

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 412 (2015), 66 – 71

METALS CHEMISTRY TEACHING STUDENTS OF ADDITIONAL GROUP IN CHEMICAL SPECIALTIES UNIVERSITIES

R. Nasirov

Atyrau state university named after H. Dosmukhamedov, Kazakhstan.
E-mail: rmasirov.48@mail.ru

Keywords: group, scandium, d-metals, first and second rules of Klechkovsky, failure of the electron.

Abstract. In this paper, to study groups of metals it is offered their serial number and growth of the electronic structure of atoms in the periodic system.

In the Periodic system of chemical elements of D. I. Mendeleyev in I–VIII groups there are additional groups of d-elements. They are often named as transitional metals. Because d-elements in a large period are located between s and p elements, and also their ions of ndx ($0 \leq x \leq 10$) are described in a next kind (for example, Sc^{3+} -d0, Zn^{2+} -d10).

In the Periodic system of chemical elements of D.I.Mendeleyev the first d-element - being in III to the additional group under the number of $z=21$ scandium, in this connection we decided to begin research with this element.

ӘОЖ 541.13

ЖОГАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНЫҢ ХИМИЯ МАМАНДЫҒЫ СТУДЕНТЕРИНЕ ҚОСЫМША ТОП МЕТАЛДАРЫ ХИМИЯСЫН ОҚЫТУ

P. Насиров

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Қазақстан

Тірек сөздер: скандий топшасы, d-металдар, Клечковскийдің бірінші және екінші ережесі, құлаған электрон.

Анотация. Мақалада қосымша топтардағы металдарды оқытуда, олардың Менделеев кестесіндегі реттік нөмірінің өсуіне және атомдарының электрондық құрылымына негізделген тізбегінің маңыздылығы ұсынылады.

Еліміздің көптеген жоғарғы оқу орындарының химия мамандықтарына арналған типтік оқу бағдарламаларында және ұсынылған оқулықтарда Менделеев кестесіндегі қосымша топтардағы металдардың химиясын IV-мыс топшасынан бастап VIIIБ топшамен аяқтайды [1-4].

Бұл мақалада қосымша топтардағы металдарды оқытуда бұл бағытқа қарағанда, осы металдардың Менделеев кестесіндегі реттік нөмірінің өсуіне және атомдарының электрондық құрылымына негізделген екінші тізбегінің маңыздылығы ұсынылады [5-8].

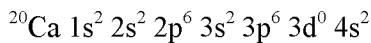
Қосымша топша металдарының химиясын оқытудың бұл тізбегі ІІ. Алтынсарин атындағы Арқалық педагогика институтының, Астрахань мемлекеттік техникалық университетінің, Атырау мұнай және газ институтының, Ш. Есенов атындағы Ақтау мемлекеттік техникалық университетінің және Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университетінің химия мамандықтарында сынақтан өтіп, өз жалғасын табуда.

Д. И. Менделеевтің қысқа периодты жүйесі бойынша қосымша топшалар металдарының бұл тізбегінің құрылымы біздің оку құралымында [5] және басқада шетел оқулықтарында [6-8] қарастырылғандықтан біз осы тізбекті негіздейтін маңызды жайларға тоқталамыз.

Д. И. Менделеев жасаған элементтердің периодтық жүйесіндегі I–VIII топтардың қосымша топтарын d-элементтер құрайды. Бұлар көбіне ауыспалы металдар деп те аталынады. Өйткені d-элементтер үлкен периодтарда s және p элементтері аралығында орналасқан және олардың иондары nd^x ($0 \leq x \leq 10$) күйлерінің бірімен сипатталады (мысалы, Sc^{3+} -d⁰, Zn^{2+} -d¹⁰).

Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесіндегі d-элементтердің алғашқысы – III топтың қосымша топшасында орналасқан реттік нөмері z = 21, скандий металы болғандықтан ауыспалы металдар химиясын осы элементтен бастауды жөн көрдік.

Бұлайша қарастыруға ең алдымен скандийден бастан келесі элементтерде олардың реттік нөмірінің өсуіне сәйкес атомдарының сыртқы қабаттағы 4s орбиталының электрондармен толық болуына қарамастан, оған көршілес ішкі қабаттағы 3d орбитальдарының Клечковскийдің 2-ші ережесіне сәйкесті (бұл ереже алғаш рет скандийде және оның топшасында қолданысқа ие болды) біртінде жаңа электронмен толуы себеп болды. Бұл жерде айта кететін жай кальций ауыспалы металдардың бірінші қатарындағы скандийдің алдында тұрған s-металл. Оның атомының электрондық құрылымы:



Калий және кальций металдары атомдарының 19-шы және 20-шы электрондары бос тұрған 3d және 4p орбиталдарға орналаспай Клечковскийдің бірінші ережесіне бағынып 4s орбитальға орналасуы, s және d-металдардың электрондық құрылымдары айырмашылықтарын көрсетумен қатар, терен байланысқа негіз болады. Өйткені, келесі 10 ауыспалы металдар қатары осы электрондық құрылымның жалғасы болып табылады.

Қосымша топтардағы металдарды Д. И. Менделеев кестесіндегі скандийден бастан оқытудың тағы бір басты негізі, ол IV периодтың бұл он элементі Д. И. Менделеев кестесіндегі қосымша топтар металдарының бастанқы элементтері және олар ауыспалы металдардың бірінші қатарын түзеді. Осылан сәйкес периодтық жүйедегі қосымша топтардың саны да 10-таң болады.

Үшінші басты негіз, ол d-металдар химиясын Д. И. Менделеевтің қысқа периодты жүйесі бойынша оқыту кезінде байқалатын d-металдардың сәйкесті негізгі топ элементтерімен электрондық құрылымдарының ұқсастықтары мен қатар физикалық және химиялық қасиеттеріндегі ерекшеліктер. Мәселен, VB топтың бастанқы d элементі V, ал оның толық аналогтары Nb және Ta. Бұлардың электрондық құрылымы және валенттіктері бірдей. Ал егер VA негізгі тобы элементтері фосфорды, мышьякты VB тобының элементі ванадиймен салыстырсақ, онда олардың электрондық құрылымын салыстыру нәтижесінде -3, 0, +3 валенттіктері үшін мышьяк фосфордың аналогы, ал +5 валенттілігі үшін аналог еместігіне көзіміз жетеді. Оған көрісінше, тәменгі валенттіктерде фосфордан өзгеше ванадий, өзінің +5 валенттігінде фосфордың толық аналогы. Мұндай жайлар III, IV, VI және VII топтары элементтері үшін де орын алады. Міне, осылайша элементтердің Д. И. Менделеев жасаған қысқа түрдегі периодтық жүйесі құрылымы заңдылығына теориялық түсінік беруге болады.

Студенттердің I–VIII негізгі топ элементтерінен алған білімдері негізінде, ШВ → VIII_B, IV және II_B топша металдары тізбегі бойынша әрі қарай дәріс беру кезінде индукция және дедукция, талдау және синтез, ұқсастық (анология) және салыстыру, абстрактлау, талдап қорыту, модельдеу, жүйелілік сияқты логикалық-ғылыми әдістерді қолдану, болашақ мамандардың осы топшалар бойынша жаңа білімдерді ойдағыдай қабылдап-менгеруіне үлкен септігін тигізді [9, 10].

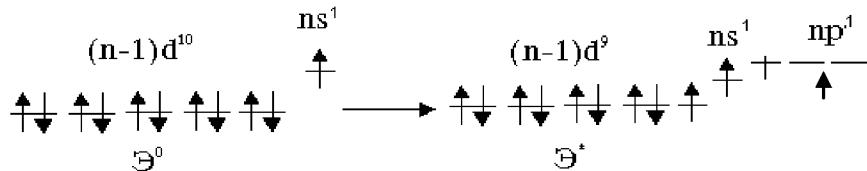
IV периодтың скандийден кейінгі 9 элементтің d-орбитальдарының электрондармен толуы кезінде хромда және мыстың электрондық құрылымында ауытқу орын алғып, жұпталмаған s-электронның реакцияға түсіу кезіндегі +1 тотығу дәрежесін көрсететінін ерекше атаған жөн (кесте).

Бұл ауытқу себебі, жартылай және толық толған орбитальдардың шала толған орбитальдарға қарағанда өте орнықты болуынан. Хром атомының әрбір 3d орбиталында бір дара электроннан бар. Мұндай орбитальдар жартылай толған орбитальдарға жатады. Ал, мыс атомының әрбір 3d орбиталында жұп электрон орналасқан, мұндай конфигурация өте орнықты жүйе. Мыс атомында бұндай орнықты 3d¹⁰ конфигурациясының жасақталуы сыртқы 4s қабаттың бір электронының көршілес ішкі 3d орбиталына құлауына байланысты.

Скандий элементі қатарының период бойынша электрондық құрылымы және тотығу дәрежелері.

	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Электрондық құрылымы	d ¹ s ²	d ² s ²	d ³ s ²	d ⁴ s ² d ⁵ s ¹	d ⁵ s ²	d ⁶ s ²	d ⁷ s ²	d ⁸ s ²	d ⁹ s ² d ¹⁰ s ¹	d ¹⁰ s ²
Тотығу дәрежелері	II III	II III IV	II III IV V	I II III IV V VI VII	II III IV V VI VII	II III IV V VI	II III IV	II III	I II III	II

Бірақ ескеретін жай "құлаған электрон" басқа жүпталған электрондарға қарағанда өте қозғалғыш және атомның қозу күйінде, сыртқы қабатқа аудысады:



Міне осыған байланысты мыс, күміс және алтын екі және уш валентті қосылыстар түзуге қабілетті. Мыс өзінің орнықты қосылыстарын CuO, CuSO₄ т.б +2 тотығу дәрежесінде, ал алтын +3 тотығу дәрежесінде (AuCl₃) түзеді.

Мыс топшасында бірінші иондану энергиясы, IA негізгі топтын s-элементтерінен қарағанда жоғары [5]. Бұл сыртқы s-электронның d¹⁰ электрондардың экрандалу аймағына түсептіндегінен. Бірінше иондалу энергиясының Си-нан Ag-ге қарай азаюы, ол бас квант санының өсуіне байланысты. Күмістің тотығу дәрежесі +1, оның орнықтылығы 4d¹⁰ конфигурацияға ие болатындығымен түсіндіріледі. Ал алтынның иондалу энергиясының өсуі 6s-электронның 5d¹⁰ электрондарға емес, сонымен 4f¹⁴ электрондардың экрандалу аймағына түсептіндігі. Ал екінші иондалу энергиясың алсақ, оның шамасы үшінде жақын және шамасы сілтілік металдарға қарағанда едөүр тәмен.

Хром мен мыстан өзге IV периодтың жоғарыда аталған қалған элементтері, өздерінің реттік нөмірлерінің өсуіне сай өздерінің ішкі бос түрған 3d орбитальдарын жаңа электрондармен толтыруға ұмтылып, аргонға ұқсас орнықты электрондық құрылымға ие болады.

Айта кетер жай: бұлардың барлығының да атомдарының сыртқы қабаттан келесі қабаттағы 3d орбитальдарының жаңа электронмен толуы, сыртқы 4s электрондарды ядродан экрандайды, осының нәтижесінде ядроның эффективті заряды келесі элементтерде тұрақты болып қалады. Сондықтан бұл қатардағы элементтердің атом мөлшері, иондану энергиясы өте бағыттағы өзгереді.

Қосымша топша металдарының алғашқысы скандий топшасы элементтерін қарастыру кезінде, олардың s-металдардан маңызды физикалық және химиялық қасиеттері ажыратылады. ШВ топшаның металдарына скандий, иттрий, лантан және актиний жатады. Бұлар өздері орналасқан периодтардағы бастапқы d-элементтер, сондықтан олардың сыртқыдан кейінгі қабаттың d-орбиталында бір электрон болады. Осы топшадағы лантанға оған қасиеті ұқсастау 14 элемент (рет нөмірі 58-71) ілеседі. Олардың соңғы электрондары сыртқы емес (6s²6p⁰), сырттан екінші де емес (5d¹), сырттан үшінші ішкі қабаттың 4f бос түрған орбитальдарына орналасады. Бұларды лантаноидтар деп атайды. Ал актинийге ілес келетін 14 элемент те (рет нөмірі 90-103) соңғы электрондары сырттан үшінші ішкі қабаттың 5f бос түрған орбитальдарына орналасады. Бұларды актинийдің туындылары ретінде қарастырып, актиноидтар деп атайды.

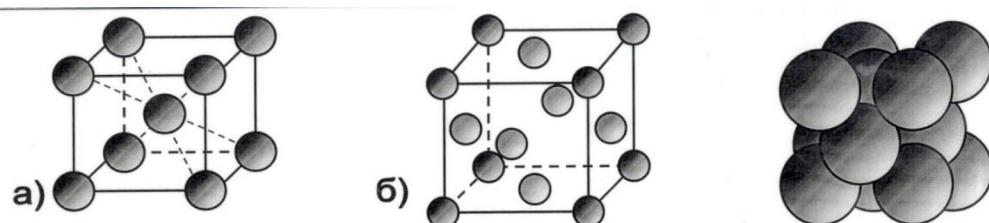
Лантаноидтар және актиноидтар қыска периодтық жүйеде кестеден тыс оның тәменгі жағында екі қатар болып орналасады, ал оларды скандий топшасы элементтерінен кейін бөлек қарастырған жөн.

Жоғарыда аталған ғылыми әдістерді, атап айтқанда қисынды ойлауға жататын салыстыру және ұқсастық әдісін химиялық білім беру ісінде қолдану кезінде, мәселен скандий топшасын оқыту кезінде, скандий топшасы металдарының және период бойынша скандиден кейінгі топша металдарының s және p металдардан айырмашылығы ажыратылады. Скандий топшасы және одан кейінгі қосымша топ металдарының химиялық қасиеттері, олардың валентті s және d электрондарының реакцияға қатысуымен анықталады.

Скандий және оның топшасы металдарының, валентті электрондарының саны 3-ке тең. Осыған байланысты, егерде химиялық байланысты жасақтауға s-электрондар ғана жүмсалса, онда скандий, иттрий, лантан, актинийдің тотығу дәрежесі (+II), ал екі s-электрон және дара d электрон қолданылса, онда олардың тотығу дәрежесі (+III) болады. Осы тотығу дәрежесінде скандий ионының (Sc^{+3}) кейбір қасиеттері алюминийге ұқсас болса, ал иттрий мен лантаның қасиеттері сілтілік жер металдарға жақындау болады. Мұның себебі $Sc \rightarrow La$ бағытында негіздік қасиеттің күшеюі. Соңдықтан лантан гидрототығы күшті негіз, ол аудағы CO_2 газымен әрекеттесіп, аммоний тұздарын ыдыратып, амиакты бөледі. Актинийдің химиялық қасиеттері лантанға өте жақын және оның негіздік қасиеті айқын байқалады.

Скандий қатарындағы металдардың кристалл торларын сілтілік металдардың кристалл торларымен салыстыру нәтижесінде, олардың қолданыстық бағыттағы көптеген маңызды физикалық қасиеттерін оңай түсінуге болады (сурет).

Li, Na, K, Rb, Cs, Ba, Ti, Zr, Ca, Sc, Al, Co, Ni, Cu,
Hf, V, Mo, W, Mn, Fe, Rh, Pd, Ag, Jr, Pt, Au



Металдардың кристалдық құрылышы:

а) колем центрленген куб тор, координациялық саны (КС) 8-ге тең; б) жақ центрленген куб тор, КС = 12

Мысалы, сілтілік металдар торлары-көлемі центрленген торлар, бұл торлардағы металдық байланыс өте әлсіз, өйткені тор бойынша делокалданған валентті электрондар саны аз, соңдықтан сілтілік металдардың балқу температурасы өте тәмен: Na-98⁰C, K-63⁰C, Cs-28,5⁰C. Осындай торға ие болатын вольфрам металының балқу температурасы 3410⁰C. Өйткені вольфрамда валентті электрондар конфигурациясы 4f¹⁴ 5d¹ 6s² және валентті электрондар саныда көп, соңдықтан мұнда металдық байланыс сілтілік металдарға қарағанда өте күшті.

Скандий қатарындағы ең соңғы металл мырыштың алдындағы мысты алсақ, оның торы жақ центрленген куб тор (б-сурет). Бұндай тор мысқа ерекше соғылғыштық қасиет береді. Мыстың осы кристалдық құрылымы оның делокалданған электрондарының мыстың он иондары арасында өте тәмен механикалық және электрлік кедергісіз қозғалуына қолайлы жағдай жасайды. Міне, соңдықтан мыс өзінің электротәзімділігі (сынап бойынша салыстырмалы электр өткізімділігі 57) жағынан өзіне ұқсас кристалл торы бар күміске (59) ғана жол береді. Осыған байланысты дүние жүзінде барлық өндірілетің мыстың 40% электр сымдарын және кабельдерін жасауға жүмсалады. Осындай кристалдық құрылымға ие болатын қосымша топша металдарының жоғарғы жылу өткізгіштігіде жоғарыда сөз болған механизм бойынша делокалданған электрондар арқылы іске асады.

Енді қосымша топ металдарының химиялық қасиеттерін топша бойынша терендептіп оқыту кезінде олардың қөршілес d-металдармен және өз топтарындағы сәйкесті негізгі топ элементтерімен жоғарыда сөз болған құрылымдық байланысын негізге алған жөн. Оның бір мысалына, мыс топшасы металдарын қарастыру кезінде, олардың маңызды сипаттамаларын сәйкесті IA топтың сілтілік металдарымен салыстыра қараған өте әсерлі.

Мыс топшасы элементтері атомдарының радиусы, сәйкесті негізгі топ металдары атомдарының радиусынан анағұрлым кіші болады. Осының салдарынан мыс, құміс және алтын, олардан үлкен тығыздығы мен балқу температурасының жоғарылауы мен ажыратылады. IA топтың сілтілік металдары ақ түсті, жылтыр, балауыз тәрізді жұмсақ, пышақпен онай кесіледі. Литий, натрий және калий судан жеңіл болғандықтан, судың үстінде оның кішкене кесегі жүгіріп жүріп, онымен реакцияға түсіп жанып кетеді. Литий және оның аналогтарының реакцияланушы қабілеті басқа s, p, d металдарына қарағанда өте жоғары және олардың химиялық белсенділігі литийден цезийге қарай өседі. Бұларға қарағанда, мыс топшасы металдарының қаттылығы анағұрлым жоғары, барлығыда жақ центрленген куб кристалл торға ие (1б-сурет), сондықтан олар өндеге өте жеңіл. Таза мыс қызыл, құміс ақ, ал алтын сары түске ие және барлығыда химиялық жағынан инертті.

IA және IB металдарының салыстырмалы сипаттамалары:

	n = 4	n = 5	n = 6
	^{19}K ^{29}Cu ^{37}Rb	^{47}Ag ^{55}Cs	^{79}Au
t _{бал} , °C	63	108	39
Тығыздығы, г/см ³	0,86	8,96	1,53
Атом радиусы, Å ⁰	2,35	1,28	2,48
		1,44	2,67
			1,37

Мыс қалыпты жағдайда аудағы оттегі мен әрекеттеспейді. Ол аудағы оттегімен тек көмір қышқыл газының және су буының катысу кезінде, темірдің коррозиясына ұқсас механизммен коррозияға ұшырап, жасыл көк түсті қақты- малахитті $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ түзеді. Осыған ұқсас құміс металы да коррозияға ұшырайды. Бірақ ескерер жай мыстың және күмістің коррозиясы табиғатта өте жай жүретін процесс.

Қорыта айтқанда, бұл қаастырылған тізбекте металдарды оку периодтық жүйенің IA → VIIIА топша элементтерінің қасиеттерін оқытудан басталып, кейін тізбек бойынша d және f-металдар химиясын окуға жалғасып, химиялық білімдердің біртұтастығын аша түседі.

Бұлайша баяндаудың дұрыстығын 2008 жылы Мәскеу қаласынан ағылшын тілінен орыс тіліне аударылып шыққан Н.Гринвудтың және А.Эршоның «Элементтер химиясы» (2 томдық) кітабынан көруге болады [11]. Оның құрылымында d-элементтер химиясы Д.И.Менделеевтің ұзын периодты жүйесіне сай скандий топшасынан басталып, мырыш топшасымен аяқталады.

ӘДЕБІЕТ

- [1] Бірімжанов Б.А. Жалпы химия. – Алматы: Мектеп, 1970. – 560 б.
- [2] Глинка Н.Л. Жалпы химия. – Алматы, 1982. – 664 б.
- [3] Шоқыбаев Ж.Ә. Бейорганикалық және аналитикалық химия. – Алматы: Білім, 2003.
- [4] Аханбаев Қ. Жалпы және анорганикалық химия. – Алматы: Санаш, 1999. – 559 б.
- [5] Насиров Р. Жалпы және анорганикалық химия. – Алматы: Фылым, 2003. – 360 б.
- [6] Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001. – 743 с.
- [7] Lee J.D. A new concise inorganic chemistry. – New York, 1977. – 503 р.
- [8] Raymond Chang. General Chemistry. – New York: Higher Education, 2006. – 734 р.
- [9] Насиров Р., Матвеева Э.Ф. О формировании умения научно-обоснованного прогнозирования // Химия в школе. – 2012. – № 8. – С. 35-39.
- [10] Насиров Р., Матвеева Э.Ф. Прием сравнения при изучении химии элементов // Химия в школе. – 2013. – № 10. – С. 49-52.
- [11] Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. – II том. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 671 с.

REFERENCES

- [1] Beremzhanov B.A. General Chemistry, Almaty: School, 1970, 560p. (inKaz.).
- [2] Glinka N.L. General Chemistry, Almaty: 1982, 664p. (inKaz.).
- [3] ShokybayevZh.A. Inorganic and Analytical Chemistry, Almaty: Education, 2003. (inKaz.).
- [4] Akhanbaev K. General and inorganic chemistry, Almaty: Sanash, 1999, 559p. (inKaz.).
- [5] Nasirov R. General and inorganic chemistry. "Science". 2003 360p. (inKaz.).
- [6] Akhmetov N.S. General and inorganic chemistry. M. Higher School. 2001 743p. (in Russ.).

- [7] Lee J.D. A new concise inorganic chemistry. New York, 1977, 503p.
- [8] Raymond Chang. General Chemistry. New York: Higher Education.2006, 734p.
- [9] Nasirov R., Matveeva E.F. On the formation of the ability to science-based prediction. Chemistry in school. 2012.№8.p.35-39. (in Russ.).
- [10] Nasirov R., Matveeva E.F. Admission comparison in the study of the chemistry of elements. Chemistry in school. 2013.№10.p.49-52. (in Russ.).
- [11] Greenwood N., Earnshaw A. Chemistry elements. II volume. M.: BINOM. Laboratory of knowledge. 2008 671p. (in Russ.).

ПРЕПОДАВАНИЕ ХИМИИ МЕТАЛЛОВ СТУДЕНТАМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ГРУПП ВУЗОВ ХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

P. Насиров

Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Казахстан

Ключевые слова: группаскандия, d-металлы, первое и второе правило Клечковского, провал электрона.
Аннотация. В статье для изучения групп металлов предлагаются порядковый номер и рост электронной структуры атомов в периодической системе.

Поступила 29.07.2015 г.