0,082 atmL/Kmol$.
- Permitividad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} Wb/Am$, o también $K_m = \mu_0/4\pi$.
- Masa del electrón $m_e = 0,511 keV/c^2 \approx 9,11 \cdot 10^{-31} kg$.
- Masa del protón $m_p = 6\pi^5 m_e \approx 1,673 \cdot 10^{-27} kg = 1836 m_e$.
- Masa del neutrón $m_n \approx m_p = 1,675 \cdot 10^{-27} kg = 1839 m_e$.
- Aceleración en la superficie terrestre de la gravedad $g_0(\oplus) = g_{\oplus} = 9,81 m/s^2$.
- Radio terrestre $R_{\oplus} = 6400 km$.
- Densidad del agua a 4°C, $10^3 kg/m^3 = 1 g/cm^3$.
- Calor específico del agua: $c_e = 4180 J/kgK = 1 cal/gK$.
- Índice de refracción del agua líquida (media): 1.33.
- Masa molar del aire: $2,89 \cdot 10^{-2} kg/mol$. Densidad del aire 1.3 kg/L.
- Constante de Stefan-Boltzmann: $5,67 \cdot 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4} = \sigma_{SB}$.
- Constante de la ley de Wien: $C_W = 2,88 \cdot 10^{-3} K \cdot m$.
- Carga de un mol de electrones o constante de Faraday de la electrólisis: $1F = N_A e = 96485 C/mol$.

3.2 Potencias de 10 y notación científica

En el S.I., hay unso prefijos universalmente aceptados a nivel internacional de múltiplos y submúltiplos de cualquier unidad en cualquier sistema de unidades:

- Prefijos para múltiplos: deca (da) 10 , hecta (h) 10^2 , kilo (k) 10^3 , mega (M) 10^6 , giga (G) 10^9 , tera (T) 10^{12} , peta (P) 10^{15} , exa (E) 10^{18} , zetta (Z) 10^{21} , yotta (Y) 10^{24} .
- Prefijos para submúltiplos: 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} , zepto (z) 10^{-21} , yocto (y) 10^{-24} .

Regla mnemotécnica: PEZY-FAZY para las últimas potencias. Cualquier resultado numérico puro o de una medida, puede darse con la llamada notación científica:

Notación científica

$$Z = x.abcdef \dots 10^{\pm n}$$

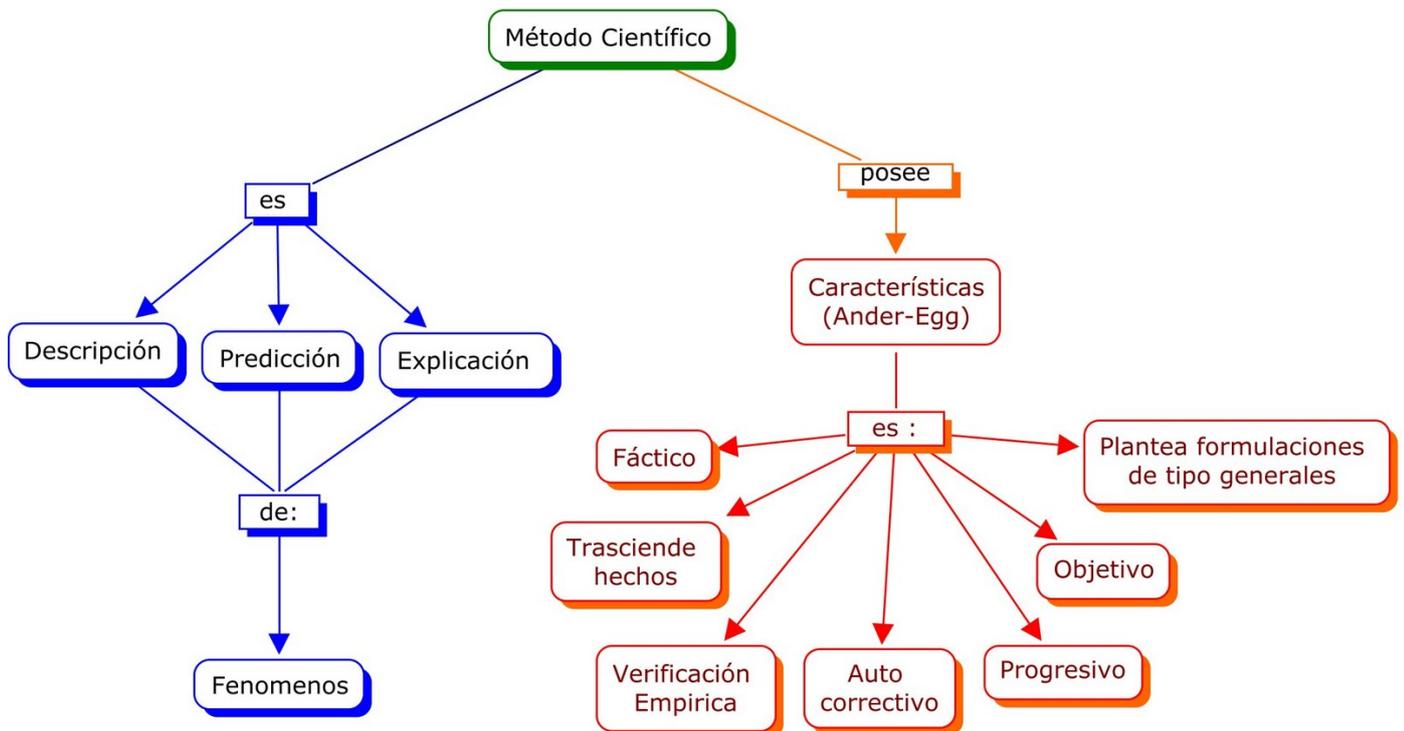
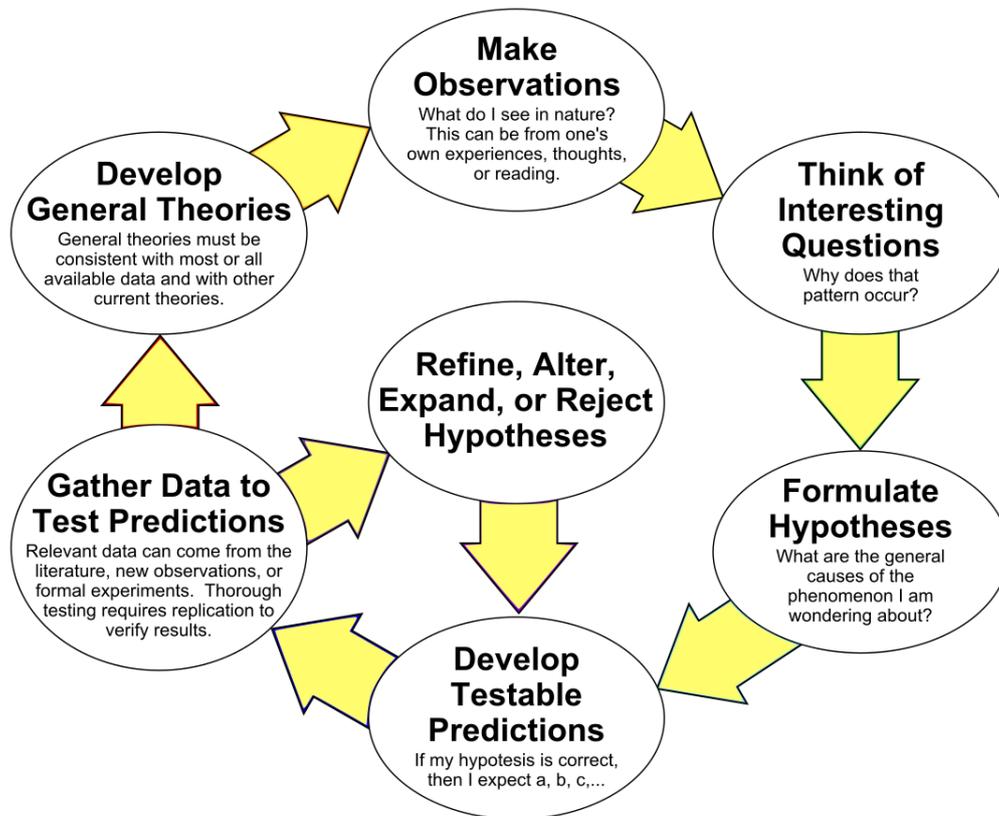
donde $x \neq 0$, y $abcdef \dots$ son números arbitrarios.

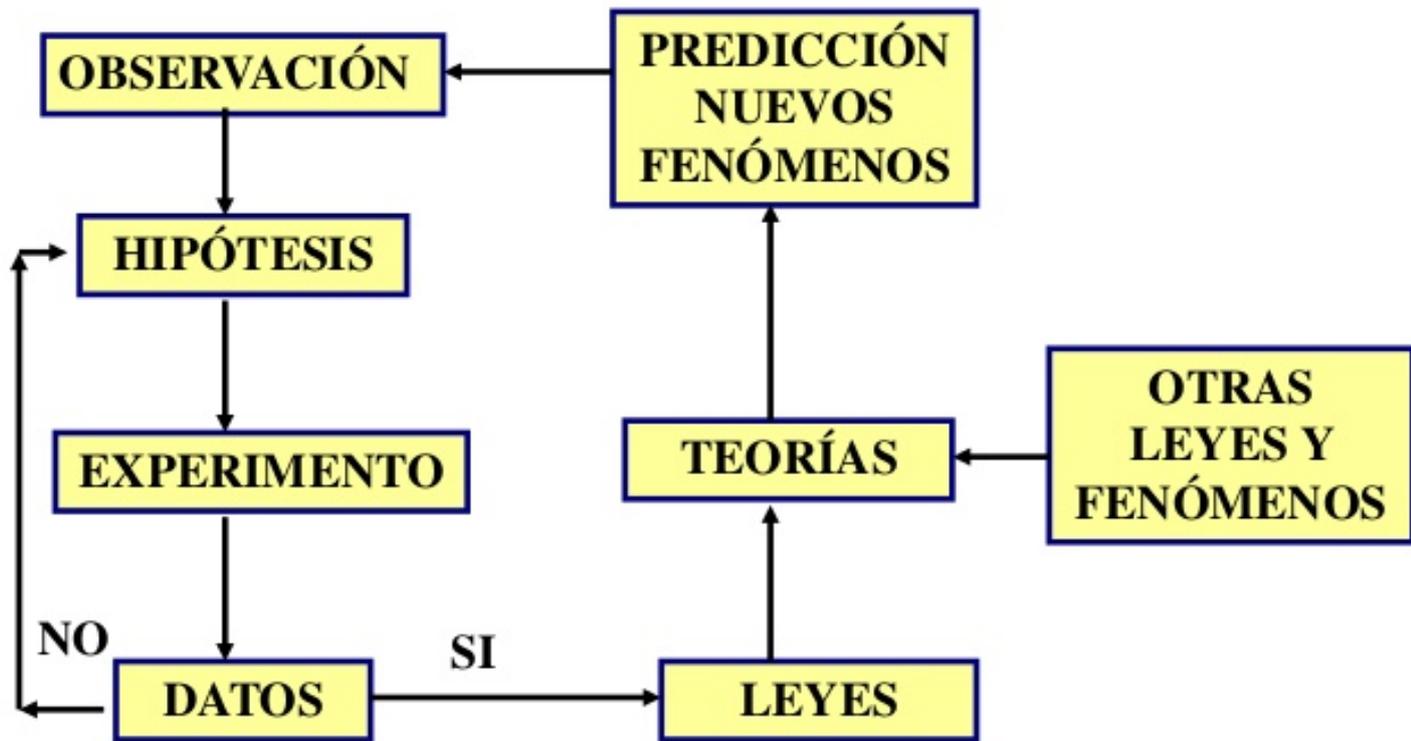
3.3 Cifras significativas (c.s.)

Cualquier magnitud se indica mediante números. Y los números generalmente tendrán exactitud, precisión e incertidumbre. Una manera estándar de dar la precisión es mediante la combinación de la Se llaman cifras significativas al número e dígitos que conozco con seguridad. En la notación científica, el número de c.s. equivale al número de dígitos delante de la potencia de 10, siempre con parte entera no nula.

A Anexo. El método científico(diagramas)

The Scientific Method as an Ongoing Process





El método científico al completo

B Anexo(II). Potencias de diez. Tablas resumen

Para múltiplos y submúltiplos de unidades en cualquier sistema de medida, se suelen usar unos prefijos universales. Las potencias de 10 positivas son *da, h, k, M, G, T, P, E, Z, Y* y las potencias de 10 negativas son *d, c, m, μ, n, p, f, a, z, y*. Un resumen de estas potencias en forma de tabla:

METRIC PREFIXES			
Power of Ten	Exponential Notation	Metric Prefix	Abbreviation
septillion	10^{24}	yotta	Y
sextillion	10^{21}	zetta	Z
quintillion	10^{18}	exa	E
quadrillion	10^{15}	peta	P
trillion	10^{12}	tera	T
billion	10^9	giga	G
million	10^6	mega	M
thousand	10^3	kilo	k
hundred	10^2	hecto	h
ten	10^1	deca	da
tenth	10^{-1}	deci	d
hundredth	10^{-2}	centi	c
thousandth	10^{-3}	milli	m
millionth	10^{-6}	micro	μ
billionth	10^{-9}	nano	n
trillionth	10^{-12}	pico	p
quadrillionth	10^{-15}	femto	f
quintillionth	10^{-18}	atto	a
sextillionth	10^{-21}	zepto	z
septillionth	10^{-24}	yocto	y

Table 2. Proposed prefixes for powers of ten larger than 24 and smaller than -24.

Power of ten	Prefix	Symbol	Origin
-27	xenno	x	Gr, ennea, nine
-30	weko	w	Gr, deka, ten
-33	vendeko	v	Gr, hendeka, eleven
-36	udeko	u	Gr, dodeka, twelve
27	xenta	X	Gr, ennea, nine
30	wekta	W	Gr, deka, ten
33	vendekta	V	Gr, hendeka, eleven
36	udekta	U	Gr, dodeka, twelve

Q1. Familiarization with prefixes and abbreviations.

10^n	Prefix	Abbreviation	10^n	Prefix	Abbreviation
10^0					
10^3	kilo-	k	10^{-3}	milli-	m
10^6	mega-	M	10^{-6}	micro-	μ
10^9	giga-	G	10^{-9}	nano-	n
10^{12}	tera-	T	10^{-12}	pico-	p
10^{15}	peta-	P	10^{-15}	femto-	f
10^{18}	exa-	E	10^{-18}	atto-	a
10^{21}	zetta-	Z	10^{-21}	zepto-	z
10^{24}	yotta-	Y	10^{-24}	yocto-	y

Suppose, $x = ay^4$ where $a = 2.00 \text{ ng/Pm}$. Determine the value of y when $x = 16.0 \text{ (Zg fm}^2\text{)/(ms}^3\text{)}$. Express the result in scientific notation and simplify the units.

(Hint: Refer to the table above, and note that SI prefixes are never used to multiply powers of units. For example, the abbreviation cm^2 means $(10^{-2} \text{ m})^2$, not 10^{-2} m^2 , and ns^{-1} is $1/\text{ns}$ or 10^9 s^{-1} , not 10^{-9} s^{-1} . Also note m that can stand for meter or for milli, depending on the context.)

Prefix/Prefijo	Scaling factor
$10^0 = 1$	\emptyset : unit/unidad
$10^1 = 10$	deca (da)
$10^2 = 100$	hecta (h)
$10^3 = 1000$	kilo (k)
$10^6 = 1000000$	mega (M)
$10^9 = 1000000000$	giga (G)
$10^{12} = 1000000000000$	tera (T)
$10^{15} = 1000000000000000$	peta (P)
$10^{18} = 1000000000000000000$	exa (E)
$10^{21} = 1000000000000000000000$	zetta (Z)
$10^{24} = 1000000000000000000000000$	yotta (Y)
$10^{27} = 1000000000000000000000000000$	ronna (R)
$10^{30} = 1000000000000000000000000000000$	quetta (Q)
Googol= 10^{100} , googolplex= $10^{\text{googol}} = 10^{10^{100}}$	No symbol/sin símbolo

Prefix/Prefijo	Scaling factor
$10^0 = 1$	∅: unit/unidad
$10^{-1} = 1/10 = 0,1$	deci (d)
$10^{-2} = 1/10^2 = 0,01$	centi (c)
$10^{-3} = 1/10^3 = 0,001$	mili (m)
$10^{-6} = 1/10^6 = 0,000001$	micro (μ)
$10^{-9} = 1/10^9 = 0,000000001$	nano (n)
$10^{-12} = 1/10^{12} = 0,000000000001$	pico (p)
$10^{-15} = 1/10^{15} = 0,000000000000001$	femto (f)
$10^{-18} = 1/10^{18} = 0,000000000000000001$	atto (a)
$10^{-21} = 1/10^{21} = 0,000000000000000000001$	zepto (z)
$10^{-24} = 1/10^{24} = 0,000000000000000000000001$	yocto (y)
$10^{-27} = 1/10^{27} = 0,000000000000000000000000001$	ronto (r)
$10^{-30} = 1/10^{30} = 0,000000000000000000000000000001$	quecto (q)

C Anexo(III). Factores de conversión

Las unidades se transforman unas en otras por medio de factores de conversión (fracciones) o mediante fórmulas complicadas en algunos casos. Factores de conversión que encontraremos habitualmente en este curso:

$$1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h} \leftrightarrow 1 \frac{km}{h} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s} \quad (8)$$

$$1 \frac{g}{cm^3} = 10^3 \frac{kg}{m^3} \leftrightarrow 1 \frac{kg}{m^3} = 10^{-3} \frac{g}{cm^3} = \frac{1g}{10^3 cm^3} \quad (9)$$

$$1L = 1dm^3 \leftrightarrow 1kL = 1m^3 \leftrightarrow 1mL = 1cm^3 \quad (10)$$

$$1atm = 760mmHg = 1013mb = 101,3hPa = 760torr \quad (11)$$

$$1N(newton) = 10^5 dinas; \quad 1kp = 9,81kp \quad (12)$$

$$1kWh = 3,6MJ; \quad 1J = 10^7 ergs; \quad 1FOE = 10^{51} ergs \quad (13)$$

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273; \quad \frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180} \quad (14)$$

D Anexo(IV). Conceptos adicionales

Una observación de la Naturaleza es que las cosas y sustancias cambian. Podemos distinguir dos tipos generales de cambios o transformaciones:

- Transformaciones físicas: la naturaleza de la sustancia no cambia. Por ejemplo el cambio de agua a hielo o gas. La identidad de la molécula de agua se mantiene.
- Transformaciones químicas: la naturaleza de la sustancia cambia. Ocurre en las reacciones químicas, por ejemplo en la oxidación del hierro, la disociación del agua en hidrógeno y oxígeno, etcétera.

Además, en el laboratorio hay varios conceptos interesantes:

- Sensibilidad: la mínima medida que puede hacer un instrumento.
- Precisión: número de cifras significativas de una medida.
- Error absoluto: diferencia del valor medido con el valor exacto(supuesto conocido) o medio.
- Error relativo, porcentaje obtenido de dividir el error absoluto entre el valor exacto.
- Incertidumbre: medida de la ignorancia o reproducibilidad de un experimento.

Otras palabras y conceptos relacionados con el método científico son hipótesis, deducción, inducción, o abducción (razonamiento hacia atrás), inferencia y reducción al absurdo (método de demostración de algunos teoremas matemáticos).



Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели.

Doctor Who?

ϺΔΞΘΣΠΧΚΙΟ

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\heartsuit\heartsuit\rangle + |\spadesuit\spadesuit\rangle) \quad \oint_{\partial\Sigma} \Theta = \int_{\Sigma} d\Theta$$

