



Redefinición del mol

En este documento se explica, de forma concisa, la definición del mol y cómo puede ponerse en práctica. El proceso de poner en práctica una definición se denomina "realización".

El mol se define de la siguiente forma: "el mol, símbolo mol, es la unidad SI de cantidad de sustancia de una entidad elemental, la cual puede ser un átomo, molécula, ion, electrón, o cualquier otra partícula o un grupo específico de tales partículas; su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante N_A de Avogadro que es $6,02214076 \times 10^{23}$ (*), cuando es expresado en la unidad SI mol^{-1} ."

(*) valor establecido hasta el momento.

Esta definición será acordada en la 26ª Conferencia General de pesas y medidas en noviembre de 2018. Reemplaza la definición anterior de 1971, que definió el mol como "la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12".

Las cantidades utilizadas para caracterizar una muestra de una sustancia química pura X son:

n - la cantidad de sustancia en la muestra de X;

N - el número de entidades elementales de la sustancia X en la muestra;

m - la masa de las N entidades elementales;

$A_r(X)$ - la masa atómica o molecular relativa de X (en caso de que X sea un elemento o compuesto, respectivamente)

M_u - la constante de masa molar

Las ecuaciones que relacionan estas cantidades son:

$$n = \frac{m}{A_r(X) * M_u} \quad (1)$$

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (2)$$

Actualmente, la realización más precisa de la definición del mol, es el resultado de un experimento que condujo a la determinación de la constante de Avogadro. Este experimento fue llevado a cabo en el marco de la Coordinación Internacional de Avogadro y fue fundamental para determinar los mejores valores experimentales de las constantes de Avogadro y de Planck.

Implicó la determinación del número de átomos ^{28}Si (N) en un cristal único de Silicio enriquecido en ^{28}Si , usando medidas de interferometría volumétrica y de rayos X, a través de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{8V_s}{a(^{28}\text{Si})^3} \quad (3)$$

donde:

V_s es el volumen del cristal, 8 es el número de átomos por unidad de celda del cristal y $a(^{28}\text{Si})$ es el parámetro de red de la unidad de celda cúbica del cristal. La ecuación (3) es estrictamente válida solo para el caso de un cristal ^{28}Si prácticamente puro (el grado de enriquecimiento del monocristal fue superior al 99,995 %), en el cual todas las entidades elementales fueron



Redefinición del mol

identificadas. Esto se logró determinando y corrigiendo la fracción de cantidad de sustancia de todas las impurezas (elementales e isotópicas, por ejemplo, de ^{29}Si y ^{30}Si) con adecuada exactitud.

Utilizando el valor fijo de la constante de Avogadro y la ecuación (2) la cantidad de sustancia n de ^{28}Si en el cristal macroscópico está dado por:

$$n = \frac{8V_s}{a(^{28}\text{Si})^3 N_A}$$

El elemento silicio se eligió porque la industria de los semiconductores tiene experiencia de décadas en la fabricación de cristales de silicio casi sin fallas. Una vez que se determinaron con gran exactitud: el parámetro de red del monocristal (y con ello la distancia entre los átomos usando la difracción de los rayos X) y el volumen de la esfera (utilizando un interferómetro para esferas), se pudo determinar también con gran exactitud la cantidad de átomos que contiene la esfera.

Para la medición de los parámetros necesarios del cristal, que tenía una masa de 4,7 kg, se confeccionaron dos esferas de aproximadamente 1 kg. En el 2008, el Proyecto Avogadro recibió dos esferas pulidas de 1 kg (con las denominaciones AVO28-S5 y AVO28-S8). Un primer ciclo de mediciones finalizó a mediados del 2010 y al determinar la constante de Avogadro se logró una incertidumbre de medición relativa de $3 \cdot 10^{-8}$, que después de una corrección de la calidad de la superficie de ambas esferas se pudo reducir en el 2015 a $2 \cdot 10^{-8}$.

Esta realización primaria del mol, con la menor incertidumbre alcanzada, difiere de los métodos en general utilizados para realizar el mol en la práctica. Representa el "estado del arte" en la determinación del número de entidades en una muestra macroscópica, y de ahí la cantidad de sustancia en esa muestra.

Referencias

Bureau international des poids et mesures: "*Mise en pratique* of the definition of the mole". CCQM/16-04. Draft for Appendix 2 of the SI Brochure for the «New SI»: https://www.bipm.org/cc/CCQM/Allowed/22/CCQM16-04_Mole_m_en_p_draft.pdf

Experimentos para el nuevo SI, el Sistema Internacional de Unidades". PTB mitteilungen. Edición Especial. E 2016. Número 2, junio 2016. https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb_mitteilungen/mitt2016/Heft2/Experimentos_para_el_nuevo_SI.pdf