

- Учебно съдържание, планове и програми •
- Curriculum Matters •

ПЕРИОДИЧНАТА СИСТЕМА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ И НОМЕНКЛАТУРАТА НА IUPAC ПО НЕОРГАНИЧНА ХИМИЯ, 2005

И.Л. ДУКОВ

Химикотехнологичен и металургичен университет – София

Резюме. Разгледани са номенклатурните правила на IUPAC от 2005 г., засягащи периодичната система, символите и имената на химичните елементи, системата за записване на заряди и степени на окисление, а също и одобрени колективни имена на елементи със сходни свойства.

Keywords: IUPAC nomenclature, periodic table, symbols and names of chemical elements, oxidation numbers, ionic charges, collective names for like elements

След създаването на периодичната система на химичните елементи преди повече от 100 години са правени многобройни опити за нейното усъвършенстване. Публикувани са стотици варианти (в т.ч. дву- и тридименсионални, триъгълни, квадратни), но най-голяма популярност са придобили три от тях, а именно оригиналният 8 групов вариант, 18 груповият и 32 груповият варианти [1], с. 281-283. В преподавателската и научната дейност най-често е използван 18 груповият вариант, поради което Комисията по неорганична номенклатура на IUPAC, преобразувана в 2000 г.

в Отдел по химична номенклатура и структурно представяне, одобри този вариант като вариант на IUPAC. Оказа се, че в предишните варианти основен проблем е обозначаването на групите. Преди 1985 г. те се означаваха с римски цифри от I до VIII, придружени от буква A или B, съответно за групите на s, p и d елементите. За съжаление в различните страни беше утвърдена противоречива практика. В някои страни с буква A бяха обозначавани групите на s и p елементите, а с буква B — на d елементите, а в други — обозначаването на групите беше обратно (Фиг. 1). Тази практика създаде неудобство и объркване, поради което, след обширна дискусия, Комисията по неорганична номенклатура прие, че в 18 груповия вариант групите трябва да бъдат номерирани отляво надясно с арабски цифри от 1 до 18 (Фиг. 2). Той е включен и в последното издание на номенклатурата по неорганична химия от 2005 [2]. Постъпилите искания за одобряване и на други варианти на периодичната система, например 32 груповата таблица, в която между групите на s и d елементите са разположени 14 неномерирани групи на f елементи (Фиг. 3) или 32 групов вариант, в който групите са номерирани от 1 до 32, не са приети, тъй като не отговарят на изискванията на IUPAC за яснота, простота и краткост [3]. Препоръките на IUPAC за имената и символите на химичните елементи са дадени в [2] (глава IR-3). Поради откриване и наименоуване на нови елементи, периодичната система непрекъснато се осъвременява. Процедурата за наименоуване на нови елементи е описана и в по-ранни публикации [4,5]. Последните елементи, чиито имена и символи са одобрени от IUPAC, са елементи № 110 (дармщадтий, Ds) и № 111 (рентгений, Rg). Елементите с номера по-големи от 111 получават временни имена и трибуквени символи. Те се получават директно от атомния номер на елемента в периодичната система при използване на следните числови корени:

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

Името на елемента се получава като посочените по-горе части на името се записват без интервал по реда на цифрите, образуващи атомния номер. Английското име окончава на „ium“, а българското — на „ий“. Символът на елемента се образува от началните букви на числовите корени. Например, елемент № 113 получава временно име ununtrium (унунтрий) и символ Uut, а елемент № 117 — временно име ununseptium (унунсептий) и символ Uus.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	IUPAC 1988
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA		VIIIA		IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IUPAC 1970
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B		VIIIB		IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	Deming 1923
1 H																	2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La ^a	58 Ce ^a	59 Pr ^a	60 Nd ^a	61 Pm ^a	62 Sm ^a	63 Eu ^a	64 Gd ^a	65 Tb ^a	66 Dy ^a	67 Ho ^a	68 Er ^a	69 Tm ^a	70 Yb ^a	71 Lu ^a		
87 Fr	88 Ra	89 Ac ^a	90 Th ^a	91 Pa ^a	92 U ^a	93 Np ^a	94 Pu ^a	95 Am ^a	96 Cm ^a	97 Bk ^a	98 Cf ^a	99 Es ^a	100 Fm ^a	101 Md ^a	102 No ^a	103 Lr ^a		

Фиг. 1. Периодична система с номериране на групите от I до VIII и букви A или B към тях за означаване на групите на елементите от главните и вторични групи

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	n
1 H																	2 He	1
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	2
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	3
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	4
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	5
55 Cs	56 Ba	57-71 La-Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	6
87 Fr	88 Ra	89-103 Ac-Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo	7
																		6
																		7

Фиг. 2. Периодична система, одобрена от IUPAC,
с номериране на групите от 1 до 18

[illegible]

Временните имена и символи ще бъдат използвани дотогава, докато обединеният комитет IUPAC — IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) получи доказателства, че даденият елемент е действително синтезиран и установи приоритета на претендентите на откритието. Тогава новият елемент ще получи постоянно име и постоянен символ.

Най-голяма промяна в имената на химични елементи с номера по-малки от 111 е свързана с елемент № 74. В номенклатурата от 1990 г. [1] той имаше две алтернативни названия: tungsten и wolfram, докато в номенклатурата от 2005 г. [2] единственото одобрено име остана tungsten, използвано в официалния за IUPAC английски език. Испански автори [5] изказаха несъгласие с този подход. Те посочват, че името wolfram произлиза от немските думи “wolf’s rahm“ (вълча пяна). Така саксонските миньори са наричали минерала волфрамит $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ през XVIII век. Този минерал е бил използван от братята Delhuyar, за да получат елемента в чисто състояние през 1783 г. Те са го наименуvalи wolfram. От това име е получен и символът на елемента (W), използван и понастоящем. Още в 1783 г. откривателите на елемента посочват, че името tungsten (тежък камък) идва от едноименния минерал CaWO_4 , от който през 1781 г. С.W. Scheele и Т.О. Bergman са изолирали WO_3 , но не успели да получат волфрам. Поради това, авторите на публикацията изказват мнение, че името wolfram трябва да бъде запазено като алтернатива на tungsten, още повече че то е традиционно за редица страни като Испания, Дания и др. Позицията на IUPAC, изразена от Ture Damhus [6], един от редакторите на номенклатурата по неорганична химия от 2005 г., е, че независимо от несъвпадението между името (tungsten) и символа (W) на елемента, всички имена на химични елементи трябва да съответстват на имената, използвани в английския език, но няма пречка в страните, в които името волфрам е исторически утвърдено, то да бъде използвано и в бъдеще. Във връзка с това, Националният комитет на IUPAC реши в нашата страна да бъде използвано утвърденото име волфрам. Следователно, в публикации на български език трябва да бъде използвано това име, а в публикации на английски език — tungsten.

Символът на всеки елемент може да притежава до 4 индекса, които дават допълнителна информация. Те се разполагат по следния начин около символа на елемента:

ляв горен индекс	масово число
ляв долен индекс	атомен номер
десен горен индекс	йонен заряд

Зарядът на атом със символ А се означава A^{n+} или A^{n-} , а не A^{+n} или A^{-n} . Дясната долна позиция при атомния символ се използва за индекс (долен индекс), показващ броя на еднаквите атоми във формула. Например, S_8 е формула на молекула, съдържаща 8 серни атома, а символът показва двойно йонизиран серен атом с атомен номер 16 и масово число 32.

Степента на окисление на елемент в дадена формула може да бъде обозначена с римска цифра, записана като десен горен индекс. Знак "+" не се записва, а знак "-" се записва пред римската цифра. Нулева степен на окисление може да бъде означена с цифра 0, но невинаги се записва. Ако в дадена формула елементът е в различни степени на окисление, символът на елемент се записва отново, придружен от съответната степен на окисление. Степените на окисление се записват по нарастване на стойността им. Например:



Когато е невъзможно или неподходящо да се посочи степенята на окисление на всеки индивидуален член от дадена група (или клъстер), се препоръчва да бъде представена обща степен на окисление на групата чрез формален йонен заряд. Това позволява да бъде избегнато използването на дробни степени на окисление, например O_2^- или $Fe_4S_4^{3+}$.

Несдвоен електрон може да бъде посочен във формула чрез точка. Точката се поставя като горен десен индекс при химичния символ, така че да не се смесва с данните за масово число, атомен номер или състав. При дирадикали и т.н., точката се предшества от съответен множител (също записан като горен десен индекс). Радикаловата точка с цифра, ако има такава, предшества заряда. За да се избегне объркване, множителят и радикаловата точка се поставят в кръгли скоби.

Метали и техни йони или комплекси често имат несдвоени електрони, но е прието те да не се разглеждат като радикали и в техните формули радикалови точки не се използват, но когато лиганд, който е радикал, се свързва с метал или метален йон, е желателно да бъде използвана радикалова точка. Например:



В номенклатурата по неорганична химия са одобрени някои групови имена. Елементите (с изключение на водорода) от групи 1, 2 и 13 — 18 се наричат

елементи от главните групи и с изключение на група 18 първите два елемента от всяка главна група се наричат типични елементи. За различаване на блоковете от елементи могат да бъдат използвани буквите s, p, d и f. Например, елементите от групи 3 — 12 са елементи от d блока. Тези елементи обикновено се наричат преходни елементи, но елементите от група 12 невинаги се причисляват към тях. f-Елементите понякога се наричат вътрешнопреходни елементи. Елементите от дадена група могат да получат общо название от името на първия елемент в групата, например елементи от групата на бора (B, Al, Ga, In, Tl), елементи от групата на титана (Ti, Zr, Hf, Rf) и т.н.

Следните колективни наименования на елементи със сходни свойства са одобрени от IUPAC: алкални метали (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), алкалоземни метали (Ca, Sr, Ba, Ra), пниктогени (N, P, As, Sb и Bi), халкогени (O, S, Se, Te, Po), халогени (F, Cl, Br, I, At), благородни газове (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), лантаноиди (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu), редкоземни метали (Sc, Y и лантаноидите), актиноиди (Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr).

Родовите имена пниктид, халкогенид и халогенид (или халид) са използвани за назоваване на съединения на пниктогените, халкогените и халогените.

Макар че терминът „лантаноид“ означава „подобен на лантан“ и не би трябвало да включва този елемент, лантанът е включен в групата елементи, носещи това име. Същото се отнася и за актиноид. Окончанието „ид“ обикновено означава отрицателен йон, поради което лантаноид и актиноид се предпочитат пред лантанид и актинид.

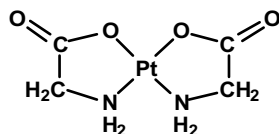
Символи на химични елементи, когато са използвани самостоятелно или във формули се записват с римски шрифт, т.е. не са курсивирани. За означаване на изотопи на водорода с масови числа 2 и 3 могат да бъдат използвани и символите D и T (освен ${}^2_1\text{H}$ и ${}^3_1\text{H}$).

Символи на атоми се записват с курсивен шрифт (italic) в наименования на съединения в следните случаи:

1. При записване на символи на централни атоми в полиядрено съединение, за да се посочи връзка метал—метал, например:

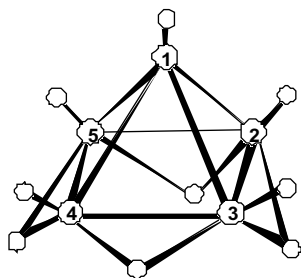


2. При обозначаване на донорни атоми на лиганди (обикновено полидентатни), които са свързани с централния атом.



цис-бис(глицинато-kN,kO)платина

3. За означаване на мостови водородни атоми в наименования на борани се използва курсивен символ *H*, предхождан от символа μ . Позициите на мостовите водородни атоми в скелета на борана се дават с арабски цифри, например:



2,3:2,5:3,4:4,5-тетра- μH -нидо-пентаборан(9)

За разлика от символите на химичните елементи, символите на физични величини се записват с курсивен шрифт [7], напр. *H*, *V*, *T* и т.н.

Макар че повечето от публикациите на IUPAC могат да бъдат намерени лесно (те са на свободен достъп) на страницата на съюза в Интернет, те са малко познати в нашата страна. Изисквания на номенклатурата по неорганична химия не се прилагат дори в университетски издания. Като пример може да бъде посочено учебното пособие за студенти [8], публикувано в 2008 г. В тази неголяма книжка, озаглавена „Окислително-редукционни процеси“ се разглежда изравняването на окислително-редукционни реакции и веднага може да бъде установено, че авторите не са спазили добре известни номенклатурни правила. Още на трета страница е записано, че „...във формулите на съединения степеня на окисление се записва с арабски цифри и съответния знак **пред** тях“. По-нататък в целия текст степени на окисление се записват по този неправилен начин. Изобщо не се споменава, че степени на окисление могат да бъдат посочвани с римски цифри. Освен това всички символи на химични елементи, формули на съединения и химични уравнения са записани с курсивен шрифт, което също е в противоречие с правилата на IUPAC. Неспазването на посочените номенклатурни правила е учудващо, тъй като системата за записване на заряди и степени на окисление и на символи на химични елементи се налага от IUPAC не само в номенклатурата по неорганична химия от 2005 г., но и в по-ранните версии от 1990 г. и 1970 г. [9,10]. Могат да бъдат намерени много подобни примери. Ето защо целта на настоящата публикация е да популяризира част от номенклатурните правила на IUPAC по неорганична химия и по този начин да стимулира тяхното прилагане в българската учебна и научна литература.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Leigh, G.J.** (Ed.). *Nomenclature of Inorganic Chemistry. IUPAC Recommendations*. Blackwell, Oxford, 1990.
2. **Connely, N., G.T. Damhus, R. Hartshorn, A.T. Hutton** (Eds.). *Nomenclature of Inorganic Chemistry. IUPAC Recommendations*. RSC, Cambridge, 2005.
3. **Leigh, G.J.** Periodic Table and IUPAC. *Chemistry International* **31**(1), 4-6 (2009).
4. **Koppenol, W.H.** Naming of New Elements. *Pure & Appl. Chem.* **74**, 787-791 (2002).
5. **Goya, P., P. Roman.** Wolfram vs. Tungsten. *Chemistry International* **27**(4), 26-28 (2005).
6. **Kuleff, I.** On the Names of the Newest Elements of the Periodic System. *Chemistry* **14**, 196-203 (2005) [In Bulgarian].
7. **Mills, I., T. Cvitaš, K. Homman, N. Kallay, K. Kuchitsu** (Eds.). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry* (2nd Edition). Blackwell, Oxford, 1993.
8. **Николова, Д., В. Йорданов, М. Георгиев.** *Окислително-редукционни процеси*. ХТМУ, София, 2008.
9. **Adams, R.M., J. Chatt, W.C. Fernelius, F. Gallais, W.H. Powell, J.E. Prue.** *Nomenclature of Inorganic Chemistry: Definitive Rules*. Butterworths, London, 1971.
10. **McGlashan, M.L.** *Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units*. Butterworths, London, 1973.

THE PERIODIC TABLE OF CHEMICAL ELEMENTS AND THE IUPAC NOMENCLATURE OF INORGANIC CHEMISTRY, 2005

Abstract. The nomenclature of IUPAC 2005 connected with the periodic table, the symbols and names of chemical elements, the indication of charges and oxidation numbers as well as the IUPAC approved names for elements is commented and some proper examples are given.

✉ **Professor I. L. Dukov**

University of Chemical Technology and Metallurgy
7 Kliment Okhidski Blvd., 1756 Sofia, Bulgaria
E-mail: idukov@abv.bg