

Curriculum Matters
Учебно съдържание, планове, програми и стандарти

НОМЕНКЛАТУРНИ ПРЕПОРЪКИ НА МЕЖДУНАРОДНИЯ СЪЮЗ ПО ЧИСТА И ПРИЛОЖНА ХИМИЯ (IUPAC), СВЪРЗАНИ С ХИМИЧНАТА ТЕРМИНОЛОГИЯ И ВЕЛИЧИНИ, ЕДИНИЦИ И СИМВОЛИ, ИЗПОЛЗВАНИ В ХИМИЯТА

Александър Захариев
Технически университет, София

Резюме. Препоръките на IUPAC, свързани с имена и символи на химични елементи, групи наименования на близки по свойства химични елементи, системата за записване на йонни заряди и степени на окисление, а също и някои малко познати дефиниции на величини, единици и символи, са коментирани и илюстрирани с подходящи примери.

Keywords: IUPAC recommendations, symbols & names, ionic charges, oxidation numbers, collective names, mass, mole and volume fractions

Още със създаването си IUPAC прие за основна задача създаване на общовалидни номенклатурни правила. Първи резултат от усилията на Съюза в тази насока е публикуването на неголяма книга (IUPAC, 1959), с която се поставят основите на съвременната химична номенклатура. Тогава се приема използване на системата на Щок за записване на степени на окисление с римски цифри, редът за записване на съставните части на бинарни съединения във формули и наименования, отказ от използване на термини като „бикарбонат“, „бисулфат“ и др., създаване на единна практика за наименоване на адитивни съединения.

Работата по усъвършенстване на химичната номенклатура е ускорена след 1970 г. Тогава на изданията на IUPAC се приписват т.нар. цветни имена. Кориците на изданията, разглеждащи номенклатурата по неорганична химия, са винаги червени и носят името „червената книга“ (The Red Book), а тези по органична, аналитична химия и физикохимия са оцветени съответно в син, жълт и зелен цвят и се наричат синя, жълта и зелена книга (The Blue Book, The Yellow Book, The Green Book).

В 1970 г. неорганичната номенклатура е разширена и ревизирана (Adams et al., 1971), а в 1977 г. е публикувано ръководство за нейното прилагане (IUPAC, 1977). За да бъдат отразени постиженията на неорганичната химия в периода 1970 – 1990 г., номенклатурните правила са допълнени и отново ревизирани през 1990 г. (Leigh,

1990). Номенклатурните правила от 2005 г. не само заменят правилата от 1990 г., но имат за цел да осигурят съвместимост с новия вариант на номенклатурата по органична химия, публикуван през 2014 г. (Favre & Powell, 2014), но още през 2011 г. е публикуван комбиниран вариант на номенклатура по неорганична и органична химия, предназначен за учители и ученици от средните училища, а също и за студенти от началните курсове (Leigh, 2011).

Официалният език на IUPAC е английски, поради което английските варианти на номенклатурата по неорганична химия не могат да бъдат преведени на друг език без адаптация поради граматични различия и езикови особености. За българските ползватели на номенклатурните препоръки ситуацията е още по-сложна поради използването на азбука, различна от латиницата. В редица случаи това води до различия във формули и наименования, при които е необходимо да се спазва азбучно подреждане. Ето защо IUPAC препоръчва при всеки превод да бъде създаван адаптиран вариант със стремеж промените да бъдат сведени до допустимия минимум и да бъде запазван духът на международния оригинал.

Макар че през 2010 г. на български език беше публикуван адаптиран вариант на неорганичната номенклатура от 2005 г. (Дуков, 2010), а също и публикации в специализирания печат (Dukov, 2007; 2009), остава впечатлението, че химичната общост не е запозната в достатъчна степен с тези номенклатурни правила. Това се вижда от използването на остарели и несистематични наименования и термини в учебни пособия и дори в научни публикации. Още по-сериозно е изоставането при прилагане на препоръките на IUPAC (Cohen, 2007; Gamsjager et al., 2008; Dukov & Toshev, 2010) при използване на величини, единици и символи.

Цел на настоящата публикация е да коментира важни препоръки на IUPAC в областта на неорганичната химия и да помогне за прилагането им.

За да избегне противоречивата практика групите на елементите в периодичната система да бъдат обозначавани с римски цифри като IA – VIIIA или IB – VIII B, през 1985 г. Комисията по неорганична химия на IUPAC прие решение групите да бъдат номерирани от ляво надясно от арабски цифри от 1 до 18 като групи 1 и 2 включват s-елементите, групи 3 – 12 – d-елементите, и групи 13 – 18 – p-елементите (Leigh, 2009). Елементите, които не са открити, получават временни трибуквени символи и наименования, произлизащи от атомния номер на елемента (Corpenol, 1990). Използват се следните числови корени:

0 – нил (nil)	1 – ун(un)	2 – би(bi)	3 – три(tri)	4 – куад(quad)
5 – пент (pent)	6 – хекс(hex)	7 – септ(sept)	8 – окт(oct)	9 – ен(enn)

Например временното наименование на елемент №117 е унунсептий

(ununseptium), а символът му е Uus. Временните имена и символи се използват дотогава, докато обединеният комитет IUPAC – IUPAP (International Union of Pure and Applied Chemistry) получи неопровержими доказателства, че съответният елемент е синтезиран, и установи приоритетът на претендентите за откритието. Тогава елементът ще получи постоянно име и символ.

В номенклатурата от 2005 г. елемент № 74 получи приетото в англоезичните страни наименование тунгстен (tungsten) със символ W, който произлиза от названието волфрам (wolfram). Поради липсата на съответствие между наименованието и символът беше изразено становище, че названието волфрам може да бъде използвано в страните, където то е исторически утвърдено, но в текстове на английски трябва да бъде използвано името tungsten. Националният комитет на IUPAC в България прие в нашата страна да бъде използвано названието волфрам.

Символът на всеки елемент може да включва 4 индекса, които дават допълнителна информация

ляв горен индекс – масово число
ляв долен индекс – атомен номер
десен горен индекс – йонен заряд
десен долен индекс – брой атоми

Йонният заряд може да бъде положителен или отрицателен. Знакът се поставя след цифрата, например $2+$ или $2-$. Не е коректно заряд да се записва като $+2$ или -2 (както $++$ или $--$) (Leigh, 2011). Долният десен символ посочва брой атоми или йони – например S_8 или Hg_2^{2+} .

Степен на окисление на елемент във формула се записва с римска цифра при символа на елемента като горен десен индекс. Знак плюс (+) не се записва, а знак минус (-), за разлика от йонния заряд, се поставя пред римската цифра. Нулева степен на окисление се означава с арабска цифра нула, но това невинаги е необходимо. Ако във формула даден елемент е в повече от една степен на окисление, символът му се записва отново, като степените на окисление са в нарастваща стойност. В наименования степен на окисление се записва след името в скоби на същия ред.

Примери:

Mn^{VII} , манган(VII); O^{-II} ; Ni^0 ; $Pb_2^{II}Pb^{IV}O_4$; $[Mn^{-I}(CO)_5]^{-}$

Тъй като степените на окисление имат формален характер, когато е неподходящо или невъзможно да бъде посочена степен на окисление, се препоръчва да бъде посочен йонният заряд. Например доказано е експериментално, че зарядът на

йона $P_2O_7^{4-}$ е минус четири, но няма доказателства, че реалният заряд на фосфора е $5+$, а на кислорода е $2-$.

В номенклатурата от 2005 г. са приети следните групови имена:

Елементи от главните групи на периодичната система (1 и 2 група с изключение на водорода и 13 – 18 група).

Типични елементи (първите два елемента от главните групи).

s-елементи (1 и 2 група); p-елементи (13 – 18 група); d-елементи (преходни елементи (3 – 12 група); f-елементи (лантаноиди и актиноиди).

Елементите от група 12 невинаги се причисляват към d-елементите, тъй като имат запълнен d-подслоя.

Одобрени са следните колективни имена на елементи със сходни свойства:

алкални метали; алкалоземни метали; пниктогени; халкогени; халогени; благородни газове; лантаноиди; редкоземни метали (Sc, Y и лантаноиди); актиноиди.

Макар че терминът „лантаноид“ означава „подобен на лантан“, лантанът е включен в групата на лантаноидите. Термините „лантаноид“ и „актиноид“ са предпочитани пред „лантанид“ и „актинид“, тъй като окончанието „ид“ се използва за обозначаване на отрицателни йони.

Символите на химични елементи, когато се използват самостоятелно или във формули, се записват с римски шрифт, т.е. не се курсивират.

В последните години се засилва сътрудничеството между IUPAC и Международното бюро за мерки и теглилки (Bureau International des Poids et Mesures). Величината „количество вещество“ (amount of substance) със символ n е една от седемте базови величини в Международната система единици. Нейна единица е молът (mol). Често пъти вместо „количество вещество“ се използва терминът „брой молове“. Препоръчва се тази практика да бъде изоставена, тъй като „брой молове“ не е синоним на „количество вещество“, както „брой килограми“ и „брой келвини“ не са синоними на величините „маса“ и „температура“.

Известната дефиниция за мол, приета през 1971 г., съдържа фундаментален за метрологията проблем, тъй като включва още една базова единица (килограм). Поради това преди няколко години Международното бюро за мерки и теглилки предложи нова дефиниция:

Молът, единица на величината „количество вещество“ на дефинирана елементарна частица, която може да бъде атом, молекула, йон, електрон, всяка друга частица или специфична група, е такова количество вещество, за което константата на Авогадро е равна на $6,02\ 141\ 79 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$ (Lorimer, 2010).

Дефиницията показва, че при фиксирана стойност на константата на Авогадро не е необходимо позоваване на другата базова единица (килограм). Така молът придобива статус на базова единица в SI. Тогава молната маса на ^{12}C вече не е константа ($A_r(^{12}\text{C}) \neq 12$), а е величина, която се определя експериментално с относителна грешка равна на $\sim 1,4 \cdot 10^{-9}$. Този факт няма да окаже забележимо влияние при изчисляване на молните маси на веществата. Поради това новата дефиниция на мол няма да доведе до промяна на настоящата метрологична практика. В края на 2009 г. Изпълнителният комитет на IUPAC взе решение да подкрепи новата дефиниция, но тя все още не е приета.

Важно е да бъде отбелязано, че употребата на популярните „масов (тегловен) процент“, „молен процент“ и „обемнен процент“ не се препоръчва (Gamsjager et al., 2008). Вместо тях се препоръчва да бъдат използвани масова, молна и обемна част. Масовата част на компонент В се означава $w(\text{B})$, а масовата и обемната му част – съответно $x(\text{B})$ и $\varphi(\text{B})$. Трите величини могат да бъдат изразявани като част от единицата или като процент – например $w(\text{B}) = 0,25$ или $w(\text{B}) = 25\%$.

ЛИТЕРАТУРА

- Дуков, И. (2010). *Номенклатура по неорганична химия: препоръки на IUPAC 2005 (адаптиран превод)*. София: Акад. изд. „Проф. Марин Дринов“.
- Adams, R.M., Chatt, J., Fernellius, N. C., Gallais, J., Powell, W.H. & Prue, J. E. (Eds.). (1971). *Nomenclature of inorganic chemistry: definitive rules*. London: Butterworths.
- Connely, N., Damhus, G.T., Hartshorn, A.T. & Hutten, A.T. (Eds.). (2005). *Nomenclature of inorganic chemistry: IUPAC recommendations*. Cambridge: RSC.
- Cohen, E.R., Cvitaš, T., Frey, J.G., Holmström, B., Kuchitsu, K., Marquardt, R., Mills, I., Pavese, F., Quack, M., Stohner, J., Strauss, H.L., Takami, M. & Thor, A.J. (2007). *Quantities, units and symbols in physical chemistry*. Cambridge: RSC.
- Favre, H.A. & Powell, W.H. (2014). *Nomenclature of organic chemistry: IUPAC recommendations and preferred names 2013*. Cambridge: RSC.
- Dukov, I. (2007). Nomenclature of inorganic chemistry: recommendations of IUPAC. *Chemistry*, 16, 561 – 668 [In Bulgarian].
- Dukov, I. (2009). Periodic table of chemical elements and the nomenclature of inorganic chemistry. *Chemistry*, 18, 185 – 194 [In Bulgarian].
- Dukov, I. & Toshev, B.V. (2010). The quantity „amount of substance“ and the unity „mole“: new trends. *Chemistry*, 19, 330 – 335 [In Bulgarian].
- Gamsjager, H., Lorimer, I.M., Scharlin, P. & Shaw, D. (2008). Glossary of terms related to solubility. *Pure & Appl. Chem.*, 80, 233 – 276.
- Goya, P. & Roman, P. (2005). Wolfram vs. tungsten. *Chem. International*, 27(4), 26 – 28.
- IUPAC. (1959). *Nomenclature of inorganic chemistry*. London: Butterworth.

- IUPAC. (1977). *How to name an inorganic substance: a guide to the use of nomenclature of inorganic chemistry*. Oxford: Pergamon.
- Koppenol, W.H. (2002). Naming of new element. *Pure & Appl. Chem.*, 84, 787 – 791.
- Leigh, G.J. (Ed.). (1990). *Nomenclature of inorganic chemistry, IUPAC recommendations*. Oxford: Blachwell.
- Leigh, G.J. (2009). Periodic table and IUPAC. *Chem. International*, 31(1), 4 – 6.
- Leigh, G.J. (Ed.). (2011). *Principles of chemical nomenclature: a guide to IUPAC recommendations*. Cambridge: RSC.
- Lorimer, J. (2010). What is a mole: old concepts and new. *Chem. International*, 32(1), 3 – 7.
- Mills, I. & Milton, M. (2009). Amount of substance and the mole. *Chem. International*, 31(1), 6 – 11.

NOMENCLATURE RECOMMENDATIONS OF IUPAC RELATED TO THE CHEMICAL TERMINOLOGY AND QUANTITIES, UNITS AND SYMBOLS USED IN CHEMISTRY

Abstract. The IUPAC recommendations related to the names and symbols of chemical elements, approved collective names of like elements, the system for describing of ionic charges and oxidation numbers as well as some new definitions have been commented. Some proper examples have been given.

✉ **Dr. Alexander Zahariev**

Department of Chemistry
Technical University of Sofia
8, Kl. Okhridski blvd.
1000 Sofia, Bulgaria
E-mail: alexs_zahariev@yahoo.com