



ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА

OLIY O‘QUV YURLARIDA KVANT MEKANIKA KURSINI O‘QITISHDA IZCHILLIK VA UZLUKSIZLIK TAMOYILLARINI QO‘LLANISHNING NAZARIY ASOSLARI

Xojanazarova R.M.

Pedagogika fanlari filosofiya doktori (PhD)

Bazarbaeva S.K., Ametova U.SH., Tanirbergenova S.

Qoraqalpoq davlat universiteti magistrantlari

Таянч со‘злар: kvant mexanikasini o‘qitish metodikasi, didaktik tamoyillar, moslik tamoyili, klassik mexanika, gamilton tamoyili, harakatning statsionar tamoyili, metodologiya.

Ключевые слова: методика преподавания квантовой механики, дидактические принципы, принцип совместимости, классическая механика, принцип Гамильтона, стационарный принцип движения, методика.

Key words: methods of teaching quantum mechanics, didactic principles, principle of compatibility, classical mechanics, Hamilton’s principle, stationary principle of motion, methodology.

Oliy o‘quv yurtlarida fizika bakalavr ta’lim yo‘nalishidagi talabalarning, ya’ni kelajakda bo‘ladigan fizika o‘qituvchilarini avval, ushbu soha bo‘yicha bilimlarni egallashi kerakligini tushunish mumkin. Bunda talabalarning kasbiy tayyorgarligini oshirishda fizika o‘qitishda didaktik tamoyillarni mutaxassisligiga qo‘llanish bilan birga o‘rganish kerak ekanligini ko‘rsatadi. SHu yo‘sinda o‘qitish albatta, maktab va akademik litseylarda fizika fanidan olgan bilimlariga suyanadi. Bunday bilimlar fizika fanini o‘qitishda, ma’ruza, amaliy, laboratoriya ishlarini tashkil etishda, izlanuvchanligini, o‘z o‘stida mustaqil ishlashini va shuningdek, fizik hodisalarga oid fundamental tushunchalar, tajribalar, fizik konstantalarni va kattaliklar orasidagi funktsional bog‘liqligini o‘rganish jarayonida kunikmalar shakllanadi. Bu fizika o‘qituvchilarning kvant mexanikasida oid tizimli bilimlarga ega bo‘lish imkoniyatlarini oshirishida xizmat qiladi. Kvant mexanikasini o‘qitishda izchillikni ta’minlashning muhim muammolaridan biri mavzulararo va fanlararo bog‘lanish muammosi hisoblanadi. SHu izchillikni to‘g‘ri tashkil etib, oliy ta’lim tizimida kvant me-

xanikasini o'rgatishda ta'lim sifatini oshirishga erishishdan iborat. Izchillik tamoyili pedagogikada ta'limning har bir bosqichlarida fizikani o'qitishda o'quv materialining to'g'ri taqsimlanishi, ular orasidagi zaruriy bog'lanishlarning amalga oshirilishida va shu bog'lanishlarni bosqichma-bosqich rivojlanishi nazarda tutilgan. Bu fizikada N. Borning moslik tamoyiliga to'g'ri keladi, ya'ni eski yaratilgan nazariyalarning ba'zi bir elementlari yangidan yaratilgan nazariyalarda saqlanib, bir butunlikni paydo etadi. Shuningdek, Gamiltonning eng kichik harakat tamoyili yoki Gamilton tamoyili - maxsus funktsional bo'lgan harakatning statsionar ma'nosini izlash yo'li bilan fizik tizimning harakat tenglamasini olishning usuli hisoblanadi. U bu tamoyilni klassik mexanikadagi gamilton formalizmi deb nomlanadigan formalizmni qurish uchun foydalaniladi. Harakatning statsionar tamoyili – ekstremal printsiplarning semeystvosidagi eng ahamiyatli tamoyil bo'lib topiladi. Barcha fizik tizimlar shu tamoyil asosida olinadigan harakat tenglamasiga ega emas, lekin barcha fundamental ta'sirlashishlar unga bo'ysinadi.

Talabalarga bu tamoyilning hozirgi zamon fizikasining eng asosiy qoidalarining biri ekanligi bo'yicha tushunchalar berish kerakligini ko'rsatadi. Uning yordamida olinadigan harakat tenglamalari Eyler-Lagranj tenglamalari atamasiga ega ekanligi va tamoyilning birinchi aniqlamasini 1744 yil P. Mopertyu berdi. U tamoyilning universal tabiatini optika bilan yorug'likning sinishi uchun qo'llanishni aniq ko'rsatdi.

SHu tamoyilning asosida u yorug'likning qaytish va sinish qonunlarini keltirib chiqardi. Bunda fizikani faqat emperik yoqinlashish gina rivojlandiradi deb hisoblash to'g'ri emas. Ko'p sonli ahamiyatli ilmiy kashfiyotlar «qalamning uchida» yoki nazariy gipotezalarni eksperimentlarda tekshirib ko'rish yo'li bilan yuzaga keldi. 1744 yil Per Lui de Mopertyu umumiy nuqtai nazar asosida eng kichik ta'sir tamoyilini keltirib chiqardi va bu tamoyilning universal xarakterga ega bo'lganligi sababli uning to'g'riligini eksperimentlarda tekshirib ko'rishning mumkinchiligi yo'q edi.

Oliy ta'lim tizimida o'tiladigan fizika kursi bo'limlaridagi klassik va kvant mexanika maydonlari nazariyasi eng kichik harakat tamoyiliga asoslangan. 1899 yil Maks Plank elektromagnit maydonining kvantiga harakat kvanti tushunchasini kiritdi. Bu tushunchasining kiritilishi ham kuzatishlar bilan eksperimentlarning natijasi emas, u faqat toza nazariy gipoteza bo'lib topiladi. 1905 yil Albert Eynshteyn eng umumiy fizik va geometrik nuqtai nazarlar asosida deduktiv yo'l bilan qurilgan maxsus nisbiylik nazariyasi bo'yicha ishni nashrdan chiqardi. SHuningdek, fizikaning ilmiy usullarini juda yaxshi tushunadigan matematik Anri Puanzare fenomenologik yondashishda, xayolan



keltirib chiqarish usuli ham alohida fizik ilmni ta'riflay olmaydi deb yozdi. Kvantning to'liq mexanika tabiati atomlarning va subatomli zarrachalar masshtabida tabiatni ta'riflaydigan fundamental fizik nazariya bo'lib topiladi. U barcha kvant fizikaning asosida yotadi. SHuning ichida kvant ximiya, maydonning kvant nazariyasi, kvant texnologiya va kvant informatika ham kiradi.

Kvant mexanikaning klassik fizikadan ayirmasi quyidagilardan iborat.:

- tizimning bog'liqlik vaziyatining energiyasi, impulsi, burchak momenti va boshqa ham kattaliklar ixtiyoriy qiymatlarga ega bo'la olmaydi, ammo diskret qiymatlar bilan chegaralangan – kvantlanish;
- ob'ektlari zarrachaning ham, to'liqning ham xususiyatlariga ega – korpuskulyar - to'liq dualizm;
- dastlabki shartlarning berilgan to'liq yig'indi bor bo'lgan vaziyatda fizik kattalikni o'lchashgacha qiymatini bizlarning aniq gipotezamizga qo'yiladigan chegaralar o'rin oladi - noaniqlik printsiipi.

Kvant mexanikadagi kuzatishlarni klassik fizikaning tushunchalari bilan mos kelmaydigan nazariyalardan izchillik asosida paydo bo'ladi. Bu nazariyalarning qatoriga 1900 yil Maks Plankning absolyut qora jismning issiqlik nurlanish masalasini echish va A. Eynshteynning 1905 yili nashrdan chiqqan fotoeffektni tushuntirish uchun yorug'lik kvantining energiyasi bilan chastotasi orasidagi moslikni o'rnatgan maqolasini ko'rsatishga bo'ladi.

Hozirgi vaqtlari «eski kvant nazariya» nomlanishi bilan ma'lum bo'lgan bu eng dastlabki o'rinishlar 1920 yillarning o'rtalarida Nils Borning, Ervin SHredingerning, Verner Geyzenbergning, Maks Bornning va boshqalarning ishlarida kvant mexanikaning yuqori darajada rivojlanishiga olib keldi. Hozirgi nazariya maxsus turda ishlab chiqilgan matematik formalizmlarni paydolanish bilan keltirib chiqariladi. Ularning birida to'liq funktsiyasi deb nomlanadigan matematik ma'no energiyani, impulsni va zarrachaning boshqa ham fizik xususiyatlarini o'lchashlar olib keladigan natijalarning ehtimolligining amplitudasi turidagi axborotni beradi.

Kvant mexanika fizik tizimlarning xususiyatlarni hisoblashga mumkinchilik beradi. Odatda uni mikroskopik tizimlar bo'lgan molekularlar, atomlar va sub'atomlar zarrachalar uchun qo'llaniladi. Kvant mexanikaning mingta atomlari bor murakkab molekularlarni to'g'ri ta'riflashini ham ko'rsatadi. Lekin bu masalada ba'zi odamlarda filosofik savollar va paradokslar paydo bo'ladi. Ularning qatoriga Vignerning paradoksini kiritishga bo'ladi. Ayniqsa, uni Olam uchun paydolanishga urinish butuni bilan olganda spekulyatsion harakatlar bo'lib topiladi.



Kvant nazariyaning fundamental xususiyati uning fizik kattaliklarning, dinamik o'zgaruvchilarning qiymatlarini aniq ayta olmasligidan, faqat ularni o'lchashning ehtimolligini berishidan iborat. Matematik ehtimollik «ehtimollik amplitudasi» nomi bilan ma'lum bo'lgan kompleksli sonning absolyut ma'nosini kvadratga ko'tarish yo'li bilan topiladi. Bu tasdiqlash Born qoidasi atamasi bilan ma'lum. Elektron singari kvant zarracha fazoning har bir no'qtasida ehtimollikning amplitudasini beradigan to'lqin funktsiyasi bilan ta'riflanadi. Bu amplitudalarga Bornning qoidasini paydolanish zarrachaning koordinatasi uchun ehtimollikning zichligining funktsiyasini aniqlaydi. Agarda zarrachaning koordinatasini o'lchash bo'yicha eksperiment qo'yiladigan bo'lsa. Bu nazariya bera oladigan natijaning eng yaxshisi bo'lib topiladi. Elektronning qaysi o'rinda topilishini aniq aytishga bo'lmaydi. SHredinger tenglamasi tizimining vaqt bo'yicha evolyutsiyasini ta'riflaydi, yoki vaqtning bir momentiga tegishli bo'lgan amplitudalarning yig'indisi bilan bog'laydi.

Har xil o'lchanadigan kattaliklarni aniqlash borasidagi urinishlar kompromiss kvant mexanikaning matematik qoidalarining natijalarining biri bo'lib topiladi. SHunday kompromisning eng ma'lum formasi noaniqlik printsipi. Bu printsip bo'yicha kvant zarrachaning holidan qanday darajada yaxshi tayyorlanganligi, o'lchashlarning qanchalik chevarlik bilan aniqligi yuqori bo'lgan asboblarning yordamida o'tkazilganligiga qaramasdan, vaqtning bir momentidagi zarrachaning koordinatalari bilan impulsning qiymatlarini aniqlashning imkoniyati yo'q.

Kvant mexanikaning matematik qoidalarining yana bir natijasi kvant interferentsiyasi bo'lib topiladi. Bu interferentsiyaga misol sifatida odatda ikki tirqishga ega bo'lgan tajriba olinadi. Bu eksperimentning bazaviy variantida yorug'likning kogerent manbasi (masalan, lazer) bir biriga parallel bo'lgan ikki tirqishga ega shaffof bo'lmagan plastinkani yorug' qiladi va tirqishlar orqali o'tgan yorug'lik plastinkaning ortiga joylashtirilgan ekranda kuzatiladi. YOrug'likning to'lqin tabiati yorug'lik to'lqinlarining ikki tirqish orqali o'tishini va ekranda qorong'i va yorug' chiziqlardan turadigan interferentsion rasmnan paydo bo'lishini ifodalaydi.

Agar yorug'liq klassik zarrachalardan turadigan bo'lganda bunday natija olinmagan bo'lar edi. Ammo tajribalar barcha vaqtda yorug'likning ekrannan ba'zi no'qtalarida alohida zarrachalar turida yutilishini ko'rsatadi. Interferentsion rasm zarrachalarning tuchishining sababidan fotoplastinkadagi paydo bo'lgan qora no'qtalarning har xil zichliklarga ega bo'lishi sababli shakllanadi. Shu bilan birga tajribaning boshqa variatsiyalarida tirqishlarga o'rmashtirilgan detektorlar kuzatiladigan har bir fotonning klassik zarracha singari faqat bir



tirqish orqali o'tadigan, ammo ikki tirqish orqali o'tmasligini (to'liqinsimon) ko'rsatadi. Bu eksperimentlardan zarrachalarning qaysi tirqish orqali o'tishini aniqlagan vaziyatda interferentsion rasm paydo bo'lmaydi degan xuloso kelib chiqadi. Elektronlar singari atomli masshtablardagi boshqa ob'ektlar da ikki tirqishi bor ekranga kelib tushganda ana shunday xususiyatni ko'rsatadi.

Mikroob'ektlarning shunday xususiyati «korpuskulyar-to'liqin dualizmi» atamasi bilan ma'lum va u kvant mexanikaning fizik asosi bo'lib hisoblanadi. Ba'zan mualliflar bu dualizmni kvant mexanikaning «yuragida joylashgan» deb aytadi. Kvant mexanikaning kundalikli tajribalarda qaychi keladigan yana bitta hodisa kvant tunnellash bo'lib topiladi. Bu tunnellash kinetik energiyasining kattaligi potentsialning maksimumining kattaligidan kichik bo'lgan vaziyatda ham potentsial barer bilan to'qnashganda zarracha shu barer orqali o'ta oladi. Klassik mexanikada bu zarracha barcha vaqtda bar'erdan qaytadi. Kvant tunnellash ko'p sonli kuzatiladigan natijalarga ega. Ularning ichiga radioaktivli parchalanish, yulduzlardagi yadroviy sintez kiradi.

Shuning bilan birga u skanerlovchi tunnellash mikroskopiyaning, tunnellash diodlarning paydo bo'lishiga olib keldi. Kvant sistemalar bir biri bilan ta'sirlashadigan vaziyatlarning natijasi kvant chalkashishning paydo bo'lishi mumkin: ularning xususiyatlari shunday bog'langan bo'lib, ularni butuni bilan ayrim bo'limlarining terminlarida ta'riflash mumkin bo'lmaydi. SHredinger chalkashishni quyidagicha «...kvant mexanikaning o'ziga tan belgisi - tushunishning klassik yo'llaridan to'liq bosh tartish» ta'riflaydi.

Kvant chalkashish kvant psevdotelepatiyaning aqlga mos kelmaydigan xususiyatlarini yuzaga keltiradi va kalitlarning kvant tarqalishi va o'ta zich kodlash singari bog'lanish protokollarida juda baholi usulga aylana oladi. Umumiy xato tushunchaga qaramasdan, chalkashish signallarni yorug'likning tezligidan katta tezlik bilan etkazib berishga imkon bermaydi. Bu vaziyatning o'rin olishini bog'lanishning yo'qligi haqida teorema namoyish qiladi. CHalkashish tomonidan ochiladigan boshqa imkoniyat «yashirin o'zgaruvchilarni» tekshirib ko'rishdan iborat. Bu «yashirin o'zgaruvchilar» kvant nazariyaning o'zida qaraladigan kattaliklarga nisbatan fundamental hisoblanadi. Ularni bilish kvant nazariya bera oladigan bashoratlardan aniq bashoratlarni bergan bo'lar edi.

Olingan natijalarning ko'pchiligi, birinchi navbatda Bell teoremasi yashirin parametrlarga ega bo'lgan shunday nazariyalarning haqiqatan ham kvant mexanika bilan uyg'un emasligini ko'rsatdi. Bell teoremasiga mos, agar tabiat haqiqatan ham lokalli yashirin o'zgaruvchilarning nazariyasi bilan ta'riflanadigan bo'lsa, unda Bell tengsizliklarini tekshirib ko'rishning natijalari



sonli baholashga bo‘ladigandek darajada chegaralangan bo‘ladi. CHalkashgan zarrachalarni paydolanagan holda Bellning ko‘p sonli testlari o‘tkazildi va ularning natijalari lokalli yashirin parametrlar bor nazariyalar tomonidan qo‘yiladigan chegaralarga mos kelmaydigan bo‘lib chiqdi.

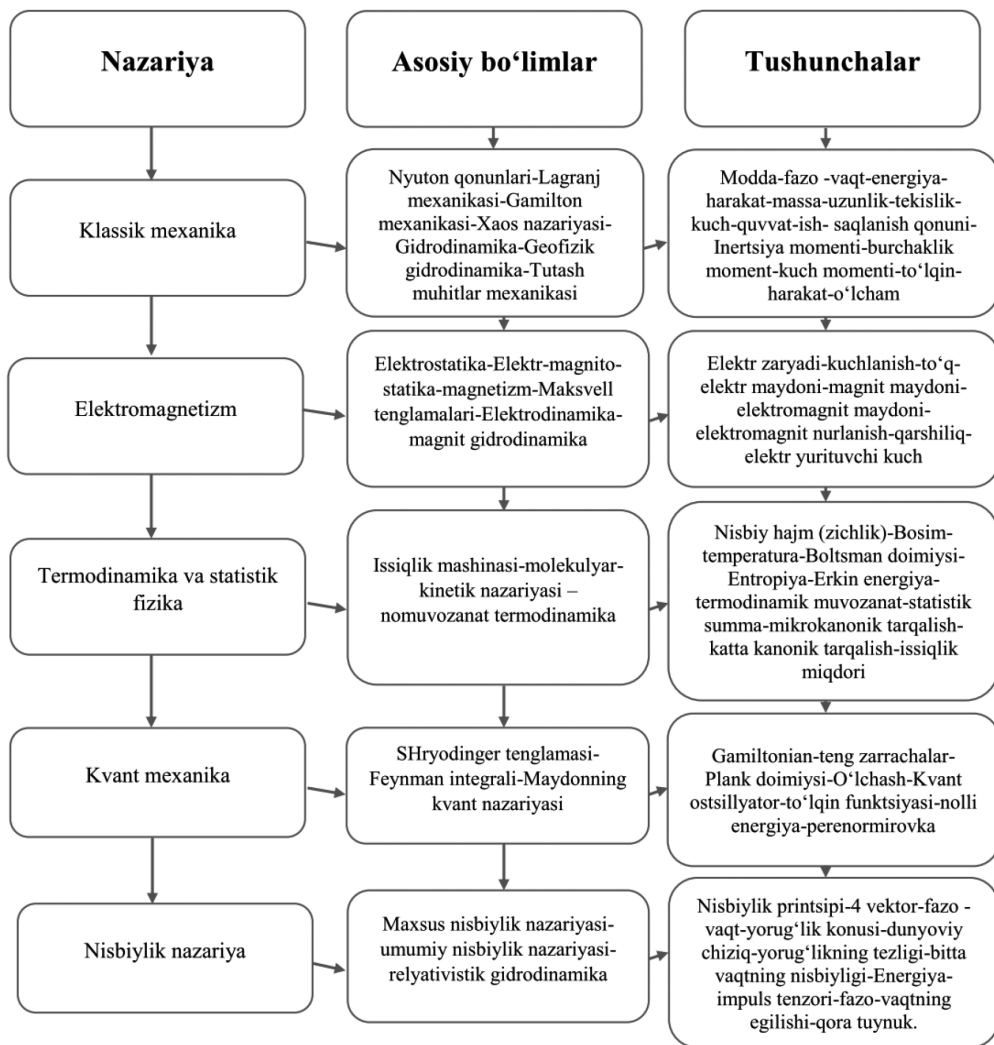
Agar aniq matematikani paydolanmasa bu tushunchalarni hatto yuzaki tasavvur qilishning imkoniyati yo‘q; kvant mexanikani tushunish uchun kompleks kattaliklar bilan manipulyatsiyalar etarli emas, ammo chiziqli algebrani, differentsial tenglamalarni echishni, guruhlar nazariyasini va matematikani boshqa da murakkab sohalarini bilish talab etiladi. Fizik Djon K. Baez quyidagicha ogohlantiradi: «... kvant mexanikaning masalalarini echmay turib uning interpretatsiyalarini tushunishning imkoniyati yo‘q, bu nazariyani tushunish uchun uni paydolana bilish kerak (va teskari holat)». Karl Sagan kvant mexanikaning «matematik asoslarini» umumiy turda ifodalab, quyidagilarni yozdi:

«Bir nechta fizik-talabalar uchun bu ularga uchinchi sinfdan boshlab aspiranturaning boshlanishigacha vaqtni chama bilan 15 yilni olishi mumkin. Ilmni targ‘ib qilishning kvant mexanika haqida qanday da bir g‘oyani shu etabdan o‘tmagan keng auditoriyaga etkazishga intiladigan ishining hajmi xavfli bo‘lib ko‘rinadi. Haqiqatan ham, mening fikrimcha kvant mexanikani hamma uchun tushunarli etib bayon qilishning imkoni yo‘q ekanligi shu vaziyat bilan bog‘liq» degan tushunchalarni bergan. SHunga mos, bu maqolada kvant mexanikaning izchillik tamoyili asosida o‘tilishi talabalarning bilimlarini yanada oshiradi va uning ba‘zi bir foydali misollardagi qo‘llanilishi qarab o‘tilgan.

Bu asosiy nazariyalar fizika bakalavr yo‘nalishidagi ta‘lim oluvchilarning kvant mexanikasi bo‘yicha izchillik tamoyili asosida bilim, ko‘nikma va yana malakalarini oshirishida katta rol o‘ynaydi. Fizika har xil tizimlar bilan ish olib boradigan bo‘lsa ham, ba‘zi bir fizik nazariyalar fizikaning katta sohalarida qo‘llaniladi. Qo‘shimcha qo‘yiladigan chegaralarda bunday nazariyalar to‘g‘ri deb hisoblanadi. Agar tadqiqot qilinadigan obe’ktlarning o‘lchamlari atomlarning o‘lchamlaridan biroz katta bo‘lsa va tezliklar yorug‘likning tezligidan biroz kichik, gravitatsion kuchlar kichik bo‘lgan vaziyatlarda klassik mexanika to‘g‘ri hisoblanadi. Bu nazariyalar holigacha jadallik bilan tadqiq qilinmoqda. Xaos nazariyasi singari klassik mexanikaning aspekti faqat XX asrda gina ochildi. Ular barcha fizik tadqiqotlar uchun asosni paydo etadi. Bu nazariyaning chegaralarida M. V. Lomonosov moddalarning agregat hollarining sabablarini tushuntirdi va issiqlik nazariyasini ishlab chiqdi. Shuningdek, kvant mexanikasining metodologik muammolarini tahlil qilishda, ilmiy bilimlarni shakllantirish xususiyatlaridan kelib chiqish maqsadga muvofiq hisoblanadi.



Quyida keltirilgan rasmda fizikada keltirilgan nazariyalarning izchilligi keltirilgan.



Bizga ma’lum bo‘lganidek, fizik bilimlar kursidagi asosiy elementlari shundan iborat, bu ilmiy dalillar, tushunchalar, qonunlar, nazariyalar va kattaliklar ularning amaliy tadbiqidur. Shuningdek, bu elementlar bir-biri bilan bevosita bog‘liq hisoblanadi. SHunday qilib, fizikadagi asosiy nazariyalar, asosiy bo‘limlar va tushunchalarni yaxshi bilish, kvant mexanikaning yuzaga kelishida muhim ekanligini ko‘rsatibgina qolmasdan, hozirgi zamon fizikasining asosini tashkil qiluvchi kvant fizikaning qanday paydo bo‘lganligini ham yaxshi tushunib olishga xizmat qiladi. Yuqorida aytib o‘tilgan tavsiyalardan



paydolanib uzluksizlik va izchillik tamoyilini amalda qoʻllanish maqsadga muvofiq deb hisoblaymiz.

Adabiyotlar:

1. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики. С древнейших времён до конца XVIII века. - Изд. 3-е.-М.: ЛКИ, 2010.- 352 с.
2. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики. С начала XIX до середины XX века. - Изд. 3-е. - М.: ЛКИ, 2011. - 317 с.
3. Спасский Б. И. История физики, в двух томах. - Изд. 2-е.- М.: Высшая школа, 1977.
4. Физика на рубеже XVII - XVIII веков. - М.: Наука, 1974.
5. Храмов Ю. А. Физики. Биографический справочник. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Наука, 1983
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. - М.: Наука, 1958. - 509 с.
7. Иванов Б. Н. Законы физики. 3-е изд. - М.: Едиториал УРСС, 2004.- 368 с. ISBN 5-354-00640-6.
8. Джораев М., Хожаназарова Р.М. Оптиканинг методологик масалаларини бауон қилиш методикаси// ISSN 2181-7138, Муғаллим ҳам ўзликсиз билимлендириў, илимий-методикалык журнал, Нөкис-2020, №4-2, б 68-73.
9. Khozhanazarova R.M. Methodology for solving the radiation problem proposed by Planck in physics on the basis of the principle of consistency. // Karakalpak Scientific Journal, 2021. Vol. 4. Iss3.
10. Джораев М., Абдикамалов Б., Хожаназарова Р. Компьютерный эксперимент с использованием формул Планка и Релея-Джинса для оценки границ квантовых и классических закономерностей при преподавании курсов оптики и атомной физики//ISSN 2010-720X. Илим ҳам жэмийет. №1.2020.8-106.

РЕЗЮМЕ

Ushbu maqolada fizik bilimlar kursidagi asosiy elementlari, bu ilmiy dalillar, tushunchalar, qonunlar, nazariyalar va kattaliklar ularning amaliy tadbiqi va bu elementlarning bir-biri bilan bevosita bogʻliq ekanligi keltirilgan. Fizikadagi asosiy nazariyalar, asosiy boʻlimlar va tushunchalarni yaxshi bilish, kvant mexikaning yuzaga kelishida muhim ekanligini koʻrsatibgina qolmasdan, talabalarga hozirgi zamon fizikasining asosini tashkil qiluvchi kvant fizikaning qanday paydo boʻlganligini ham yaxshi tushunib olishga xizmat qiladi.

РЕЗЮМЕ

В данной статье представлены основные элементы курса физических знаний, научные данные, понятия, законы, теории и величины, их практическое применение, а также то, как эти элементы непосредственно связаны друг с другом. Знакомство с основными теориями, основными разделами и понятиями физики не только демонстрирует значение квантовой механики в ее возникновении, но и помогает студентам лучше понять, как возникла квантовая физика, составляющая основу современной физики.

SUMMARY

This article presents the basic elements of a physics course, scientific data, concepts, laws, theories and quantities, their practical application, and how these elements are directly related to each other. Introduction to the basic theories, major branches and concepts of physics not only demonstrates the importance of quantum mechanics in its emergence, but also helps students better understand how quantum physics, which forms the basis of modern physics, arose.