

10-10-2019

METHODS OF MODELING LABORATORY WORK ON “ATOMIC PHYSICS” USING COMPUTER TECHNOLOGY

Pokiza Muzaffarovna Jalolova

Tashkent branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Yarkin Juraevich Odilov

Tashkent branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>



Part of the [Education Commons](#)

Recommended Citation

Jalolova, Pokiza Muzaffarovna and Odilov, Yarkin Juraevich (2019) "METHODS OF MODELING LABORATORY WORK ON “ATOMIC PHYSICS” USING COMPUTER TECHNOLOGY," *Scientific Bulletin of Namangan State University*. Vol. 1 : Iss. 10 , Article 66.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss10/66>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

METHODS OF MODELING LABORATORY WORK ON “ATOMIC PHYSICS” USING COMPUTER TECHNOLOGY

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

**«АТОМ ФИЗИКАСИ»ГА ОИД ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ КОМПЬЮТЕР
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВОСИТАСИДА МОДЕЛЛАШТИРИБ БАЖАРИШ
МЕТОДИКАСИ**

Мухаммада Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Қарши филиали

п.ф. PhD. Жалолова Покиза Музаффаровна,
катта ўқитувчи Одиллов Ёрқин Жўраевич

***Аннотация:** Ушбу мақолада квант механикасига оид виртуал лаборатория ишлари ва уларни амалиётга жорий қилиш методикаси ёритилган. Унда водород атомидаги ҳолатлар Шредингер тенгламаси асосида ўрганилади. Водород атомининг квант параметрлари асосида квант механик модели ишлаб чиқилди. Ушу модел Ахборот технологиялари воситасида яратилган. Шредингер тенгламаси ва ундаги квант параметрлар атомнинг “булут модели” асосида тушунтирилди. Ушбу яратилган виртуал ишланма квант механикасига оид амалий машғулотлар ва лаборатория ишлари учун муҳим восита сифатида таълим амалиётида жорий қилинди.*

***Калит сўзлар:** квант, спектр, электрон, тўлқин, атом, эффект, орбита, булут модели, квант механикаси, водород атоми, Шредингер тенгламаси.*

**МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО «АТОМНОЙ
ФИЗИКЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Ташкентский филиал Ташкентского университета информационных технологий
имени Мухаммеда аль-Хорезми

т.з. PhD. Ялолова Покиза Музаффаровна,
Письмо преподает Одиллов Ярқин Юраевич

***Аннотация.** В статье рассматриваются методы выполнения виртуальных лабораторных исследований и полученных результатов по атомной физики. Атом водорода основан на уравнении Шредингера. В статье описаны моделирование и моделирование моделей для расчета квантовомеханической модели и квантово механических параметров атома водорода. Разрабатывается на основе информационно-коммуникационных инструментов. Уравнение Шредингера и его решение основаны на этом. Это дает возможность объяснить «облачную модель» атома водорода в лекции по квантовой физике в вузах, охватывающей практические и лабораторные занятия.*

***Ключевые слова:** квант, спектр, электрон, волна, атом, эффект, орбита, облачную модель, квантовой физике, атома водорода, Уравнение Шредингера.*

**METHODS OF MODELING LABORATORY WORK ON “ATOMIC PHYSICS”
USING COMPUTER TECHNOLOGY**

Tashkent branch of the Tashkent University of Information Technologies named after
Muhammad al-Khwarizmi

P.P. PhD. Jalolova Pokiza Muzaffarovna,
The letter is taught by Odilov Yarkin Juraevich

Abstract. *The article discusses the methods of performing virtual laboratory studies and the results obtained in atomic physics. The hydrogen atom is based on the Schrödinger equation. The article describes the modeling and modeling of models for calculating the quantum-mechanical model and the quantum-mechanical parameters of the hydrogen atom. Developed on the basis of information and communication tools. The Schrödinger equation and its solution are based on this. This makes it possible to explain the "cloud model" of the hydrogen atom in a lecture on quantum physics in universities, covering practical and laboratory classes.*

Keywords: *quantum, spectrum, electron, wave, atom, effect, orbit, cloud model, quantum physics, hydrogen atom, Schrödinger equation.*

Жаҳонда табиий фанлар, жумладан, физика, атом физикасини ўқитишнинг ташкилий-методик асосларини тадқиқ қилиш, ахборот технологиялари имкониятлари орқали виртуал электрон ресурсларни ишлаб чиқиш, таълим жараёнини технологиялаштириш мақсадларига қаратилган илмий тадқиқотлар салмоғи юқори ҳисобланади. Хусусан, бўлажак педагог кадрлар тайёрлаш жараёнини самарали ташкил қилишда инновацион таълим муҳити шароитида физик жараёнларга оид динамик иллюстрацияли ўқув материалларини лойиҳалаш, компьютер технологиялари ва дастурларидан фойдаланиш, лаборатория машғулотида мультимедияли электрон воситаларни қўллашга оптимал ёндашувлар билан боғлиқ илмий ишланмалар қўламини ошириш зарурати кўзга ташланмоқда.

Бугунги кунда ҳар бир фандан, хусусан, «Атом физикаси»да ҳам шу даражада кўп илмий маълумотлар тўпланганки, уларни анъанавий ўқитиш усуллари ёрдамида ўқитиш дастурларида ажратилган соатлар давомида тингловчига етказишнинг иложи йўқ. Бу муаммоларнинг ечимини топиш учун ҳозирда бир қанча ўқитиш усуллари мавжуд бўлиб, улар ичида замонавий ахборот технологиялари воситалари асосида ўқитиш алоҳида аҳамиятга эга. Замонавий ахборот технологияларининг имкониятлари нафақат ахборот технологияларидан таълим тизимида самарали фойдаланишга, балки ундан фан мавзулари бўйича ноанъанавий дарсларни ташкил этишга ҳам имкон яратмоқда.

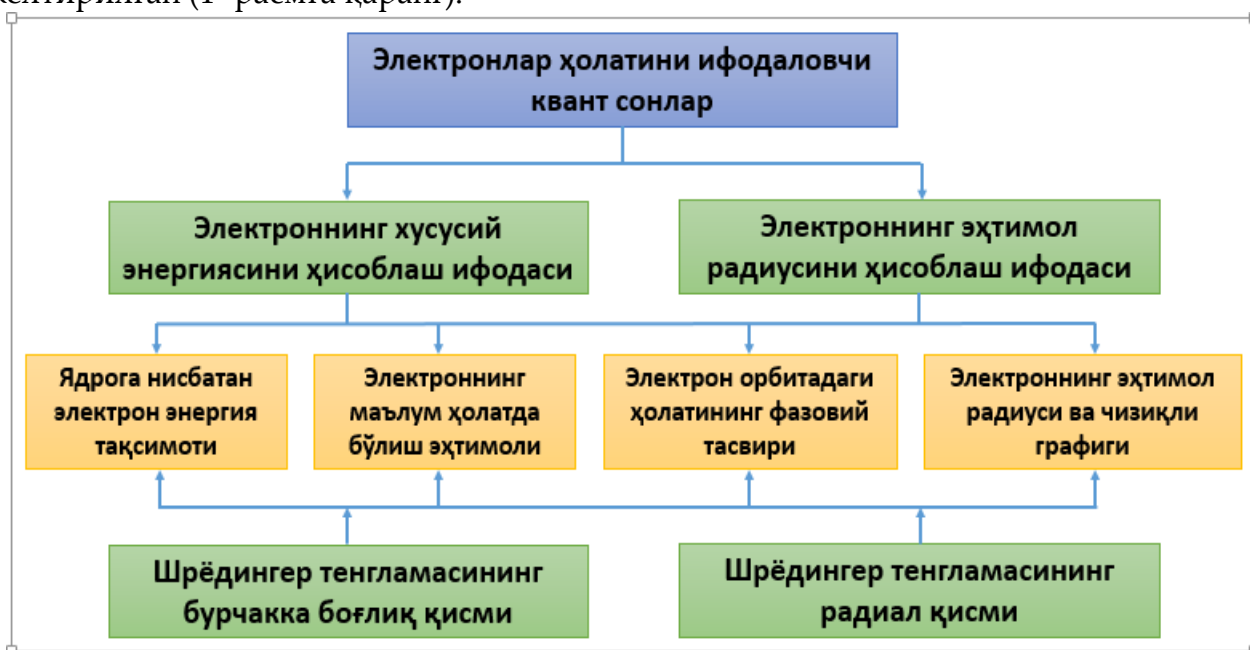
Республикамизнинг олий таълим муассасаларида компьютер технологиялари асосида ўқитиш жараёни таҳлил қилинганда бир нечта йўналишларни кўриш мумкин. Жумладан, «Атом физикаси»га оид лаборатория ишларини интерфаол технологиялардан фойдаланиб бажариш, лаборатория машғулотида дастурий воситалардан самарали фойдаланиш, «Атом физикаси»га оид мавзуларни компьютер технологиялари воситасида моделлаштириб ўқитиш методикасини такомиллаштириш, машғулотлар самарадорлигини оширувчи воситаларни ишлаб чиқишга бағишланган ишларни яратиш ва таълим жараёнига жорий этиш йўналишлар мавжуд.

Лаборатория машғулотида бундай методларни қўллаш орқали экспериментга йўналтириш талабалар билим, кўникма, касбий малакаларини ошириб, илмий дунёқарашларини ривожлантиришга хизмат қилади. Уларда ўз

устида ишлаш кўникмасини ошириб, фанда келтирилган тушунчаларнинг илмий таърифларини англашга замин яратади.

«Атом физикаси» бўлими талабалар ва уни ўқитадиган педагогларга ҳам маълум қийинчиликлар туғдиради. Бунинг сабаби, бўлимга оид математик ифодаларнинг ўзига хослиги, кўрғазмалиликнинг мавжуд эмаслиги, назарий маълумот ва қонуниятларнинг классик қонуниятларга бўйсунмаслиги каби турли ҳолатларда кўринади. Тадқиқотнинг мазкур бобида бундай муаммоларнинг ечими ушбу бўлимга оид жараёнларни компьютер технологиялари воситасида моделлаштириш, тажрибаларни визуаллаштириб машғулотларда намойиш этиш, динамик иллюстрацияли ўқув материалларини яратиш самарали эканлиги кўрсатилган. Шулардан бири компьютерли моделдан фойдаланиш ҳисобланади.

АКТни таълимда қўллаш ўқитилаётган фанларнинг объектларини табиий кўринишда кўрсатиш мумкин бўлмаган маълумотларни ифода этиш имкониятини яратади. «Атом физикаси»га оид маълумотлар, қонуниятлар ва экспериментларнинг аксарияти моделлаштириб тақдим этишни талаб этади. Бу эса ўз навбатида оригиналнинг табиатини аниқлаш, унинг ички, ташқи хоссаларини ва ривожланиш жараёнини кузатиш имкониятини беради. Шу мақсадда «Атом орбиталарида электронлар ҳолати» мавзусидаги моделлаштирилган ишланма таълим жараёнига тавсия этилди. Ушбу ишланма тузилишининг блок-схемаси келтирилган (1- расмга қаранг):



1- расм. «Атом орбиталарида электронлар ҳолати» мавзусидаги моделлаштирилган ишланманинг блок-схемаси

Барчамизга маълумки, бугунги кунда олий таълим муассасалари физика йўналиши талабалари орасида атом структураси, нанотехнологиялар тўғрисида фикр-мулоҳаза юритишда, аввало, уларда атомнинг Резерфорд-Бор модели асосида тасаввур ҳосил бўлади ва бу ҳолат квант-механик параметрларни, атомнинг булут моделини ўрганиш жараёнида чекланишларга олиб келмоқда [8; 114-б.].

$$\psi(r, \theta, \varphi) = R(r)\Theta(\theta)\Phi(\varphi) \quad (1)$$

Бу эрда $R(r)$ радиал тўлқин функция бўлиб, θ ва φ -бурчакларнинг ўзгармас қийматида пси-функциянинг радиус вектори бўйича ўзгаришини характерлайди; $\theta(\theta)$ -кўтбий функция бўлиб, r -вектор ва φ -бурчакнинг ўзгармас қийматида марказий майдон сфераси меридиани бўйлаб тўлқин функция Ψ нинг зенит (кўтб) бурчаги θ га боғлиқ ўзгаришини тасвирлайди; $\Phi(\varphi)$ -азимутал тўлқин функция бўлиб r ва θ нинг ўзгармас қийматида Ψ нинг ушбу сфера параллели бўйлаб ўзгарувчи азимут бурчаги φ га боғлиқ ўзгаришини характерлайди. (1) ифодани $\frac{2mr^2}{\hbar^2}$ га кўпайтириб қуйидагини оламиз.

$$\begin{aligned} \Theta \Phi \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{R\Theta}{\sin^2 \theta} \frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + \frac{\Phi R}{\sin \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\Theta}{d\theta} \right) + \\ + \frac{2mr^2}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) R\Theta \Phi = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Ўзгарувчиларга ажратиш усулидан фойдаланиб (8.13) ни $\psi = R\Theta\Phi$ га бўлиб, фақат r га, фақат θ га ва фақат φ га боғлиқ бўлган учта алоҳида тенгламаларга ажратиш мумкин. Натижада фақат r га боғлиқ бўлган радиал қисм ва фақат θ ва φ га боғлиқ бўлган бурчак қисмини ажратиш мумкин бўлади:

$$R \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{\Phi}{\sin^2 \theta} \frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + \frac{\Theta}{\sin \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\Theta}{d\theta} \right) + \frac{2mr^2}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = 0 \quad (3)$$

хар бирини $l(l+1)$ кўринишдаги доимийликка тенглайлик:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2mr^2}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = l(l+1) R \quad (4)$$

ва

$$\frac{1}{\Phi \sin^2 \theta} \frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + \frac{1}{\Theta \sin \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\Theta}{d\theta} \right) = l(l+1) \quad (5)$$

ни ҳосил қиламиз.

Шунингдек (8.16) ни иккита бир-бирига боғлиқ бўлмаган тенглама кўринишида ёзиш мумкин. Бунинг учун (8.16) ни $\sin^2 \theta$ га кўпайтириб, гуруҳлаб қуйидаги тенглик кўринишига келтирамиз.

$$\frac{1}{\Phi} \frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} = l(l+1) \sin^2 \theta - \frac{\sin \theta}{\Theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\Theta}{d\theta} \right)$$

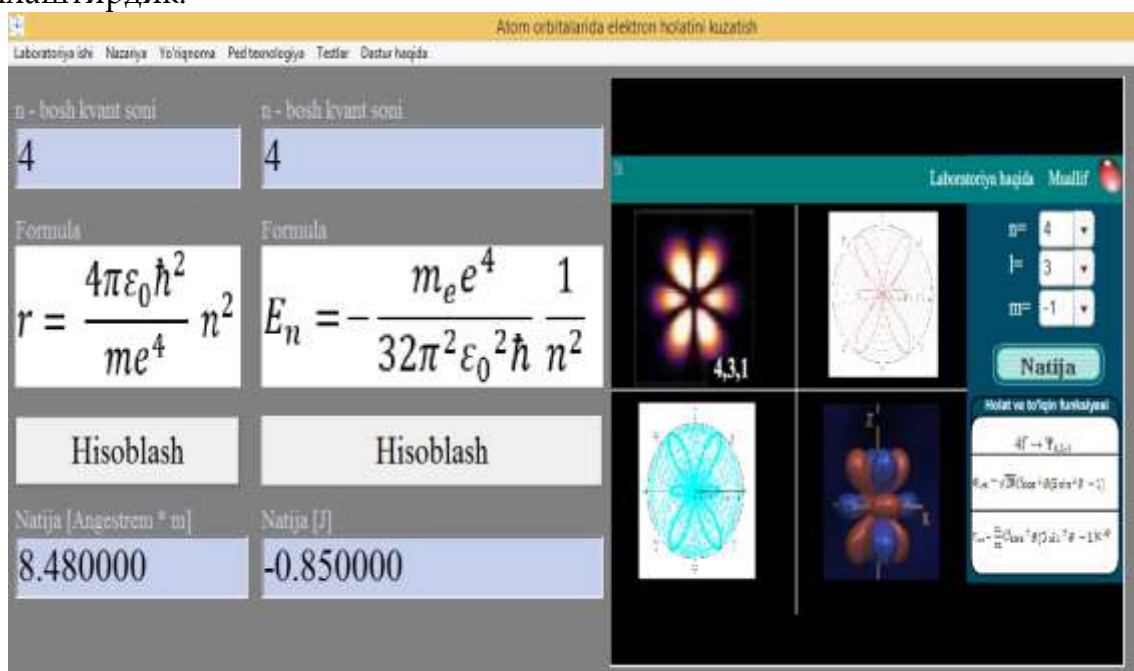
ҳосил бўлган тенглик икки томонини бир ўзгармасга тенг бўлган ҳолдагина ўринлидир.

$$\frac{m_l^2}{\sin^2 \theta} - \frac{1}{\theta \sin \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d\theta}{d\theta} \right) = l(l+1) \quad (6)$$

ва

$$\frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + m_l^2 \Phi = 0 \quad (7)$$

Шундай қилиб Шрёдингер тенгламасини учта оддий дифференциал тенгламаларга ажратдик ва АКТ воситасида қуйидаги кўринишларда моделлаштирдик:



2-расм. Яратилган ишланмада 3f-ҳолатнинг ёритилиши

Яъни (1), (2), (3) тенгламалар ёрдамида $R(r), \theta(\vartheta), \phi(\varphi)$ функцияларни топиш орқали $\Psi(x,y,z)$ функцияни тўла аниқлаймиз. (2) тенглама водород атоми учун ёзилган Шрёдингер тенгламасини радиал қисми дейилади. 1, 3, тенгламалар бурчак бўйича ўзгарувчи тенгламадир. Ҳар уччала тенгламани алоҳида ечимларини топиб уларни стандарт шартларини қаноатлантиришини таъминлагач, бир жойга тўплаб қуйидаги кўринишда тўла ечимни оламиз.

$$\psi(\text{куч}) = R(r)\theta(\theta)\phi(\varphi)$$

Бу ерда $R(r)$ ечимни (8.15) тенгламани ечимидан $\theta(\theta)$ функцияни (8.17) тенгламани ечимидан ва $\phi(\varphi)$ функцияни (8.18) тенгламани билишдан ҳосил қилинади. Айтиш керакки, бу тенгламаларни ечими оддий кўринишда ва узлуксиз ўзгарувчан функцияни ечимига эга эмас. Уларнинг ҳар бир махсус шартлар бажарилгандагина ечимга эга. Шунинг учун ҳар бир ўзгарувчига мос тенгламаларни

маҳсус шартларни қаноатлантирувчи ҳолатларида $\psi(x,y,z)$ функция яъни атомда электрон ҳолатини аниқловчи функция мавжуд бўлади ва улардан ташқари ҳолатларда мавжуд бўлмайди. Бундан шундай хулоса келиб чиқадики атомда электрон ҳолатини ифодалайдиган тўлқин функцияси $\psi(x,y,z)$ ихтиёрий ҳолатларда мавжуд бўлавермасдан фақат R, θ, ϕ функциялар мавжуд бўлган ҳолатлардагина мавжуд бўлар экан.

R, θ, ϕ функциялар эса фақат маълум шартлар бажарилганда ечимга эга бўлади. Яъни R функция параметр n нинг $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$ ва ℓ нинг $\ell = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5, \pm 6, \dots, n-1$ қийматларидагина чекли ечимга эга. $\theta(\theta)$

функция эса ($\ell = 0, 1, 2, \dots, n-1$) ва $\phi(\phi)$ функция параметри $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm \ell$ қийматлар қабул қилгандаги ечимга эга. Булардан кўрамизки атомда электрон ҳолатини аниқловчи тўлқин функцияси $\psi(x,y,z)$ учта R, θ, ϕ функцияларни аниқ ва чекли ечимга эга бўлиш шартлари

$n = 1, 2, 3, 4, \dots, \ell = 0, 1, 2, 3, n-1, m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \ell$ каби ўзгарадиган бутун сонлардан иборат бўлган ҳолатлардагина ечимга эга. Яъни R функция $n = 1, 2, 3, \dots$

ва ҳокозо каби сонларда ечимга эга бўлса $\theta(\theta)$ функцияни $\ell = 0, 1, 2, 3, n-1$ каби квант сонларга тенг бўлганда ечими мавжуд $\phi(\phi)$ функция эса,

$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \ell$ каби бутун сонлар қийматида ечимга эга бўлади. Кўрамизки, бу учта тенглама n, ℓ, m каби квант снларни дискрет қийматларидагина ечимга эга экан. Шу учта квант сонлар ёрдамида функция аниқлангани учун электрон ҳолати ҳам улар орқали аниқланади. бундан айтиш мумкинки атомда электрон ҳолати

$\psi_{n,\ell,m}$ орқали аниқланадиган бўлса, унда электрон ҳолатни учта квант сон орқали аниқланиши келиб чиқади. Булар n -бош квант сон бўлиб, у атомда электрон орбитаси радиуси ихтиёрий ўзгармасдан маълум дискрет $n = 1, 2, 3, \dots$ каби сонларга тўғри келган радиуслардагина булишини кўрсатади. Яъни орбита радиуси

квантланганини кўрсатади. Ундан кейин ℓ квант сон орбитал квант сон дейилиб, уни маъноси орбитал формуласини фазода ихтиёрий бўлмасдан муайян формалардагина бўла олишини кўрсатади. Яъни $\ell = 0$ да s форма $\ell = 1$ да p орбитал формаси, $\ell = 2$ да d орбитал формаси ва $\ell = 3$ да f орбитал каби орбита шаклларида эга бўлганда ҳолат мавжуд бўлиб бошқа ҳилларда мавжуд эмаслигини

кўрсатади ℓ -орбита формаси квантланганини кўрсатади. Ундан ташқари $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \ell$ квант сони эса шу орбиталарни фазодаги бирор ўққа бўлган вазияти ҳам квантланганини билдириб, магнит квант сони дейилади. Магнит квант соннинг маъноси орбитал магнит моментни бирор ўққа бўлган проекциясини улуксиз ўзгармасдан дискрет ҳолда ўзгаришини кўрсатади. Яъни фазовий квантланиш мавжудлигини билдиради. Шундай қилиб атомда электрон ҳолати энг

камида 3 та квант сон n, ℓ, m , билан $\Psi_{n, \ell, m}$ каби аниқланиб, уни квантланган ҳолатда бўлишини билдиради. Айтиш керакки, том маънода электрон ҳолати шу учта квант сон билан аниқланиши етарли бўлмас экан. Чунки атом спектрларини ўрганиш шуни кўрсатадики, атомда электрон ҳолати яна бир спин квант сони билан ҳам аниқланар экан. Уни тушуниш учун микрозарра моментларини кўриб ўтиш фойдалидир.

References:

1. Jalolova P.M. The plotting of the atom orbit using the Maple program. Science and world, Wolgograd, 2018, pp. 19-23.
2. Jalolova P.M. Quantum mechanical models of the spectrum and orbital of the hydrogen atom. // Eastern European Scientific Journal.–Germany, 2018. (№ 1).
3. Jalolova P.M. «Nablyudenie za izmeneniyem sostoyaniya elektronov v atomnix orbitax» Agentstva po intellektualnoy sobsvennosti Respubliki Uzbekistan, 2019. DGU 06048.
4. Jalolova P.M. Turaev S.J. Vodorod atomidagi elektronlar holat va to'liqin funksiyasini o'rganish uchun elektron dastur // O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi.– Toshkent, 2019–№ DGU 05952 raqamli guvoohnoma Multanovskiy V.V, Vasilevskiy A.S. Kurs teoreticheskoy fiziki. Kvantovaya mexanika. M.: «Prosveshenie», 1991.c-127,130
5. Jalolova P.M. Quantum mechanical structure of hydrogen atom. International Conference «Science, research, development» // Berlin, 2018.–P.242-247.
6. Jalolova P.M. Kvantovanie vodorodobnogo atoma v sfericheskoy sluchae // Mejdunarodnaya konferensiya «Nauka i obrazovaniya v XXI veke»–Astana, 2018.–18-19 iyun.–S.34-38.
7. Jalolova P.M. Atom orbitalarining 4f holati uchun kvant parametrlarini yoritish va kompyuter grafikasida modellashtirish // O'zbekiston Milliy univertitetining 100 yilligiga bag'ishlangan respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Toshkent, 2018. – B. 64-66.
8. Tixonenko A.V. Kompyuterniy rraktikum po obshey fizike. CHast5. Kvantovaya fizika: Uchebnoe posobie po kursu «Obshaya fizika».-Obninsk: IATE, 2004.-67, 70b.
9. E.Rasulov, i dr. Kvant fizikasi.T.: Fan va texnologiya, 2009–17b.