

## ALTERNATIVE EXPLANATION OF FILLING THE ELECTRONIC LAYERS OF ATOMS OF CHEMICAL ELEMENTS

N.K. Axmetov, N.S. Chinibayeva, A.B. Uzakova\*, Zh.R. Kozhagulova

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

\*E-mail: [a7\\_uzakova@mail.ru](mailto:a7_uzakova@mail.ru)

**Abstract.** *Introduction.* The article provides a new approach to the formation of periods in Mendeleev's periodic system. Reconfiguration of the periods in the Mendeleev table using the newly proposed formula and the newly proposed quantum states for the outer electron shells of atoms of chemical elements is proposed. *Purpose of work:* Further development of the alternative theory of creation of electronic shells of atoms of chemical elements in D.I.Mendeleev's table. *Results and discussions.* The following order of formation of electron layers is proposed: principle quantum number (n), then the quantum state of the electrons forming the electronic configuration of the subperiods (first and second), and only then the remaining quantum orbitals (s, d, f and p). First and second new quantum states and a new formula for calculating the number of electrons in the outer electron shell of element periods and subperiods were proposed. The new level of electronic counting (II) and the new quantum number proposed by us allow to change the understanding of the internal structure of chemical elements without changing the general appearance and order of arrangement of chemical elements in D.I.Mendeleev's table itself, and therefore its contents. An important advantage of the proposed alternative model is that it takes into account and relies on already known, classical data for most of its main operational characteristics and is an extension of this important topic for classical chemistry theory. Therefore, the change in the number of periods, the introduction of a new quantum number in the form of D.I.Mendeleev's table, outwardly it does not differ much, but requires the necessary additional explanation. *Concept.* The proposed alternative approach to the structure and electronic structure of atomic shells of chemical elements in the periods and groups of D.I.Mendeleev's periodic system was recently developed by the authors and has good prospects for development primarily in the following directions: - identification of possible patterns of changes in the characteristics of chemical and physical properties of elements; - development of an accompanying model of the electronic structure of electronic shells of atoms of chemical elements of the proposed alternative model.

**Key words:** periodic system of Mendeleev's table, basic quantum numbers, energy levels.

<i>Akhmetov Nurlan Karkenovich</i>	<i>Doctor of Pedagogical Sciences, full professor; E-mail: <a href="mailto:akhmetovnurlan52@mail.ru">akhmetovnurlan52@mail.ru</a></i>
<i>Chinibayeva Nurzhan Sarsenbayevna</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences; E-mail: <a href="mailto:chinibayeva@mail.ru">chinibayeva@mail.ru</a></i>
<i>Uzakova Assem Bakitzhanovna</i>	<i>PhD; E-mail: <a href="mailto:a7_uzakova@mail.ru">a7_uzakova@mail.ru</a></i>
<i>Kozhagulova Zhanar Rahimzhanovna</i>	<i>Researcher; E-mail: <a href="mailto:kozhagulova65@mail.ru">kozhagulova65@mail.ru</a></i>

**Citation:** Axmetov N.K., Chinibayeva N.S., Uzakova A.B., Kozhagulova Zh.R. Alternative explanation of filling the electronic layers of atoms of chemical elements. *Chem. J. Kaz.*, **2024**, 3(87), 78-91. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2024-3.2710-1185.34>

## ХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕР АТОМДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРОН ҚАБАТТАРЫН ТОЛТЫРУДЫҢ БАЛАМАЛЫ ТҮСІНДІРМЕСІ

*Н.К. Ахметов, Н.С. Чинибаева, А.Б. Узакова\*, Ж.Р. Кожазулова*

*Абай атындағы ҚазҰПУ, Алматы, Қазақстан*

*\*E-mail: a7\_uzakova@mail.ru*

**Түйіндемe.** *Кіріспе.* Мақалада Менделеевтің периодтық жүйесіндегі периодтардың қалыптасуына жаңа көзқарас қарастырылған. Химиялық элементтер атомдарының сыртқы электрон қабаты үшін жаңадан ұсынылған формула мен жаңадан ұсынылған кванттық күйлерді пайдалана отырып, Менделеев кестесіндегі периодтардың қайта конфигурациясы ұсынылды. *Жұмыс мақсаты:* Д.И. Менделеевтің кестесіндегі химиялық элементтердің атомдарының электрондық қабықшаларын құрудың альтернативті теориясын әрі қарай дамыту. *Нәтижелер және талқылаулар.* Электрон қабатының пайда болуының келесі реті ұсынылады: принциптік кванттық сан (n), одан кейін қосалқы периодтардың электрондық конфигурациясын құрайтын электрондардың кванттық күйі (бірінші және екінші), содан кейін ғана қалған кванттық орбитальдар (s, d, f және p). First және second жаңа кванттық күйлері және элементтер периодтарының және ішкі периодтардың сыртқы электрон қабатындағы электрондар санын есептеудің жаңа формуласы ұсынылды. Біз ұсынып отырған электронды санаудың жаңа деңгейі (II) және жаңа кванттық сан Д.Менделеев кестесіндегі химиялық элементтердің жалпы көрінісі мен орналасу ретін өзгертіпестен, химиялық элементтердің ішкі құрылымы туралы түсінікті өзгертуге мүмкіндік береді. кестенің өзі, демек оның мазмұны. Ұсынылған альтернативті модельдің маңызды артықшылығы оның негізгі операциялық сипаттамаларының көпшілігі үшін бұрыннан белгілі, классикалық мәліметтерді ескереді және оларға сүйенеді және классикалық химия теориясы үшін осы маңызды тақырыптың кеңеюі. Сондықтан периодтар санының өзгеруі, Д.И.Менделеев кестесінің түріндегі жаңа кванттық санның енгізілуі, сыртқы жағынан ол қатты ерекшеленбейді, бірақ қажетті қосымша түсіндіруді қажет етеді. Тұжырым. Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесінің периодтары мен топтарындағы химиялық элементтер атомдарының қабықтарының құрылымы мен электрондық құрылымы туралы ұсынылған альтернативті көзқарасты авторлар жақында әзірледі және ең алдымен келесі бағыттар бойынша дамудың жақсы перспективалары бар: - элементтердің химиялық және физикалық қасиеттерінің сипаттамаларының өзгеруінің мүмкін заңдылықтарын анықтау; - ұсынылған альтернативті модельдің химиялық элементтер атомдарының электрондық қабықшаларының электрондық құрылымының ілеспе моделін әзірлеу.

**Түйін сөздер:** Менделеев кестесінің периодтық жүйесі, негізгі кванттық сандар, энергетикалық деңгейлер.

<i>Ахметов Нурлан Каркенович</i>	<i>Педагогика ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Чинибаева Нуржан Сарсеновна</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences</i>
<i>Узакова Асем Бакитжановна</i>	<i>PhD</i>
<i>Кожазулова Жанар Рахимжановна</i>	<i>Ғылыми қызметкер</i>

### 1. Кіріспе

Осымен 150 жылға жуық бүкіл әлем химиядан Д.И. Менделеевтің Периодтық заңын және оның графикалық бейнесін Менделеев кестесін қолданып келеді [1,2]. Жүз жылдан астам уақыт бұрын жасалған елеулі толықтырудан кейінгі, элементтердің химиялық қасиеттерінің периодтылық айырмашылығы массаға емес, олардың атом ядроларының зарядына байланысты болады, біз периодтық кестені формасы мен мазмұны бойынша айтарлықтай өзгеріссіз қолданып келеміз. Бұл оның химия ғылымы үшін үлкен маңыздылығын тағы бір рет атап көрсетеді, әсіресе ол толыққанды

математикалық сипаттамасы жоқ ғылымның бірнеше заңдарының бірі [3,4]. Периодтық жүйенің көмегімен химиялық элементтер атомдарының электрондық құрылымы кестедегі осы элементтердің орналасуымен байланысын айқын көрсетеді. Элементтер атомдарының электрон қабаттарының құрылымына байланысты химиялық қасиеттерінің ерекшеліктері түсіндіріледі. Электрон қабаттарының болжамды құрылымы дәлелденген [5,6].

## 2. Нәтижелер мен талқылаулар

Сонымен қатар, химиктер қолданатын Менделеев кестесі, оның қазіргі түрінде (суретті қараңыз I) өзінің жеке қайшылықтары бар, олар оның әлеуетін толық іске асыруға мүмкіндік бермейді.

The image shows a long periodic table of elements, labeled "Figure 1 - Long version of the Mendeleev periodic table". It is a grid of elements with their atomic numbers and names in both Latin and Cyrillic. The elements are arranged in rows and columns, with some elements placed in gaps between the main groups. The table is color-coded by groups and periods. The elements shown are: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Uut, Fl, Uup, Lv, Uus, Uuo. The table is labeled "Figure 1 - Long version of the Mendeleev periodic table" and "Сурет 1 – ДИ.Менделеев кестесінің ұзын нұсқасы".

Сурет 1 – ДИ.Менделеев кестесінің ұзын нұсқасы

Мұндай жағдай көбінесе периодтық жүйені құру кезінде ғалымдар негізгі элементар бөлшектерді әлі ашпағандықтан және атомның құрылымы белгісіз болғандықтан туындады. Нәтижесінде зерттеуші химиктерге дұрыс тұжырымдар жасау үшін сенімді мәліметтер жетіспеді және оларды тек кестенің құрылымына сүйене отырып жасады. Сонымен қатар, жағдайдың қиындауына, кестенің заманауи соңғы құрылысына идеалды (немесе асыл) газдар қатарының элементтерін ашқаннан кейін ғана мүмкін болды. Дәл сол уақытта, барлық период кезеңдерінің құрылысы сілтілі металдан басталып, инертті газбен аяқталады деген маңызды қорытынды жасалды. Осының нәтижесінде Менделеев ұсынған кестенің жұптасып қайталанатын кезеңдерінде химиялық элементтердің бірдей санының болуы айқын болды. Ол кезде бұған толық ғылыми түсініктеме беру мүмкін болмады, өйткені элементтер атомдарының электрондық құрылысы және осы құрылымның Периодтық жүйедегі элементтердің орналасуымен байланысы әлі сипатталмаған еді. Сондықтан оны шешуді талап ететін бірінші мәселе неге

ұсынылған кесте периодындағы химиялық элементтердің жалпы саны келесі белгілі реттілікпен өзгеретінін түсіндіру мәселесі болды: 2; 8; 8; 18; 18; 32 және 32. Мұндай түсініктеме сол кездегі химиктер қабылдаған болжамда ішінара жіберілген, бұл реттілік сандар тобы болып табылады, оны өз кезегінде келесі қатар түрінде түрлендіруге болады:  $2 \cdot 1^2$ ;  $2 \cdot 2^2$ ;  $2 \cdot 2^2$ ;  $2 \cdot 3^2$ ;  $2 \cdot 3^2$ ;  $2 \cdot 4^2$ ;  $2 \cdot 4^2$ . Осы реттілікпен бұл топ сандарының периодтағы элементтер санының өсуінің белгілі бір сандық заңдылығын көре аласыз, бірақ тиісті теориялық негіздемесіз. Сонымен, барлық кезеңдердің есептеулерінде 2 көбейткіші үнемі болады, оның пайда болуының да өзіндік түсіндірмесі жоқ. Дәреже квадратының болуы, сондай-ақ период нөмірінің ондағы химиялық элементтер санымен байланысы түсіндірілмеген. Бірінші және екінші периодтарды қоспағанда. Ары қарай элементтер атомдарының, олардағы электрон қабатының құрылымы туралы біліміміздің артуымен келесі мәселе – химиялық элементтер атомдарының электрондық құрылысы Менделеев кестесіндегі периодтың орнына сәйкес тәуелділігін түсіндіру қажеттілігі туындады. Сонымен қатар, периодтағы элементтер санын есептеудің жалпы тәсілі (жоғарыда келтірілген сандар тобына негізделген), белгілі I формулаға көшсек, негізінен олардың электрондар санын санауға ауыстырылғанын атап өткен жөн.

$$N = 2n^2 \quad (I)$$

онда N-элемент атомының сәйкес сыртқы электрон қабатындағы электрондардың жалпы саны, ал n – негізгі кванттық сан (немесе период нөмірі).

Негізінде, осы екі позицияны біріктіру өзінің қосымша оң әсерін тигізді. Ол бұрын қарастырылған сандар топтарының қатарында дәйекті түрде квадратталған сандардың қарапайым қатарына салыстырмалы физикалық мағына беруге мүмкіндік берді, олар бірдей негізгі кванттық сан немесе период нөмірі ретінде қарастырылды. Бірақ мұндай тәсіл мен болжамның негізгі кемшілігі әлі де сақталды, өйткені I формула есептелген мәндерді периодтық жүйенің қолданыстағы құрылымымен салыстыру кезінде толық сандық және сапалық сәйкестікті бермейді. Эмпирикалық болжамдар мен жеткілікті болжамдардың өзінен пайда болған I формуласы көптеген сауалдар тудырады. Осының салдарынан элементтердің физикалық және химиялық қасиеттерін түсіндіру үшін периодтық жүйені қолданған кезде жеке қиындықтар мен түсініксіздіктер пайда болады.

Сонымен, әр түрлі n-ге (негізгі кванттық сандар немесе энергетикалық деңгейлер) қатысты периодта әр түрлі химиялық элементтердің орбитальдарының жекелеген қатарларын электрондармен толтыру реттілігі арасындағы сәйкессіздік маңызды қайшылық болып табылады. Бұл белгілі формула бойынша (I) сәйкес келетін негізгі кванттық санға қатысты N электрондарының жалпы санын есептегенде айқын көрінеді. Әр түрлі N мәндері үшін есептелген электрондар саны I кестеде келтірілген, мұнда N

салыстыру деректері және периодтық жүйенің сәйкес периодындағы химиялық элементтер саны келтірілген.

**Кесте 1** – (I) формуласы бойынша есептелген электрондар санымен периодтардағы химиялық элементтер санын салыстыру.

n	N	Сәйкес периодтағы элементтер саны
1	2	2
2	8	8
3	18	8
4	32	18
5	50	18
6	72	32
7	98	32

I кестеден көптеген периодтағы элементтердің жалпы саны сол период үшін есептелген электрондар санына сәйкес келмейтінін көруге болады. I формула бойынша есептелген электрондар саны период элементтерінің атом ядроларының зарядтарынан көп болады және бұл негізінен элемент атомының электронейтралдылығына байланысты болуы мүмкін емес. Бұл жағдай негізгі кванттық санның және периодтың реттік санының үлкен мәндері үшін (I) формуласы кем дегенде жұмыс істемейді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Қарама-қайшылық электрон орбитальдарын электрондармен толтыру кезектілігін қарастырған кезде де туындайды. Сонымен 3d үшінші негізгі кванттық санның электрондары төртінші кезеңге жататын 4s электрондардан кейін ғана өз орбитальдарын толтыра бастайды. Логикалық тұрғыдан олар басқа энергетикалық деңгейге жатады және оларды толтыру ертерек болуы керек еді. Басқа да ұқсас мысалдар бар.

Қазіргі уақытта, жоғарыда келтірілген қайшылықтар, химиктермен тіпті талқыланбайды және соңғы онжылдықтарда соңғы нұсқасы ретінде қабылдануда. Бұл жағдайда, мұндай консерватизм, периодтардың құрылымына және периодтық кестедегі химиялық элементтер атомдарының электрон қабаттарын толтыру құрылымы мен дәйектілігіне толық айқындық енгізуге мүмкіндік бермей, теріс рөл атқарады. Сондықтан, ең алдымен, түсіндірме беру керек неге формула I тек I және II период элементтерін сандық мәнде дұрыс санауға мүмкіндік береді, ал қалғандарын жоқ. Тиісінше, период нөміріне байланысты осы элементтер атомдарының электрон қабаттарында электрондардың ілеспе санының болуын түсіндіру қажет. Бұл мәселелер бір-бірімен тығыз байланысты және өзара байланысты болғандықтан, олардың біреуінің шешімі екіншісін автоматты түрде шешеді. Химиялық элементтер атомдарының электрон қабаттарының толтыру реттілігін, құрылымын, құрылысын және дұрыс ғылыми-теориялық негіздеу қиынырақ екенін атап өткен жөн. Сонымен қатар, сәйкес электрон қабаттарындағы электрондардың әрекетіне әсер ететін бірқатар факторларға

байланысты, бұл қабық атом ядросынан неғұрлым алыс болса, соғұрлым күшті болады.

Әрине, бұл мәселеде негізгі элемент атомдарының электронды құрылымын, оны толтыру ретін анықтау болып көрінеді. Содан кейін тиісті периодтағы химиялық элементтердің сандарын негіздеуді талқылау жүреді.

Әр электрон қабатының құрылымы жеке-жеке ерекше талқылауды қажет етеді. Кем дегенде, қазіргі уақытта сандық есептеулерге қол тигізбестен тіпті сапалық деңгейде есептеу мүмкін емес болып көрінеді. Шынында да, қазіргі химиялық түсініктерге сәйкес, атомдағы электронның орны оның ядросына қатысты кез-келген нүктеде болу ықтималдығымен ғана сипатталуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл ықтималдық қол жетімді электрондардың әрқайсысы үшін Паули принципін орындаумен сапалы түрде байланысты. Яғни, атомның айналасындағы кеңістікте электронды табу ықтималдығы ерікті емес, бірақ бәрі бір ол кванттық сандар жиынтығына байланысты, олардың бастысы  $n$ -негізгі кванттық сан болып табылады. Сондықтан, осы жерден бірнеше негізгі кванттық санға жататын электрондардың бір нүктеге түсу ықтималдығы әлі де әр түрлі болады деген маңызды қорытынды жасауға болады. Немесе басқаша айтқанда электрондар бір-бірінен ерекшеленетін басқалары бар, қалған кванттық сандар осы сандардың талаптарына сәйкес әр түрлі болуы керек. Басқаша айтқанда, атомдағы бір энергетикалық деңгей (негізгі кванттық сан) шеңберінде осы деңгейге сәйкес келетін электрондардың күрделі, қатаң құрылымдалған жүйесі бар деп болжауға болады. Бір энергетикалық деңгейде бұл электрондар бір-бірінен тек басқа кванттық сандардың әр түрлі жиынтығымен ерекшеленеді, сондықтан олардың атом ядросына қатысты кеңістікте болу ықтималдығы әр түрлі болуы керек. Әрине, бұл анықталу ықтималдығына электрондардың зарядтары арасындағы электростатикалық өзара әрекеттесу әсер етеді, бұл электрондар санының көбеюімен күрделене түседі. Бірақ ең бастысы, электронның атом ядросының айналасындағы кеңістікте болу ықтималдығы барлық осы факторлардың өзара байланысына қатаң тәуелді, олардың біріншісі негізгі кванттық сан, ал қалғандары көмекші болып табылады.

Осылайша, жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, Менделеев кестесінің осы қарама-қайшылықтарын шешу қажеттілігі бұрыннан туындады және оны егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді. Бұл оқу-әдістемелік жағынан да өте маңызды, өйткені оқушыларды кестенің қасиеттерімен таныстыру кезінде олардың мазмұны мен жұмысының ішкі мағынасын түсінуді қажет.

Жоғарыда аталған қарама-қайшылықтарды түсіндіру және жою үшін біз Менделеевтің периодтық жүйесіне келесі позициялардан талдау жасауды ұсынамыз. I суреттен және I кестеден, кестеде белгілі бір құрылымдық реттілік бар екендігі айқын көрінеді. Бұл реттілік 2-ден 3-ке дейінгі; 4-тен 5-ке дейінгі; 6-дан 7-ге дейінгі периодтарда олардың құрамындағы химиялық элементтердің санын қайталайды. Мұндай қайталану белгілі бір аралықтар

арқылы осы сәйкес периодтардағы атомдардың электрон қабаттарының құрылымында жалпы принциптердің болуы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Жалпы, бұл қайталануды американдық химик Дж.Н.Льюис [7], электрон қабаттарын электрондармен толтыру олардың электронды конфигурацияларын құрудың жалпы принциптерін сақтай отырып, дәйекті қабаттарда жүретіндігін көрсетті.

Льюистің пікірінше және оған қарамастан, сонымен қатар химиялық қосылыстардың түзілуінің жалпы принципін ұсынған Коссель, электронды конфигурациялардың ерекше тұрақтылығының себебі әртүрлі химиялық элементтер атомдарының сыртқы электрон қабатында инертті газдардағыдай сегіз электронға ие болуға ұмтылуы болып табылады. Октет ережесі деп аталатын элемент атомдарының бұл ұмтылысы элементтердің сыртқы электрон қабаттарының құрылымын сапалы түсіндіре алады. Шындығында, инертті газдардың сыртқы электронды қабаттары 2s және 6p электрондарынан тұратын бір-біріне ұқсас құрылымға ие. Сірә, бұл сыртқы электрондар осы конфигурацияның химиялық беріктігін анықтайтын толық шар тәрізді сфераны құрайды. Осы сыртқы деңгейге жататын басқа электрондар (d және f электрондары) көмекші рөл атқарады және тиісті элементтердің металдық қасиеттерін қалыптастыруға көбірек қатысады. Сондықтан элементтердің химиялық қасиеттерінің олардың электрон қабаттарының ұқсас құрылымына мерзімді тәуелділігі мүмкін болды. Қалай болғанда да, Менделеев кестесіндегі элементтер атомдарының сыртқы электрон қабаттарының құрылымы осы элементтердің периодта орналасуына тәуелділігі қосымша түсіндіруді қажет ететін терең мағынаға ие.

Біздің ойымызша, Менделеев кестесінің аяқталған периодтарда өзінің құрамында 2 және 8; 18 және 32 химиялық элементтерінің болуы маңызды [8, 9]. Сондықтан бұл элементтер сыртқы электрон қабаттарындағы электрондардың тиісті санына сәйкес келуі керек. Содан кейін бұл жағдайда осы электрон қабаттарының энергетикалық күйлері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленуі керек, бірақ егер электрон қабаттарындағы электрондардың әртүрлі саны болса ғана. Сыртқы электрон қабатындағы электрондардың саны бірдей болған жағдайда, олар бір-біріне ортақ энергетикалық деңгейге, дәйекті екі ішкі қабатты (ішкі деңгей) құрайды деп болжауға болады, бірақ олар үшін бірдей кванттық сан және тек бір негізгі мәннің шегінде ғана. Басқаша айтқанда, Менделеев кестесінен туындайтын кеңінен танымал тұжырымдардан айырмашылығы, біз тиісті энергия деңгейлерін екі ішкі деңгейге бөлу мүмкіндігін қолдаймыз. Себебі, Менделеев кестесіндегі негізгі кванттық сан период нөміріне сәйкес келеді, біз үшін осы ішкі деңгейлердегі электрондар санын есептеу ерекше қызығушылық тудырды. Электрондарды санауды келесі жаңа формула арқылы жүргізуді ұсынамыз:

$$N = (2n)^2 \quad (II)$$

бұл жердегі:

$N$ -сәйкес периодтағы сыртқы қабат электрондарының жалпы саны;

$n$  - негізгі кванттық сан (период нөмірі);

2- сыртқы электрондық қабаттағы ішкі деңгейлердің саны;

дәреже квадраты - сәйкес деңгейдегі электрондардың жалпы санағына мүмкіндік беретін эмпирикалық таңдалған сан.

(II) Теңдеуі тиісті сыртқы электрон қабатындағы электрондар саны негізгі кванттық санның ( $n$ ) мәніне тікелей тәуелді және  $N$  көбейтіндісіне осы электронды қабықтағы (2) ішкі деңгейлер санына тура пропорционалды деген тұжырымнан оңай алынады. Бұл жағдайда дәреженің квадраты теңдеу (II) осы теңдеудің сапалық және ең бастысы сандық толықтығын негіздеуге мүмкіндік береді.

(II) Теңдеуден  $N$ -ді 2-ге бөлу арқылы (ішкі деңгейлер саны), содан кейін ішкі деңгейлердің әрқайсысындағы электрондар саны оңай есептеледі.

Біз әртүрлі  $n$  мәндері үшін есептеулер жүргіздік, олар II кестеде келтірілген келесі нәтижелерді берді. II кестеден элементтер атомдарының электрон қабатының құрылымында айқын реттілік көрінеді. Сонымен, энергетикалық деңгейлердің әрқайсысында электрондар саны бірдей екі ішкі деңгей бар. Бірақ ең бастысы, бұл ішкі деңгейлер дәйекті түрде, ондағы электрондар санына сәйкес, біз өзгерткен Менделеев кестесіндегі периодқа сәйкес келеді. Бұл II кестеде де көрсетілген. Сондықтан, егер химиктер қабылдаған энергетикалық деңгейлерді екі ішкі деңгейге бөлу мүмкін болса, Менделеев кестесінің периодын сапалы қайта құруға негіз бар. Мұның басты негіздемесі электрон қабатын толтыру олардың электрондық конфигурацияларын құрудың жалпы принциптерін сақтай отырып, дәйекті түрде жүргізілуі керек деген талаптың болуы. Сонымен электрон қабатын құрудың жалпы принципі, яғни Менделеев кестесін түзетуде біз мынаны ұсынамыз. Периодтардың нөмірлері, сәйкесінше, II кестеде келтірілгендей  $n$  негізгі кванттық санының мәніне және басқа есептеулерге сәйкес келуі керек. Сол кезде Менделеев кестесі 2 суретте көрсетілген көріністі береді.



Сурет 2 – Менделеев кестесінің өзгертілген ұзын нұсқасы

Электрондардың саны бірдей ішкі деңгейлер өздерінің электрондық құрылымы бойынша бір-бірімен бірдей болғандықтан, оларды электрондық ішкі қабаттарын толтыру ретіне байланысты ажырату керек. Ол үшін тиісті ішкі деңгейдің алдында олардың электронды формуласына осы ішкі деңгейлердің first (бірінші) немесе second (екінші) белгілеу сөздерін қою керек. Осылайша, біз бірінші периодтан басқа барлық периодтарға электрон қабаттары шартты түрде аталған, екі жаңа кванттық күйлерді енгіземіз.

Кесте 2 – II формула бойынша есептелгендерді салыстыру периодтардағы электрондар саны және ілеспе қорытындылар.

n	N	(2) формуламен есептелген ішкі деңгейдің электрон саны	Менделеев кестесінде период бойынша элементтердің таралуы	Менделеев кестесіндегі болжамды период номерлері
1	2	2 *	2 (I период)	I
2	16	8 (бірінші) 8 (екінші)	8 (2период) 8 (3период)	II
3	36	18 (бірінші) 18 (екінші)	18 (4период) 18 (5период)	III
4	64	32 (бірінші) 32 (екінші)	32 (6период) 32 (7период)	IV
5**	100	50 (бірінші) 50 (екінші)	50 (8период) 50 (9период)	V

\* - Бірінші кезеңде тек 2 электрон бар және электронды қабатты толтыру second ішкі деңгейден басталады.

\*\* - Табиғатта жоқ

Мысалы, бор үшін электронды формула келесідей болады: B- $1s^2$  first  $2s^2 2p^1$ , ал кремний үшін: Si -  $1s^2$  first  $2s^2 2p^6$  second  $2s^2 2p^2$ . Және т.б.

Жалпы, 2 суретте көрсетілген Менделеев кестесіне енгізілген толықтыруларды кестенің ұзақ нұсқасының мысалында қарастырған дұрыс. Онда ұсынылған инновациялар айқын көрінеді. Осылайша, ең алдымен, кестенің тиісті периодтарын электрондармен толтыру тәртібі айқын байқалады. Бұл жағдайда, мысалы, екінші периодты толтыру  $2s$  және  $6p$  электрондары бар ұқсас first және second ішкі деңгейлері үшін реттілікті түрде жүзеге асырылады. Менделеев кестесінің ескі нұсқасында бұл ішкі деңгейлер дербес периодтар болып табылды (2 және 3 период) және осыған байланысты 3 периодта  $3d$  электрондардың болмауы және классикалық Менделеев кестесінің 4 период элементтерінің электронды формулаларында  $3d$  электрондардың табылуы туралы тиісті түсініктеме болған жоқ. Біздің ұсынысымыз бойынша дәстүрлі Менделеев кестесіндегі 4 және 5 периодтарды жалпы бір 3 периодқа біріктіру осы сәтті түзетуге және осы ұсынылған периодтағы атомдардың электрон қабаттарын толтыру ретін тиісті ретке келтіруге мүмкіндік береді. Екі периодтың толтыру реті ұқсас және реттілікті болады first  $3s^2 3d^{10}3p^6$  және second  $3s^2 3d^{10}3p^6$ . Сол сияқты, біздің ойымызша, қолданыстағы жүйенің 6 және 7 периодын бір жалпы 4 периодқа біріктіруге болады. Тек осы жағдайда  $f$  электрондарының болуын ескеру қажет. Бірақ бұл периодтың ішкі деңгейін электрондармен толтыру тәртібі мен реттілігіне әсер етпейді.

Біз ұсынған толықтырулар Менделеев кестесінің элементтер атомдарының электрон орбитальдарын толтыру тәртібі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Шамасы, және 2 - суреттен көрініп тұрғандай, электрон қабаттарын толтыру  $s$ -орбитальдардан басталады, содан кейін (2 период элементтерін қоспағанда)  $d$  және  $f$  орбитальдар және тек соңында  $p$  орбитальдар толады. Бұл толтыру тәртібі өте қисынды, өйткені металдар мен бейметалдардың барлық негізгі химиялық қасиеттері негізінен  $s$ ,  $p$  орбитальдарының электрондарымен байланысты. Жалпы  $d$  және  $f$  орбитальдары периодтық жүйеде ерекше орын алатын көпшілік металдардың химиялық қасиеттерімен байланысты (2 суретті қараңыз).

Сондықтан жоғарыда айтылғандардан келесі тармақтарды бөліп көрсетуге болады:

- период құрылымының өзгеруі негізінде Менделеев кестесінің периодын құрудың жаңа тәртібі ұсынылды;

- Қазіргі қолданыстағы Менделеев кестесінің бірінші периодынан басқа периодтардың құрамына периодтар келесі екі ішкі период құқықтарымен біріктірілді. Ішкі периодтарды ерекшелену үшін оларды жаңа first және second кванттық күйлер ретінде белгілеу ұсынылады.

Осылайша, периодтардың саны төртке дейін азаяды. First және second ішкі периодтарды енгізу Паули принципінің талаптарын жаңа жағдайларда орындауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, периодтың химиялық элементтерінде электрон қабатының энергиясын сипаттайтын негізгі

кванттық сан өзгеріссіз қалады және first және second деп белгіленген ішкі деңгейлердің ұсынылған кванттық күйлері өзгереді. Демек, электрондар атомда тек қатаң рұқсат етілген орбиталарда болуы мүмкін деген ереже сақталады және бұрыннан қалыптасқан кванттық сандарға енгізілген ішкі деңгей кванттық күй ұғымы арқылы толықтырылады. Сол кезде сыртқы электрон қабаттарының қалыптасу реті келесідей болады: негізгі кванттық сан ( $n$ ), содан кейін периодтағы ішкі периодтың кванттық күйі (first немесе second), содан кейін барлық басқа кванттық орбитальдар.

Ішкі деңгейлердің кванттық күйі түсінігімен біз химиялық элемент атомының ядросына қатысты электронды анықтаудың ықтималдығын сипаттайтын басқа кванттық сандармен бірге электронның әрекеті үшін қосымша кванттық сипаттаманы қабылдауды ұсынамыз. Осы кванттық күйлерді химияның теориясы мен практикасына енгізу элементтердің электрондық құрылымының сипаттамасын неғұрлым нақты құрылымдауға мүмкіндік береді. Олар атомдағы электрондардың әрекетін сипаттау үшін барлық кванттық сандар жиынтығының теңсіздігін тағы бір жанама растау болып табылады. Сонымен бірге олар бір-бірімен байланыстыруға мүмкіндік береді: негізгі кванттық сан; басқа кванттық сандар; Менделеев кестесіндегі периодтар саны; периодтардағы химиялық элементтердің саны және олардың сыртқы электрон қабаттарының құрылымы.

Басқаша айтқанда, кванттық күй деп біз қарастырып отырған жаңа әр периодтардың ішкі деңгейлерін ретімен жеке толтыруды, сәйкес әрқайсысында электронның ішкі қабаттарының конфигурациясы сақталынып және қайталанатын екі белгімен ұсынамыз.

Айта кету керек, элемент атомдарының электрон құрылымы қабатты энергетикалық және, әсіресе маңызды, құрылымдық жағынан олардың рентгендік спектрлерінің құрылысымен расталады. 1913 жылы ашылған Мозли [10] заңы химиялық элементтердің сипаттамалық рентгендік спектрлерінің сызықтарының тазалығын олардың периодтық жүйедегі реттік санымен байланыстырды. Содан кейін бұл байланыстың негізгі заңдылықтарын Коссель 1921 жылы түсіндірді [11]. Бұл жерде ядроның заряды немесе реттік нөмірі атом константасы екенін және элементтердің мезгіл-мезгіл өзгертін қасиеттері атомдардың электрон қабатшаларымен байланысты екенін ажыратып, есте ұстаған жөн.

Мозли бір химиялық элементтен екіншісіне ауысқан кезде рентген сәулелерінің жиілігі элементтің реттік санының ұлғаюымен бірдей өсетінін анықтады. Бірақ Мозли және басқа зерттеушілер элементтер атомдарының электрон қабатшаларын толтыру реттілігінің сипатына түсініктеме бермеді, тек рентген сәулесінің өзіне тоқталды. Мозли Заңы атомдардың электрон қабаттарын толтырудағы қатаң реттілік пен қайталануды растайтынын көрсетеді. Мысалы, сілтілік металдардың спектрлері мен химиялық қасиеттерін салыстыру әрбір келесі сілтілік металдың электрондар энергиясының жаңа деңгейіне ие екенін көрсетеді. Және бұл энергия деңгейі жаңа сапалы күйдегі алдыңғы инертті газ деңгейінен асып түседі. Бұл білім

жаңа химиялық элементтерді гафний (1922 ж.) және рений (1925 ж.) тек олардың табиғатта олармен бірге жүретін бөгде элементтердің қатысуымен сипаттамалық рентген сәулелеріне сүйене отырып ашуға мүмкіндік берді. Сондықтан химиядағы инертті газдың әр конфигурациясына сәйкес белгілі бір энергия деңгейлері анықталады: гелий – К деңгейі, неон – L; аргон – M; криптон – N; ксенон – O және радон – P деңгейі.

Бірақ біз үшін ең бастысы, Мозли Заңы біз ұсынған период элементтерінің электронды орбитальдарын толтырудың қатаң реттілігін растайды. Алдымен s-содан кейін d -, f-және содан кейін ғана p-элементтері.

### 3. Қорытынды

Сондай-ақ, формула (2) және өзгертілген Менделеев кестесі (2 суретті қараңыз) мүмкін болатын V периодтың g-орбитальдары мен электрондарының гипотетикалық санын есептеуге мүмкіндік береді. 2-кестеде осы периодтың гипотетикалық ішкі деңгейлерінің әрқайсысында II формула бойынша есептелген электрондар саны (50) келтірілген. S, p, d және f орбитальдарының жалпы саны 32 электрон болғандықтан, айырмашылық 18 электрон болып табылады және сәйкес тоғыз g орбитальындағы электрондардың жалпы санын құрайды.

Осылайша, осы мақалада:

- first және second жаңа кванттық күйлері және элементтер периодтарының және ішкі периодтардың сыртқы электрон қабатындағы электрондар санын есептеудің жаңа формуласы ұсынылды;

- алдымен өзгертілген кестенің барлық периодтарында s- орбитальдар толтырылатыны анықталды, содан кейін 2 периодта p-орбитальдар, өйткені бұл кезеңде d және f электрондар жоқ. Бірақ 3 және 4 периодтарда алдымен d және f орбитальдары, содан кейін ғана тиісті p- орбитальдары толтырылады. Бұл барлық жағдайларда Менделеев кестесінде орбитальдарды толтыру реттілігі элементтердің орналасу реті бойынша қатаң түрде жүреді;

- элементтер атомдарының сыртқы электрон орбитальдарын электрондармен толтыру тәртібі Мозли Заңы бойынша есептелген периодтық жүйеде элементтердің орналасу ретіне сәйкес келетіндігі көрсетілген.

- нәтижесінде жүргізілген есептеулер мен қайта құру химиялық элементтер атомдарының электрон қабатын олардың өзгертілген Менделеев кестесіндегі орындарына байланысты толтыру ретін жаңаша құрылымдауға және синхрондауға мүмкіндік берді.

**Қаржыландыру:** Авторлар «Д.И.Менделеевтің кестесіндегі химиялық элементтердің атомдарының электрондық қабықшаларын құрудың альтернативті теориясын әрі қарай дамыту» тақырыбы бойынша жоба №05-04/329 бұйрығымен 2024 жылдың 14 мамырында грант алғаны үшін Қазақ ұлттық педагогикалық университетіне алғыс білдіреді.

**Мүдделер қақтығысы:** Авторлар осы мақалада келтірілген деректерде авторлар арасында мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

**АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СЛОЕВ АТОМАМИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ****Н.К. Ахметов, Н.С. Чинибаева, А.Б. Узакова\*, Ж.Р. Кожазулова***Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан**\*E-mail: a7\_uzakova@mail.ru*

**Резюме.** *Введение.* В статье представлен новый подход к образованию периодов в периодической системе Менделеева. Предложена реконфигурация периодов в таблице Менделеева с использованием вновь предложенной формулы и вновь предложенных квантовых состояний внешних электронных оболочек атомов химических элементов. *Цель работы:* Дальнейшее развитие альтернативной теории создания электронных оболочек атомов химических элементов по таблице Д.И.Менделеева. *Результаты и обсуждения.* Предлагается следующий порядок формирования электронных слоев: главное квантовое число (n), затем квантовое состояние электронов, образующих электронную конфигурацию подпериодов (первого и второго), и только потом остальные квантовые орбитали (s, d, e и p). Предложены первое и второе новые квантовые состояния и новая формула для расчета числа электронов во внешней электронной оболочке периодов и подпериодов элемента. Предложенный нами новый уровень электронного счета (II) и новое квантовое число позволяют изменить представление о внутреннем строении химических элементов, не изменяя при этом общего вида и порядка расположения химических элементов в таблице Д.И.Менделеева сама таблица и, следовательно, ее содержимое. Важным преимуществом предлагаемой альтернативной модели является то, что она учитывает и опирается на уже известные классические данные для большинства своих основных эксплуатационных характеристик и является расширением этой важной темы для классической теории химии. Поэтому изменение числа периодов, введение нового квантового числа в виде таблицы Д. И. Менделеева внешне мало чем отличается, но требует необходимого дополнительного пояснения. *Заключение.* Предлагаемый альтернативный подход к строению и электронному строению атомных оболочек химических элементов в периодах и группах периодической системы Д.И.Менделеева разработан авторами в последнее время и имеет хорошие перспективы развития прежде всего в следующих направлениях: - выявление возможных закономерностей изменения характеристик химических и физических свойств элементов; - разработка сопутствующей модели электронного строения электронных оболочек атомов химических элементов предлагаемой альтернативной модели.

**Ключевые слова:** периодическая система таблицы Менделеева, основные квантовые числа, энергетические уровни.

---

*Ахметов Нурлан Каркенович**Доктор педагогических наук, профессор*

---

*Чинибаева Нуржан Сарсеновна**Кандидат химических наук*

---

*Узакова Асем Бакитжановна**PhD*

---

*Кожазулова Жанар Рахимжановна**Научный сотрудник*

---

**Әдебиеттер тізімі**

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов, 4-е изд., М.: Академия, 2001, 743.
2. Третьяков Д.Ю., Мартуненко Л.И., Григорьев А.Н., ост. Неорганическая химия: учебник, 5-е изд., М.: Химия, 2001.
3. This Superheavy Atom Factory Is Pushing the Limits of the Periodic Table *UC Berkeley* 2020 <https://chemistry.berkeley.edu/news/superheavy-atom-factory-pushing-limits-periodic-table>
4. 4. Periodic celebrations. *Nature* 2019, 565, 535 <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00281-z>
5. Саргаев П.М. Неорганическая химия: учебник, 2-е изд., М.: Химия, 2013.
6. Гельфман М.И., Устратов В.П. Неорганическая химия: учебник, 2-е изд., М.: Химия; 2009.
7. Храмов Ю.А. Льюис Гилберт Ньютон (Lewis Gilbert Newton) // Физики : Биографический

справочник / Под ред. **А.И. Ахиезера**. 2-е изд., испр. и доп. М. : Наука; **2013**, 171.

8. Коровин Н.В. Общая химия. General chemistry: учеб. пособие, 1-е изд., М.: Лан, **2014**.
9. Press I.A. General chemistry: 2th ed., М.: Лан, **2012**.
10. Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Книга третья: От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: Ленанд, **2023**, 219.
11. Лигостаев А.Г. Атом и строение атома. М.: Химия, **2018**.
12. Цюпка В.П. Естественнонаучная картина мира: концепции современного естествознания: учеб. пособие, Белгород: **2012**, 144.

## References

1. Akhmetov N.S. General and inorganic chemistry: textbook. for universities, 4th ed., Moscow: Academy, **2001**, 743.
2. Tretyakov D.Yu., Martunencko L.I., Grigoriev A.N., ost. Inorganic chemistry: textbook, 5th edition, М.: Chemistry, **2011**.
3. This Superheavy Atom Factory Is Pushing the Limits of the Periodic Table *UC Berkeley* **2020** <https://chemistry.berkeley.edu/news/superheavy-atom-factory-pushing-limits-periodic-table>
4. 4. Periodic celebrations. *Nature* **2019**, 565, 535 <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00281-z>
5. Sargaev P.M. Inorganic chemistry: textbook, 2nd ed., М.: Chemistry, **2013**.
6. Gelfman M.I., Ustratov V.P. Inorganic chemistry: textbook, 2nd edition, М.: Chemistry; **2009**.
7. Khramov Yu.A. Lewis Gilbert Newton // Physicists: Biographical Handbook / Ed. A.I. Akhiezer. 2nd ed., corrected and enlarged. Moscow: Nauka; **2013**, 171.
8. Korovin N.V. General chemistry. General chemistry: textbook. allowance, 1st ed., М.: Лан, **2014**.
9. Press I.A. General chemistry: 2nd ed., М.: Лан, **2012**.
10. Vladimirov Yu. S. Relational picture of the world. Book three: From states of elementary particles to structures of the periodic table. Moscow: Lenand, **2023**, 219.
11. Ligostaev A.G. Atom and atomic structure. М.: Chemistry, **2018**.
12. Tsyпка V.P. Natural scientific picture of the world: concepts of modern natural science: textbook, Belgorod: **2012**, 144.