УДК 383.22.441

# АТОМ ФИЗИКАСИДАН АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРДА РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ҚЎЛЛАШ МЕТОДИКАСИ

**П.М. Жалолова**

*Мақолада водород атомининг орбиталари Шредингер тенгламаси асосида талқин қилинган, квант параметрларни тушунтиришга оид виртуал лаборатория яратиш натижалари келтирилган. Назарий маълумотлар таққосланиб, атом орбиталари Maple дастури ёрдамида моделлаштирилган. Атом физикаси фанидан амалий машғулотларни бажаришга қўйилган талаблар ва уларни амалга ошириш методлари узвий кетма-кетликда ёритилган. Водород атомининг 1s, 2s, 3p ҳолат моделлари келтирилиб, моделлаштиришда квант механик параметрлар ўринли эканлиги тасдиқланишига аҳамият берилган.*

**Калит сўзлар:** *квант, спектр, электрон, фотон, потенциал, энергия, тўлқин, энергия, эффект, орбита.*

*В статье представлены результаты создания виртуальной лаборатории, позволяющей интерпретировать орбитали атома водорода на основе уравнения Шредингера и объяснять квантовые параметры. Сравнивались теоретические данные и моделировались атомные орбитали с помощью программы Maple. Требования к практическим зан-ятиям по атомной физике и методы их реализации изложены в цельной последовательности. Приведены модели состояний 1s, 2s, 3p атома водорода с акцентом на подтверждение квантово-механических параметров при моделировании*

**Ключевые слова:** *квант, спектр, электрон, фотон, потенциал, энергия, волна, энергия, эффект, орбита.*

## КИРИШ

Сўнгги йилларда мамлакатимизда ва бир қатор хорижий давлатларда физика таълимига оид олиб борилган тадқиқотлар атом физикаси фанидаги илмий янгиликлар ва таълим жараёнига замонавий техниканинг жадал жорий қилиниши билан боғлиқ бўлиб, бу жараён, айниқса, физиканинг “Атом физикаси” бўлимига юқори самарадорлик олиб келмоқда. Бу технологияларни таълимда қўллаш орқали қонуниятларни ўзлаштириш натижасида талабалар ўрганилаётган физик ҳодиса ёки қонуниятларни кузатувчи, қўлловчи ва таҳлил қилувчи ҳамда уларга илмий асосда ёндашувчи шахс сифатида шаклланадилар.

Физика фанини илмий, методик ва кўргазмали воситалар асосида бойитиш мақсадида яратилган адабиётлар ўзбек методист олимлари Б.М. Мирзаҳмедов,

М. Жораев, О.Н. Аҳмаджонов, Ю. Пўлатов, М. Қурбонов, С.Қ. Қаҳҳаров, К. Насриддинов, А.М. Худайберганов, Г.Э. Карлибаева, М.Ю. Мансурова, Х.М. Маҳмудова, Г. Сагатова, М.И. Даминов, И.У. Билолов томонидан ўрганилган. “Атом физикаси” асосларини тақдим этишда ўқитувчилар ҳозирги пайтда қоида тариқасида тарихий ёндашувдан фойдаланмоқдалар. Шу сабабли квант механикасига киришиш – бу асосий экспериментал фактларни кўриб чиқиш ва уларни талқин қилишдир, чунки назариянинг ўзи XX асрнинг 20-йилларида ўша пайтда тўпланган экспериментал тажрибани таҳлил қилиш натижасида пайдо бўлган. Ушбу курсда талабалар фундаментал назарий ва экспериментал ишлар билан танишадилар. Ушбу ёндашув экспериментал маълумотларнинг катта миқдорини кўриб чиқишни талаб қилади.

## МАТЕРИАЛ ВА УСУЛЛАР

Республикамизда олий таълим тизимини тубдан ислоҳ қилишнинг ҳозирги босқичи олий ўқув юртларида ўқув жараёнини ташкил қилиш, мазмуни ва методологияси, уни индивидуаллаштириш ва табақалаштиришга сифат жиҳатидан янги талабларни қўяди. Жамиятда рўй бераётган тезкор ижтимоий ўзгаришлар юқори малакали мутахассисларга бўлган эҳтиёжни шакллантиради.

XXI асрнинг бошларига келиб, республикамизда олий ўқув юртларида таълим кредит-модул шаклига ўтди, бу эса талабаларни тайёрлашга янгича ёндашувни талаб қилади. Бу эҳтиёж, айниқса, мустақил касбий фаолиятда кўзга ташланади. Зотан, талабаларни ўқитишда индивидуал ёндашув жуда муҳимдир. Бугунги давр “Атом физикаси”ни ўқитишда ҳам замон талабларига мос мутахассис тайёрлаш назарияси ва амалиётини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратиш вазифасини қўймоқда.

“Таълимни индивидуаллаштириш” ёки “ўқитишнинг дифференциацияси” тушунчасидан фойдаланганда шуни ёдда тутиш керакки, уни амалий қўллашда биз мутлақ эмас, балки нисбий индивидуаллаштириш ҳақида гапирамиз. Олий таълимда амалда индивидуаллаштириш ҳар доим қуйидаги сабабларга кўра нисбий бўлади:

1) ҳар бир талабанинг индивидуал хусусиятлари ҳисобга олинмайди, лекин тахминан ўхшаш хусусиятларга эга бўлган талабалар гуруҳи назарда тутилади;

2) фақат маълум хусусиятлар ёки уларнинг комплекслари ва ўрганиш нуқтаи назаридан муҳим бўлган нарсалар (масалан, умумий ақлий қобилиятлар) ҳисобга олинади; шу билан бирга, индивидуаллаштиришнинг маълум бир шаклида ҳисобга олинмайдиган ёки зарур бўлмайдиган бир қатор хусусиятлар пайдо бўлиши мумкин (масалан, феъл-атвор ва темпераментнинг турли хусусиятлари);

3) баъзида маълум хусусиятлар ёки шароитларнинг ҳисоблагичи мавжуд, фақат агар бу маълум бир талаба учун муҳим бўлса (масалан, ҳар қандай соҳадаги истеъдод, соғлиқнинг бузилиши);

4) индивидуаллаштириш бутун таълим фаолиятида амалга оширилмайди, лекин вақти-вақти билан ёки бирон бир тарбиявий ишда амалга оширилади ва индивидуал бўлмаган иш билан бирлаштирилади [6. Б. 164].

Шу муносабат билан биз олий таълимда кредит-модул тизими шароитида ахбо

рот технологиялари муҳитида атом физикасидан машғулотларини рақамли технологиялардан фойдаланиб ташкил этиш методикасини ишлаб чиқиб, талабаларда илмий-назарий, амалий-техник ва экспериментал тадқиқотчилик, IT мухандислик, мустақил изланувчанлик қобилиятларини ривожлантирувчи индивидуал ишларни ташкил этиш методикасини таълим жараёнига татбиқ этамиз.

Масалаларни тизимли равишда ечиш – физика курсини ўзлаштиришнинг зарурий шартидир. Масала ечиш ҳодисаларнинг физик моҳиятини тушуниб олишга, формулаларни эслаб қолишга, назарий билимларни амалда қўллаш кўникмаларини шакллантиришга ёрдам беради.

Масала ечишда қуйидагиларни бажариш зарур:

1. Асосий қонунлар ва формулаларни кўрсатиш, бу қонунларнинг таърифларини келтириш, формулаларни ёзишда қўлланилган ҳар бир ҳарфли белгига изоҳ бериш. Агар масала ечишда бирор формуланинг хусусий ҳолидан фойдаланиш талаб қилинса, у ҳолда бу формулани келтириб чиқариш лозим.

2. Масаланинг мазмунини тушунтириб берувчи чизмани чизиш (зарур ҳолларда); расмни чизмачилик асбобларидан фойдаланиб, аниқ чизиш лозим.

3. Масалани ечишда қисқа ва лўнда тушунчалар бериб бориш.

4. Масалани умумий кўринишда ечиш, яъни изланаётган катталикни масала шартида берилган ҳамда жадвалдан олинган ҳарфли белгилар орқали ифодалаш.

Атом физикаси масалалари жуда турли-туман бўлиб, уларни ечишнинг ягона йўлини бериш мумкин эмас. Бироқ, одатда, физик масалаларни умумий кўринишда ечиш керак. Бу усулда оралиқ катталиклар ҳисоблаб топилмайди, сон қийматлари фақатгина охирги, изланаётган катталикни ифодаловчи ишчи формулага қўйилади.

5. Ишчи формулага бирликларнинг ўлчамларини ёки уларнинг қисқартирилган белгиларини қўйиб, изланаётган катталикнинг ўлчами тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш.

6. Ишчи формулага кирган барча катталикларни ХБС бирликларида ифодалаш ва яққол кўриниши учун уларни устун кўринишида ёзиш.

7. Масалани ечиш натижасида олинган умумий кўринишдаги охирги формулага битта система бирликларида ифодаланган сон қийматларини қўйиш. Бу қоидага риоя қилмаслик нотўғри натижага олиб келади. Формуланинг сурат ва махражига кирадиган бир хил даража кўрсаткичларига эга кўпайтувчилар бундан мустасно бўлиши мумкин. Бундай катталикларни масала ечишда қўлланиладиган бирликларда ифодалаш шарт эмас. Уларни ихтиёрий, лекин бир хил бирликларда ифодалаш мумкин.

8. Формулага қўйилган катталикларни тақрибий ҳисоблаш қоидаларига асосан ҳисоблаш, жавобида сон қийматини ҳамда изланаётган катталикнинг ўлчов бирлигининг қисқартирилган номини ёзиш.

9. Ишчи формулага қийматларни қўйишда ҳамда жавобни ёзишда катталикларнинг сон қийматини бир хонали ўнли касрнинг ўн асосли даража кўрсаткичига кўпайтмаси кўринишида ёзиш. Масалан, 3520 ўрнига $3{,}52\cdot10^{3}$, 0,00129 ўрнига $1{,}29\cdot10^{-3}$ ни ёзиш.

10. Сонли жавобнинг тўғрилигини баҳолаш. Қатор ҳолларда бундай баҳолаш олинган натижанинг хатолигини аниқлаш имконини беради. Масалан, иссиқлик машинасининг фойдали иш коэффициенти бирдан катта бўлмайди, электр заряди элементар заряд e=1,6·10$^{-19}$ С дан, жисмнинг тезлиги эса ёруғликнинг вакуумдаги тезлигидан катта бўлмайди ва ҳоказо [5. Б. 102].

## НАТИЖАЛАР

Масала ечиш малакаси узоқ ва тизимли машқлар натижасида эгалланади. Масала ечишни ўрганиш ва лаборатория ишини бажаришга тайёргарлик кўриш учун дарсликларнинг навбатдаги бўлимини ўрганиб бўлгач, масала ечиш намуналарини диққат билан ўрганиш, “Мустақил ечиш учун масалалар” бўлимидаги масалаларни ечиш, шунингдек, физикадан масалалар тўпламларидан бир қатор масалаларни ечиш керак бўлади. Мустақил ечиш учун масалаларни назорат ишида ечиш учун кўзда тутилган масалаларнинг элементларини ўз ичига олган ҳолда танланиши таълим жараёнида зарурдир. Шунинг учун ҳам бу масалаларни ечиш талабани назорат ишини бажаришга тайёрлайди. Талабалар атом физикаси курсида амалий машғулотлар учун мураккаб босқични ўтайдилар. Атом физикаси курси классик механика ва квант механикаси орасида кўприк вазифасини бажарувчи бўлим ҳисобланиб, талабалардан олий физика курси ва олий математика курсини пухта ўзлаштириш билан бирга кимё фанидан ҳам билимларни талаб этади. Қуйида мисоллар келтирамиз.

*Масала:* Ядро атом марказида 1S-электрон ҳосил қилинган электростатик потенциалларни топинг.

*Ечилиши:*

Водород атом марказида ядродан r масофада электрон ҳосил қилинган потенциал

$$\varphi = \frac{1}{4\eta\varepsilon_0}\int (\frac{p}{r}) \bullet r^2 dr \qquad (1)$$

Бунда $\varphi_{10}^2$ (r)$\varphi$ электрон зарядниг ҳажмий зичлиги 1S-элетроннинг формуласи

$$\psi_{10}(r) = 2(\frac{1}{r_1})^{3/2} \bullet e^{-r}\eta^1, \ (2)$$

у ҳолда

$$P = -\frac{4e}{r^3}\exp(\frac{2r}{r_1}) \ (3)$$

бунда e – электрон заряд, $r_1$ – Бор радиуси. (3) ни (1)га қўйсак;

$$\varphi = \frac{4e}{4\pi\varepsilon_0 R^3_1}\int -\exp(-\frac{2r}{r}) \bullet r^2 d\pi\varepsilon_0 R^3_1 r = -\frac{4e}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

$$\bullet \frac{r}{2^3} r_1^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = -9*10^9 \frac{1}{\varphi} \bullet \frac{1,6*10^{19} e}{0,53 \bullet 10^{-10} i} = -27,2B$$

(4)

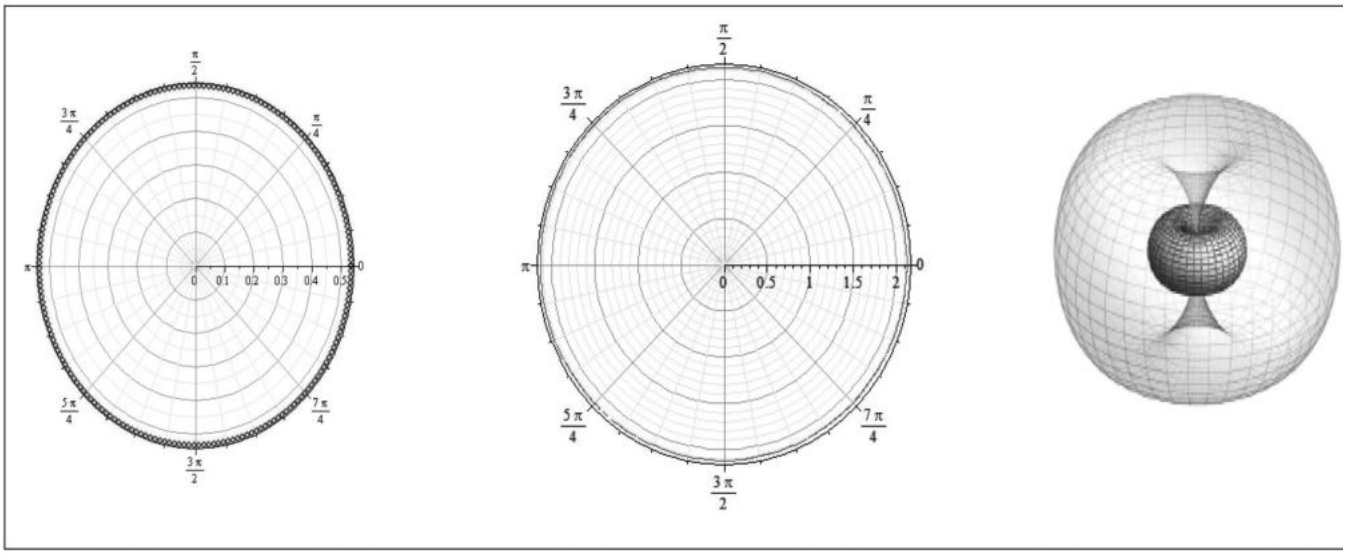
Демак, $\varphi_1$ ва $\varphi$ = -27,2В.

Ушбу водород атомининг ҳолатларини рақамли технологиялар асосида моделларини яратишда унинг квант механик параметрларини ҳисобга олиш ҳамда кимёвий тузилишига аҳамият бериш зарур [2. Б. 145]. Шунинг учун атом физикасини ўрганаётганда симуляция дастурларидан фойдаланиш орқали талабаларни экспериментга йўналтириш ва экспериментал тажрибаларни ўтқазиш мақсадга муво-

фиқдир. Бундай дастурларни ишлаб чиқиш учун турли хил дастурлаш тилларидан фойдаланиш мумкин. Ушбу ёндашув, бир томондан, анъанавий методологияда белгиланган вазифаларни қоида тариқасида самарали тарзда кўриб чиқишга имкон беради. Бошқа томондан, бу атомлар структурасининг квант механик қонуниятларининг ғайриоддий кўринишини график шаклда ва динамикада тақдим этишга имкон беради. Масалан, тўлқин функцияси, суперпозиция принципи, атомнинг булут модели ва бошқалар.

Ҳозирги вақтда атом физикасини ўқитиш жараёнида фойдаланиш учун махсус ишлаб чиқилган дастурий таъминот мавжуд.

Масалан, стационар Шредингер тенгламасини (водород атомининг асосий ҳолати ва уйғонган ҳолатига таъсири, чекланган уйғонган ҳолатларнинг тўлқин функцияси ва эҳтимолий кўриниш моделини) кўриб чиқиш учун ишлатилиши мумкин бўлган моделларнинг тасвири берилган. Худди шу дастурий ишланма орқали эркин тўлқин пакетининг ҳаракатини, симуляция қилишга имкон берадиган ностационар Шредингер тенгламасини ечиш учун моделлаштириш ва ечимлар графигининг моделлаштирилган дастури ишлаб чиқилган (1-, 2-расмлар).



**1-расм.** Водород атомининг 1s, 2s, 3p ҳолат моделлари.

1-расмда водород атомининг 1s, 2s, 3p ҳолат моделлари келтирилган бўлиб, моделлаштиришда квант механик параметрлар ўринли эканлиги тасдиқланишига аҳамият берамиз. Маълумки, бугунги кунда олий ўқув юртлари физика йўналиши талабаларига орасида атом стуруктураси, нанотехнологиялар тўғрисида маълумот беришда атомнинг квант механик қонуниятларининг Шредингер тенгламаси ва тўлқин функция тушунчасини ёритиш асосида иш кўрилади. Водород атоми Протон майдонида ҳаракатланаётган (2-расм) электрон учун Шредингер тенгламаси

$$\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}[E - U(r)]\psi = 0 \qquad (5)$$

тенгламани қаноатлантирувчи тўлқин функция (Ψ) ни учта координата (r,$\theta$,$\varphi$)ни характерловчи функцияларнинг кўпайтмаси кўринишида ёзиш мумкин [3. Б. 45].

$$\Psi(\mathrm{r},\theta,\varphi) = R(r)\Theta(\theta)\Phi(\varphi) = R(r)Y(\theta,\varphi) \quad (6)$$

У ҳолда (5) тенглама (7) кўринишга эга бўлади [1. Б. 48].

$$\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{dR_0}{dr}\right) + \frac{2m_0}{\hbar^2}\left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r}\right)R_0 = 0 \quad (7)$$

$R(r)$ – *радиал тўлқин функция фақат радиусга* боғлиқ;

$Y(\theta,\varphi)$ – тўлқин функциянинг $\theta$ – ва $\varphi$ – бурчакка боғлиқ қисми ва уни *шаравий функция* деб аташади. Ушбу параметрлар водород атоми учун 1-жадвалдаги қийматларни қабул қилади.

| Holat va to'lqinfunksiya $\Psi_{n,l,m.}$ | $\theta_{l,m}$ | $Y_{l,m}$ |
|---|---|---|
| $1s^0 \rightarrow \Psi_{1,0,0}$ | $\sqrt{2/7}$ | $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}$ |
| $2s^0 \rightarrow \Psi_{2,0,0}$ | $\sqrt{\frac{3\pi}{2}}$ | $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}$ |
| $2p^{-1} \rightarrow \Psi_{2,1,-1}$ | $\sqrt{\frac{3}{2\pi}}\cos^2\theta$ | $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\cos^2\theta$ |
| $2p^0 \rightarrow \Psi_{2,1,0}$ | $\sqrt{\frac{3\pi}{2}}\sin^2\theta$ | $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\sin^2\theta$ |
| $2p^1 \rightarrow \Psi_{2,1,1}$ | $\sqrt{\frac{3}{2\pi}}\cos^2\theta$ | $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\cos^2\theta$ |
| $3s^0 \rightarrow \Psi_{3,0,0}$ | $\frac{3\pi}{2}$ | $\frac{15}{\sqrt{4\pi}}$ |
| $3p^{-1} \rightarrow \Psi_{3,1,-1}$ | $\pm\sqrt{\frac{7}{16\pi}}(5\cos^3\theta - 3\cos^2\theta)$ | $\sqrt{\frac{7}{16\pi}}(5\cos^3\theta - 3\cos^2\theta)e^{-i\varphi}$ |

Водород атомида *2p* ва *3d* ҳолатдаги электроннинг ядродан энг эҳтимолли масофасини аниқлашда квант механикасига доир адабиётлар [7. Б. 163] да келтирилган жадвалдан фойдаланиб, *2p* ҳолат учун:

$$R_{2,1} = \frac{1}{2\sqrt{6}}\left(\frac{1}{r_1}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{r}{r_1}\right)e^{\frac{r}{2r_1}} = C * \left(\frac{r}{r_1}\right)e^{\frac{r}{2r_1}} \quad (8)$$

Бунда

$$C = \frac{1}{2\sqrt{6}}^{\frac{3}{2}} \quad (9)$$

*3d* ҳолат учун:

$$R_{3,2} = \frac{1}{9\sqrt{30}}\left(\frac{1}{r_1}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{2r}{3r_1}\right)^{2}e^{\frac{r}{3r_1}} = C * \left(\frac{2r}{3r_1}\right)^{2}e^{\frac{r}{3r_1}} \quad (10)$$

бунда

$$C_1 = \frac{1}{9\sqrt{30}}\left(\frac{1}{r_1}\right)^{\frac{3}{2}} \quad (11)$$

C ва $C_1$ – ўзгармас коэффицентлар, $r_1$ – Бор радиуси, Водород атоми учун $r_1 = 0{,}53A^0$.

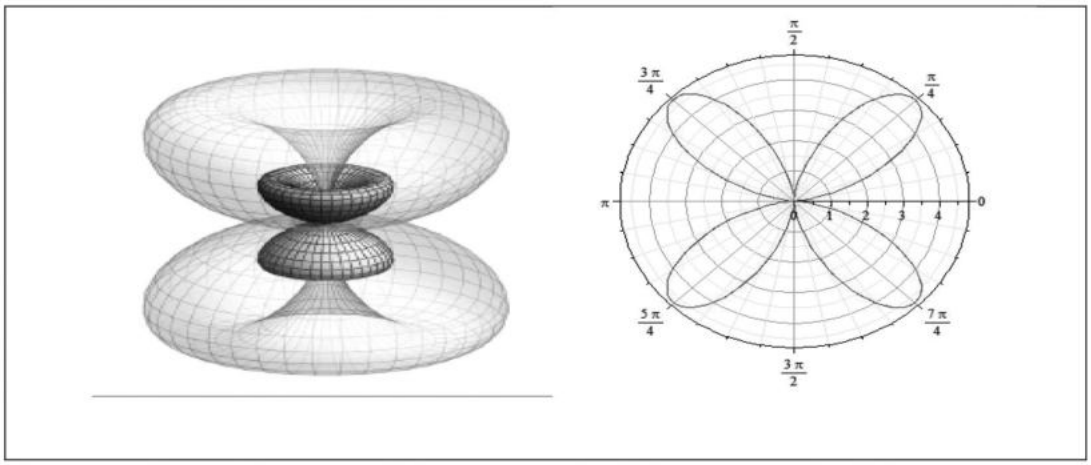
Электронни ядродан энг эҳтимолли масофасини топиш учун эҳтимолликдан радиус бўйича ҳосила оламиз ва натижани нолга тенглаймиз:

$$\frac{dP(r)}{dr} = R_{2,1}(r)R_{2,1}(r)r^2 * 4\pi dr = 4\pi\frac{C^2}{r_1^2}\left(r^4 * e^{\frac{r}{r_1}}\right)' =$$

$$=4\pi\frac{C^2}{r_1}\left(4r^3e^{\frac{-r}{r_1}} - r^4\frac{1}{r_1}e^{-\frac{r}{r_1}}\right) = 0$$

$$4r^3 - -\frac{r^4}{r_1} = 0$$

Демак, *2p* ҳолат учун $r_{эҳт}=4\ r_1$, *3d* ҳолат учун $r_{эҳт}=9r_1$.




**2-расм.** Водород атомининг 2p- $\Psi_{2,1,0}$, 3d $\Psi_{3,1,-1}$ ҳолатлар моделлари.

2-расмда водород атомининг 2p, 3d ҳолат моделлари келтирилган бўлиб, масала шарти ва жавобида келтирилган параметрларни тасдиқлайди.

## МУҲОКАМА

Ҳосил қилинган модулда Шредингер тенгламаси ва унинг қутбий ва радиал қисми ечимлари ҳосил қилувчи график ва водород атомининг эҳтимолий булут шакли, 3D тасвири ва элетроннинг энергетик тақсимоти келтирилган. Аслида тўлқин функцияси математик абстракция бўлсада, у ўрганилаётган объект ҳақида ишончли маълумотларни беради. Компьютер модели тадқиқот объекти ўрнини босади ва бу билан математик тенгламалардан фарқ қилмайди. Микро- ва нанообъектларнинг ўзаро таъсирини ўрганиш симуляция-моделлаштириш дастурий таъминотини ишлаб чиқишга олиб келади, бу микрооламда содир бўлаётган жараёнларни янада соддароқ илмий тасвирлашга имкон беради. Бундай компьютер моделлари нафақат квант механикасининг математик формулаларини талқин қилишга, балки уларни чуқурроқ англашга ҳам ёрдам беради.

Зарур жиҳозларнинг етишмаслиги, тажрибалар учун хавфсизлик талабларининг етарли эмаслиги ва бошқа бир қатор сабабларга кўра асосий тажрибаларнинг аксариятини талабаларга намойиш этиш имкони чекланган. Мутахассислар ва ўқитувчиларни тайёрлаш университетларида “Умумий физика” курси таркибида бошқа бўлимларга нисбатан атом физикасининг асосий саволлари тақдимоти, намойишлар ва лаборатория ишлари кам экани кузатилади. Микрооламнинг физик қонуниятларини идрок этиш жуда қийин. Заррачани ва тўлқиннинг гибридини, шунингдек, заррача ҳеч қандай траекторияни тасвирламайдиган ҳаракатни тасаввур қилиш жуда қийин. Квант механикасида микропартикулларнинг хатти-ҳаракатларини тавсифлаш учун мавҳум хусусиятга эга бўлган махсус воситалар ишлаб чиқилган бўлиб, бу ўқув жараёнининг ҳаддан ташқари расмийлаштирилишига олиб келади. Ўқув жараёнининг расмийлаштирилиши аксарият ҳолларда материални расмий идрок этишга олиб келади.

Физиканинг ушбу бўлимини ўрганаётганда талабалар ўзлари учун мутлақо янги бўлган ғоялар ва тушунчаларга дуч келишади, уларнинг ассимиляциясига, аввало, аниқлик йўқлиги тўсқинлик қилади. Инсон тафаккури мажозий маънога эга ва биз уни етарлича визуал тушунчалар ва тасвирларда тақдим эта олсак, акс эттириш мавзуси тушунарли ҳисобланади. Биз болалигимиздан таниш бўлган, атрофимиздаги макроскопик жисмлар дунёсида илдиз отган тасвирларни иллюстратив деб биламиз [6. Б. 201].

Микротизимда ўз-ўзидан бизнинг ҳиссиётларимизга таъсир қилмайдиган ҳодисалар кузатилади. Бундай ҳолда ҳодисани моҳиятини қурилмасиз тасвирлаш мумкин эмас. Қурилма бу ҳодисанинг аниқ таърифининг бир қисмидир. Шунинг учун ҳодисаларни ҳеч бўлмаганда принципиал равишда бизнинг сезги органларимиз томонидан тўғридан-тўғри қабул қилинадиган ҳодисалар синфига ва макроскопик қурилмада акс эттириш орқали биз қабул қиладиган ҳодисалар синфига бўлинишига тўлиқ параллел равишда, ҳодисалар ҳақидаги ғояларимиз визуал ва севимли бўлганларга бўлинади. Атом физика бўйича индивидуал тажрибалар жараёнида компьютер ва рақамли технологияларни датчиклар ва ўлчаш мосламалари билан биргаликда қўллаш, биринчи навбатда, экспериментнинг ишлаш вақтидан ва бир қатор талаблардан халос бўлиш, иккинчидан, тажриба давомида осонликча

бошқарилиши мумкин бўлган маълумотларни тақдим этиш имкониятини беради. Агар компьютер ва табиий тажриба бирлаштирилиб, кўриб чиқилаётган физик жараёнлар фарқини, шунингдек, назария ва тажриба ўртасида физик илмий маълумотлар ўринли моделлаштирилганлиги тасдиқланса, таълимда бундай технологияларнинг самараси юқори бўлади [7. Б. 80]

Ушбу турдаги дастурлар бугунги замонавий таълимда тобора анънавий кўриниш касб этиб бўлган. Айни пайтда атом физика экспериментларига мўлжалланган дастурий таъминот тизимлар ва датчикларнинг схематик ва майда предметларининг ишлаш принциплари ҳам симулятор дастурлари асосида тушунтирилади ва таълимда бундай воситалар рақамли кўргазмавий воситалар вазифасини ҳам ўтайди. Шу каби ишланмалар маҳаллий тадқиқотчилар томонидан олиб борилмоқда [8. Б. 1550].

Физик экспериментни (шунингдек, техник объектларни) автоматлаштириш ва бошқариш учун бундай дастурий таъминотдан фойдаланиш компьютер ускуналарида ва компьютернинг қуйидаги ўтказувчан хусусиятларини бажара оладиган наноўлчамли объектларда физик экспериментни такомиллаштиришда алоҳида ўринни белгилайди:

- ўлчов воситаси сифатида ишлатилади;
- физик жараёнларни ёки объектнинг хатти-ҳаракатларини бошқариш;
- физик экспериментни ёки техник объектни бошқариш;
- тажриба натижаларини қайта ишлаш [9. Б. 153].

*Симуляция дастурлари* талабалар томонидан бошқариладиган махсус сигналли симуляция учун ишлатилади. Симуляция жараённинг муҳим хусусияти ҳисобланади [10. Б. 70].

## ХУЛОСАЛАР

Атом физикасини ўрганаётганда талаба “визуал” классик тасвирлардан қатъиян воз кечиши керак. Амалда квант механик тушунчалардан фойдаланиш (масалан, аниқ вазифалар учун), албатта физиканинг ушбу соҳасини ҳазм қилиш керак. Бироқ квант механик тушунчаларни ўзлаштириш қийин, айниқса, талабалар ушбу материал билан биринчи марта умумий физика курсида учрашганда қийинчилик бўлади.

Симуляция дастурининг имкониятлари физикавий тажрибани иложи борича тўлиқ миқёсда ўтказишга имкон беради. Шундай қилиб, анъанавий методикада фақат самарали усулда тақдим этилганлигини намойиш этиш ва тажрибалар ўтказиш мумкин. Симуляция дастуридан фойдаланиш экспериментал ўрнатишнинг индивидуал элементларини ва тажриба давомида юз берадиган жараёнларни тасаввур қилишга имкон беради. Бу ўқув материалини янада кўргазмали намойиш этишга ёрдам беради.

Умумий физика курсида “Атом физикаси” си асосларини ўрганиш учун ишлатиладиган симуляция ва моделлаштириш дастурларини талабалар ўқитувчи раҳбарлигида мустақил равишда ривожлантиришлари мумкин. Симулятор дастуридан фойдаланиш билан биргаликда муаммоли усул ушбу бўлимни ўрганишда

жуда самарали бўлиши мумкин. Замонавий компьютер технологияларидан фойдаланган ҳолда симуляция моделлаштириш имкониятлари муаммоли ўқитиш усули билан биргаликда талабада тадқиқотчилик кўникмаларини шакллантиришга қўйишга имкон беради.

**Адабиётлар:**

1. *Расулов Э., Бегимқулов У.Ш.* Квант физикаси. 1-том. – Тошкент: Фан ва технология, 2009. – 176 б.

2. *Мултановский В.В, Василевский А.*С. Курс теоретической физики. Квантовая механика. – Москва: Просвещение, 1991. – 320 б.

3. *Шпольский Э.В.* Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику (6-е издание). – Москва: Наука, 1974. – 524 с.

4. *Ландсберг Г.С.* Оптика. – Москва: Наука, 1976. – 928 с.

5. *Расулов Э., Бегимқулов У.Ш.* Квант физикаси. 2-том. – Тошкент: Фан ва технология, 2009. – 408 б.

6. *Расулов Э.Н., Бегимқулов У.Ш., Насриддинов К.Р., Ахмаджанова Ш.Х.* Квант физикадан масалалар тўплами. – Тошкент: Фан, 2006. – 270 б.

7. *Тихоненко А.В.* Компьютерный практикум по общей физике. Часть 5. Квантовая физика: Учебное пособие. – Обнинск: Издательство *ИАТЭ*, 2004. – 80 с.

8. *Jalolova P.M.* Methods of atomic physics classes organization based on e-learning technologies // European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences, 2020. – No 12. – Pp. 1547–1553

9. *Jalolova P.M.* Theoretical- methodological aspects of quantum physics section in the credit module system // Solid State Technology, 2020. – Vol. 63 Issue 6. – Pp.152–158.

10. *Jalolova P.M.* Методы использования информационных технологий в изучении физики // Materialien von XVI International wissen schaftliche und praktische Konferenz. Februar – März. – Berlin, 2020. – Vol.11. – Pp. C.69–73.

## METHODS OF USING DIGITAL TECHNOLOGIES IN PRACTICAL TRAINING IN ATOMIC PHYSICS

**P.M.Jalolova[1]**

*Ilmiy xabarnoma. Seriya: Pedagogik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Pedagogical Research.* 2021. 2(54). 53–64.

[1]Tashkent University of Information Technologies Karshi branch, Karshi, 180101, str., Beshkent 3 (Uzbekistan). E-mail: info@tuitkf.uz

**Keywords:** quantum, spectrum, electron, current, wave, atom, effect, orbit.

The stages of carrying out experimental and virtual laboratory experiments from “Atomic physics” are improved on the basis of the expansion of quantum-mechanical properties of nano-sized objects (systematization, discrete, probabilistic-statistic) on the priority of functional variability states (main, awakening); As can be seen from the figures, the geometric positions of the points which the electron can be recorded with the greatest probability correspond to the 1,2,3-Boron orbits. When the orbital quantum number is l=1 (R-state), three m=-1; m=0; m=1 values of the magnetic quantum number correspond to three directions of the impulse momentum, in this case, the value of the vector L This article describes virtual laboratory classes in physics and how to implement them. It considers photoelectric laws and states in an atom based on the Schrödinger equation. A quantum-mechanical model was developed based on the quantum parameters of a hydrogen atom. The model was created using information technology. The Schrödinger equation and its quantum parameters are explained by the atomic “cloud model”. This virtual development was introduced into educational practice as an important tool for practical exercises and quantitative laboratory research in quantum mechanics.

The connection of the correction of polaron effect to the size of the quantum dot was found for the primary and the first excited state energy of the electron. It has been shown that the determined expression of the wave function of the phonons can be more accurately estimated by the energy of polar state, and these found energy surfaces are more strongly connected to the size of quantum dot than the result of other methods.

Nowadays, it is possible to obtain structures which consist of several nanometers in size, due to the development of modern semiconductor materials technology. Due to the spatial quantization of current energy transmitters - structures such as quantum dots serve an important object in creating new types of microelectronic devices.

The main state energy of the polaron is most accurately calculated in Feynman's trajectory integration method. There are other approximate methods for calculating the energy of several sub-states. The adiabatic method of Landau-Pekar can be used when conditions of electron polarization strongly localized - that is. Due to the electron-wave function is usually localized within the KH, it is possible to obtain a more clear result for the polarized state energy which is suitable for the intermediate regime. Below, the main 1sand first excited state 1penergies of electrons which interact with polar-optical phonons, are calculated in the BP method and the parabolic potential model. The exact wave function expression of the phonons are found, it is defined that polaron state energy can be more accurately estimated, and it is shown that these found energy surfaces more strongly connected to the quantum dot size than the result of other methods.

**References:**

1. Rasulov, E., Begimkulov, U.Sh. (2009) *Kvant fizikasi* [Quantum physics]. Vol. 1. Tashkent: Fan va texnologiya.

2. Multanovskiy, V.V, Vasilevskiy, A.S. (1991) *Kurs teoreticheskoy fiziki. Kvantovaya mexanika* [A course of theoretical physics. Quantum mechanics]. Moscow: Prosveshchenie.

3. Shpolskiy, E.V.(1974) *Atomnaya fizika. Vvedenie v atomnuyu fiziku (*6-e izdanie). Vol. Том 1. Moscow: Nauka.

4. Landsberg, G.S. (1976) *Optika* [Optics]. Moscow: Nauka.

5. Rasulov, E., Begimkulov, U.Sh. (2009) *Kvant fizikasi* [Quantum physics]. Vol. 2 Tashkent: Fan va texnologiya.

6. Rasulov, E.N., Begimkulov, U.Sh. (et.al.) (2006) *Kvant fizikadan masalalar to'plami* [A set of problems from quantum physics]. Tashkent: Fan.

7. Tixonenko, A.V. (2004) *Kompyuternyj praktikum po obshchey fizike*. Chast 5. Kvantovaya fizika [Computer practicum on general physics. Frequency 5. Quantum physics]. Uchebnoe posobie. Obninsk: Izdatel`stvo IATE.

8. Jalolova, P.M. (2020) Methods of atomic physics classes organization based on e-learning technologies. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. No 12. Pp. 1547-1553.

9. Jalolova, P.M. (2020) Theoretical- methodological aspects of quantum physics section in the credit module system. *Solid State Technology.* Vol. 63. Issue 6. Pp.152-158.

10. Jalolova, P.M. (2020) Metody ispol`zovaniya informatsionnyh texnologij v izuchenii fiziki [Methods of using information technology in the study of physics]. Materialien von XVI International wissen schaftliche und praktische Konferenz. Februar- März. Berlin. Vol.11. Pp. C.69-73.

*Муаллиф ҳақида маълумот:*

**ЖАЛОЛОВА Покиза Музаффаровна** – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент. ТАТУ Қарши филиали Ахборот-таълим технологиялари кафедраси мудири. E-mail: pokiza-namdu@mail.ru