



Јелена БУРЂЕВИЋ НИКОЛИЋ (jdjurdjevic@kg.ac.rs) , Борис ФУРТУЛА (furtula@kg.ac.rs), Иван ГУТМАН (gutman@kg.ac.rs), Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу

ДА ЛИ ЋЕ СЕ МЕЊАТИ ДЕФИНИЦИЈА МОЛА?

IUPAC у свом новом техничком извештају предлаже да се дефиниција мола, која се користи од 1971. године, замени новом која ће бити у складу са предлогом да Авогадров број буде константна вредност. Међународни комитет за тежине и мере предложио је 2011. године да се изврши ревизија целој Међународној систему јединица (SI) како би се извршило повезивање свих седам основних јединица са седам фундаменталних физичких константи. За хемичаре је значајно да су предложене нове дефиниције за килограм и мол.

УВОД

На деветој Генералној конференцији за тежине и мере је 1948. године предложено је Међународном комитету за тежине и мере да направи препоруку како би се направио јединствен практични систем основних мерних јединица [1]. Године 1954. усвојен је систем од шест основних јединица: метар, килограм, секунд, ампер, келвин и кандела [2].

Овај систем мерних јединица назван је Међународни систем јединица, скраћени назив је SI, а 1971. године седма јединица, мол, додата је SI-у [3]. Кнежевина Србија је 1879. године приступила Метарској конвен-

цији, након Првог светског рата сва права и обавезе преузима Краљевина СХС, а потом Југославија. Република Србија након осамостаљења преузима чланство у Међународном комитету за тегове и мере.

У IUPAC-овом техничком извештају се напомињу недостаци важећег Међународног система јединица [4]. Главни предлог овог извештаја је да се јединица килограм поново дефинише. Основна јединица SI, килограм, се тренутно дефинише на основу артефакта: јединица за масу је једнака маси међународног прототипа килограма (ваљка од платине-иридијума) чуваног у Међународном бироу за тежине и мере (BIPM), у близини Париза. Постоји основана бојазан о дугорочној стабилности међународног прототипа за килограм, а ова нестабилност утиче и на друге SI јединице које зависе од килограма, међу којима је и мол. Како би се превазишли горе наведени недостаци, Међународни комитет за тежине и мере је 2011. године предложио је ревизију целог SI. Главна идеја је да се све основне јединице повежу са седам физичких константи.

У IUPAC-овом техничком извештају, за хемичаре су важне две јединице и за њих предложене нове дефиниције: килограм и мол.

Име	Симбол	Величина	Важећи SI	Предложен нов SI
килограм	kg	маса	Килогра је јединица масе; једнака је маси међународног прототипа килограма.	Килограм је јединица масе; његова величина је одређена узимањем нумеричке вредности за Планкову константу тачно $6,626070040 \times 10^{-34}$ када је изражена у SI јединицама за дејство $J s = kg m^2 s^{-1}$.
мол	mol	количина супстанце	Мол је јединица количине супстанце која садржи онолико елементарних јединки колико има атома у 0,012 килограма чистог угљеника 12.	Мол је јединица количине супстанце специфичних елементарних јединки; величина је одређена узимањем нумеричке вредности за Авогадрову константу тачно $6,022140857 \times 10^{23}$ када је изражена у SI јединицама mol^{-1} .

НОВА ДЕФИНИЦИЈА МОЛА

Предлог да се мол поново дефинише изазвала је бурну дебату међу хемичарима који су за промену и оних који сматрају да је боље да се остане при дефиницији која мол експлицитно везује за масу угљениковог изотопа ^{12}C [5]. Количина хемијске супстанце се традиционално одређује на основу масе или запремине. Јединица SI за величину „количина супстанце“ се у постојећој дефиницији и даље заснива на маси међународног прототипа за килограм [3]:

1. Мол је количина сусџтанце једној сисџтема који садржи онолики број елементарних јединки колико има ајџома ујџеника у јџачно 0.012 kg чистој изотопу ^{12}C .
2. Појџребно је сџецификовати елементарну јединку која може бити ајџом, молекул, јон, електрон итд. или одређена група оваквих јединки.
3. Мол је основна јединица Међународној сисџтема јединица.

Дефиниција мола из 1971. године се базира на добро дефинисаном броју атома у тачно одређеној маси угљениковог изотопа ^{12}C . Са најновијим достигнућима у науци и све прецизнијим мерењима постало је могуће да се са великом тачношћу одреди вредност Авогадрове константе. Када имамо тачно одређену вредност за Авогадров број може се поново дефинисати мол базиран на тачном броју елементарних јединки. Ова промена дефиниције мола не доноси одмах неку практичну промену која би омогућила да се боље разуме појам мола, али би се на овај начин дефиниција прилагодила начину на који већина хемичара размишља.

Предлог нове дефиниције за мол:

„Мол, *mol*, је јединица SI за количину сусџтанце. Један мол садржи јџачно $6,02214076 \times 10^{23}$ односно јџачно 602214076000000000000000 елементарних јединки. Овај број је јџачно одређена вредност узета за Авогадрову константу N_A , када је изражена у SI јединицама mol^{-1} , и назива се Авогадров број.“

Ваља обратити пажњу на то да је сада Авогадрова константа цео број.

Количина супстанце, n , неког система је мера броја одређених елементарних јединки. Елементарне јединке могу бити атом, молекул, јон, електрон или одређена група оваквих јединки.

Количина неке супстанце B , $n(B)$, изражена у молонима, је пропорционална броју јединки те супстанце, $N(B)$,

$$n(B) = N_A^{-1} N(B) \quad (1)$$

Фактор пропорционалности је универзална физичка константа која је независна од природе супстанце, а њена реципрочна вредност, N_A , је Авогадрова константа која је иста за све супстанце. Прописана вредност за Авогадров број је тачно одређена нумеричка вредност Авогадрове константе и износи $N_A = 6.022140857 \times 10^{23}$ односно то је цео број 602214076000000000000000 [6].

Последице које би ова промена дефиниције донела су више техничке, него практичне природе. Јасно је да би се у школи неке ствари промениле, почевши од штампања нових уџбеника. Дефиниција мола врло често представља један од кључних проблема при разумевању и учењу хемије [7, 8]. Ученици су успевали да науче дефиницију мола, већина ученика зна да репродукује дефиницију. Питање које може да се постави је да ли они заиста разумеју ту дефиницију. Предложена нова дефиниција је у складу са оним што ученици већ примењују у пракси и не би имала знатан утицај на методе и начин рада који се већ примењују у учионици. Али се применом нове дефиниције губи за ученике често збуњујући фактор, а то је мешање два начина изражавања „количине супстанце“ - она која се мери масом и она која се мери бројем честица.

IUPAC-ова нова дефиниција ће се разматрати на Генералној конференцији за тежине и мере (једино тело које може да направи промене у SI) у новембру 2018. године. Ако се предлог прихвати, нова дефиниција ће постати званична и важећа од маја 2019. године. Остаје да се види да ли ће доћи до историјске промене, а време ће показати да ли ће и какву корист ова промена донети.

Abstract

WILL THE DEFINITION OF MOLE BE CHANGED ?

Jelena Đurđević Nikolić, Boris Furtula, Ivan Gutman

University of Kragujevac, Faculty of Science

The change in the definition of the SI unit of mass and amount of substance, recently proposed by IUPAC, is presented and commented. According to the proposed change, the Avogadro number will be considered as a constant integer, equal to 602214076000000000000000 , exactly.

ЛИТЕРАТУРА

1. CGPM. Comptes Rendus de la neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures (1948). Résolution 6, BIPM, URL <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/9/6/> (1949).
2. CGPM. Comptes Rendus des séances de la dixième Conférence Générale des Poids et Mesures (1954). Résolution 6, BIPM, URL <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/10/6/> (1955).
3. CGPM. Comptes Rendus des séances de la quatorzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1971). Résolution 3, BIPM, URL <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/14/3/> (1972).
4. R. Marquardt, J. Meija, Z. Mester, M. Towns, R. Weir, R. Davis, J. Stohner. *Pure Appl. Chem.* **89**, 951 (2017).
5. R. Marquardt, J. Meija, Z. Mester, M. Towns, R. Weir, R. Davis, *Pure Appl. Chem.* **90**, 175 (2018).
6. D. B. Newell, F. Cabiati, J. Fischer, K. Fujii, S. G. Karshenboim, H. S. Margolis, E. de Mirandes, P. J. Mohr, F. Nez, K. Pachucki, T. J. Quinn, B. N. Taylor, M. Wang, B. Wood, Z. Zhang. “The CODATA 2017 Values of h , e , k , and N_A for the Revision of the SI,” *Metrologia*, accepted, online 20 Oct 2017, <https://doi.org/10.1088/1681-7575/aa950a> (2017).
7. C. Furió, R. Azcona, J. Guisasaola, M. Ratcliffe, *Int. J. Sci. Educ.* **22**, 1285 (2000)
8. I. Gutman, J. Đurđević, A. Minić, *Hemijski Pregled*, **52** (2011) 44-46