

Redefinición de las unidades del SI

Wikipedia

Una comisión Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM) ha propuesto revisar las definiciones formales de las unidades básicas del SI, propuestas que están siendo examinadas por este, y que podrían ser consideradas por la 26^a CGPM, en 2018.

Con respecto a los cambios, se ha establecido lo siguiente:

«Seguirán existiendo las mismas siete unidades básicas (metro, segundo, kilogramo, amperio, kelvin, mol y candela). De éstos, el kilogramo, el amperio, el kelvin y el mol se redefinirán de acuerdo al cálculo de los valores numéricos exactos de la constante de Planck, de la carga eléctrica elemental, de la constante de Boltzmann y de la constante de Avogadro, respectivamente. El segundo, el metro y la candela ya están definidas por constantes físicas y sólo es necesario reeditar sus definiciones actuales. Las nuevas definiciones mejorarán el SI sin cambiar el tamaño de las unidades, asegurando así la continuidad con las mediciones actuales».

Más detalles se encuentran en el proyecto de capítulo del Noveno Folleto de unidades del SI.

La última gran reforma del sistema métrico fue realizada en 1960, cuando el Sistema Internacional de Unidades (SI) fue formalmente publicado como un conjunto coherente de unidades de pesos y medidas. El SI se estructura en torno a siete unidades básicas que tienen definiciones aparentemente arbitrarias, y otras veinte unidades derivadas de estas primeras. Aunque las propias unidades ya forman un sistema coherente, no es así con las definiciones de las mismas. La propuesta presentada a la CIPM trata de remediar esto mediante el uso de magnitudes fundamentales de la física como base para obtener las mencionadas unidades. Esto significa, entre otras cosas, que el prototipo internacional del kilogramo será archivado. El segundo y el metro ya han sido definidos de la manera propuesta.

Ha habido numerosas críticas a las definiciones revisadas desde su propuesta inicial, y se ha argumentado que la propuesta de reforma del SI requiere una discusión franca y abierta antes de que se tomen decisiones al

respecto. Al parecer en el mes de noviembre de 2018 se votará en Versalles la redefinición de algunas unidades, en función de constantes universales, concretamente el kilogramo, el amperio, el kelvin y el mol.

ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En 1875, veinte de los países industriales más desarrollados del mundo se reunieron para realizar la Convención del Metro. El resultado fue la firma del Tratado del Metro, con el cual se crearon tres organismos para regular las unidades de medida que se utilizarían a nivel internacional. Estos fueron:

CGPM (Conferencia General de Pesos y Medidas o Conférence Générale des Poids et Mesures) - La Conferencia se reúne cada cuatro a seis años y está compuesta por los representantes de las naciones que firmaron el Tratado del Metro. En ella se discuten y analizan los mecanismos necesarios para asegurar la propagación y mejora del Sistema Internacional de Unidades, y ratifica los resultados en relación a las nuevas determinaciones metrológicas fundamentales.

CIPM (Comité Internacional de Pesos y Medidas o Comité International des Poids et Mesures) El Comité está integrado por dieciocho científicos eminentes, cada uno de un país diferente y designados por la CGPM. El CIPM se reúne anualmente y se encarga de asesorar a la CGPM. El CIPM ha creado con el tiempo una serie de subcomités, cada uno encargado de un área de interés particular. Una de ellas, el CCU (Comité Consultivo de las Unidades), entre otras cosas, asesora a la CIPM en cuestiones relativas a las unidades de medida.

BIPM (Oficina Internacional de Pesos y Medidas o Bureau International des Poids et Mesures) - La Oficina dispone de instalaciones de laboratorio en las secretarías del CIPM y del CGPM.

Desde 1960, cuando la definición del metro fue vinculada a una determinada longitud de onda de la luz en lugar del prototipo internacional del metro, la única unidad de medida que ha dependido de un artefacto en particular ha sido el kilogramo. Con los años, se han detectado pequeñas derivas en la masa del prototipo internacional del kilogramo; **y podrían llegar a 20×10^{-9} kilogramos** por año. En la 21ª sesión de la CGPM (1999), se instó a los laboratorios nacionales de cada país miembro a investigar cómo romper el vínculo entre el patrón del kilogramo y un artefacto específico.

Un informe publicado en 2007 por el Comité Consultivo de Termometría en el CIPM notificó que la definición actual de la temperatura había demostrado ser satisfactoria para temperaturas inferiores a 20 K y para temperaturas superiores a 1300 K. El comité opinó que la constante de Boltzmann proporciona una base mejor para la medición de la unidad de temperatura que la que ha permitido el

punto triple del agua, ya que la primera ha podido superar las dificultades que sufrió la segunda.

En su 23ª reunión (2007), el CGPM instó al CIPM a investigar el uso de las constantes físicas como base para todas las unidades de medida, en lugar de los artefactos que estaban en uso en aquel momento. Al año siguiente, esta instancia fue aprobada por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP). En una reunión del CCU celebrada en Reading, Reino Unido el septiembre de 2010, se acordaron una resolución y unos proyectos de revisión en el folleto del SI que debían ser presentados en la próxima reunión del CIPM en octubre de 2010. La reunión del CIPM de octubre de 2010 concluyó que "las condiciones establecidas por la Conferencia General en su 23ª reunión aún no se han cumplido plenamente. Por esta razón, el CIPM no propone revisión alguna del SI en la actualidad "; sin embargo, el CIPM presentó una resolución que sería examinada en la 24ª CGPM (17 - 21 octubre de 2011), para acordar las nuevas definiciones, pero no para ponerlas en práctica hasta que finalizara la puesta a punto de los detalles en relación a estas. Esta resolución fue aceptada por la Conferencia; y además, la CGPM adelantó la fecha de su 25ª reunión de 2015 a 2014.1

CAMBIOS PROPUESTOS POR EL CCU

En esta sección, una "X" al final de una cifra significa que el dígito final de esta aún no ha sido acordada.

La CCU ha propuesto que, además de la velocidad de la luz, se definan los valores exactos de otras cuatro constantes físicas:

- La constante de Planck h , cuyo valor exacto es $6,626\ 06X \times 10^{-34}$ joules segundo (J·s).
- La carga elemental e , cuyo valor exacto es $1,602\ 17X \times 10^{-19}$ C.
- La constante de Boltzmann k , cuyo valor exacto es $1,380\ 65X \times 10^{-23}$ joules por kelvin recíprocos (J·K⁻¹) .
- La Constante de Avogadro N_A , cuyo valor exacto es $6,022\ 14X \times 10^{23}$ moles recíprocos (mol⁻¹).

La constante de Planck es una constante física que desempeña un papel central en la teoría de la mecánica cuántica y recibe su nombre de su descubridor, Max Planck, uno de los padres de dicha teoría. Denotada como h , es la constante que frecuentemente se define como el cuanto elemental de acción. Planck la denominaría precisamente «cuanto de acción» (en alemán, Wirkungsquantum), debido a que la cantidad denominada acción de un proceso físico (el producto de la energía implicada y el tiempo empleado) solo podía tomar valores discretos, es

decir, múltiplos enteros de h . Fue inicialmente propuesta como la constante de proporcionalidad entre la energía E de un fotón y la frecuencia f de su onda electromagnética asociada. Esta relación entre la energía y la frecuencia se denomina «relación de Planck-Einstein»: $E = h \cdot f$

La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos, siendo, a su vez, generadora de ellos. La denominada interacción electromagnética entre carga y campo eléctrico es una de las cuatro interacciones fundamentales de la física. Desde el punto de vista del modelo estándar la carga eléctrica es una medida de la capacidad que posee una partícula para intercambiar fotones. Las investigaciones actuales de la física apuntan a que la carga eléctrica es una propiedad cuantizada. La unidad más elemental de carga se encontró que es la carga que tiene el electrón, es decir alrededor de $1,602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19}$ culombios (C) y es conocida como carga elemental. El valor de la carga eléctrica de un cuerpo, representada como q o Q , se mide según el número de electrones que posea en exceso o en defecto. Esta propiedad se conoce como cuantización de la carga y el valor fundamental corresponde al valor de carga eléctrica que posee el electrón y al cual se lo representa como e . Cualquier carga q que exista físicamente, puede escribirse como $\{\displaystyle N \times e\}$ $\{\displaystyle N \times e\}$ siendo N un número entero, positivo o negativo.

La constante de Boltzmann (k o k_B) es la constante física que relaciona temperatura absoluta y energía. Se llama así en honor del físico austriaco Ludwig Boltzmann, quien hizo importantes contribuciones a la teoría de la mecánica estadística, en cuyas ecuaciones fundamentales esta constante desempeña un papel central. Su valor en SI es:

$$k \approx 1.38064852(79) \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

Estas constantes son descritas en la versión de 2006 del manual del SI, los tres últimos fueron definidas como "constantes a ser obtenidas por experimentación".

La constante de Avogadro (símbolos: L , N_A) es el número de partículas constituyentes (usualmente átomos o moléculas) que se encuentran en la cantidad de sustancia de un mol. Por tanto, es el factor proporcional que relaciona la masa molar de una sustancia a la masa de una muestra. Su valor es igual a $6,022\ 140\ 857(74) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

También se propone que las siguientes constantes físicas se mantengan sin cambios:

- La velocidad de la luz c , que es exactamente 299 792 458 metros por segundo ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).
- La Frecuencia de transición hiperfina del estado fundamental del cesio-133 $\Delta \nu (^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$, que es exactamente 9 192 631 770 hertz (Hz).
- La eficacia luminosa K_{cd} de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz que son exactamente 683 lúmenes por vatio ($\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$).

Las siete definiciones anteriores son reescritas tras la conversión de las unidades derivadas (Joule, Coulomb, Hertz, lumen y vatio) a las siete unidades básicas (segundo, metro, kilogramo, amperio, kelvin, mol y candela). En la lista que sigue, el símbolo sr representa la unidad adimensional del estereorradián¹.

- $\Delta \nu (^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}} = 9\,192\,631\,770 \text{ s}^{-1}$
- $c = 299\,792\,458 \text{ s}^{-1}\cdot\text{m}$
- $h = 6,626\,06\text{X} \times 10^{-34} \text{ s}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}$
- $e = 1,602\,17\text{X} \times 10^{-19} \text{ s}\cdot\text{A}$
- $k = 1,380\,65\text{X} \times 10^{-23} \text{ s}^{-2}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{K}^{-1}$
- $N_{\text{A}} = 6,022\,14\text{X} \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $K_{\text{cd}} = 683 \text{ s}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{cd}\cdot\text{sr}$

Además el CCU ha propuesto que:

El prototipo internacional del kilogramo sea retirado y que la actual definición del kilogramo sea derogada.

La definición actual del amperio sea derogada también.

La definición actual del kelvin sea revocada.

La definición actual del mol sea revisada.

Estos cambios provocarán la redefinición de las unidades básicas del SI, aunque las definiciones de sus unidades derivadas seguirá siendo la misma.

¹ El estereorradián es la unidad derivada del SI que mide ángulos sólidos. Es el equivalente tridimensional del radián. Su símbolo es sr. El estereorradián se define haciendo referencia a una esfera de radio r . Si el área de una porción de esta esfera es r^2 , un estereorradián es el ángulo sólido comprendido entre esta porción y el centro de la esfera.

CONSECUENCIAS DE ESTOS CAMBIOS SOBRE LAS UNIDADES BÁSICAS

Se propone que las definiciones textuales de todas las unidades básicas sean refinadas o reescritas. Las definiciones actual (2008) y propuesta (2011)11 son comparadas más abajo. En muchos casos, la cifra final de cualquier constante física aún no se ha acordado, por lo que ha sido representada con una "X"

Segundo

La definición propuesta es efectivamente la misma que la actual; la única diferencia radica en que las condiciones en las que se realizan las mediciones se hacen más rigurosas.

Definición actual: El segundo es la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133.

Definición propuesta: El segundo, s , es la unidad de tiempo por defecto, y su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la frecuencia de transición hiperfina en el estado fundamental del cesio-133 en reposo y en una temperatura de 0 K, que es exactamente igual a 9 192 631 770 cuando se expresa en s^{-1} , que es igual a expresarla en Hz.

Metro

La definición propuesta es efectivamente la misma que la actual, siendo la única diferencia el hecho de que el ajuste de la definición del segundo afectará a la del metro

Definición actual: El metro es la longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.

Definición propuesta: El metro, m , es la unidad de longitud; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la velocidad de la luz en el vacío, a ser igual exactamente a 299 792 458 cuando se expresa en $m\ s^{-1}$.

Kilogramo

La definición del kilogramo sufre un cambio fundamental - la definición actual define el kilogramo como la masa del prototipo internacional del kilogramo, la nueva definición lo relaciona a la energía equivalente de un fotón, calculado vía la constante de Planck.

Definición actual: El kilogramo es la unidad de masa por defecto; esta es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo.

Definición propuesta: El kilogramo, kg, es la unidad de masa; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante de Planck, a ser exactamente igual a $6,626\ 06X \times 10^{-34}$ cuando es expresada en $s^{-1} \cdot m^2 \cdot kg$, que es igual a expresarlo en J·s.

Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición hace que el valor del kilogramo dependa de las definiciones del segundo y del metro.

Amperio

La definición del amperio pasa por una revisión mayor - la definición actual, que en la práctica es difícil de realizar con gran precisión, está siendo sustituida por una más intuitiva y más fácil de realizar en la práctica.

Definición actual: El amperio es la corriente generada en una situación en la que se colocaran paralelamente y a 1 m de distancia el uno del otro dos conductores rectilíneos de longitud infinita y de sección circular despreciable en el vacío, corriente la cual produciría entre estos conductores una fuerza igual a **2×10^{-7} newton por metro de longitud.**

Definición propuesta: El amperio, A, es la unidad de la corriente eléctrica por defecto; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la carga elemental, a saber exactamente igual a $1,602\ 17X \times 10^{-19}$ cuando se expresa en $A \cdot s$, lo cual es igual a expresarlo en C.

Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición del amperio ya no depende de las definiciones del kilogramo y del metro. Además, debido a la fijación de un valor exacto para la carga elemental, los valores de la permeabilidad al vacío, de la permitividad del vacío y de la impedancia del espacio libre, que hasta ahora han sido exactas junto a la velocidad de la luz, quedarían con un pequeño margen de error experimental.

Kelvin

La definición del kelvin también será sometida a un cambio fundamental si las propuestas anteriores son aceptadas. En lugar ser utilizados los puntos donde el agua cambia de estado para fijar la escala de temperatura, en la propuesta se recomienda que el equivalente de la energía proporcionada por la ecuación de Boltzmann sea utilizada en la nueva definición.

Definición actual: El kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es definida por la fracción de 1/273,16 de la temperatura termodinámica del Punto Triple del agua.

Definición propuesta: El kelvin, K, es la unidad de temperatura termodinámica; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante de Boltzmann, a saber exactamente igual a $1,380\ 65X \times 10^{-23}$ cuando se expresa en $s^{-2} \cdot m^2 \cdot kg \cdot K^{-1}$, que es igual a expresarlo en $J \cdot K^{-1}$.

Una de las consecuencias de este cambio es que la nueva definición hace que la determinación del valor del kelvin dependa de las definiciones del segundo, del metro y del kilogramo.

Mol

La definición actual del mol lo vincula al kilogramo. La definición propuesta rompe con ese vínculo, haciendo del mol un número específico de entidades de una sustancia.

Definición actual: El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono-12. Cuando el mol es empleado, las entidades elementales deben ser especificadas, y estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, u otras partículas o grupos especificados de tales partículas.

Definición propuesta: El mol, mol, es la unidad por defecto de la cantidad de sustancia de una entidad elemental especificada, que puede ser un átomo, una molécula, iones, electrones, o cualquier otra partícula e grupo específico de dichas partículas; su magnitud se establece mediante la fijación el valor numérico de la constante de Avogadro, a saber exactamente igual a $6,022\ 14X \times 10^{23}$ cuando este se expresa en mol^{-1} .

Una consecuencia de este cambio es que la relación actual entre la masa del átomo ^{12}C , el dalton², el kilogramo, y el número de Avogadro ya no será válida. Uno de los siguientes valores debe cambiar:

² La unidad de masa atómica unificada (símbolo «u»)1 o Dalton (símbolo «Da»)2 es una unidad estándar de masa definida como la doceava parte (1/12) de la masa de un átomo, neutro y no enlazado, de carbono-12, en su estado fundamental eléctrico y nuclear, y equivale a $1,660\ 538\ 921\ (73) \times 10^{-27}$ kg (valor recomendado por CODATA). La masa de 1 mol de unidades (NA) de masa atómica equivale a 1 g.

Se utiliza para expresar la masa de átomos y moléculas (masa atómica y masa molecular). El Comité Internacional de Pesos y Medidas la ha categorizado como una unidad no SI compatible con el uso del Sistema Internacional de Unidades, y cuyo valor en unidades SI debe obtenerse experimentalmente. En el Sistema Internacional de Magnitudes (ISO 80000-1), se da como único nombre el de «Dalton» y se desaconseja el de «unidad de masa atómica unificada», ya que ésta puede

la masa del 12 C, que ya no sería exactamente de 12 dalton;

la masa del propio dalton. En este caso cambiarían las masas numéricas de todos los átomos de la tabla periódica, excepto el 12 C

el número de átomos de 12 C en 12 gramos o 0,012 kilogramos, el cual es actualmente el NA por definición.

Candela

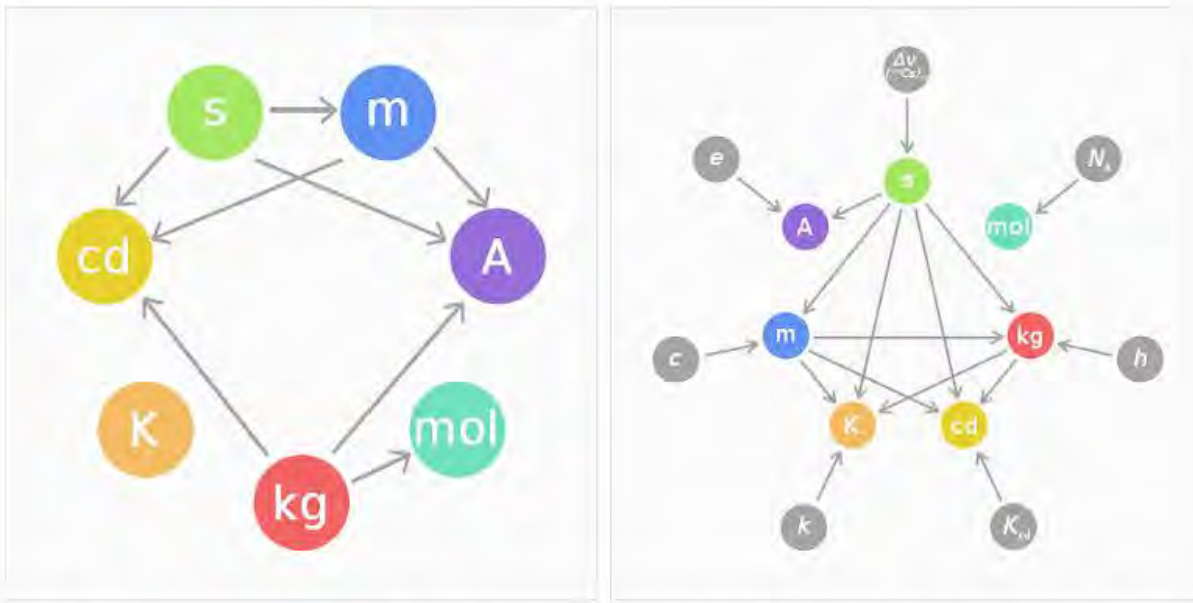
La definición propuesta es igual a la definición actual, pero está reformulada.

Definición actual: La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y que tiene una intensidad energética en dicha dirección de 1/683 vatios por estereorradián.

Definición propuesta: La candela, cd, es la unidad de intensidad luminosa en una dirección dada; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la eficacia luminosa de una radiación monocromática con una frecuencia de 540×10^{12} Hz, exactamente igual a 683 cuando se expresa en $\text{s}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{W}^{-1}$, lo cual es igual a $\text{lm}^{-1} \cdot \text{W}$.

COMPARACIÓN DE LAS INTERRELACIONES ENTRE LAS UNIDADES BÁSICAS DEL SISTEMA ACTUAL Y DEL PROPUESTO.

adoptar dos valores distintos y, además, no admite prefijos multiplicativos (no es posible usar «ku» pero sí «kDa»). No debe confundirse con las unidades atómicas.



Izquierda: Interrelaciones entre las definiciones actuales. Derecha: Interrelaciones entre las definiciones propuestas. (Unidades Básicas en color y constantes físicas en gris.)

IMPACTO EN LA REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDICIONES

En general, los cambios realizados en las definiciones les darán una mejora en el margen de incertidumbre en aquellas reproducciones de las unidades básicas que utilicen la norma para la puesta en práctica.

La siguiente tabla muestra las mejoras derivadas de la propuesta:

INCERTIDUMBRE RELATIVA EN DISTINTAS MEDICIONES FÍSICAS

las definiciones actuales Incertidumbre con las definiciones propuestas

Incertidumbre relativa en distintas mediciones físicas				
Unidad	Constante de referencia	Símbolo de la constante	Incertidumbre con las definiciones actuales	Incertidumbre con las definiciones propuestas
kg	Masa del prototipo internacional del kilogramo	$m(K)$	Exacto	$5,0 \times 10^{-8}$
	Constante de Planck	h	$5,0 \times 10^{-8}$	Exacto
A	Constante magnética	μ_0	Exacto	$6,9 \times 10^{-10}$
	Carga elemental	e	$2,5 \times 10^{-6}$	Exacto
K	Temperatura del Punto Triple del agua	T_{PTA}	Exacto	$1,7 \times 10^{-6}$
	Constante de Boltzmann	k	$1,7 \times 10^{-6}$	Exacto
Mol	Masa molar del ^{12}C	$M(^{12}C)$	Exacto	$1,4 \times 10^{-9}$
	Constante de Avogadro	N_A	$1,4 \times 10^{-9}$	Exacto

La incertidumbre relativa en la medición del segundo permanecerá en 1×10^{-14} , y en el caso del metro se mantendrá en $2,5 \times 10^{-8}$.¹⁷

CRÍTICAS A LAS NUEVAS DEFINICIONES DEL SI PROPUESTAS

Price ha argumentado que la nueva propuesta puede:

- causar confusión debido a que las nuevas definiciones explícitas-constantes no relacionan las unidades a un ejemplo de su cantidad;
- provocar el riesgo de dañar el avance de la ciencia debido a que la definición circular de las unidades hace imposible detectar cualquier cambio futuro en las constantes fundamentales.
- causar daños económicos debido a los costos de transacción y a las barreras al comercio internacional.

Leonard ha sostenido que "el concepto fundamental del mol requiere el número de entidades que comprende un mol, es decir, el número de Avogadro, que ha de ser exactamente igual a la proporción de masas gramo-a-Dalton" y que la propuesta rompe con esta condición de compatibilidad definiendo el kilogramo, el Dalton y el mol de forma independiente.

Pavese ha argumentado que una serie de temas deben de ser mejor entendidos antes de que las definiciones sean cambiadas. Esos temas incluyen la naturaleza del recuento y del valor del número de Avogadro, la pérdida de validez del concepto de unidad básica, la posibilidad de comprobar cambios futuros en las "constantes fundamentales", y el cambio a la unidad con incertidumbre experimental.

REFERENCIAS

«Resolution 1 of 24th meeting of the General Conference on Weights and Measures». On the potential future revision of the International System of Units, the SI. Sèvres, France: International Bureau for Weights and Measures. 21 Oct, 2011. No se espera que se apruebe hasta que algunos se cumplen condiciones previas, y en todo caso no antes de 2014. Ver «Possible changes to the international system of units». IUPAC Wire (International Union of Pure and Applied Chemistry) 34 (1). January-February 2012.

Peter Mohr (2 de noviembre de 2012). «Redefining the SI base units». NIST Newsletter. NIST. Consultado el 1 de marzo de 2012.

Michael Kuehne (5 de diciembre de 2012). «Redefinition of the SI». Keynote address, ITS9 (Ninth International Temperature Symposium}. Los Angeles: NIST. Archivado desde el original el 18 de junio de 2013. Consultado el 1 de marzo de 2012.

Ian Mills (27 de septiembre de 2010). «Draft Chapter 2 for SI Brochure, following redefinitions of the base units». BIPM. Consultado el 1 de marzo de 2012.

Investigación y Ciencia, Num 506, noviembre de 2018

«CIPM: International Committee for Weights and Measures». BIPM. Consultado el 3 de octubre de 2010.

Peter Mohr (6 de diciembre de 2010). «Recent progress in fundamental constants and the International System of Units». Third Workshop on Precision Physics and Fundamental Physical Constants. Consultado el 2 de enero de 2011.

Fischer, J. et al (2 de mayo de 2007). «Report to the CIPM on the implications of changing the definition of the base unit kelvin». Consultado el 2 de enero de 2011.

«Resolution proposal submitted to the IUPAP Assembly by Commission C2 (SUNAMCO)». International Union of Pure and Applied Physics. 2008. Archivado desde el original el 27 de septiembre de 2011. Consultado el 8 de mayo de 2011.

Ian Mills (29 de septiembre de 2010). «On the possible future revision of the International System of Units, the SI». CCU. Consultado el 1 de enero de 2011.

Ian Mills (29 de septiembre de 2010). «Draft Chapter 2 for SI Brochure, following redefinitions of the base units». CCU. Consultado el 1 de enero de 2011.

«Towards the "new SI"». Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM). Consultado el 20 de febrero de 2011.

«On the possible future revision of the International System of Units, the SI - Draft Resolution A». Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM). Consultado el 14 de julio de 2011.

«General Conference on Weights and Measures approves possible changes to the International System of Units, including redefinition of the kilogram.». Sèvres, France: Conferencia General de Pesos y Medidas. 23 de octubre de 2011. Consultado el 25 de octubre de 2011.

Ian Mills (octubre de 2010). «A Note to the CIPM from Ian Mills, President of the CCU: Thoughts about the timing of the change from the Current SI to the New SI». CCU. Consultado el 1 de enero de 2011.

William B. Penzes. «Time Line for the Definition of the Meter». Archivado desde el original el 22 de junio de 2011. Consultado el 1 de enero de 2011.

Price, Gary (2011). «A skeptic's review of the New SI». *Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement* 16 (3): 121-132. doi:10.1007/s00769-010-0738-x.

Leonard, B. P. (2010). «Comments on recent proposals for redefining the mole and kilogram». *Metrologia* 47 (3): L5-L8. doi:10.1088/0026-1394/47/3/L01.

Pavese, Franco (2011). «Some reflections on the proposed redefinition of the unit for the amount of substance and of other SI units». *Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement* 16 (3): 161-165. doi:10.1007/s00769-010-0700-y.

ENLACES EXTERNOS

Sitio web del BIPM acerca del Nuevo SI , incluyendo una página de preguntas frecuentes .

The New SI: Units of measurement based on fundamental constants

Esta obra contiene una traducción automática (usando <http://translate.google.com/toolkit> - con aproximadamente un 97% de traducciones humanas) derivada de New SI definitions de Wikipedia en inglés, concretamente de esta versión, publicada por sus editores bajo la Licencia de documentación libre de GNU y la Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 Unported.●