

Causas y consecuencias de la nueva definición del kilo y otras unidades de medida



Desde el 20 de mayo, están vigentes las nuevas definiciones de kilogramo, kelvin, ampere y mol. Esta modificación será clave para la administración precisa de medicamentos, en la industria farmacéutica, la medición del cambio climático, la computación, la electrónica, entre muchos otros sectores que trabajan con altos niveles de exactitud.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI
www.inti.gob.ar

Qué cambió y qué no

El cambio implementado en el Sistema Internacional de Unidades quedará registrado en los libros de historia, no solo por su impacto para el avance de la ciencia y la tecnología, sino también porque es la primera vez que se modifican cuatro unidades base a la vez, con colaboraciones simultáneas en todo el mundo. Su aprobación se logró en noviembre del año pasado, en la Conferencia General de Pesos y Medidas que tuvo lugar en Francia, frente al Palacio de Versalles.

Todas las nuevas definiciones se basan en constantes de la naturaleza, en lugar de artefactos, propiedades de materiales o experimentos teóricos irrealizables.

La modificación, sin embargo, no impactará en la balanza que usa el médico para pesar a un paciente o en la carnicería a la hora de comprar un asado, pero sí tendrá gran repercusión para el campo científico. El mayor cambio probablemente lo sentirán los fabricantes de instrumentos científicos, que deberán adaptar sus productos a las nuevas mediciones.

También será clave para alcanzar mejores predicciones sobre el cambio climático, porque se

podrán realizar mediciones más precisas para monitorear pequeñas variaciones en la temperatura. Lo mismo sucederá con la industria farmacéutica que, por ejemplo, podrá definir con precisión los microgramos de alguna droga o suministrar dosis de una medicación apropiadas para cada paciente.

Los cambios no afectarán los resultados de las mediciones en la vida cotidiana, pero sí tendrán gran impacto en los requerimientos de mayor exactitud en la ciencia y la tecnología.

Revisión del Sistema Internacional de Unidades

En noviembre de 2018 se aprobó la mayor revisión del Sistema Internacional de Unidades (SI) desde su creación (1960). La Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM), órgano internacional que aprueba el SI, redefinió cuatro unidades de base: el ampere, el kilogramo, el kelvin y el mol; y reformuló el metro, el segundo y la candela. Los cambios entraron en vigencia el 20 de mayo de este año 2019.

Todas las nuevas definiciones se basan en constantes de la naturaleza, en lugar de artefactos, propiedades de materiales o experimentos teóricos irrealizables, como sucedía hasta ahora. Esto

permitirá a los científicos que trabajan con el más alto nivel de exactitud realizar las unidades en diferentes lugares o momentos, con cualquier experimento apropiado y valor de la escala. Además, abre grandes posibilidades tecnológicas, tal como acortar la cadena de la trazabilidad en la industria.

Es importante señalar que los cambios no afectarán los resultados de las mediciones en la vida cotidiana, pero sí tendrán gran impacto en los requerimientos de mayor exactitud en la ciencia y la tecnología.

Unidades, constantes y experimentos

El kilogramo (unidad de masa) estaba definido desde 1889 por la masa de un cilindro de platino-iridio depositado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas ('BIPM', por sus siglas en francés) en la ciudad francesa de Sèvres, lo que implicaba que todos los países debían basar las mediciones de masa en un único artefacto. Además de los problemas logísticos que esto generaba, resultaba imposible determinar su estabilidad temporal. La nueva definición del kilogramo se basa en la asignación de un valor numérico fijo a la constante de Planck ($h = 6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$) y permitirá llevar a cabo su realización práctica con cualquier experimento que vincule la medición de masa con esta constante.

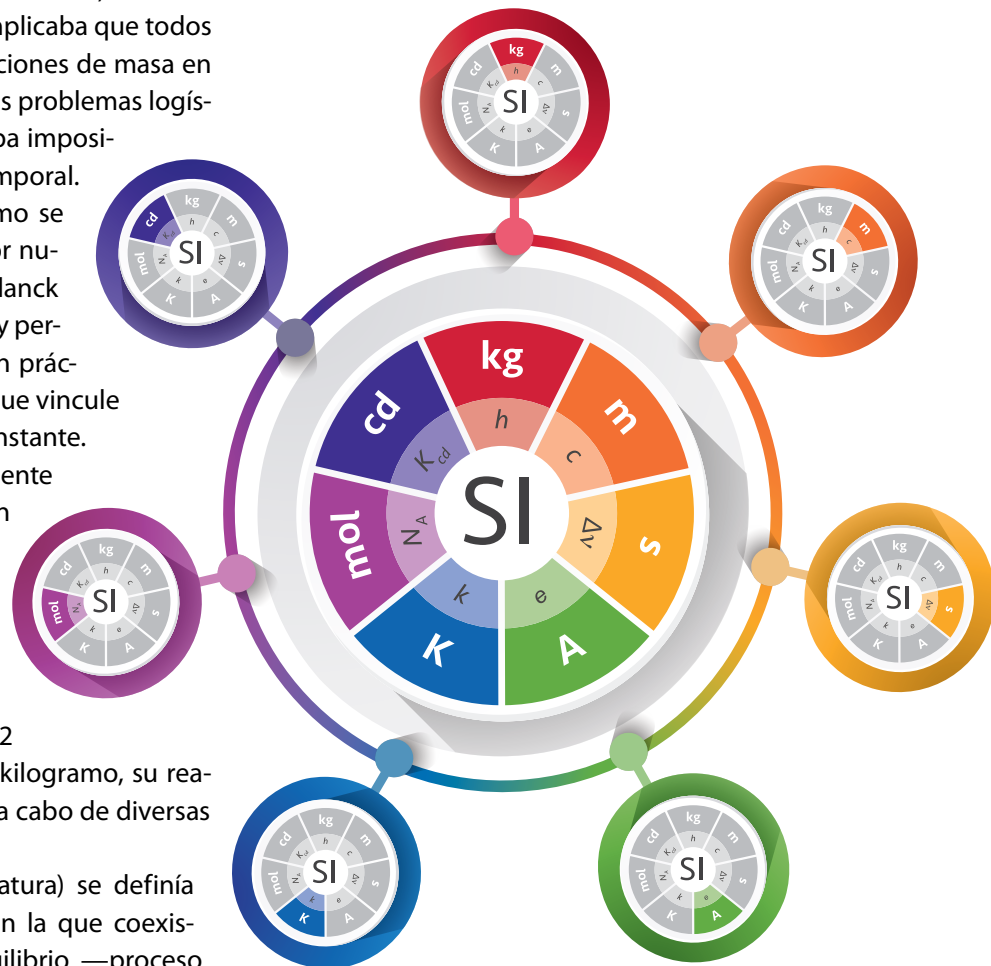
El amperio (unidad de corriente eléctrica), que se definía por un experimento imaginario que relaciona la fuerza entre dos cables infinitos con la corriente que circula entre ellos, se redefinió asignando un valor a la carga del electrón ($e = 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19} \text{ C}$). Igual que el kilogramo, su realización práctica se puede llevar a cabo de diversas maneras.

El kelvin (unidad de temperatura) se definía en función de la temperatura en la que coexisten agua, hielo y vapor en equilibrio —proceso

conocido como "punto triple del agua"—. Su nueva definición no depende de las propiedades de un material, sino que se realiza en función de la constante de Boltzmann ($k = 1,380\ 649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$), abriendo la puerta a varias realizaciones experimentales posibles.

El mol (unidad de cantidad de materia) se redefinió asignándole un valor a la constante de Avogadro ($N_A = 6,022\ 140\ 76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$). En la actualidad, su mejor realización práctica se efectúa a partir del conteo de la cantidad de átomos que hay en una esfera monocristalina de silicio.

El metro, el segundo y la candela solo sufrirán cambios en la forma de expresar sus definiciones, dado que ya estaban basados en constantes de la



naturaleza, a saber: la velocidad de la luz para el metro, la frecuencia de transición entre dos niveles energéticos del átomo de Cesio para el segundo y la eficacia luminosa de una radiación monocromática para la candela.

En consecuencia, las nuevas definiciones de las siete unidades de base del SI son las siguientes:

- » 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, $\Delta\nu_{Cs}$, la frecuencia de la transición entre niveles hiperfinos del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio 133, igual a 9.192.631.770 cuando se expresa en unidades de H_z , que es igual a 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 expresada en unidades de $m s^{-1}$, donde el segundo es definido en términos de la frecuencia del cesio $\Delta\nu_{Cs}$.

Abre grandes posibilidades tecnológicas, tal como acortar la cadena de la trazabilidad en la industria.

- » 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 $kg\ m^2\ s^{-1}$, donde el metro y el segundo son definidos en términos de c y $\Delta\nu_{Cs}$.
- » 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 $\Delta\nu_{Cs}$.
- » 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 $kg\ m^2\ s^{-1}\ K^{-1}$, donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h, c y $\Delta\nu_{Cs}$.

- » 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 $540 \times 10^{12}\ H_z$, K_{cd} , igual a 683 cuando es expresada en las unidades $lm\ W^{-1}$, que son equivalentes a $cd\ sr\ W^{-1}$, o $cd\ sr\ kg^{-1}\ m^{-2}\ s^3$ donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h, c y $\Delta\nu_{Cs}$.

El mayor cambio probablemente lo sentirán los fabricantes de instrumentos científicos, que deberán adaptar sus productos a las nuevas mediciones.

- » 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. ■