

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

2-2025
PEDAGOGIKA

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

U.I.Obidjanov	
Laboratoriya mashg'ulotlarining biologiya fanini o'zlashtirishga ta'siri.....	96
M.A.Abduxalilova	
O'quvchilarda ekologik madaniyat va barqaror rivojlanish tamoyillarini shakllantirish	100
M.A.Mamasaidova, M.X.Akbaraliyeva	
Boshlang'ich ta'lim o'quvchilariga ko'paytirish amalini o'rgatishning interfaol usullari	107
G.S.Qosimova	
Tibbiy ta'limda matematik modellashirish orqali organizmning funksional holatlari va himoya-moslashuv jarayonlarini o'qitish usullari	112
S.R.Toshboyeva, L.A.Yusupova	
Boshlang'ich sinf matematika darslarida kombinatorika elementlarini o'qitishda qo'llaniladigan asosiy qoidalar	117
A.A.Мирзалиев	
Пути повышения эффективности системы морально-психологической подготовки и теоретическая модель ее организации.....	121
A.T.Akbarov	
Basketbolning jismoniy rivojlanish va salomatlikni mustahkamlashdagi muhim roli	127
S.M.Sidiqov	
Yosh voleybolchilarning jismoniy tayyorgarligini takomillashtirishda harakatli o'yinlardan foydalanish	132
Z.N.Usmonov	
Jismoniy madaniyat ta'limi va tarbiyasi jarayonini rejalashtirishga qo'yiladigan talablar.....	137
S.T.Xakimov, N.B.Komilova	
Umumiy o'rta ta'lim maktablarida jismoniy tarbiya fani o'qitilishini tubdan takomillashtirish (basketbol sport turi misolida)	142
X.T.Xasanov	
Kasb-hunar maktablari o'quvchilarining kasbiy-amaliy jismoniy tayyorgarligi xususiyatlari	147
G.K.Yakubova	
Turli yoshdagi odamlarning har hil sharoit va hududlarda nafas olishini tahlil qilish	153
T.T.Yusupov	
Maktabgacha yoshdagi bolalar uchun gimnastika mashqlari majmuini tuzish va uni o'tkazishga qo'yiladigan talablar	158
Y.J.Mirzaaxmedova	
Bo'lajak musiqa o'qituvchilarida o'zbek musiqasi tarixi bo'yicha bilimlarni shakllantirishning pedagogik jihatlari	164
A.M.Maxmutaliyev	
Umumta'lim maktabining boshlang'ich jismoniy madaniyat jamoasi faoliyatida innovatsiyalar.....	168
D.E.Yuldasheva	
Bo'lajak o'qituvchilarda ijtimoiy-kommunikativ kompetentlikni rivojlantirishning shaxsga yo'naltirilgan yondashuv texnologiyasi	173
Y.J.Mirzaaxmedova	
Bo'lajak musiqa ta'limi o'qituvchilarida o'zbek musiqasi tarixiga doir bilimlarni rivojlantirishning pedagogik imoniyatlari	178
D.E.Yuldasheva	
Bo'lajak o'qituvchilarda ijtimoiy-kommunikativ kompetentlikni rivojlantirishning shaxsga yo'naltirilgan yondashuv modeli	182
L.E.Bobomurodova	
Boshlang'ich ta'lim o'qituvchisining ma'naviy va kasbiy sifatlariga qo'yilgan talablar	189
G.O'.Yuldasheva	
Bo'lajak boshlang'ich ta'lim o'qituvchilarining pedagogik refleksiyalash qobiliyatini rivojlantirish: komponentlar va ularning ahamiyati.....	194
E.K.Muxtarov	
Kvant mexanikasi fanidan amaliy darslarda masalalarni yechishning metodik jihatlari	194



UO'K: 53:37.016:531:517

**KVANT MEKANIKASI FANIDAN AMALIY DARSLARDA MASALALARNI YECHISHNING
METODIK JIHATLARI****МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ
ПО КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ****METHODOLOGICAL ASPECTS OF SOLVING PROBLEMS IN PRACTICAL LESSONS
IN QUANTUM MECHANICS****Muxtarov Erkinjon Kobiljonovich** 

Andijon davlat universiteti, Umumiy fizika kafedrasida dotsenti

Annotatsiya

Kvant mexanikasi, zamonaviy fizikada asosiy va fundamental fan bo'lib, uning tushunchalari ko'plab tabiat hodisalarini izohlashga imkon beradi. O'qitishda uning metodikasi juda muhim rol o'ynaydi, chunki kvant mexanikasi ko'pincha talabalarga abstrakt va murakkab fan sifatida ko'rinadi. Masalalar yechish esa nafaqat nazariy bilimlarni, balki matematik ko'nikmalarni ham rivojlantiradi. Ushbu maqolada kvant mexanikasi fanidan amaliy darslarda masalalarni yechishning samarali metodikasi muhokama qilinadi.

Аннотация

Квантовая механика – фундаментальная и основополагающая наука современной физики, ее концепции позволяют объяснить многие явления природы. Его методика преподавания играет очень важную роль, поскольку квантовая механика часто представляется студентам как абстрактный и сложный предмет. Решение задач развивает не только теоретические знания, но и математические навыки. В статье рассматривается эффективная методика решения задач на практических занятиях по квантовой механике.

Abstract

Quantum mechanics is a fundamental and fundamental science in modern physics, and its concepts allow us to explain many natural phenomena. Its methodology plays a very important role in teaching, because quantum mechanics often seems to students as an abstract and complex science. Solving problems develops not only theoretical knowledge, but also mathematical skills. This article discusses effective methods for solving problems in practical lessons on quantum mechanics.

Kalit so'zlar: kvant tizim, matematik model, metodik yondashuv, kvant mexanikasi, to'liq funksiyasi, potensial o'ra, ehtimollik zichligi.

Ключевые слова: квантовая система, математическая модель, методологический подход, квантовая механика, уровень энергии, потенциальная яма, плотность вероятности.

Key words: quantum system, mathematical model, methodological approach, quantum mechanics, potential well, wave function, probability density.

KIRISH

Ta'lim tizimini takomillashtirish va o'qitish sifatini oshirish, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etish, o'qituvchilarning malakasini muntazam ravishda oshirish, shuningdek, talabalarining bilim va ko'nikmalarini yuqori darajada rivojlantirishni ta'minlash maqsadida keng qamrovli islohotlar amalga oshirilmoqda.

Ta'lim tizimining asosiy maqsadi, yoshlarni bilimli va ma'naviy jihatdan yetuk insonlar etib tarbiyalashdir. Bu esa, o'qitish jarayonining samaradorligini oshirish, o'qituvchilarni innovatsion pedagogik metodlar bilan ta'minlash, ularning faoliyatini muntazam ravishda tahlil qilish va takomillashtirishni talab qiladi [1]. Ta'lim muassasalarida zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, shu jumladan, o'quv jarayonini yanada interaktiv va ilg'or usullar orqali tashkil etish, o'qitish sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday yondashuv talabalarining individual xususiyatlarini hisobga olish, ularning intellektual rivojlanishini ta'minlash va bilim olishda yuqori motivatsiyani yaratishga xizmat qiladi.

Kvant mexanikasi fanini o'qitishdagi asosiy maqsad, talabalarga kvant tizimlarining matematik modellarini tushuntirish va amaliy masalalarni yechishda ularning metodik yondashuvini shakllantirishdir. Talabalar kvant tizimlarining murakkabliklarini, asosan, ularning diskret energiya sathlarini, interferensiya hodisasini o'rganadilar. Shuning uchun amaliy masalalar yechish faqat matematika bilan cheklanmay, balki fizik tushunchalarni ham chuqur anglashni talab qiladi.

ADABIYOTLARNING TAHLILI VA METODLAR

Kvant mexanikasi an'anaviy klassik fizika bilan solishtirganda, juda murakkab va noodatiy hodisalarni tavsiflaydi. Masalalar yechish orqali, bu yangi tushunchalar va formulalarni yaxshiroq tushunish mumkin bo'ladi. Kvant mexanikasi mikro-dunyo, atom va molekularlar kabi kichik massali tizimlarni o'rganish uchun zarur. Masalalarni yechish orqali, bu nazariyalarni amaliyotda qo'llash imkoniyatlari haqida tushunchalar hosil qilinadi. Kvant mexanikasi bo'yicha masalalarni yechish talabalarining ilmiy fikrlashini rivojlantiradi va matematikani hamda fizikani qo'llashni o'rgatadi [2].

Kvant mexanikasi fanidan masalalarni yechish uchun quyidagi asosiy metodik yondashuvlar qo'llaniladi.

Masalani yechishda birinchi qadam sifatida uning fizik mohiyatini to'liq tushunish zarur. Talabalar o'qituvchi yordamida masala shartlaridagi fizik parametrlarni aniqlaydilar. Masalan, kvant mexanikasi masalalarida odatda ma'lum bir tizim va uning energiya sathlari haqida so'z boradi. Shuning uchun avvalo tizimning qanday fizik holatda ekanligini aniqlash va qanday matematik ifodalar bilan tasvirlanishini tushunish kerak [3].

Kvant mexanikasi masalalari ko'pincha ma'lum matematik usullarni, xususan, Shredinger tenglamasini yechishni talab qiladi. Bu yerda talabalarga operatorlar, to'lqin funksiyalari, potentsiallar va energiya qiymatlari bilan ishlashni o'rgatish zarur.

Masalalar turli darajada murakkablikka ega bo'ladi. Ba'zi masalalar analitik yechimni talab qilsa, boshqalari faqat raqamli metodlar yordamida yechiladi [4]. Misol uchun, kvant mexanikasi masalalarida energiya spektrini aniqlashda ko'pincha variatsion usul yoki perturbatsiya nazariyasini qo'llash talab qilinadi. O'qituvchi har bir metodning qayerda qo'llanishini tushuntirishi va talabalarga to'g'ri metodni tanlashda yordam berishi kerak.

Masala yechilgandan so'ng, natijalarni fizik jihatdan tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Masalan, elektronning energetik sathlarni aniqlashda talaba ushbu holatlarning kvant mexanikasi nuqtai nazaridan qanday shakllanishini va ular bilan bog'liq fizik hodisalarni tushunishi kerak. Shu bilan birga, masalani yechishda har bir qadamning fizik ma'nosini izohlash talabalarining chuqurroq o'rganishiga yordam beradi.

Kvant mexanikasidan masalalar yechish turlicha bo'ladi va har biri talabalarga muayyan bilimlarni o'rgatadi. Quyidagi turdagi masalalar eng keng tarqalgan hisoblanadi [5].

1. Tizimlar va to'lqin funksiyalarini hisoblash. Masalan, atomlar va molekularlarning energiya spektrini hisoblash, to'lqin funksiyalarining shaklini aniqlash kabi masalalar talabalarga kvant tizimlarini matematik ifodalashni o'rgatadi.

2. Kvant mexanikasida interferensiya hodisasi va kvant holatlarining evolyutsiyasi ko'plab masalalarda uchraydi. Bunday masalalarda talabalar to'lqinning tarqalishi va tizimning vaqt bo'yicha evolyutsiyasini hisoblashni o'rganadilar.

3. Kvant mexanikasida energiya va impulsni o'lchash va ularning statistik taqsimotlari bo'yicha masalalar talabalarga eksperimentlar natijalarini matematika yordamida tahmin qilishni o'rgatadi.

Ba'zi murakkab masalalar uchun analitik yechimlar mavjud emas. Bunday hollarda raqamli simulyatsiyalar yordamida tizimning evolyutsiyasini hisoblash, kvant tizimining statistik xususiyatlarini aniqlash talab qilinadi.

Maqolani yozishda, uning kirish qismida O'zbekiston Respublikasi qonunchilik ma'lumotlarining milliy bazasidan, shuningdek, o'quv va ilmiy adabiyotlardan, cheksiz chuqur potensial o'radagi zarracha holatini modellashtirishda internetdagi ochiq dasturlash tilidan foydalanildi. Masalani hal etishda tahlil, qiyoslash va umumlashtirish kabi usullar qo'llanildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Kvant mexanikasi masalalarini yechishda interaktiv metodlar, masalan, talabalar bilan guruh bo'lib ishlash, onlayn simulyatsiyalarni qo'llash, masalalarni jamoaviy hal qilish kabi yondashuvlar samarali bo'lishi mumkin. Bunday metodlar talabalarga masalani turli nuqtai

nazarlardan ko'rib chiqish imkonini beradi va o'rganish jarayonini yanada jonli qiladi. Shundan kelib chiqib, kvant zarrachani bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'radagi holatini modellashtirish uchun mualliflik dasturi ishlab chiqildi [6,7].

Quyidagi qisqa nazariy ma'lumotlardan so'ng dasturdan foydalanishga taaluqli kvant mexanikasi masalalaridan ayrimlarini bayon etamiz.

Ma'lumki, bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'radagi zarrachaning to'lqin funksiyasi

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x \quad (1)$$

ko'rinishiga ega. Bu yerda a —potensial o'raning chiziqli o'lchami, n —kvant soni [8]. Zarrachani o'raning biror oralig'ida aniqlanish ehtimolligini topish uchun quyidagi integrallash amali bajariladi:

$$\omega = \int_{x_1}^{x_2} |\psi_n(x)|^2 dx \quad (2)$$

Zarrachani aniqlash ehtimollik zichligini topish uchun

$$\rho_n(x) = |\psi_n(x)|^2 \quad (3)$$

ifodadan foydalaniladi [9].

1-masala. Kvant sonining $n=2$ qiymatida, zarrachani bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'raning $x_1 = a/4$ va $x_2 = 3a/4$ oralig'ida aniqlash ehtimolligini toping. Potensial o'raning o'lchami $a=1$ birlikka teng. [5].

Masalaning yechilishi:

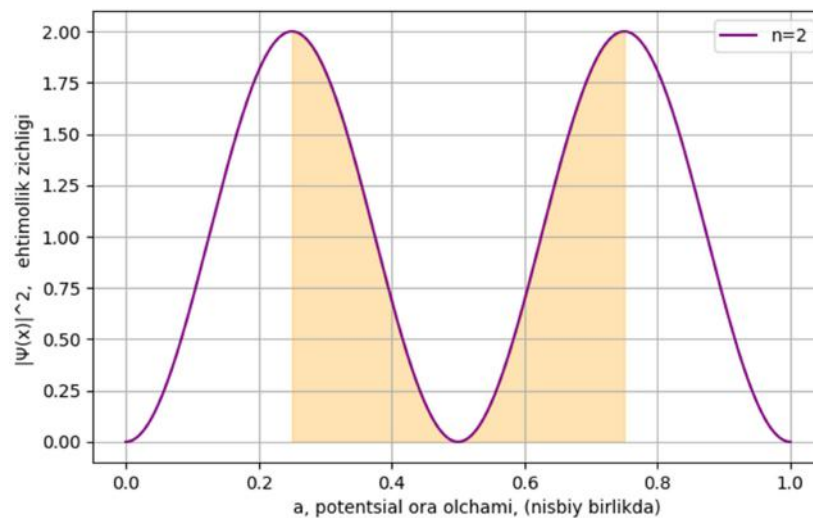
Kvant sonining $n=2$ qiymatida zarrachaning to'lqin funksiyasi (1) ifodaga asosan quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\psi_2(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{2\pi}{a} x$$

U holda masala shartida berilgan oraliqda zarrachani aniqlanish ehtimolligini (2) ifodaga asosan ketma-ket matematik amallar bajarish orqali topiladi:

$$\omega = \int_{a/4}^{3a/4} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi}{a} x dx = \int_{a/4}^{3a/4} \frac{1}{a} \left(1 - \cos \frac{2\pi}{a} x \right) dx = \left(x - \frac{a}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{a} x \right) \bigg|_{a/4}^{3a/4} = \frac{1}{2}.$$

Ma'lumki, aniq integral Ox o'qi, $x = x_1$ va $x = x_2$ chiziqlari va berilgan funksiya grafigi bilan chegarlangan soha yuzasiga teng. Shundan kelib chiqadigan bo'linsa, $x_1 = a/4$ va $x_2 = 3a/4$ oralig'ida $|\psi_2(x)|^2$ funksiya grafigi bilan chegarlangan sohaning yuzasi, umumiy yuzaning 1/2 qismini tashkil etadi (1—rasm). Masalaning javobi 1/2 ekanligidan, masalaning to'g'ri yechilganligi va dastur to'g'ri tuzilganligi isbotlanadi.



1-rasm. $[a/4, 3a/4]$ oraliq rang bilan to'ldirilgan ehtimollik zichligi grafigi.

2-masala. Kvant sonining $n=2$ qiymatida, zarrachani bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'rada aniqlash ehtimollik zichligi maksimal bo'lgan, shuningdek, nolga teng bo'lgan nuqtalarning koordinatalarini toping. Potensial o'raning o'lchami $a=1$ birlikka teng. [5].

Masalaning yechilishi:

Kvant sonining $n=2$ qiymatida zarrachaning ehtimollik zichligi ifodasi (3) ga asosan quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\rho_2(x) = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi}{a} x \quad (4)$$

$\rho_2(x)$ funksiyaning maksimal qiymatini topish uchu uni x bo'yicha differensiallab, so'ngra nolga tenglaymiz:

$$\frac{\rho_2(x)}{dx} = \frac{8\pi}{a^2} \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{2\pi x}{a} = 0 \quad (5)$$

Matematika kursidan ma'lumki, $x_1 = a/4$ va $x_2 = 3a/4$ nuqtalar (5) tenglamani qanoatlantiradi. 1-rasmda keltirilgan grafikda ham $\rho_2(x)$ funksiya mazkur nuqtalarda maksimumga erishganligi ko'rinadi. Navbatda, $\rho_2(x)$ funksiya qaysi nuqtalarda nolga teng bo'lishini tekshiramiz. (4) ga asosan

$$\sin^2 \frac{2\pi}{a} x = 0 \quad (6)$$

(6) trigonometrik tenglamaning yechimi $x_1 = 0$, $x_2 = a/2$, $x_3 = a$ nuqtalar hisoblanadi. 1-rasmda keltirilgan grafikda ham $\rho_2(x)$ funksiya mazkur nuqtalarda nol qiymatga ega bo'ladi.

Masalaning yechimidan hamda unga taaluqli 1-rasmda keltirilgan grafikdan quyidagi xulosalar kelib chiqadi.

1. Bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'rada joylashgan zarrachaning ehtimollik zichligi funksiyasining maksimumga erishadigan nuqtalari soni n ga teng bo'ladi.

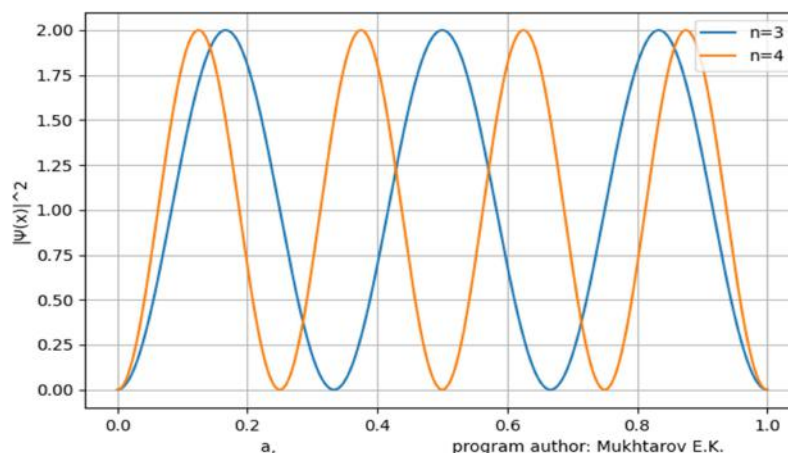
2. Ehtimollik zichligi funksiyasining nol qiymatga erishadigan nuqtalari soni $n+1$ ga teng bo'ladi.

Mazkur fikrlarning isbotini 2-rasmda keltirilgan grafiklardan ko'rish mumkin.

Bayon etilgan dasturda, kvant sonining qiymatini o'zgartirish orqali, bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'rada joylashgan zarrachaning to'lqin funksiyasini, ehtimollik zichligi grafigini namoyon etish mumkin. Grafikka asosan turli savollar, masalalar yechimlarini javoblarini tekshirish, yoki zarrachaga taaluqli boshqa parametrlarni oldindan bayon etish mumkin.

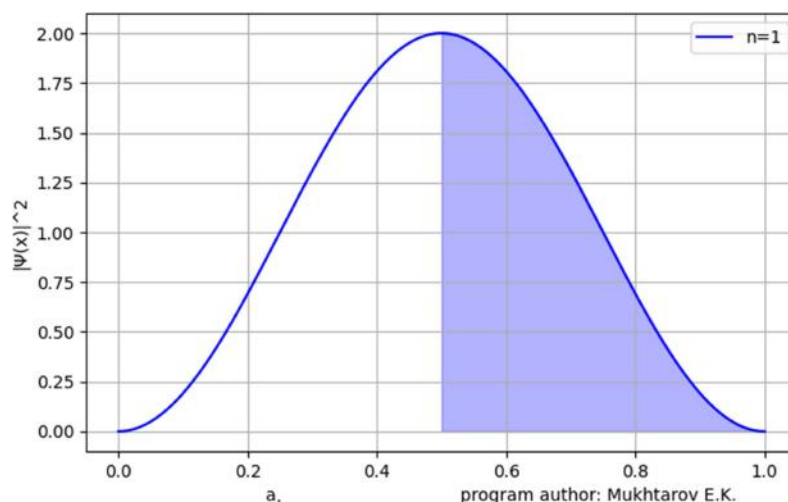
Quyidagi ikkita masalani foydalanuvchiga qoldiramiz.

1. Bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'rada joylashgan zarrachaning kvant sonini $n=3$ va $n=4$ qiymatlarida ehtimollik zichligi maksimal bo'lgan nuqtalarning koordinatalari topilsin (2–rasm). Qaysi nuqtalarda $\rho_3(x) = \rho_4(x)$ bo'ladi [5]. Potensial o'raning o'lchami $a=1$.



2–rasm. Kvant sonining $n=3$ va $n=4$ qiymatlarida ehtimollik zichligi grafiklari.

2. Kvant sonining $n=1$ qiymatida, zarrachani bir o'lchamli cheksiz chuqur potensial o'raning $x_1 = a/2$ va $x_2 = a$ oralig'ida aniqlash ehtimolligi topilsin (3–rasm) [5]. Potensial o'raning o'lchami $a=1$.



3–rasm. $[a/2, a]$ oralig rang bilan to'ldirilgan ehtimollik zichligi grafigi.

XULOSA

Kvant mexanikasi fanidan amaliy darslarda masalalarning yechish o'qituvchilardan nafaqat chuqur nazariy bilimlarni, balki metodik yondashuvlarni ham talab etadi. Masalalarni yechishda talabalar nafaqat matematik ko'nikmalarni rivojlantiradilar, balki fizik tushunchalarni ham chuqurroq anglaydilar. To'g'ri metodik yondashuvlar, masalalar yechishda turli usullarning qo'llanilishi va natijalarni tahlil qilish talabalarning umumiy bilim darajasini oshirishga yordam beradi.

Kvant mexanikasi mavzularini o'qitishda modellashtirishdan, simulyasiyalardan foydalanish natijasida talabalarning turlicha potensial o'radagi zarrachaning kvant holatiga tegishli bilimlarini o'rtaq va ularning yashovchanligiga erishiladi.

Maqolada bayon etilgan "Cheksiz chuqur potensial o'ra" mavzusini o'qitish sifatini yaxshilash yuzasidan pedagogik tadqiqotlar davom ettiriladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining farmoni "O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida". 2019 yil 8 oktyabr, PF-5847-son. [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On approval of the concept of development of the higher education system of the Republic of Uzbekistan until 2030". October 8, 2019 No. PD-5847.] [Internet source]. URL: <https://lex.uz> (Date of access: 21.10.2024)
2. Матжанов Н.С. Методология совершенствования преподавания квантовой физики в ВУЗе. Образование и инновационные исследования, 2021. №4. –С. 117-126 (Matzhanov N.S. Methodology for Improving the Teaching of Quantum Physics at the University. Education and Innovative Research, 2021. No. 4. –P. 117-126)
3. Насырова Н.К., Насырова Н.Г. Методика преподавания практических занятий по квантовой механике в высших учебных заведениях. Вестник науки и образования. 2020. №18 (96). –С. 60-63. (Nasyrova N.K., Nasyrova N.G. Methods of Teaching Practical Classes on Quantum Mechanics in Higher Education Institutions. Bulletin of Science and Education. 2020. No. 18 (96). Part 2. –P.60-63)
4. Тяжелникова О.Ю. Кандидатская диссертация на тему «Методика обучения решению задач по квантовой механике студентов педагогических вузов с использованием систем символьных вычислений». Нижний Тагил, 2006. 214 с. (Tyazhelnikova O.Yu. Candidate's dissertation on the topic "Methodology of teaching students of pedagogical universities to solve problems in quantum mechanics using symbolic computing systems". Nizhny Tagil, 2006. 214 p.)
5. Muxtarov E.K. Kvant mexanikasidan mashqlar, tavsifiy masalalar va ularning yechimlari. O'quv qo'llanma. – Nukus: "Ilmiy va o'quv adabiyotlar nashriyoti". 2023. – 196 b. (Mukhtarov E.K. Exercises in quantum mechanics, descriptive problems and their solutions. Textbook. –Nukus: "Publishing house of scientific and educational literature". 2023. – P.196.)
6. Muxtarov E.K. "Zarrani bir o'lchovli potensial o'radagi harakati" elektron axborot-ta'lim resursi. EHM dasturiy mahsuloti uchun O'zR IMA guvohnomasi. №DGU 12741. 19.10.2021. (Mukhtarov E.K. Electronic information and educational resource "Particle motion in a one-dimensional potential field". Certificate of the Republic of Uzbekistan IPA for a computer software product. No. DGU 12741. 19.10.2021.)
7. Philip Conrod. Learn Visual Basic. Kidvare Software, 2012. –P. 880.
8. Демидович, Б.П. Математические основы квантовой механики. – СПб.: Лань, 2005. –С.200. (Demidovich, B.P. Mathematical foundations of quantum mechanics. - St. Petersburg: Lan, 2005. – P.200.)
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учеб. пособие в 10 т. Т.3. Квантовая механика нерелятивистическая теория. –М.: Физматлит, 2004. –С.400. (Landau L.D., Lifshitz E.M. Theoretical physics: textbook. allowance in 10 tons. T.3. Quantum mechanics is a non-relativistic theory. –M.: Fizmatlit, 2004. –P.400.)