



Conceptos
y fundamentos
en **Metrología**

MÓDULO
2



Tema



Conocimiento de proceso



Conocimiento de saber

Módulo 2

SI como base de la ciencia y la tecnología

SI como base de la ciencia y la tecnología

Identificar los elementos que componen un Sistema de Unidades.

Conceptos básicos para comprender el SI.

Describir el proceso de revisión del SI.

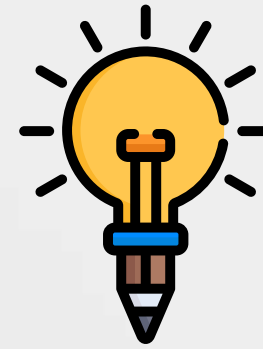
Revisión del SI (hitos históricos) y constantes básicas.

Utilizar adecuadamente el SI.

Unidades básicas, unidades derivadas, magnitud ordinal:

- Hitos históricos (Premios Nobel, resoluciones CGPM) y evolución.
- Reglas de escritura y símbolos.
- Definición y realización.

Actividad 1 / Lección Magistral



Introducción conceptual al VIM

- Conceptos básicos del SI

Actividad 1 / Lección Magistral

SISTEMA DE MAGNITUDES (1.3)

Conjunto de magnitudes relacionadas entre sí mediante ecuaciones no contradictorias.



SISTEMA DE UNIDADES (1.13)

Conjunto de unidades de base y unidades derivadas, sus múltiplos y submúltiplos, definidos conforme a reglas dadas, para un sistema de magnitudes dado.

MAGNITUD (1.1)

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

MAGNITUD DE BASE (1.4)

Magnitud de un subconjunto elegido por convenio, dentro de un sistema de magnitudes dado, de tal manera que ninguna magnitud del subconjunto pueda ser expresada en función de las otras.



MAGNITUD DERIVADA (1.5)

Magnitud, dentro de un sistema de magnitudes, definida en función de las magnitudes de base de ese sistema.

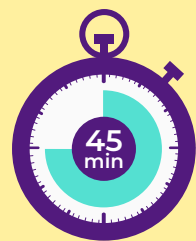


Ejemplo

Atributos de un cuerpo o sustancia que se puede distinguir de manera cualitativa y determinarse de manera cuantitativa.



volumen



velocidad



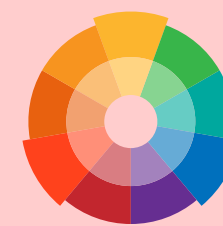
longitud



masa



olor



color



belleza

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.


UNIDAD DE BASE (1.10)

Unidad de medida adoptada por convenio para una magnitud de base.



UNIDAD DERIVADA (1.11)

Unidad de medida de una magnitud derivada.



SISTEMA INTERNACIONAL DE MAGNITUDES (1.6)

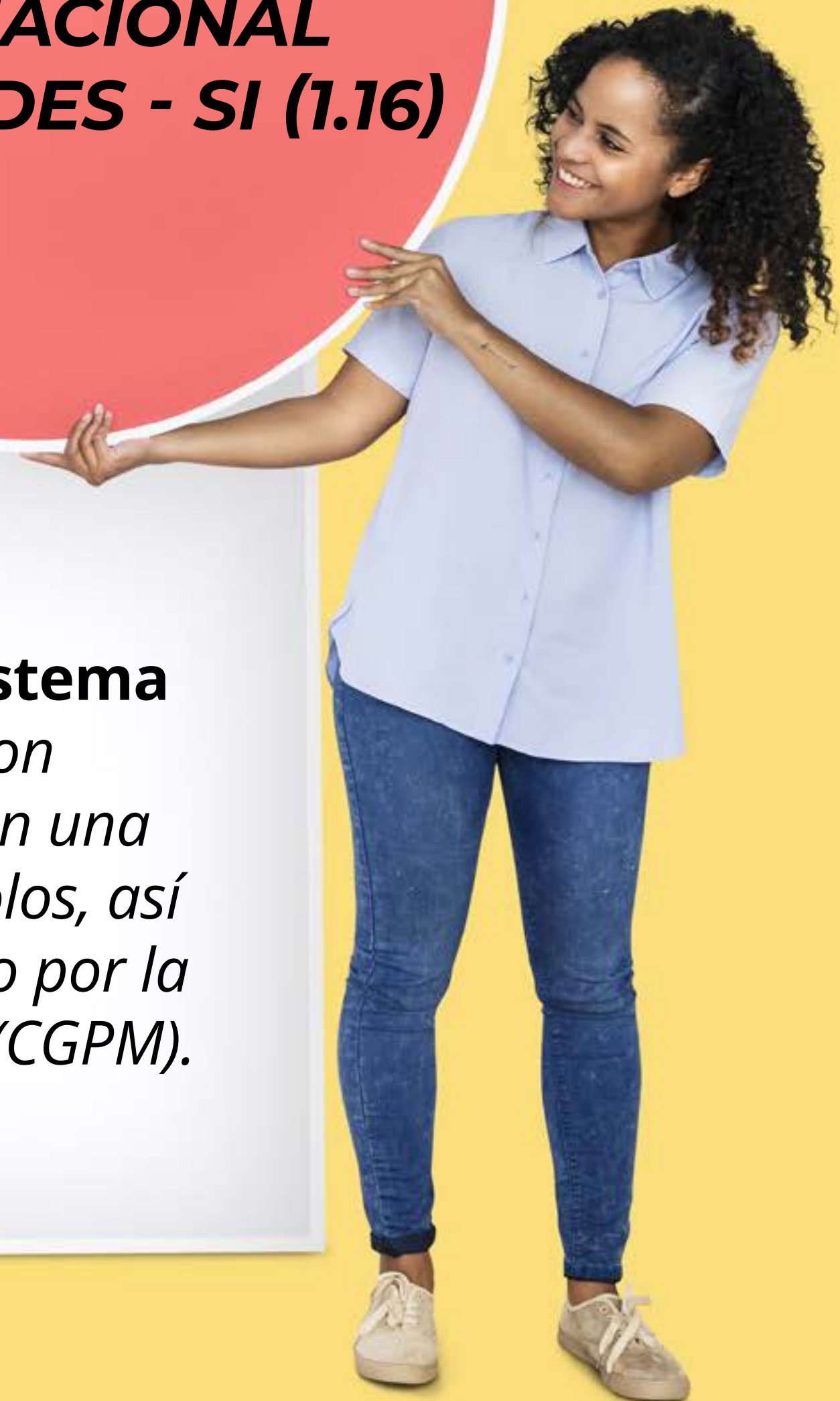
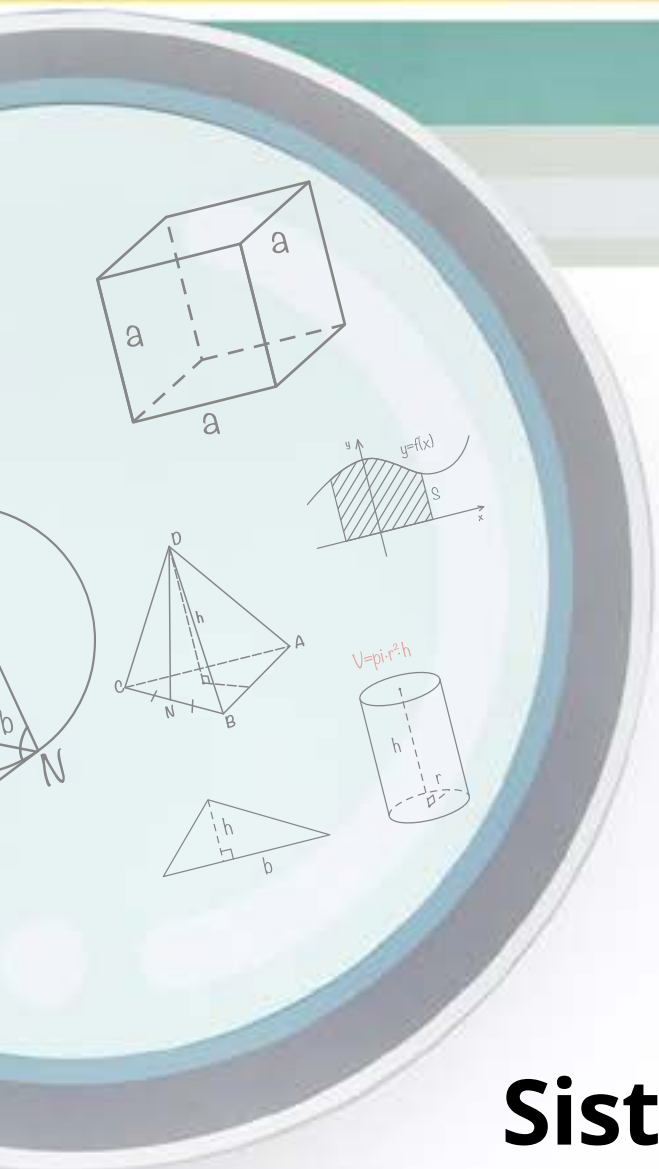
INTERNATIONAL SYSTEM
OF QUANTITIES (ISQ)



Sistema de magnitudes basado en las siete magnitudes básicas: *longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa.*

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES - SI (1.16)

Sistema de unidades basado en el Sistema Internacional de Magnitudes (ISQ), con nombres y símbolos de las unidades, y con una serie de prefijos con sus nombres y símbolos, así como reglas para su utilización, adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).



Ejemplo

MAGNITUD (1.1)

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

VALOR DE UNA MAGNITUD (1.19)

Conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.

Diámetro

de un balón de fútbol

22.29 cm

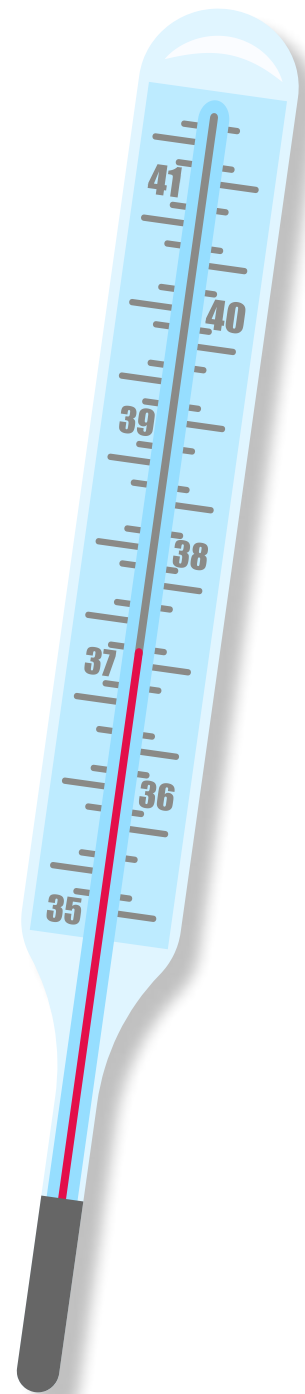


Ejemplo

Temperatura

síndrome febril en un niño medido en la boca

37.5 °C



Temperatura

síndrome febril en un adulto medido en la boca

38.0 °C

MAGNITUD (1.1)

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

VALOR DE UNA MAGNITUD (1.19)

Conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.

Ejemplo



Volumen

de un litro de
botella de leche

1

L



Volumen

de un litro de
caja de leche

990

mL

MAGNITUD (1.1)

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

VALOR DE UNA MAGNITUD (1.19)

Conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.

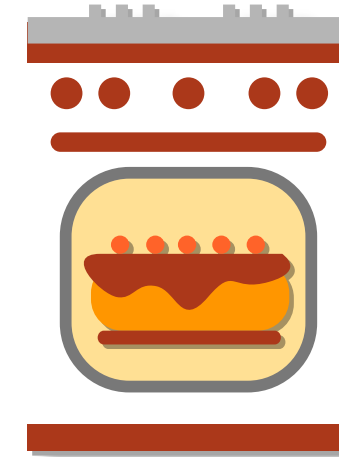
Ejemplo



Tiempo
de rotación
de la tierra

24 h

86 400 s



Tiempo
de horneado
de un pastel

3 h

60 min

MAGNITUD (1.1)

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

VALOR DE UNA MAGNITUD (1.19)

Conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)

Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.



Actividad 2 / Idea tu propio sistema de unidades.

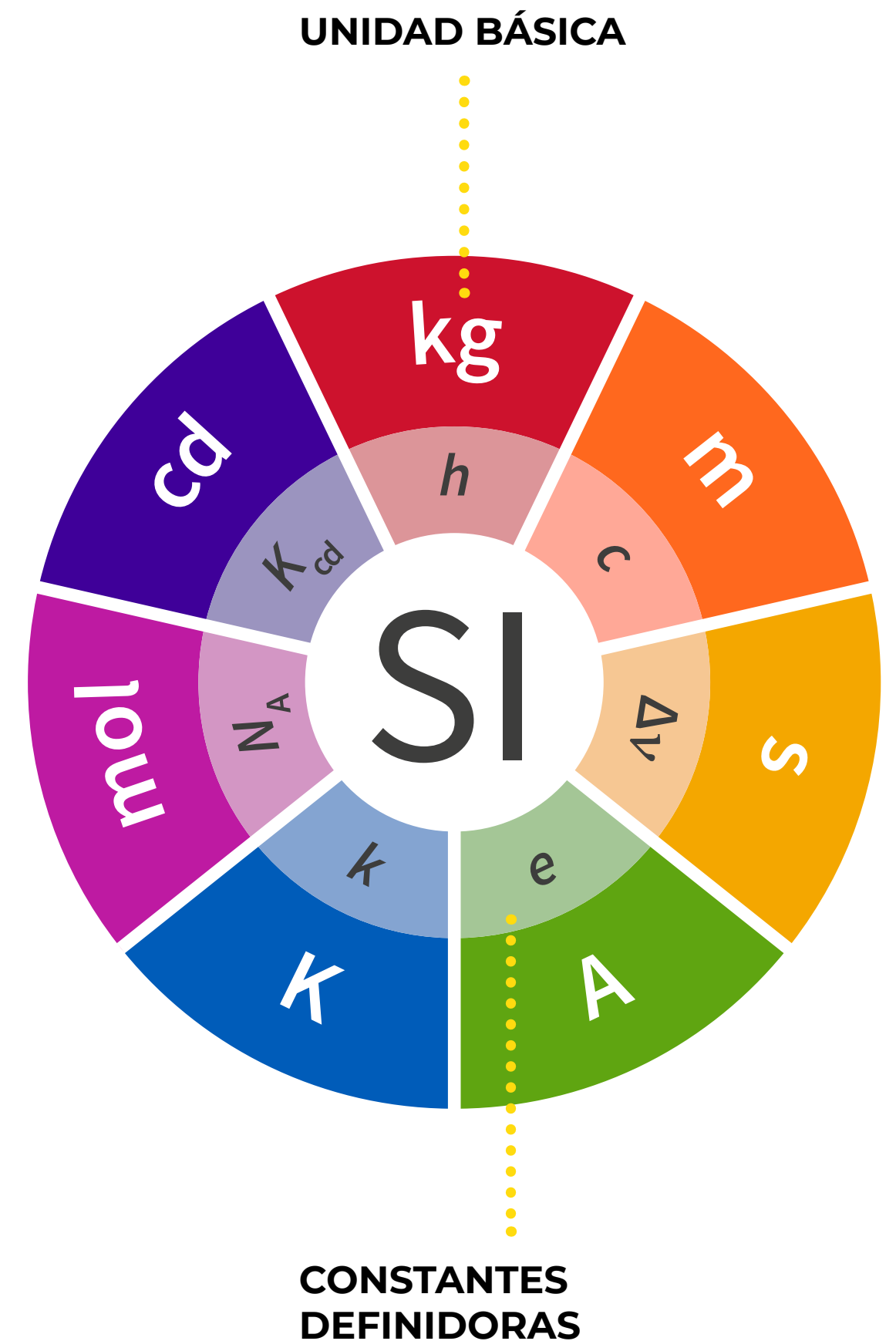
Sistema Internacional de Unidades (SI)

- Definición y realización.
- Constantes definidoras.

Sistema Internacional de Unidades – SI

CGPM [Conferencia General de Pesas y Medidas]

Conferencia	Año	Modificación
1 ^a	(1889)	kg, m, s
10 ^a	(1954)	kg, m, s, A, K, cd
11 ^a	(1960)	SI
14 ^a	(1971)	kg, m, s, A, K, cd, mol



Sistema Internacional de Unidades – SI

- $\Delta\nu_{C_s}$: La frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio 133.
- c : La velocidad de la luz en el vacío
- h : La constante de Planck
- e : La carga elemental
- k : La constante de Boltzmann
- N_A : La constante de Avogadro
- K_{cd} : La eficacia luminosa de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz



Definición y realización de las unidades básicas del SI



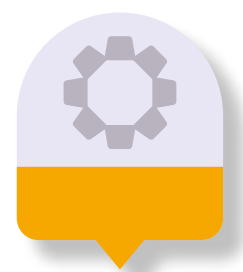
$$1 \text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$$

$$\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770 \text{ s}^{-1}$$

El segundo, cuyo símbolo es s, es la unidad de tiempo del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la frecuencia del cesio, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, la frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental del átomo de cesio 133 no perturbado, igual a 9 192 631 770 cuando es expresado en Hz, unidad equivalente a s^{-1} .



Reloj Atómico de Cesio



Magnitud física
Tiempo



Unidad
segundo (s)

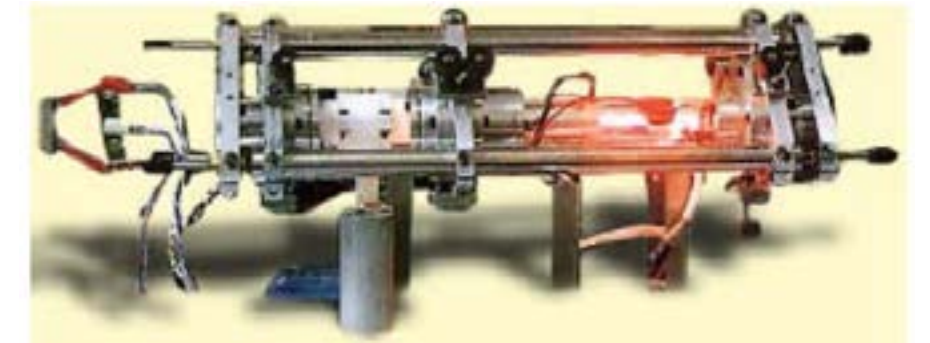
Definición y realización de las unidades básicas del SI



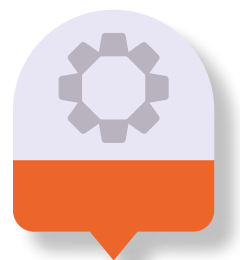
$$1 \text{ m} = \left(\frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{ s}$$
$$\approx 30.663\,319 \frac{c}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

El metro, cuyo símbolo es m, es la unidad de longitud del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la velocidad de la luz en el vacío, c , igual a 299 792 458 cuando es expresado en la unidad de m s^{-1} , donde el segundo es definido en términos de la frecuencia del cesio $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.



Láser estabilizado en frecuencia

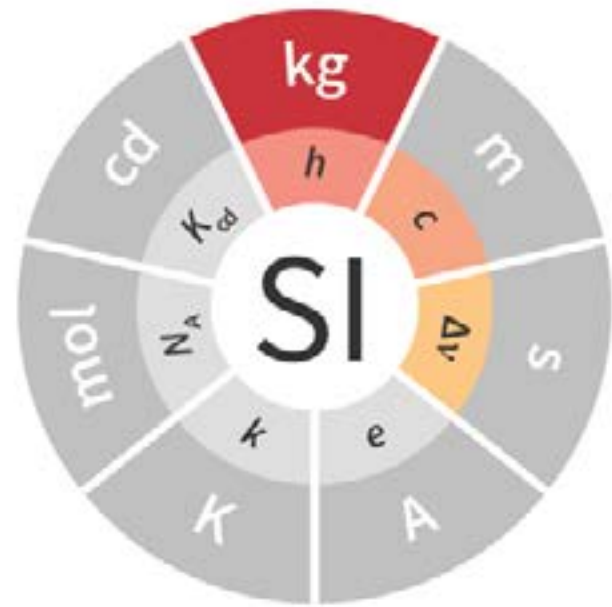


Magnitud física
Longitud



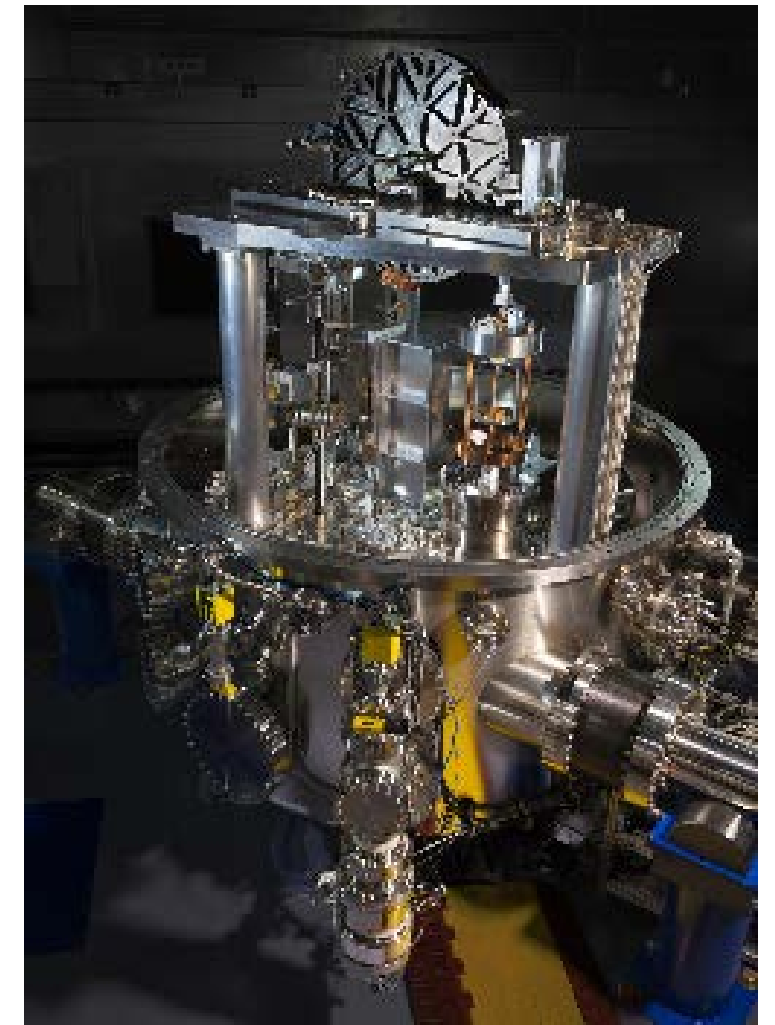
Unidad
metro (m)

Definición y realización de las unidades básicas del **SI**

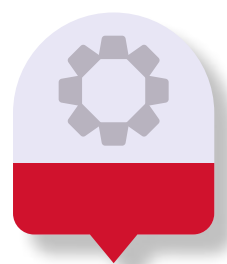


$$1 \text{ kg} = \left(\frac{h}{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) \text{ m}^{-2} \text{ s}$$
$$\approx 1.475\,5214 \times 10^{40} \frac{h \Delta\nu_{Cs}}{c^2}$$

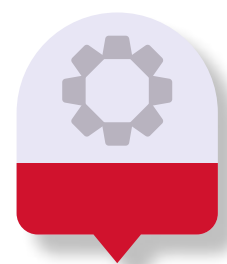
El kilogramo, cuyo símbolo es kg, es la unidad de masa del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Planck, h , igual a $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ cuando es expresada en unidades de J s, que es igual a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, donde el metro y el segundo son definidos en términos de c y $\Delta\nu_{Cs}$.



Balanza de Kibble



Magnitud física
Masa



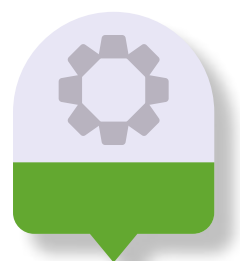
Unidad
kilogramo (kg)

Definición y realización de las unidades básicas del SI

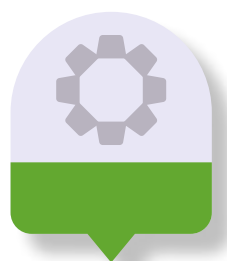


$$1 \text{ A} = \left(\frac{e}{1.602\,176\,634 \times 10^{-19}} \right) \text{ s}^{-1}$$
$$\approx 6.789\,687 \times 10^8 \Delta\nu_{\text{C}_s} e$$

El ampere, cuyo símbolo es A, es la unidad de corriente eléctrica del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la carga elemental, e , igual a $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ cuando es expresada en unidades de A s, donde el segundo es definido en términos de $\Delta\nu_{\text{C}_s}$.



Magnitud física
Intensidad de corriente eléctrica



Unidad
ampere (A)

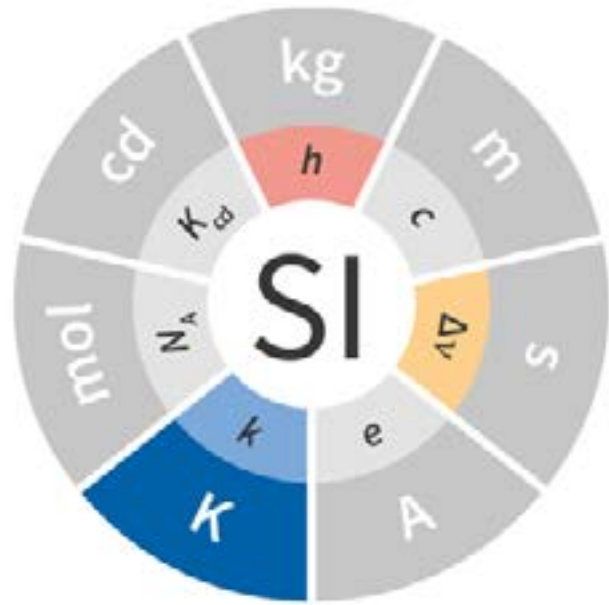


CEM Patrón Efecto Josephson



CENAM Patrón Efecto Hall Cuántico

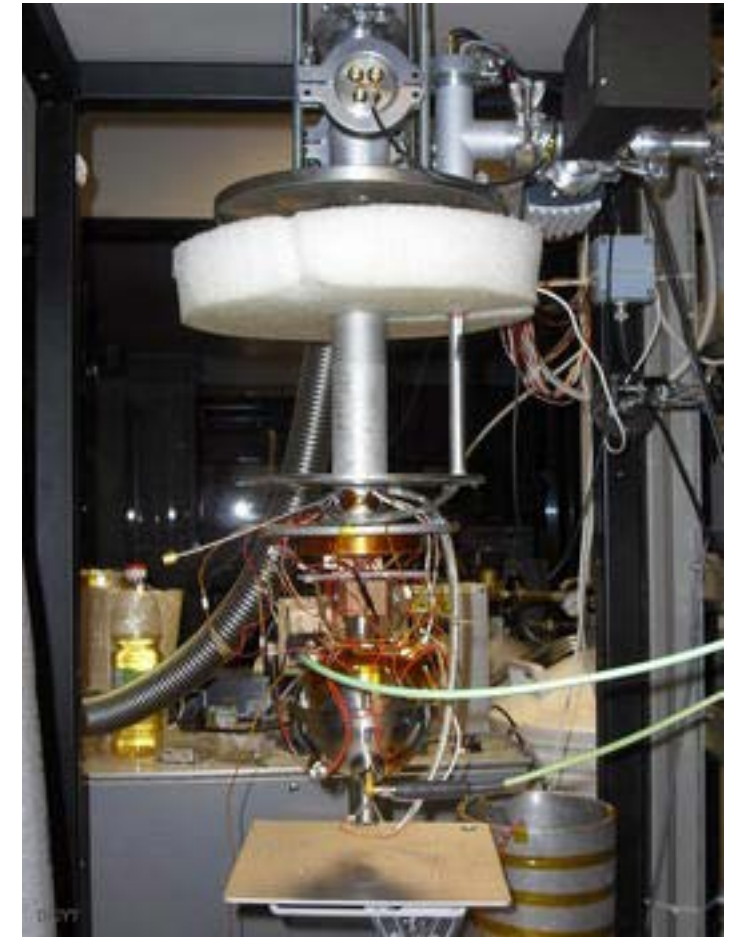
Definición y realización de las unidades básicas del SI



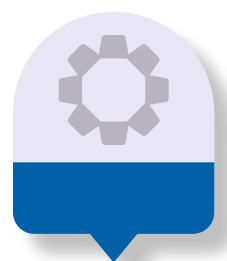
$$1 \text{ K} = \left(\frac{1.380\,649}{k} \right) \times 10^{-23} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$
$$\approx 2.266\,6653 \frac{\Delta\nu_{\text{Cs}} h}{k}$$

El kelvin, cuyo símbolo es K, es la unidad de temperatura termodinámica del SI.

Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Boltzmann, k , igual a $1.380\,649 \times 10^{-23}$ cuando es expresada en unidades de J K^{-1} , que es igual a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$, donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.



Termómetro de gas acústico Laboratorio TERMOCAL.

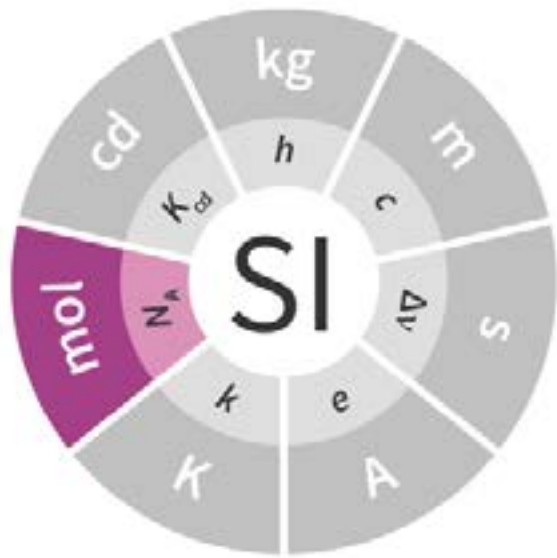


Magnitud física
**Temperatura
termodinámica**



Unidad
kelvin (K)

Definición y realización de las unidades básicas del SI



$$1 \text{ mol} = \left(\frac{6.022\,140\,76 \times 10^{23}}{N_A} \right)$$

El mol, cuyo símbolo es mol, es la unidad de cantidad de sustancia (o materia) del SI.

Un mol contiene exactamente $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ entidades elementales. Este número es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro, N_A , cuando es expresada en unidades de mol^{-1} y es llamado el número de Avogadro.

La cantidad de sustancia, símbolo n , de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas.

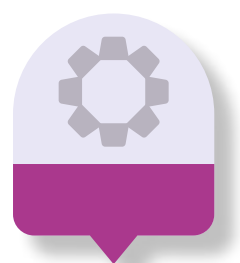
Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, o cualquier otra partícula o grupo específico de partículas.



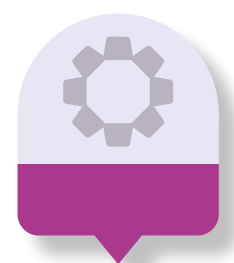
esferas casi perfectas de ^{28}Si (cada una con una masa de 1 kg)



Monocristal de 4,7 kg de ^{28}Si altamente enriquecido

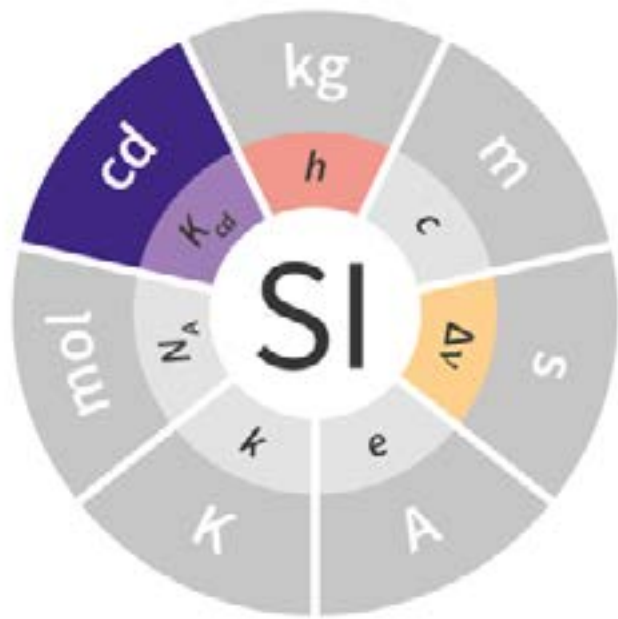


Magnitud física
Cantidad de sustancia



Unidad
mol (mol)

Definición y realización de las unidades básicas del SI



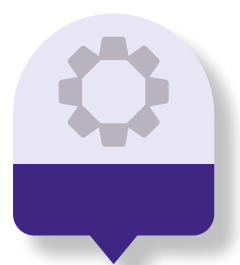
$$1 \text{ cd} = \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1}$$
$$\approx 2.614\,830 \times 10^{10} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 h K_{\text{cd}}$$

La candela, cuyo símbolo es cd, es la unidad de intensidad luminosa del SI en una dirección dada.

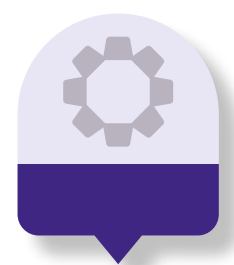
Se la define estableciendo el valor numérico fijo de la eficacia luminosa de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, K_{cd} , igual a 683 cuando es expresada en las unidades lm W^{-1} , que son equivalentes a cd sr W^{-1} , o $\text{cd sr kg}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^3$ donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.



Lámparas Patrón del CENAM

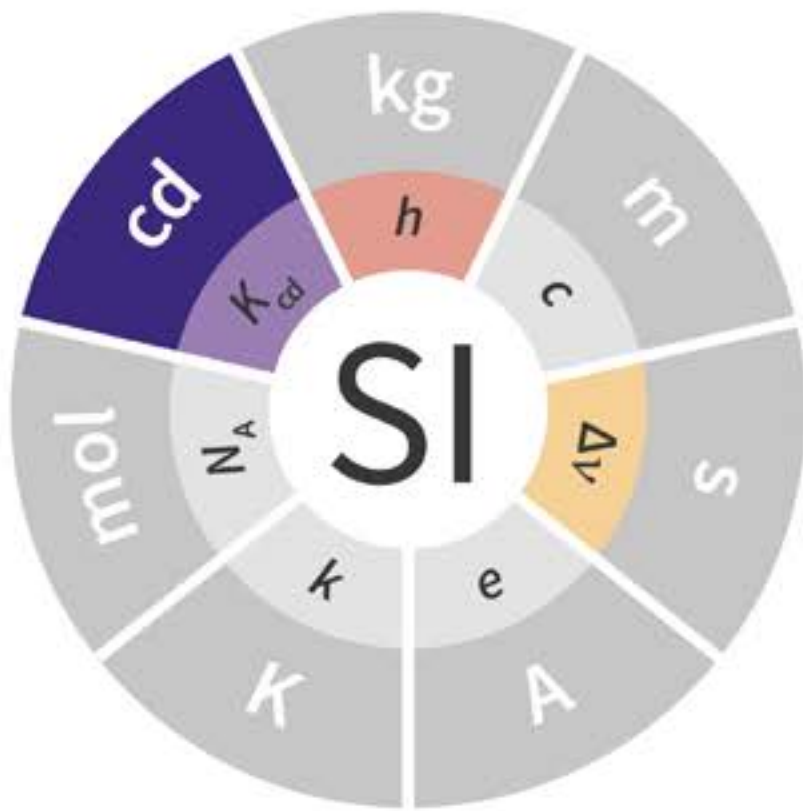


Magnitud física
Intensidad luminosa



Unidad
candela (cd)

Definición y realización de las unidades básicas del **SI**



candela: ecuación paso a paso

$$1 \text{ cd} =$$

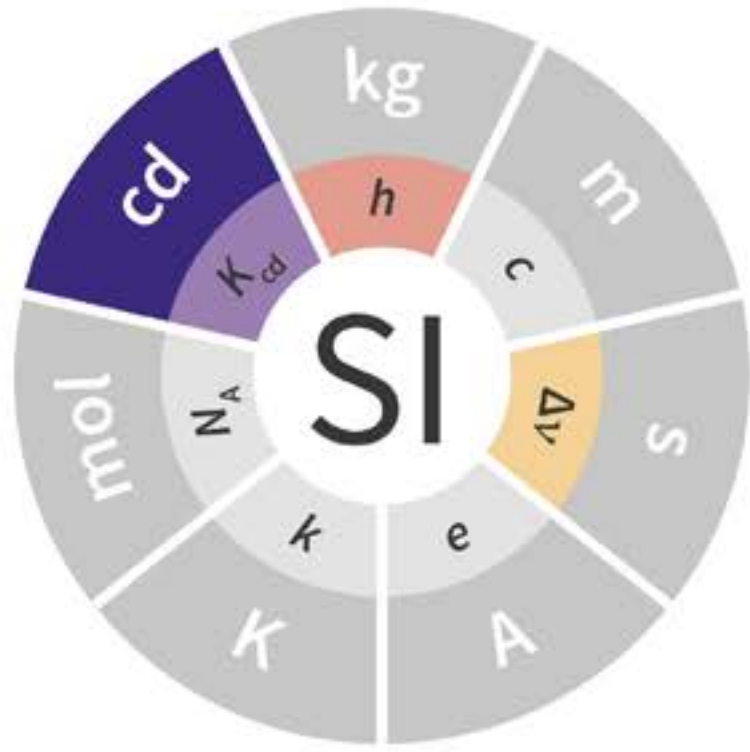
$$= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{sr}^{-1}$$

$$= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\left(\frac{h}{6.626070 \cdot 15 \times 10^{-34}} \right) \text{m}^{-2} \text{s} \right) \text{m}^2 \text{s}^{-3} \text{sr}^{-1}$$

$$= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\left(\frac{h}{6.626070 \cdot 15 \times 10^{-34}} \right) \text{m}^{-2} \text{s} \right) \text{m}^2 \text{s}^{-3} \text{sr}^{-1}$$

$$= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.626070 \cdot 15 \times 10^{-34}} \right) \text{s}^{-2} \text{sr}^{-1}$$

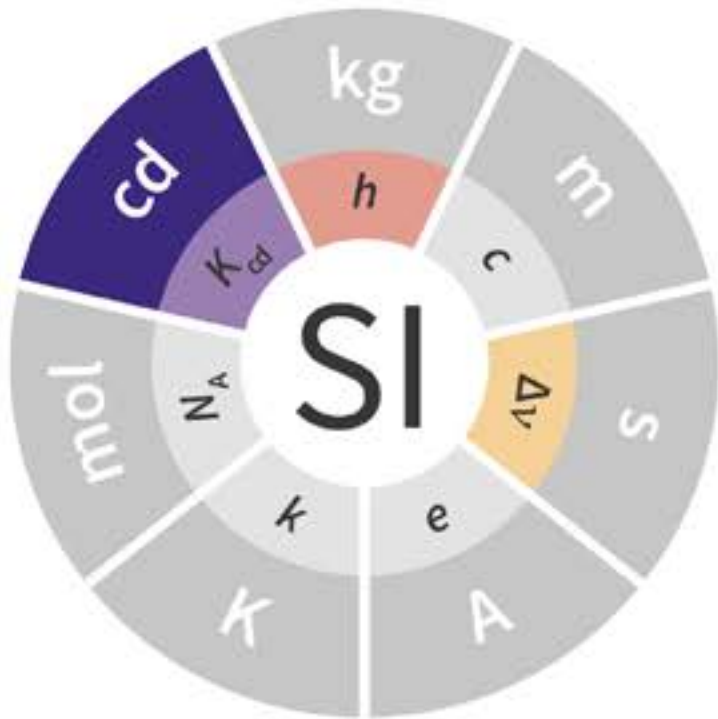
Magnitud física: intensidad luminosa
 Unidad de base: candela (cd)



candela: ecuación paso a paso

$$\begin{aligned}
 1 \text{ cd} &= \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \text{s}^{-2} \text{sr}^{-1} \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \left(\frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{\text{Cs}}} \right)^{-2} \text{sr}^{-1} \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \left(\frac{\Delta\nu_{\text{Cs}}}{9\,192\,631\,770} \right)^2 \text{sr}^{-1} \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \left(\frac{\Delta\nu_{\text{Cs}}}{9\,192\,631\,770} \right)^2 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{m}^2} \right)^{-1} \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \left(\frac{\Delta\nu_{\text{Cs}}}{9\,192\,631\,770} \right)^2
 \end{aligned}$$

Definición y realización de las unidades básicas del **SI**



candela: ecuación paso a paso

$$1 \text{ cd} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \left(\frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \left(\frac{\Delta\nu_{\text{Cs}}}{9\,192\,631\,770} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) (h) \left(\frac{1}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 \frac{1}{(9\,192\,631\,770)^2} \\
 &= \frac{1}{(6.62607015 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)^2 683} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 h K_{\text{cd}}
 \end{aligned}$$

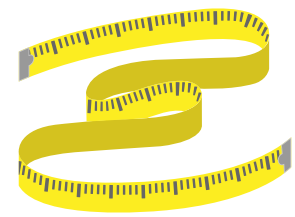
$$\approx 2.614\,830 \times 10^{10} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 h K_{\text{cd}}$$



Revisión del (SI)

- Hitos históricos (Resoluciones CGPM, evolución).
- Premios Nobel.

Línea del tiempo

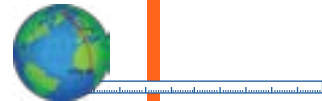


Magnitud física: Longitud Unidad: metro (m)

$\frac{1}{10\,000\,000}$

del meridiano que pasa por París, entre el Polo norte y el Ecuador.

1793



Barra platino-iridio.

1889

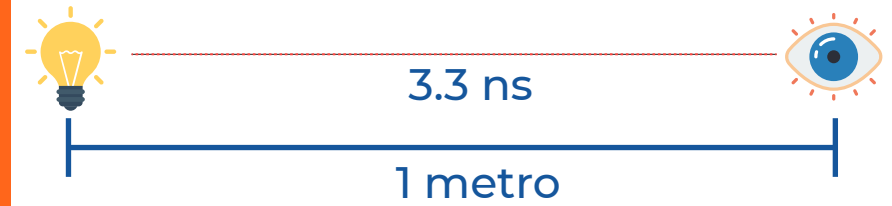


11ª CGPM: 1 650 763.73 longitudes de onda en el vacío, de la radiación emitida por una transición entre los niveles cuánticos $2p_{10}$ y $5d_5$ del krypton-86

1960

17ª CGPM: Longitud que en el vacío recorre la luz durante un $\frac{1}{299\,792\,458}$ de segundo.

1983



Premios Nobel ▶



1907

Interferometría
Albert Abraham
Michelson

1911

**Ley de radiación
y desplazamiento
(PTR)**
Wilhelm Wien

1964

Láseres
Charles Hard
Townes

2005

Coherencia Óptica
Roy Jay Glauber,
John L. Hall (**NIST**),
Theodor Wolfgang
Hänsch

Línea del tiempo

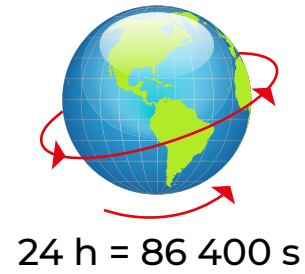


Magnitud física: Tiempo
Unidad: segundo (s)

Original $\frac{1}{86\,400}$ del día

13ª CGPM: Duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación de transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

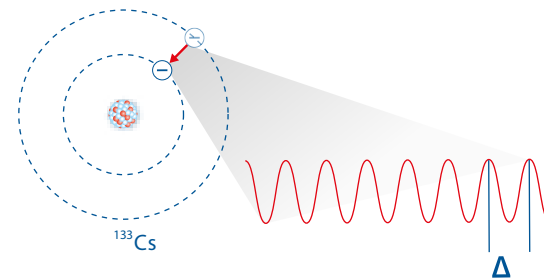
Rotación



24 h = 86 400 s

1889

1967



Premios Nobel ▶



1989

Trampa de Iones Hans Georg Dehmelt y Wolfgang Paul

1989

Másers y Relojes Atómicos Norman Foster Ramsey

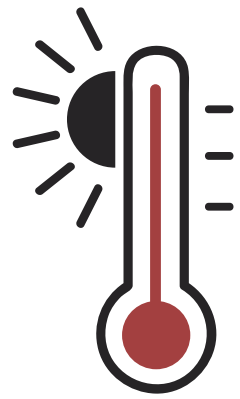
1997

Iones Fríos Steven Chu, Claude Cohen-Tannoudji y William Daniel Phillips (**NIST**)

2012

Óptica Cuántica David J Wineland (**NIST**) y Serge Haroche

Línea del tiempo



Magnitud física: **Temperatura termodinámica** Unidad: **kelvin (K)**

10ª CGPM: Escala de temperatura termodinámica eligiendo el punto triple del agua como el punto fijo fundamental y asignándole exactamente la temperatura de 273.16 grados Kelvin.

1954

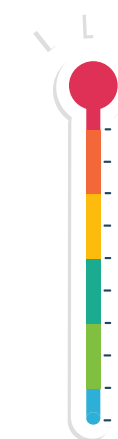


13ª CGPM Definición del kelvin como la unidad de temperatura termodinámica, es la fracción $1 / 273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. El grado Kelvin fue renombrado kelvin.

1967

23ª CGPM: Esta definición se refiere al agua que tiene la composición isotópica definida por las siguientes proporciones de cantidad de sustancia: 0.000 155 76 moles de 2H por mol de 1H , 0.000 379 9 moles de 17O por mol de 16O y 0.002 005 2 moles de 18O por mol de 16O .

2007



26ª CGPM: Redefinición del kelvin en términos de la constante de Boltzmann.

2018

Premios Nobel ▶



1911

Ley de radiación y desplazamiento
Wilhelm Wien (**PTR**)

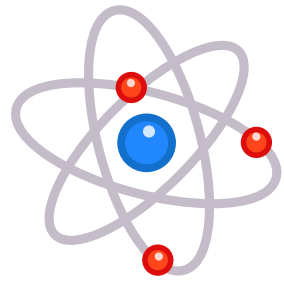
1978

Física de Baja Temperatura Piotr Leoní-
dovich Kapitsa

2001

Condensación Bose-Einstein Eric Allin
Cornell (**NIST**), Wolfgang
Ketterle y Carl Edwin
Wieman

Línea del tiempo



Magnitud física: Cantidad de sustancia Unidad: mol (mol)

14ª CGPM: El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos en 0.012 kilogramos de carbono 12; su símbolo es "mol".

1971

26ª CGPM: Redefinición del mol en términos de la constante de Avogadro.

2018

Premios Nobel ▶



1920

Descubrió la aleación de acero al níquel (invar) Charles Édouard Guillaume (BIPM)

1955

Espectroscopía de Hidrógeno Willis Eugene Lamb

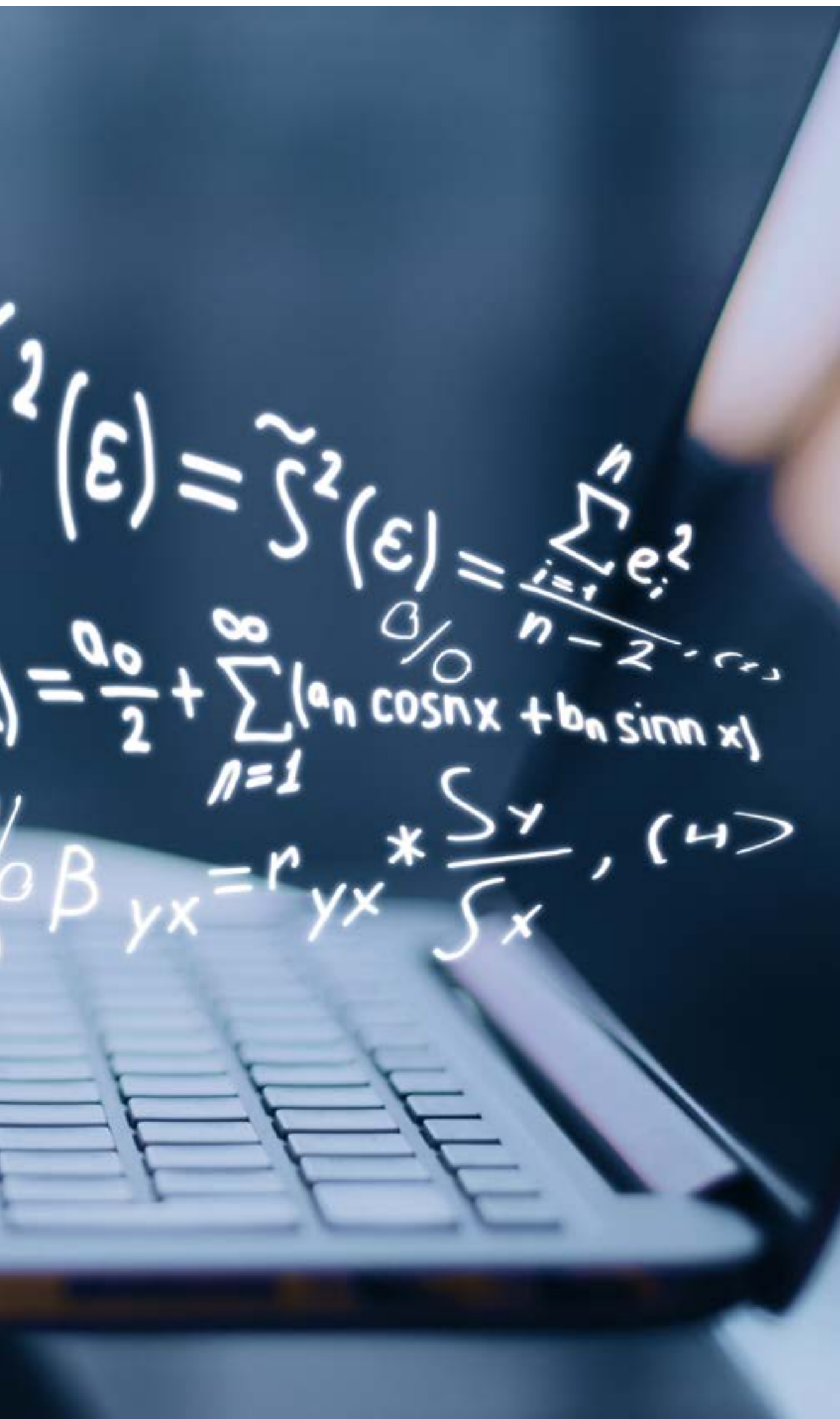
1981

Espectroscopía Láser Arthur Leonard Schawlow, Nicolaas Bloembergen y Kai Manne Börje Siegbahn

2010

Grafeno Andréy Konstantínovich Gueim y Konstantín Serguéievich Novosiólov

Beneficios de la revisión de SI



- La redefinición no cambia nuestras vidas como ciudadanos, sí es un gran impacto para la ciencia y la tecnología, pues ahora se tienen unidades de medida con incertidumbres mucho más pequeñas y, por lo tanto, mediciones más precisas.
- La nueva forma de medir a partir de constantes naturales es inmutable e imperdible, contrario al objeto físico (materializado) que se usaba.
- Permiten realizar todas las unidades con una exactitud que, en última instancia, solo está limitada por la estructura cuántica de la naturaleza y nuestras capacidades técnicas, pero no por las definiciones en sí mismas.
- Conjunto completo de definiciones que no hace referencia a ningún patrón materializado, propiedad de material o medición específica.

Beneficios de la revisión de SI

- La redefinición del SI evitará modificaciones ante futuras mejoras en las tecnologías para medir.
- Cualquier ecuación válida de la física que relacione las constantes definidoras con una unidad puede usarse para realizar dicha unidad en cualquier parte, con mayor exactitud a medida que mejore la tecnología, lo que supone un avance significativo e histórico.
- Todas las unidades cuentan ya con realizaciones prácticas reproducibles en cualquier tiempo y lugar, superando definitivamente la fase de los patrones materializados



Actividad 4 / Taller Carrera de observación



Actividad 5 / Línea del tiempo de los momentos más importantes y claves de evolución del SI.



Unidades básicas y derivadas

- Múltiplos y submúltiplos.
- Prefijos.
- Escala de valores.
- Magnitud ordinal.

Definiciones

MÚLTIPLO DE UNA UNIDAD (1.17)

Unidad de medida obtenida multiplicando una unidad de medida dada por un número entero mayor que uno.



El kilómetro es un múltiplo decimal del metro.
La hora es un múltiplo no decimal del segundo.

Valor - Unidad	Factor	Valor - múltiplo = Valor - Unidad
1 m	10	1 dam = 10 m
1 s	60	1 min = 60 s
1 N	1000	1 kN = 1000 N

Definiciones

SUBMÚLTIPLO DE UNA UNIDAD (1.18)

Unidad de medida obtenida al dividir una unidad de medida dada por un número entero mayor que uno.

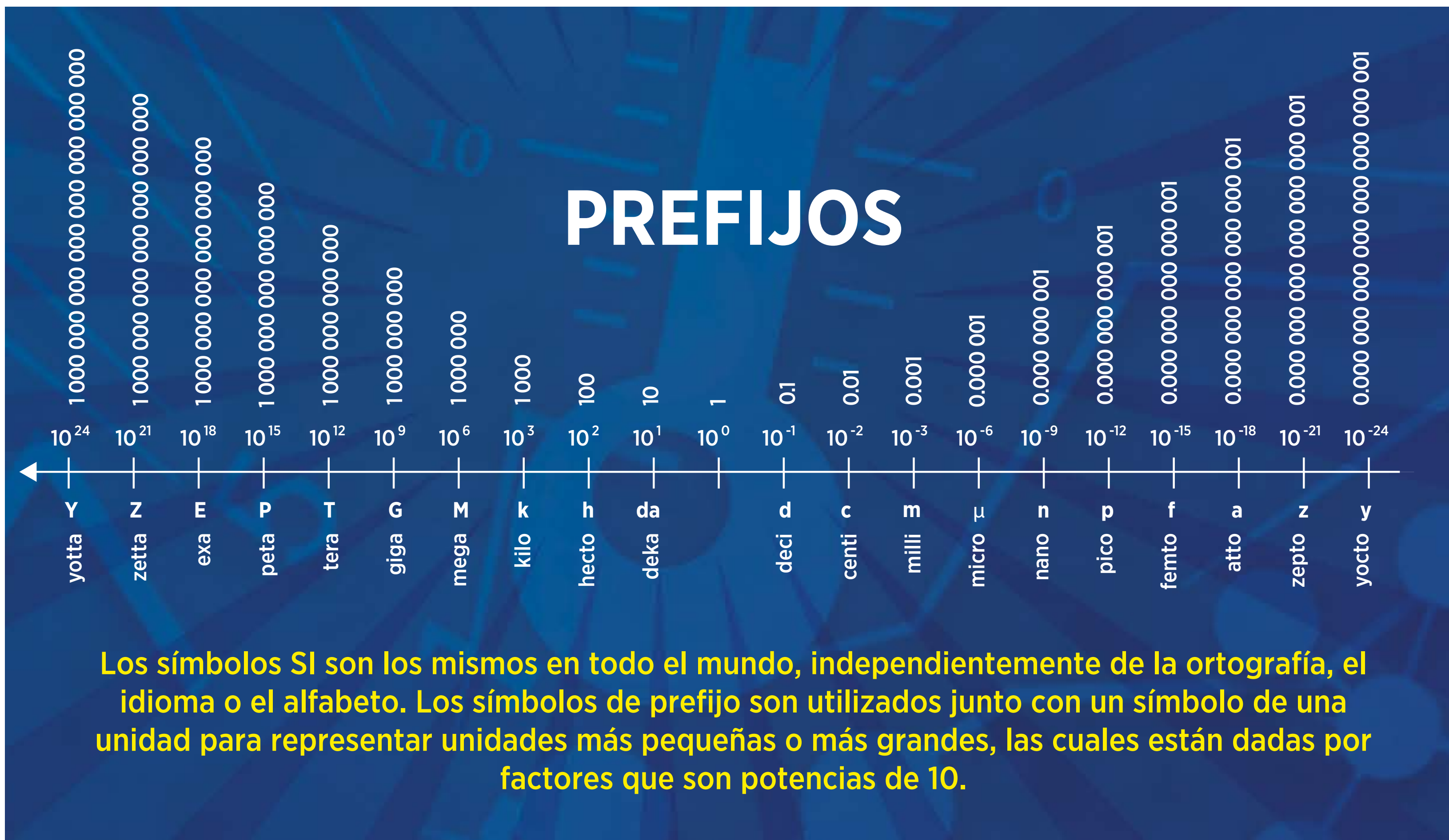


Ejemplo

El milímetro es un submúltiplo decimal del metro.

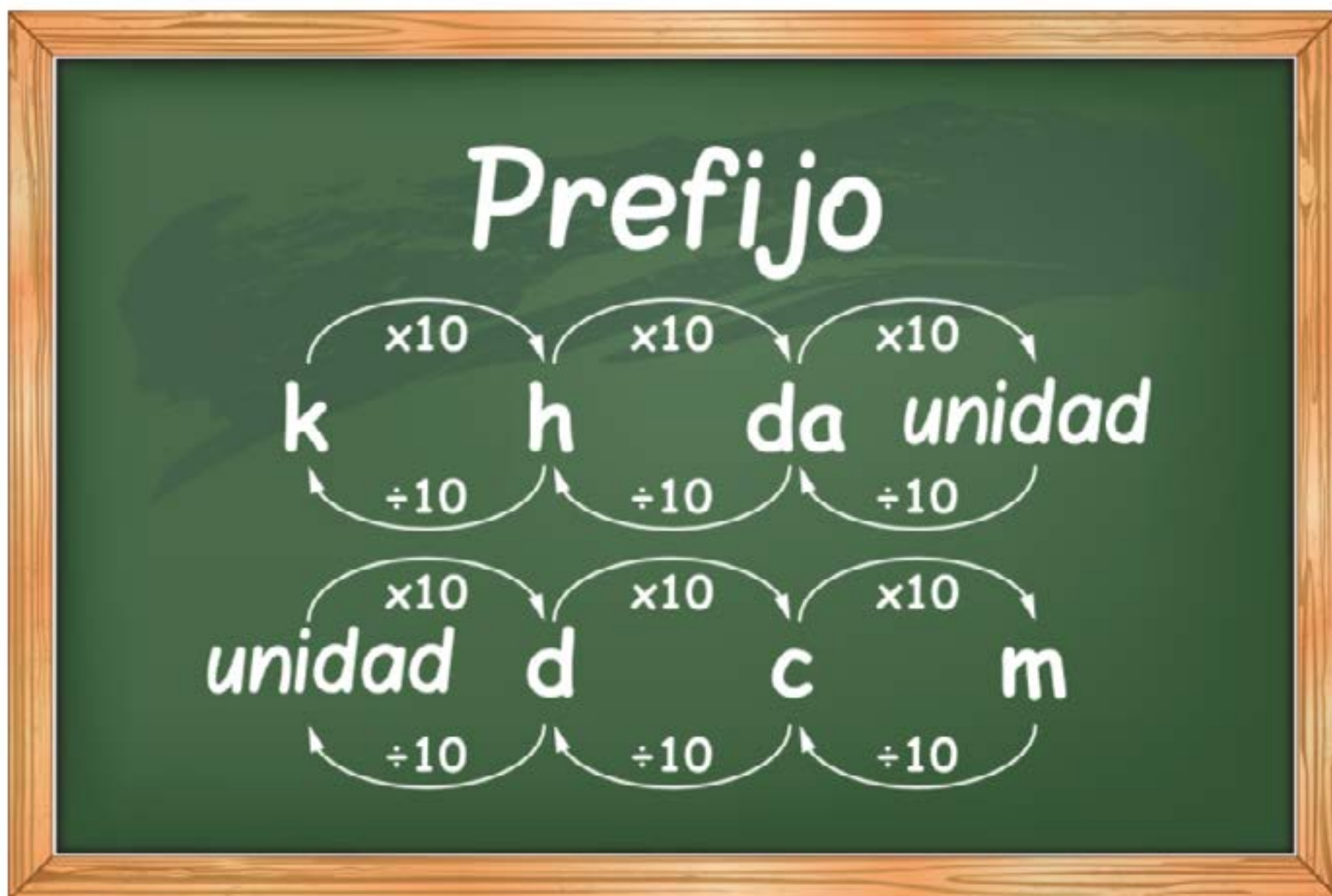
Valor - Unidad	Factor	Valor - submúltiplo = Valor - Unidad
1 m	10	1 dm = 0.1 m
1 s	1000	1 ms = 0.001 s
1 N	1000	1 mN = 0.001 N

Múltiplos, submúltiplos y prefijos



Prefijos

Los símbolos de prefijo son utilizados junto con un símbolo de una unidad para representar unidades más pequeñas o más grandes, las cuales están dadas por factores que son potencias de 10.



Definiciones

UNIDAD DE BASE (1.10)

Unidad de medida adoptada por convenio para una magnitud de base.



Ejemplo

Valor - submúltiplo	Valor - Unidad de base del SI	Valor - múltiplo = Valor - Unidad de base
150 g	0.150 kg	1 tonelada = 1 000 kg
		

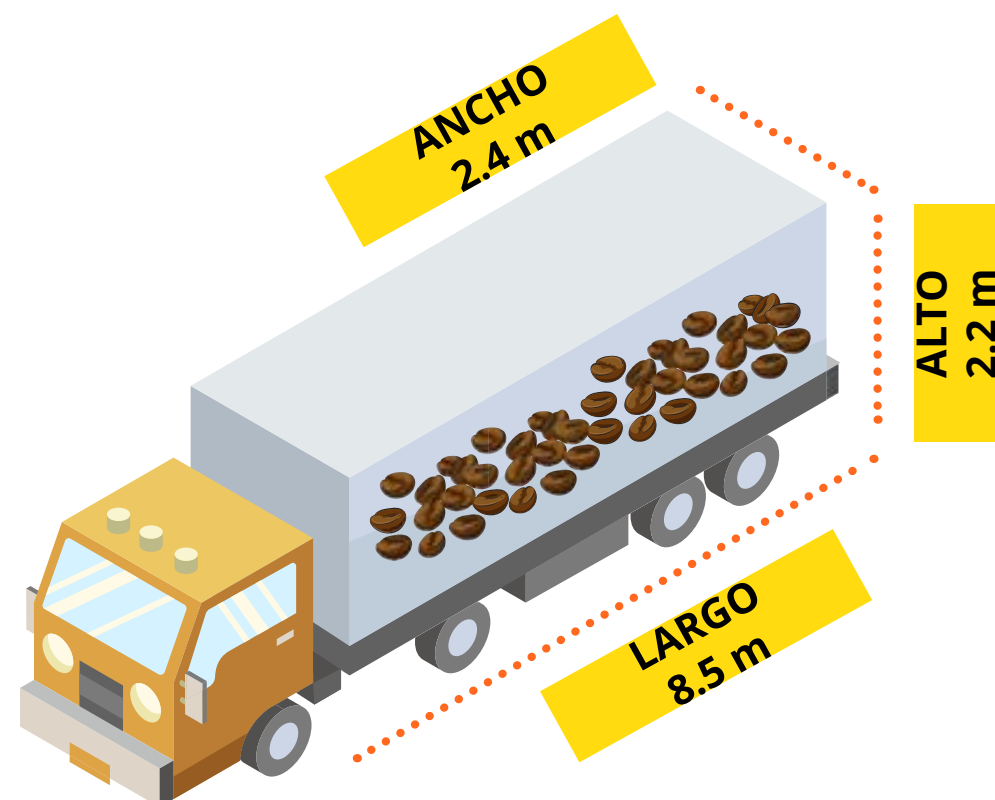
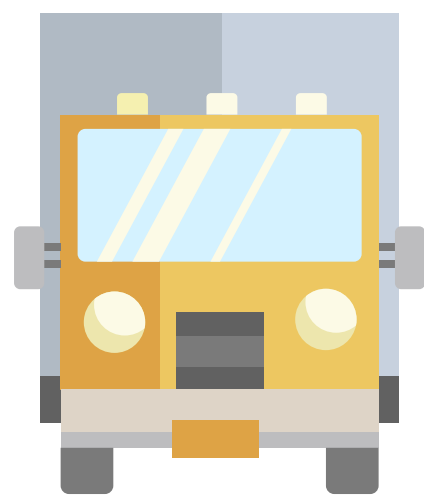
Definiciones

UNIDAD DERIVADA (1.11)

Unidad de medida para una magnitud derivada.



Medida de Longitud	Valor - Unidad SI	Valor - Unidad Derivada
Alto Ancho Largo	2.2 m 2.4 m 8.5 m	44.88 m ³



MAGNITUD DERIVADA (1.5)

VALOR NUMÉRICO DE UNA MAGNITUD (1.20)

UNIDAD DE MEDIDA (1.9)



Ejemplo

Densidad de masa

$$\frac{445 \text{ g}}{50 \text{ cm}^3} = 8.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

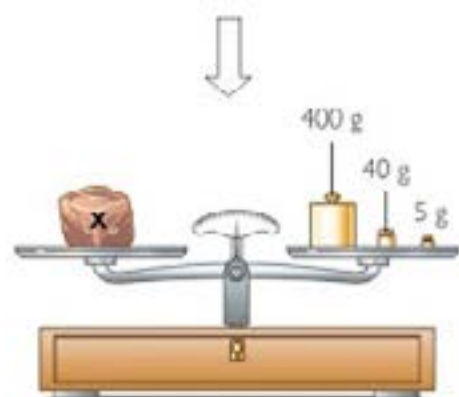
MAGNITUDES BÁSICAS

Masa
Longitud

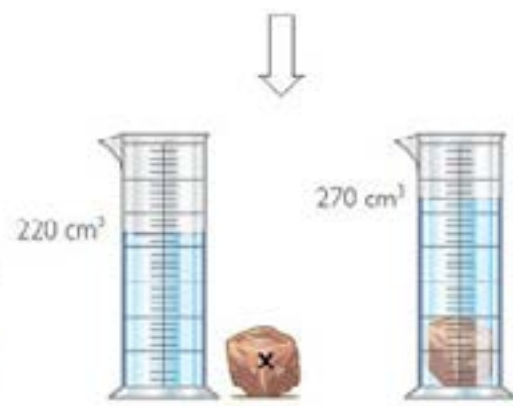
$$d = \frac{m}{v}$$

3° Se divide la masa entre el volumen

1° Se calcula la masa



2° Se calcula el volumen



MAGNITUDES DERIVADAS

Densidad.
Volumen = Longitud elevada al cubo.

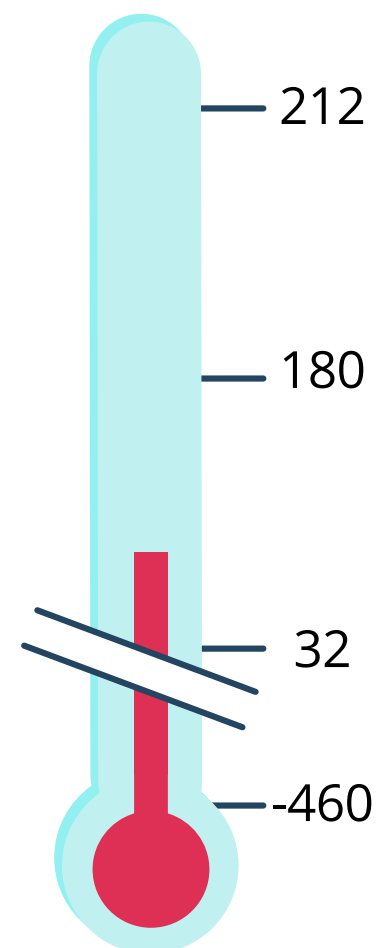
Definiciones

ESCALA DE VALORES (1.27)

Conjunto ordenado de valores de magnitudes de una determinada naturaleza, utilizado para clasificar magnitudes de esta naturaleza en orden creciente o decreciente según sus valores cuantitativos.

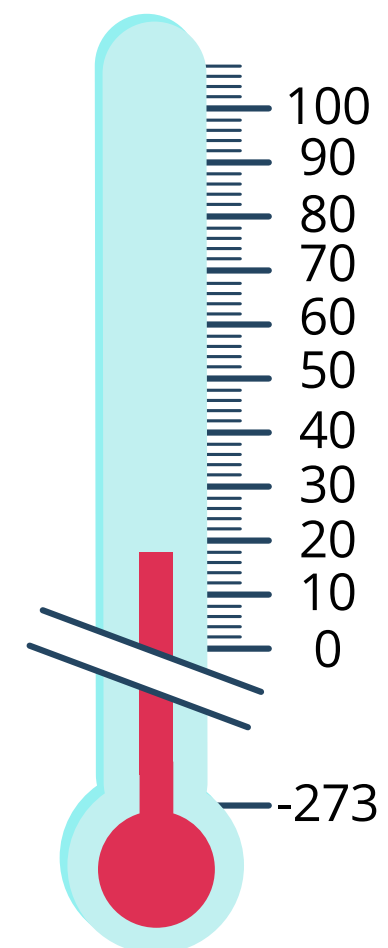
°F

Fahrenheit



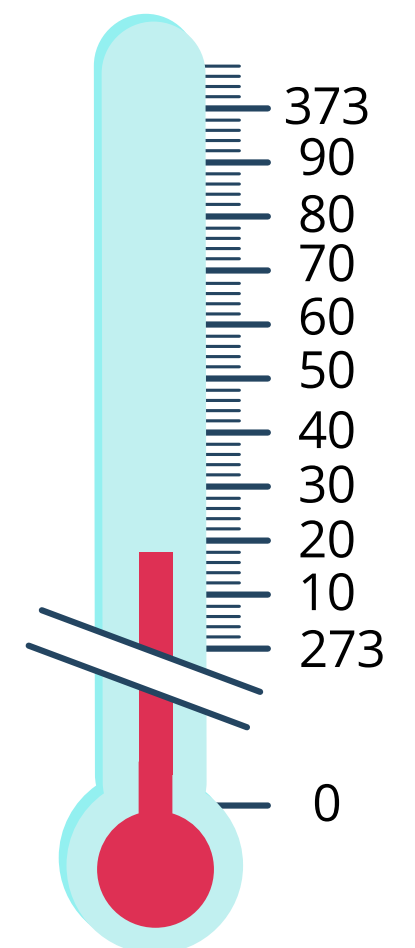
°C

Celsius



K


Kelvin



Definiciones

MAGNITUD ORDINAL (1.26)

Magnitud definida por un procedimiento de medida adoptado por convenio, que puede clasificarse con otras magnitudes de la misma naturaleza según el orden creciente o decreciente de sus valores cuantitativos, sin que pueda establecerse relación algebraica alguna entre estas magnitudes.



Relaciones empíricas
No tienen unidades de medida, ni dimensiones.

DIMENSIÓN DE UNA MAGNITUD (1.7)

Expresión de la dependencia de una magnitud en términos de las magnitudes base, dentro de un sistema de magnitudes, como el producto de potencias de factores correspondientes a dichas magnitudes de base, omitiendo cualquier factor numérico.

MAGNITUD DE DIMENSIÓN UNO (ADIMENSIONAL) (1.8)

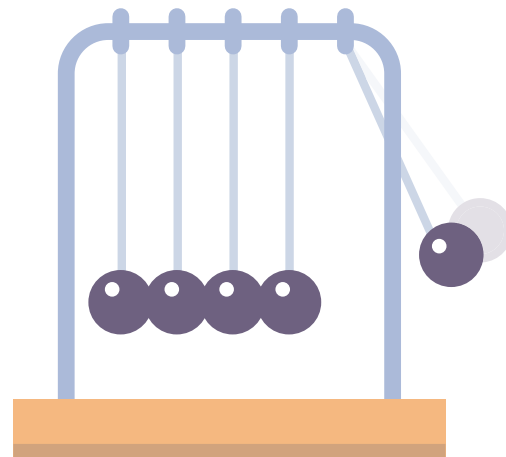
Magnitud para la cual son nulos todos los exponentes de los factores correspondientes a las magnitudes básicas que intervienen en su dimensión.

Dimensión de una magnitud (1.7)



Ejemplo

El periodo T de un péndulo de longitud l , donde la aceleración local de la gravedad es g , es:



$$\begin{aligned}
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{l} \\
 \text{con } C(g) &= \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \\
 T &= C(g) \sqrt{l}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\ T &= \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{l} \\ T &= C(g) \sqrt{l} \end{aligned}} \right\} C(g) = \frac{T}{\sqrt{l}}$$

$$\dim C(g) = L^{-1/2} T$$

En el Sistema Internacional de Magnitudes los símbolos correspondientes a las dimensiones son:

Magnitud básica	Dimensión
longitud	L
masa	M
tiempo	T
corriente eléctrica	I
temperatura termodinámica	Θ
cantidad de sustancia	N
intensidad luminosa	J

Por lo tanto, la dimensión de una magnitud Q se expresa por:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

Donde los exponentes, denominados exponentes dimensionales, pueden ser positivos, negativos o nulos.

Dimensión de una magnitud (1.7)
Magnitud Derivada (1.5)



Q = Densidad de masa

M

Masa

L

Longitud

$$= \frac{M}{L^3} = M L^{-3}$$

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

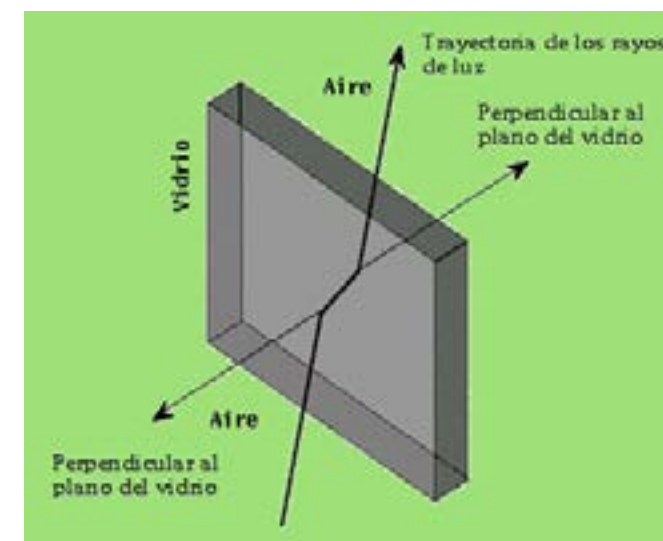
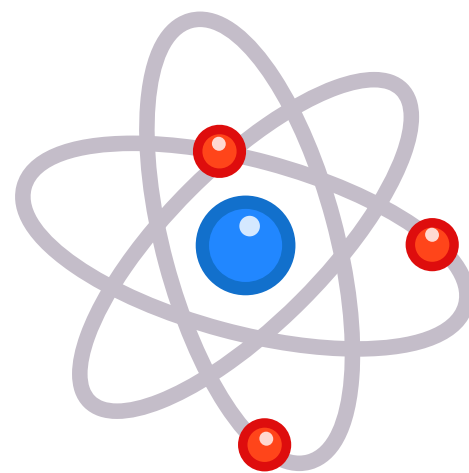
Magnitud de dimensión uno Magnitud adimensional (1.8)

Magnitud para la cual son nulos todos los exponentes de los factores correspondientes a las magnitudes básicas que intervienen en su dimensión.



Ejemplo

Número de espiras de una bobina, número de moléculas de una muestra determinada, índice de refracción de un vidrio



Magnitud Ordinal (1.26)

ESCALA DE MERCALLI

Casi nadie lo ha sentido

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12



Destrucción total.
Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.

ESCALA DE RICHTER

2.5 En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.

3.5 Sentido por mucha gente.

4.5 Pueden producirse algunos daños locales pequeños.

6.0 Terremoto destructivo.

7.0 Terremoto importante.

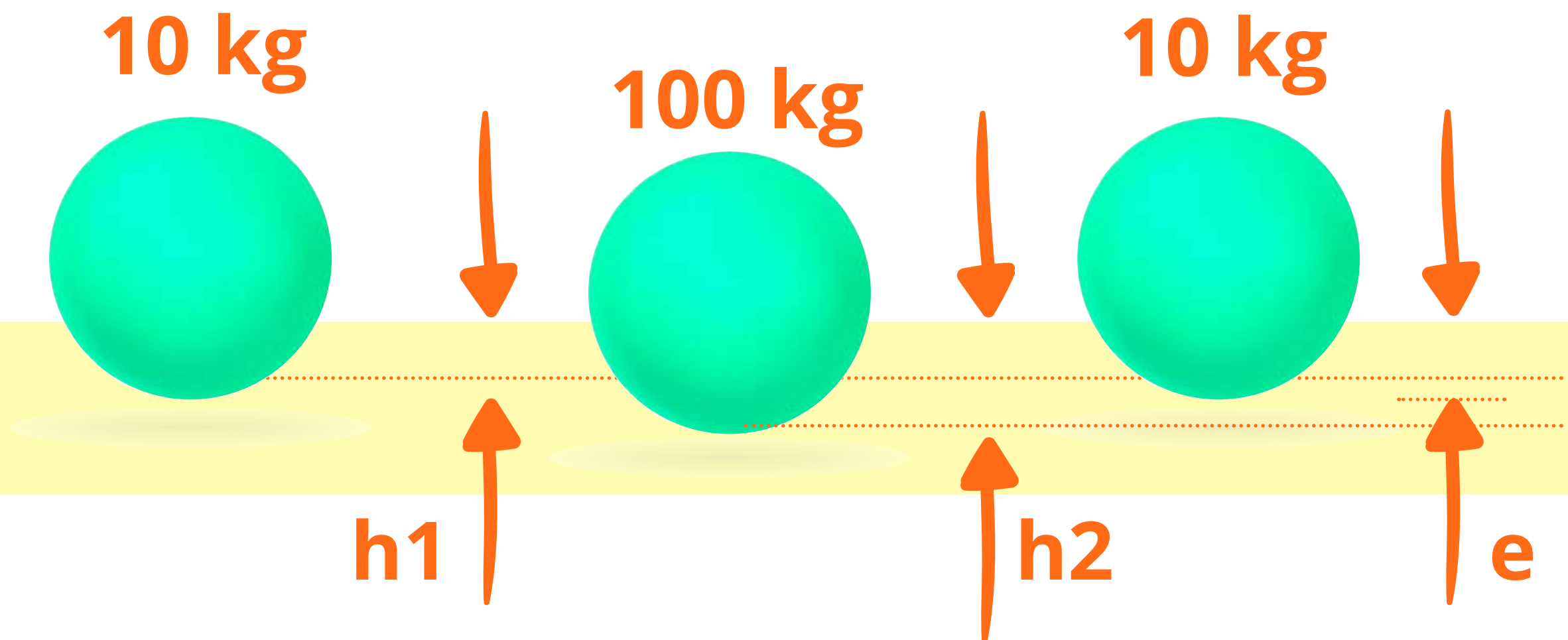
8.0 o más Grandes terremotos.

Magnitud Ordinal (1.26)



Nota

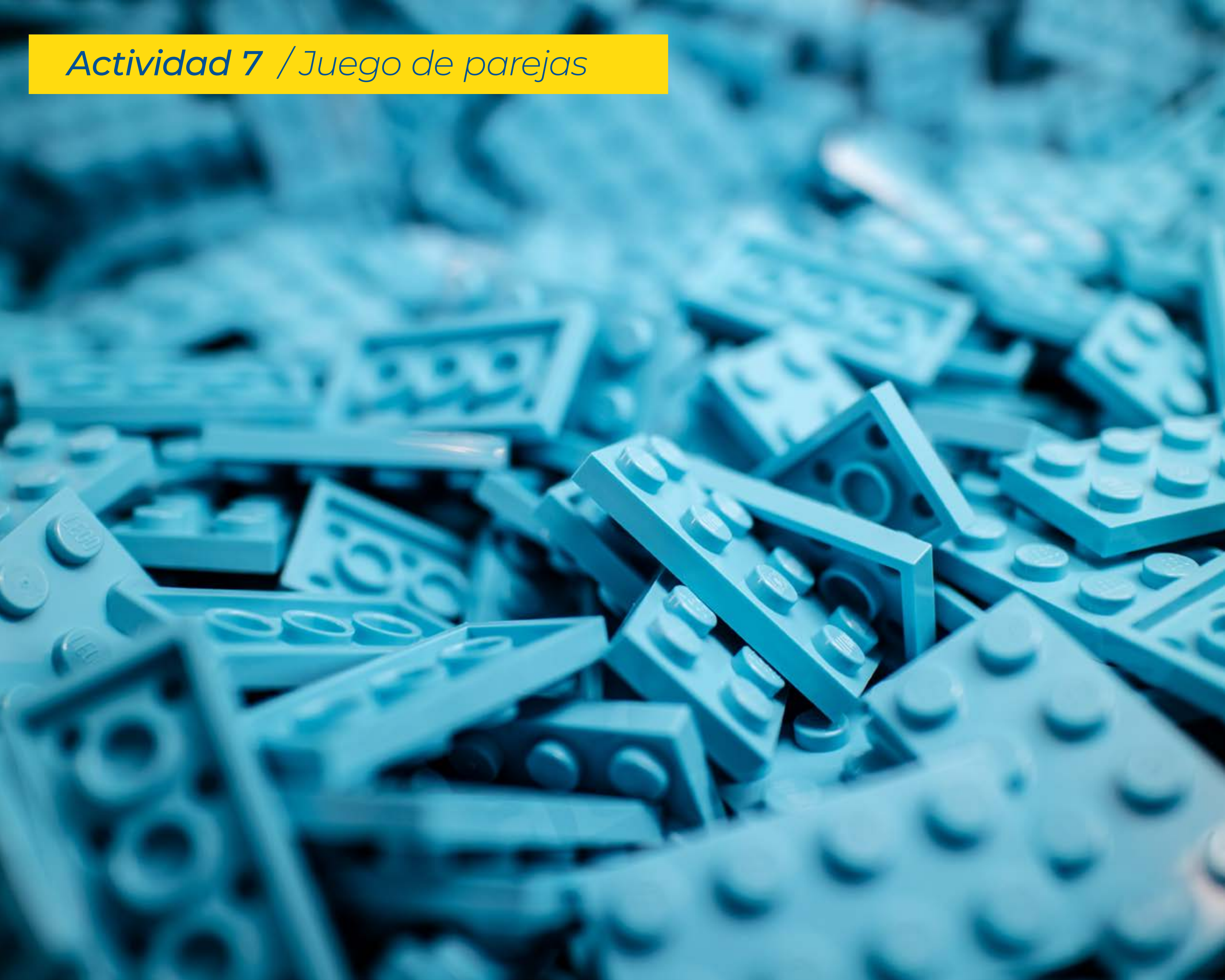
Las magnitudes ordinales, tales como la dureza Rockwell C, generalmente no se consideran parte de un sistema de magnitudes, porque están enlazadas a otras magnitudes solamente por **relaciones empíricas**.



Dureza Rockwell C:

Resistencia de un material a ser penetrado.

Actividad 7 / Juego de parejas



Actividad 8 / Círculo de 7 Unidades





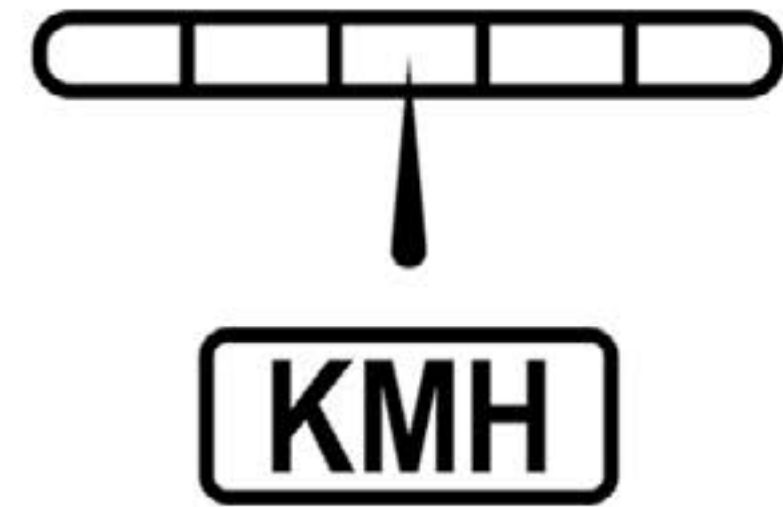
Reglas de escritura

- Reglas de escritura.
- Unidades no pertenecientes al **SI** cuyo uso con el **SI** está aceptado.

Reglas de escritura



Foto: Liz Hernández



Magnitudes y Unidades básicas del SI

Magnitud básica

Unidad básica

Nombre	Simbolo	Dimensión	Nombre	Simbolo
Tiempo	t	T	segundo	s
Longitud	l, x, r, etc	L	metro	m
Masa	m	M	kilogramo	kg
Intensidad de corriente eléctrica	I, i	I	ampere	A
Temperatura termodinámica	T	θ	kelvin	K
Cantidad de sustancia	n	N	mol	mol
Intensidad luminosa	I_v	J	candela	cd

Reglas de escritura del SI



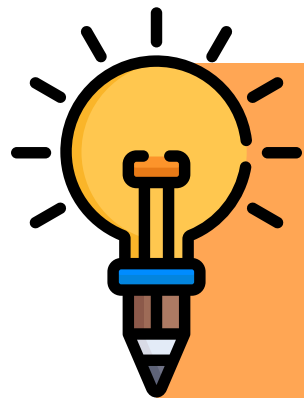
Descripción	Correcto	Incorrecto
Escribir en caracteres romanos rectos, no en caracteres oblicuos ni con letras cursivas.	m Pa	m Pa
El símbolo se escribe con minúscula a excepción de los derivados de nombres propios.	kg Hz K	Kg hz k
Se debe dejar espacio entre el valor de la magnitud y el símbolo. Solamente en el caso del uso de los símbolos del grado, minuto y segundo de ángulo plano, no se dejará espacio entre estos símbolos y el valor numérico.	20 °C 90°	20°C 90 °
No se permite emplear abreviaturas para los símbolos y nombres de las unidades.	s m	seg Mtr
Si el valor numérico se expresa en letras no se utiliza símbolo de la unidad.	diez segundos	diez s

Reglas de escritura del SI



Descripción	Correcto	Incorrecto
Los símbolos de las unidades se escriben sin punto final y no deben pluralizarse para no utilizar la letra s que representa al segundo.	10 mA 5 kg	10 mA. 5 kgs
Cuando haya confusión con el símbolo l de litro y la cifra 1, se puede escribir el símbolo L, aceptada para representar a esta unidad por la 16ª CGPM.	11 L	11 l
Las unidades no deben ser modificadas con información adicional sobre la naturaleza de la magnitud; este tipo de información debe acompañar al símbolo de la magnitud y no al de la unidad.	$U_{\max} = 120 \text{ V}$	$U = 120 \text{ V}_{\max}$
El símbolo utilizado para separar la parte entera de su parte decimal se denomina "separador decimal". Desde la 22ª Conferencia General (2003, Resolución 10), "el símbolo del separador decimal puede ser el punto o la coma, en la propia línea de escritura.	- 0.23 - 0,23	-.23 -,23

Representación de fechas y horas



Referencia documental, ver normas:
NTC 1034:2014
ISO 8601:2004



Descripción	Correcto	Incorrecto
Se utilizan dos o cuatro caracteres para el año, dos para el mes y dos para el día, en ese orden.	2017-02-22 ó 17-02-22	02-22-2017 22-02-2017
Se utiliza el sistema de 24 horas.	20 h 00 s 09 h 45 min 00 s	8 PM 9:30 hrs

Ejemplos



Unidades no pertenecientes al SI cuyo uso con el SI está aceptado

MAGNITUD	NOMBRE DE LA UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD	VALOR EN UNIDADES DEL SI
tiempo	minuto hora día	min h d	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s 1 d = 24 h = 86 400 s
longitud	unidad astronómica	au	1 au = 149 597 870 700 m
ángulo plano y ángulo de fase	grado minuto segundo	° ' "	1° = (π/180) rad 1' = (1/60)° = (π/10 800) rad 1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
área	hectárea	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
volumen	litro	l, L	1 l = 1 L = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
masa	tonelada dalton	t Da	1 t = 10 ³ kg 1 Da = 1.660 539 040 (20) × 10 ⁻²⁷ kg
energía	electronvolt	eV	1 eV = 1.602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ J
magnitudes de relación logarítmica	neper bel decibel	Np B dB	Ver nota

Nota: Al usar estas unidades es importante que se especifique la naturaleza de la magnitud y que se especifique cualquier valor de referencia utilizado.

Actividad 10 / Visita a los laboratorios - Juego STOP



Actividad 11 / Trivias del SI



Actividad 12 / Encuentre el error



Referencias

- <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>

Gracias por su atención.



Instituto Nacional de Metrología de Colombia

Conmutador: (57-1) 254 2222

Correo electrónico: contacto@inm.gov.co

Twitter: @inmcolombia

Av. Cra 50 No 26-55 Int. 2 CAN
Bogotá, D.C., Colombia

Images from shutterstock.com