УДК 530.145.6 (0.75)

AKADEMIK LITSEY VA OLIY O‘QUV YURTLARIDA KVANT MEXANIKASINING FIZIK ASOSLARIGA DOIR MAVZULARNI O‘RGANISHDA IZCHILLIK

G‘.B. Samatov, K.R. Sattarkulov

Maqola oliy ta’lim muassasalari va akademik litseylarda kvant mexanika fani fizikaviy asoslarini o‘qitish masalasiga bag‘ishlangan. Unda absolyut qora jismning nurlanishi, fotoeffekt, Kompton effekti, Bor nazariyasi, De-Broyl to‘lqinlari, korpuskulyar-to‘lqin dualizmi, Geyzenbergning noaniqlik munosabatlari kabi mavzular mazmunini izchillik prinsipi asosida o‘rganish tahlil etilgan. Ushbu mavzularni o‘qitishda har bir tushunchaning ehtimoliy-statistik mohiyatini aniqlash va izchillik tamoyili asosida tahlil qilish talabalar va o‘quvchilarning mavzuni o‘zlashtirishini osonlashtiradi.

Kalit so‘zlar: *izchillik tamoyili, absolyut qora jism, fotoeffekt va Kompton effekti, Bor nazariyasi, De-Broyl to‘lqini, korpuskulyar-to‘lqin dualizmi, Geyzenberg noaniqlik munosabatlari*.

В статье обсуждается методика изучения темы, излучение абсолютного черного тела, фотоэффект, эффект Комптона, теория Бора, волны де Бройля, корпускулярно-волновой дуализм, отношения неопределенности Гейзенберга в курсах квантовой механики в вузах и физики в академических лицеях на основе принципа преемственности. Приведены выводы, о том, что в этих темах каждая понятия имеет вероятностно статистический характер, поэтому изучения этих тем с применением принципа преемственности является успешно применямой методикой преподавания.

Ключевые слова: *принцип премственности, абсолютное черное тело, фотоэффект и эффект Комптона, теория Бора, волна де Бройля, корпускулярно-волновой дуализм, соотношения неопределенности Гейзенберга*.

Kirish

Fan va texnika jadal suratlar bilan rivojlanib borayotgan bugungi kunda ta’lim muassasalarida, jumladan, umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishni zamon talablariga mos holda takomillashtirish kechiktirib bo‘lmas dolzarb masalalardan biriga aylandi. Ta’lim tizimida tub islohotlarning mazmunida fizika kursining kvant fizikasi bo‘limini o‘qitishda o‘quvchilarga mavzularning mazmun-mohiyatini ochib berish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Aytilgan bu vazifa bugungi kunda ta’lim sohasidagi ustuvor masalalardan ekanligi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorida ham o‘z aksini topgan [1].

Uzluksiz ta’lim tizimiga kiruvchi ta’lim muassasalarida, ya’ni umumiy o‘rta ta’lim maktablari, akademik litseylar va oliy ta’lim muassasalarida fizika kurslarining kvant fizikasi bo‘limini o‘rganish o‘ziga hos ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda uzluksiz ta’lim tizimida fizikani o‘qitishdagi asosiy muammolardan biri shundaki, ta’limning quyi bosqichlarida fizikani, oliy ta’lim bosqichida umumiy va nazariy fizika, fizika o‘qitish metodikasi kurslarini o‘rganishda didaktikaning izchillik prinsipini qo‘llashga yetarlicha e’tibor qaratilmagan, shu sababdan ham akademik litseylar va oliy ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitish tizimining mazmuni va metodlari bo‘yicha izchillikni ta’minlaydigan yagona tizim shakllantirilmagan [2. B. 23].

Izchillik prinsipi moslik prinsipi bilan didaktik jihatdan mazmunan bir xil. Ta’limning turli bosqichlarida hajmi, murakkablik darajasi, o‘qitish metodikasi har xil bo‘lgan fanlarni o‘qitishda fan o‘qituvchilarining funksional faoliyati mazmuniga nisbatan talablarni ishlab chiqish bilan bog‘langan kvantomexanik tasavvurlarning rivojlanishi va tahlilida moslik, izchillik prinsipi katta rol o‘ynaydi [2. B. 56].

Umumiy o‘rta ta’lim, akademik litseylar, oliy ta’lim muassasalari fizika kurslarida mavzularni o‘rganishda o‘ziga xos talablar mavjud. Ta’limning har bir bosqichida mavzuni o‘rganishdagi izchillik talablarini qo‘yish va har bir bosqichda ta’lim oluvchining bilimi,

matematik tayyorgarligi, mantiqiy fikrlash darajasini e'tiborga olgan holda o'qitishni tashkil etish o'z navbatida o'quvchilarning fizika fani sirlarini o'rganishga nisbatan intilish va qiziqishlarini kuchaytiradi, ta'lim sifatini oshirishga va yetuk mutaxassislar tayyorlashga xizmat qiladi.

Asosiy maqsadimiz uzluksiz ta'limning bo'g'inlari, umumiy o'rta ta'lim, xususan, akademik litseylar va oliy ta'lim tizimida ta'limning izchillik prinsipini qo'llashning maqsadi va vazifalari, metodikasini ishlab chiqishni asoslashdan iborat.

Material va usullar

Muammoni tadqiq etishda hozirgi kundagi umumiy o'rta ta'lim, akademik litseylar va oliy ta'lim muassasalari tizimida kvant mexanikasi fanini o'qitish sifati o'rganildi.

M.Plank tomonidan absolyut qora jismning nurlanish qonunlarining o'rganilishi klassik fizikaning nazariyalaridagi ta'sir o'lchamliligiga ega fizikaviy kattaliklar qiymatlarining ta'sir kvanti- $\hbar$ ning qiymatiga nisbatan juda katta bo'lgan chegaraviy hollaridagina to'la o'rinli bo'lishini ko'rsatadi.

Klassik va kvant nazariya orasida chegaraviy holatlardagi moslikdan tashqari chuqurroq analogiya (o'xshashlik) mavjudligi to'g'risidagi g'oyaga asoslanib N.Bor tomonidan moslik prinsipi ta'riflangan. Borning moslik prinsipini eski tasavvurlarning chegaralarini belgilash asosida yangi bilimlarni rivojlantirish prinsipi sifatida ham qarash mumkin [3. B. 23; 4. B. 56].

O'quvchilarda kvant fizika elementlari to'g'risidagi tasavvurlarni kimyo va fizika fanlari o'qituvchilarining hamkorligi asosida bir xil mazmunda shakllantirishga zarurat mavjud. Avvalo, maktab fizika kursida kvant fizika elementlarini o'qitishda olingan xulosalardan foydalangan holda atomdagi elektronning holatini o'rganish metodikasini sifat jihatdan qayta ko'rib chiqish kerak bo'ladi.

Talabalarga kvant fizika elementlarini o'rgatishda atomning zamonaviy tasavvurini shakllantirish davr talabi sifatida qaralishi lozim. Bor tomonidan kiritilgan atom modelini o'rganishdagi qiyinchiliklarni bartaraf etuvchi to'lqin nazariyasi yaratilganiga 70–80 yil bo'lgan bo'lsa-da, hamon vodorod atomi spektrini hisoblashga qulay bo'lgani uchun Bor modelidan foydalanib kelinmoqda. Lekin bu davr ichida insoniyatning fan va texnika sohasida erishgan yutuqlarini o'rganish talabalardan zamonaviy fanlar asosini bilishni talab qiladi. Buning uchun esa kvant fizika mavzulari mazmuni alohida o'rganilib, zarraning to'lqin xossaga egaligiga ishonch hosil qilinadi. O'quvchilarga zamonaviy fizika elementlari, ya'ni mikrozarralarni "Trayektoriya" mavzusining mohiyati, "Mikrozarralar holati tushunchasi" mavzusidagi ehtimoliy g'oya va tushunchalar orqali tushuntirilishi kvant fizikasi mavzulari orasidagi bog'lanishni, bir butunlikni ta'minlashga yordam beradi [5. B. 82].

Natijalar va ularning tahlili

Izchillik prinsipi moslik prinsipiga nisbatan umumiyroq prinsip hisoblanadi. Ta'limdagi izchillik har xil ta'lim bosqichlari orasida bilim, ko'nikma va malaka shakllanishining bog'lanishi, ya'ni ta'limning avvalgi bosqichlarida o'zlashtirilgan bilimlarni mazmunan saqlab qolgan holda, keyingi bosqichlarda yangi bilimlarni o'zlashtirish bilan uzviy bog'langan [3. B. 79].

Umumiy o'rta ta'lim maktablarida ehtimoliy-statistik g'oyalar va tushunchalar faqat sifat darajasida, soddaroq shakllantirilsa ham, akademik litseylarda sifat darajasida hamda qisman miqdoriy jihatdan rivojlantiriladi, oliy ta'lim bosqichida esa umumiy va nazariy fizika kurslarini belgilangan hajm va matematik apparat doirasida o'rganishda faqat sifat darajasida emas, balki to'la miqdoriy darajada ham rivojlantiriladi.

Ehtimoliy-statistik g'oya va tushunchalarni kiritishda dastavval ta'lim oluvchilarda ilmiy dunyoqarash shakllantiriladi, ularda amaliy faoliyat uchun zarur bo'lgan statistik fikrlash kuchaytiriladi [3. B. 95].

Akademik litseylar fizika kursida, umumiy o'rta ta'lim bosqichida shakllantirilgan, ehtimoliy-statistik g'oyalar va tushunchalar mazmuni kengroq ochib beriladi va rivojlantiriladi. Masalan, $\alpha-$ zarrachalarning modda bilan o'zaro ta'sirida sochilishi bo'yicha Rezerford tajribalari to'g'risida akademik litseylar fizika kursida dastlab nisbatan elementar tushunchalar berilgan bo'lsa ham, mavzularni kengroq o'rgana boshlanganda chuqurroq o'rganiladi va tasodifiylik tushunchasi mazmunan chuqurlashtiriladi [3. B. 97; 6. B. 156].

Xuddi shunday, atom strukturasi hamda atomning modellarini o'rganishda ham dastlab

umumiy tushunchalar beriladi va keyingi bosqichlarda akademik litseylarda atomning planetar modeli, kamchiliklari, Bor postulatlari, vodorod atomi uchun Bor nazariyasi mazmuni chuqurroq o‘rganiladi. N.Bor tomonidan atomlarni o‘rganishda elektronlarning harakati ularning haqiqiy tabiatini aks ettiruvchi o‘ziga xos qonunlarga bo‘ysunishi fikran aniq sezilgan va bu xususiyatlar muhokama etilgan. N.Bor vodorod atomining spektrlaridagi fundamental o‘ziga xoslikka, ya’ni atomlar energiyasining faqat diskret miqdorlarga o‘zgarishini e’tiborga olgan va o‘z nazariyasida ikkita postulatni asos qilib yuqoridagilarni o‘rgangan. U bunday o‘ziga xoslikni vodorod atomining nurlanish spektrini chuqurroq o‘rganishda kuzatgan.

Akademik litseylarda Bor nazariyasi ancha chuqur o‘rganiladi, lekin oliy ta’limda yanada chuqurlashtiriladi. Oliy ta’lim tizimida umumiy fizika kursining atom fizikasi bo‘limini o‘rganishda atom modellari va Bor postulatlari to‘g‘risidagi bilimlar akademik litseylarga nisbatan yanada chuqurroq va matematik apparati biroz kuchaytirilgan holda o‘rganiladi.

Kvant mexanika kursida esa vodorod atomi uchun Bor nazariyasini o‘rganishda fizikaviy mazmun va matematik apparatni qo‘llash markaziy simmetrik kuch maydonidagi zarrachaning harakatini o‘rganishdagi talablarga moslashtiriladi, ya’ni fizikaviy mazmun va matematik apparatni chuqurroq qo‘llagan holda, xususiy hosilali differensial tenglamalarni yechish va tahlil etish metodlari asosida o‘rganiladi. Kvant mexanikasida bu mavzularni o‘rganishda fizikaviy va matematik mohiyat chuqurlashtiriladi.

Bor nazariyasining cheklangan xarakterga egaligi va faqat vodorodsimon atomlar uchun o‘rinliligi ta’kidlangan holda vodorodsimon atomlarda $n-$sathda joylashgan elektronning energiyasi formulasi tahlil etilib, kvant sonlari to‘g‘risidagi bilimlar kengaytiriladi.

Juda ko‘p adabiyotlarda Bor nazariyasining cheklangan xarakterga ega ekanligi va faqat vodorodsimon atomlar uchun o‘rinliligi qayta-qayta ta’kidlansa ham, bu nazariyaning umuman atomlarda elektron qobiqlarda elektronlarning joylashish qonuniyatlari to‘g‘risidagi fikrlar bilan bog‘lanishi ushbu nazariyaning hozirgi kundagi ahamiyatini inkor qilib bo‘lmasligini ko‘rsatadi. Demak, fizikaviy tushunchalar va qonunlar, qonuniyatlarning o‘quvchilar va talabalar ongida shakllantirilish jarayoni aniq belgilangan sxema asosida olib boriladi, shu asosda ehtimoliy-statistik tushunchalar mazmuni va mohiyati ham chuqurlashtirib boriladi.

Akademik litseylar va oliy ta’lim bosqichlarida kvantomexanik tushunchalardan eng zarurlarini, ya’ni ta’limning ushbu bosqichida kvant fizikasiga oid mavzularni o‘rganishga qo‘yilgan talab darajasida o‘qitishga moslarini tanlab olish maqsadga muvofiq.

Akademik litseylar fizika kursining kvant fizikasi bo‘limida kvant mexanikaning fizikaviy asoslarga oid mavzularini quyidagi ketma-ketlikda o‘rganishni tavsiya etish mumkin: absolyut qora jismning nurlanishi, Stefan-Bolsman qonuni, Reley-Jins va Vin formulalari, energiya kvanti, Plank formulasi, fotoeffekt, Kompton effekti, korpuskulyar-to‘lqin dualizmi, de-Broyl g‘oyasi va to‘lqini, de-Broyl to‘lqinining fizikaviy talqini, to‘lqin funksiya va uning fizikaviy ma’nosi, atom modellari, atomning planetar modeli, vodorod atomi uchun Bor nazariyasi, atom spektrlari, spektral seriyalar, Geyzenbergning noaniqlik munosabatlari. Mazkur mavzularni ayni shu ketma-ketlikda o‘rganish ta’limdan ko‘zlangan maqsadga erishishga yordam beradi.

Akademik litseylarda yuqoridagi mavzularni o‘rganishda asosan mazmunga e’tibor qaratiladi, formulalarni matematik chiqarish qaralmaydi, asosan o‘quvchilarda mikroolamning qonuniyatlari to‘g‘risida bilimlarni chuqurlashtirish va sodda tushuntirishga e’tibor qaratiladi.

Plank tomonidan energiya porsiyalari gipotezasi, ya’ni energiya kvanti tushunchasining kiritilishi asosida diskretlik va uzluksizlik kategoriyalari mazmunan rivojlantirilgan, shu asosda uzluksiz fizik kattaliklardan diskret kattaliklarga o‘tilishi, ya’ni kvantlanish tushunchasining shakllantirilishi boshlangan.

Mavzular akademik litseylarda eksperimental asosda, formulalarning mazmunini tushuntirish bilan cheklangan holda o‘qitilsa, oliy ta’limda Stefan-Bolsman qonuni, Reley-Jins va Vin formulalari, Plank formulasining matematik ifodalari keltirib chiqarilgan holda o‘qitiladi [6. B. 102]. Natijada mavzularning mazmunan izchillikda o‘rganilishi ta’minlanadi, ya’ni Eynshteyn tomonidan kiritiladi va ehtimollik koeffitsiyentlari asosidagi Plank formulasi statistik isbotlanib, ehtimoliy-statistik tushunchalarning statistik mazmuni chuqurlashtiriladi. Akademik litseylarda fotoeffekt va Kompton effekti mavzularini o‘rganish jarayonida yorug‘likning korpuskulyar xossalari

soddalashtirilgan nazariy va eksperimental usullarda isbotlangan fotonning impulsi tushunchasi kiritilib asoslanadi, fotonning to‘lqin uzunligi o‘zgarishi formulasi tahlil etiladi va Kompton tajribasi o‘rganiladi [3. B. 146].

Oliy ta’limda kvant mexanikaning fizikaviy asosiga oid bu mavzularni o‘rganishda Eynshteyn g‘oyalari va formulasi to‘la asoslanadi va fotonning elektron bilan o‘zaro ta’siri jarayonida “Ehtimollik” tushunchasi kiritiladi:

$$\Delta\lambda = 2\,\Lambda Sin^2\frac{\theta}{2}. \qquad (1)$$

va o‘zaro ta’sirning statistik xarakteri ochib beriladi.

Kompton effektida fotonning to‘lqin uzunligi o‘zgarishi formulasi energiya va impulsning saqlanish qonunlari asosida olinadi va tahlil etiladi. Fotonning sochilish jarayoni ehtimoliy-statistik usulda tahlil etiladi.

Akademik litseylarda va oliy ta’limda Kompton effektini o‘rganishda bu effekt faqat yorug‘likning elektronlarda sochilish jarayonida emas, balki yorug‘likning neytronlar va protonlarda sochilishida ham o‘rinli ekanligini ta’kidlash, amaliy mashg‘ulotlarda proton va neytron uchun Kompton to‘lqin uzunligini hisoblashga oid masalalar yechish metodik jihatdan to‘g‘ri bo‘ladi.

Akademik litseylarda korpuskulyar-to‘lqin dualizmi mavzusini o‘rganishda o‘quvchilarni faollashtirish maqsadida fotoeffekt va Kompton effektini o‘rganish natijalariga va nurlanishning korpuskulyar va to‘lqin xossalarga egaligini tasdiqlovchi eksperimentlar natijalari tahliliga asoslaniladi. Akademik litseylarda fotonning korpuskulyar-to‘lqin dualizmining o‘rganilishi de-Broyl g‘oyasi va to‘lqinini o‘rganish uchun imkoniyat yaratadi.

De-Broyl g‘oyasining mazmunini tushuntirishda o‘quvchilarga korpuskulyar-to‘lqin dualizmining tabiatdagi hamma mikrozarrachalar uchun umumiyligi to‘g‘risidagi fikrlar singdiriladi.

$$\psi(r,t) = Ce^{i(Et-\vec{p}\vec{r})} \qquad (2)$$

O‘quvchilarga mikrozarrachalarning to‘lqin xossalari mavjudligini isbotlaydigan tajribalar tushuntirilgan holda, ularga sodda savollar va masalalar berish yo‘li bilan de-Broyl to‘lqini (2) mazmuni bo‘yicha tasavvurlar oydinlashtiriladi va bilimlari chuqurlashtiriladi. De-Broyl to‘lqinlarining fizikaviy mazmuni ehtimollik tushunchasini kiritish orqali ochib beriladi. Oliy ta’lim tizimida mikrozarralarning de-Broyl to‘lqini fazaviy va gruppaviy tezliklarini kiritib, de-Broyl to‘lqin uzunligi bilan mikrozarrachalarning kinetik energiyasi orasidagi bog‘lanish formulasi, relyativistik, ultrarelyativistik va norelyativistik tezliklarda harakatlanuvchi zarrachalar uchun alohida isbotlanadi va tahlil etiladi.

Mikrozarrachalarning de-Broyl to‘lqin uzunligi bilan Kompton to‘lqin uzunliklari orasidagi bog‘lanish elektronlar uchun aniqlanadi va bog‘lanishning mohiyati tahlil etiladi [4. B. 124; 7. B. 256].

Akademik litseylar fizika kursida sodda misollar asosida tushuntirilgan de-Broyl to‘lqinining statistik yoki fizik ma’nosi kvant mexanika fanida M.Born talqini asosida chuqurlashtiriladi, de-Broyl to‘lqinining statistik mazmuni ochiladi.

M.Born de-Broyl to‘lqinining statistik talqinini berishda mikrozarrachalarning korpuskulyar xossalarini to‘lqin hodisalari bilan o‘zaro bog‘laydi. De-Broyl to‘lqinining fazoda qandaydir joydagi intensivligi shu joyda zarrachaning topilish ehtimolligiga proporsional bo‘ladi. Bu holda fazoning har xil joylaridagi intensivliklari nisbati muhimdir. Demak, de-Broyl to‘lqinlari mikrozarrachalar harakatining statistik tavsifini beradi.

Mikrozarrachalarning joylashish o‘rni ehtimolligi to‘lqinlarning intensivligini aniqlaydi, de-Broyl to‘lqini umumiy holda koordinata va vaqtning murakkab funksiyasi sifatida ifodalanadi va bu to‘lqin funksiya deb ataladi.

De-Broyl to‘lqinining statistik ma’nosi yoki mikrozarrachaning joylashish o‘rni ehtimolligi $dW(x,y,z,t)$ quyidagicha ifodalanadi:

$$dW(x,y,z,t) = |\psi(x,y,z,t)|^2\,dV \qquad (3)$$

Geyzenberg noaniqliklar munosabati (4) akademik litseylarda soddalashtirilgan shaklda o‘qitiladi va oliy ta’lim tizimida mazmuniy izchillikni saqlab qolgan holda chuqurlashtiriladi.

$$\overline{(\Delta p_x)^2}\ \overline{(\Delta x)^2} \geq \frac{\hbar^2}{4} \qquad (4)$$

Mikrozarrachaning holatini tavsiflovchi koordinata va impulsni bir vaqtda aniqlab bo‘lmasligi tabiatning o‘ziga xos qonuniyatlaridan biridir. Noaniqliklar munosabatini tahlil qilishda mikroolamda mikrozarrachaning makrozarralardan tubdan farq qilishini har doim e’tiborga olgan holda, “Zarracha har qanday momentda aniq koordinata va aniq impulsga ega bo‘ladi” degan qarash asoslangan klassik mexanikada qo‘llaniladigan tasavvurlardan tubdan farq qilishini ta’limni shu hodisalar o‘rganiladigan qismlarida ta’lim oluvchilarga aniq tushuntirib berishning ahamiyati juda katta.

Demak, yuqoridagilarga asoslanib, kvant nazariyasi Geyzenberg noaniqlik munosabatlari mohiyatini to‘la tasavvur qilgan (fizikaviy va matematik nuqtay nazardan), bunday imkoniyatning mavjudligini prinsipial ravishda inkor etadi.

Geyzenberg noaniqliklar munosabatlari mikrozarrachalarning korpuskulyar-to‘lqin dualizmiga asoslanganligini akademik litseylar fizika kursini va kvant mexanikani o‘qitishda o‘quvchilarga alohida ta’kidlagan holda ularning ongiga singdirish fan o‘qituvchilaridan chuqur falsafiy mushohada va fizikaviy bilim talab etadi. Yuqoridagilardan kelib chiqilsa, Geyzenberg noaniqliklar munosabatlari klassik fizikada o‘rganiladigan tushunchalarining mikrodunyo obyektlariga qo‘llanilishini to‘la cheklaydi [5. B. 178; 6. B. 143; 8. 246].

Klassik mexanikada jismning harakatini hamma vaqt davomida to‘la aniqlash uchun uning boshlang‘ich vaqt momentidagi holati, tezligining qiymatlari aniq berilishi talab etiladi, lekin noaniqlik munosabatiga asosan buning imkoniyati yo‘q, shu sababli mikroolamda zarrachalarning harakat trayektoriyasi to‘g‘risidagi tasavvur ma’noga ega emas. Shunga ko‘ra, zarracha fazoning qanday nuqtasida joylashganligi (mavjudlik) ehtimolligi to‘g‘risidagina fikr yuritilishi mumkin.

Ta’kidlab o‘tamizki, mikrozarrachaning koordinatasi va impulsining mos proyeksiyasini bir vaqtning o‘zida aniqlashning imkonsizligi texnikaviy qiyinchiliklar bilan bog‘lanmagan, tajribalarda tasdiqlangan, shuningdek, nazariyalar asosiga qo‘yilgan tabiatning absolyut xarakterdagi qonunlari bilan bog‘langan. Bu fikrni ham talabalar va o‘quvchilar ongiga singdirish zarur, lekin bu o‘ziga xos metodik yondashuvni talab qiladi.

Geyzenberg noaniqliklar munosabatining o‘ng tomonida Plank doimiysi $\hbar$ – impuls momenti o‘lchamligiga ega doimiy kattalik turadi, shu sababli bu munosabatlar chegaraviy xarakterga ham ega [6. B. 129; 4. B. 245].

O‘quvchilarga noaniqliklar munosabati klassik tushunchalarni faqat cheklangan holdagina qo‘llash mumkin bo‘lgan mikroskopik hodisalarning fizikaviy mohiyatini aks ettiruvchi kvantofizik asoslardan biri hisoblanishini ta’kidlab o‘tish maqsadga muvofiq [9. B. 259; 10. B. 138].

Geyzenberg noaniqliklar munosabatini qo‘llagan holda fazaviy fazodagi eng kichik hajm elementini, fazaviy tekislikdagi fazaviy yacheykaning yuzasini aniqlash mumkinligini ko‘rsatish mumkin.

Yuqoridagi mavzularni akademik litseylarda va oliy ta’lim tizimida o‘quvchilarning qoldiq bilimlariga suyangan holda, izchillik prinsipi asosida o‘qitilishi talabalar bilimini chuqurlashtiradi, mavzularni o‘rganishga sarflanadigan vaqt kamaytiriladi.

Akademik litseylar fizika kursida va oliy ta’limdagi kvant mexanika kursida absolyut qora jismning nurlanish qonuniyatlari va ularning o‘qitilishiga oid seminar mashg‘ulotlari tashkil etishning ham o‘ziga xos ahamiyati bor. Ta’limning bu ikki bosqichida seminar mashg‘ulotlarini tashkil etishning o‘ziga xos metodikasini ishlab chiqish talab etiladi.

Xulosa

Oliy ta’limda kvant mexanika kursida seminar mashg‘ulotlarini asosan “De-Broyl to‘lqini. Korpuskulyar-to‘lqin dualizmi” hamda “Geyzenberg noaniqliklar munosabati va uning fizikaviy hamda falsafiy mohiyati” mavzularida o‘tkazish maqsadga muvofiq. Bu mavzularni akademik litseylarda eksperimental asosda, formulalarning mazmunini tushuntirish bilan

cheklangan holda o‘qitilsa, oliy ta’limda Stefan-Bolsman qonuni, Releу-Jins va Vin formulalari, Plank formulasining matematik ifodalari keltirib chiqarilgan holda o‘qitilishi maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Akademik litseylar va oliy ta’lim muassasalarida kvant fizikasining mazmunini o‘zaro taqqoslagan va tegishli formulalarning muhokamasida izchillikni ta’minlagan holda o‘qitish kelgusida ta’limning har ikkala bosqichida ham ta’lim sifati ortishiga olib keladi.

Адабиётлар:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021 йил 19 мартдаги “Физика соҳасидаги таълим сифатини ошириш ва илмий тадқиқотларни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарори // Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 2021.03/19 ПҚ 5032-сон [Интернет манба]. URL: https://nrm.uz (Мурожаат этилган сана: 01.08.2022)

2. *Samatov G’.B., Niyozov Sh.K., Ashirov Sh.A*. Kvant mexanika, termodinamika va statistik fizikadan masalalar to‘plami. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 264 b.

3. *Блохинцев Д.И*. Основы квантовой механики. – Москва: Наука, 1986. – 664 с.

4. *Барабанов А.Л*. Квантовая механика. I часть. – Москва: Просвещения, 2018. – 450 с.

5. *Ўлмасова М.Н*. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб. – Тошкент: Чўлпон нашриёти, 2007. – 385 б.

6. *Musaxonov M.M., Raxmatov A.S*. Kvant mexanikasi. – Toshkent: Tafakkur bostoni, 2011. – 352 b.

7. *Кислов А.М*. Нерелятивистская квантовая механика. – Москва: Наука, 2020. – 291 с.

8. *Джораев М.* Вероятностно-статистические идеи в преподавании физики. – Тошкент: Фан, 1992. – 385 бет.

9. *Ефремов Ю.С.* Квантовая механика. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 458 с.

10. *Hoshimov G.H., Rasulov R.Ya., Yo’ldoshev N.H*. Kvant mexanikasi asoslari. – Tashkent: O‘qituvchi, 1995. – 373 b.

11. *Ландау Л.Д, Лифшиц Е.М*. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. Серия: Теоретическая физика, том 3. – Москва: Наука, 1989. –750 с.

12. *Ghatak* A., *Lokanathan S*. Quantum Mechanics: Theory and Applications. Vol.1. – United States: Published by Springer-Verlag New York Inc., 2004. – 245 p.

13. *Милантьев В.П*. История возникновения квантовой механики и развитие представлений об атоме. – Москва: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2009. –248 с.

14. *Тарасов Л.В*. Основы квантовой механики – Москва: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2009. – 273 с.

CONSISTENCY IN THE STUDY OF TOPICS RELATED TO THE PHYSICAL FOUNDATIONS OF QUANTUM MECHANICS IN ACADEMIC LYCEUMS AND HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

G.B. Samatov[1], K.R. Sattarkulov[1]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Pedagogik tadqiqotlar – Scientific bulletin. Series: Pedagogical Research. 2022. 6(66). 98–105.

[1]Gulistan State University, Sirdaryo, 120100, str., Gulistan city, 4th block (Uzbekistan). E-mail: glsu_info@edu.uz

Keywords: continuity principle, absolute black body, Rayleigh Jeans law and Wine law, photoelectric effect and Compton effect, Bohr theory, de Broglie wave, wave-particle dualism, Heisenberg uncertainty relations

This article is the period of the creation of quantum mechanical science, based on literature, was studied by research and ideas, experimental and theoretical studies conducted by physicists in 1900-1928 and later, results and conclusions.When writing the article, the quality of teaching in the current system of higher and secondary special education and the relationship between subjects was studied.In the article, the method of scientific analysis was widely used mainly.

M.Planck's study of the laws of blackbody radiation shows that in the theories of classical physics, the values of physical quantities with the dimension of impact would be completely appropriate only in the case of limits that are too large in relation to the value of the quantum of impact.

The principle of consistency is a more general principle than the principle of compatibility. Consistency in education is a link in the development of knowledge, skills and abilities between different stages of education, that is, it is

inextricably linked with the assimilation of new knowledge at later stages while preserving the knowledge gained at previous stages of education in terms of content.

In general secondary schools, probabilistic and statistical ideas and concepts are developed only at a qualitative level, albeit simpler, but in academic lyceums at a qualitative level and partially quantitatively, and at the stage of higher education, when studying general and theoretical physics courses, within the established scope and mathematical apparatus is not only at a qualitative level, but.

When introducing probabilistic and statistical ideas and concepts, first of all, teachers form a scientific worldview in which statistical thinking is strengthened, which is necessary for practical activity.

Academic lyceums are formed in the course of physics, at the stage of general secondary education, the content of probabilistic and statistical ideas and concepts is more widely revealed and developed. For example, according to Rutherford's experiments on particle scattering in interaction with matter, academic lyceums are studied more deeply when the physics course begins to study topics more broadly, even if relatively elementary concepts were initially given, and the concept of tasoddifism deepens in content.

In conclusion, we note that teaching the above topics in academic lyceums and in the higher education system, based on the residual knowledge of students, on the principle of consistency, deepens students' knowledge, reduces the time spent on studying topics.

The organization of seminars on the laws of blackbody radiation and their teaching in the physics course of academic lyceums and the course of quantum mechanics in higher educational institutions also has its significance. At these two stages of training, it is necessary to develop a specific methodology for organizing seminars.

References:

1. *O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori* [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated March 19, 2021 ‘On measures to improve the quality of education in the field of physics and develop scientific research’]. National database of legal documents of the Republic of Uzbekistan, 2021/03/19. [Online]. URL: https://nrm.uz (Date of Access: 01.08.2022)

2. Samatov, G‘.B., Niyozov, Sh.K., Ashirov, Sh.A. (2019) *Kvant mexanika, termodinamika va statistik fizikadan masalalar to‘plami* [Collection of problems from quantum mechanics, thermodynamics and statistical physics]. Tashkent: Fan va texnologiya.

3. Blohincev, D.I. (1986) *Osnovy kvantovoj mekhaniki* [Basic quantum mechanics]. Moscow: Nauka.

4. Barabanov, A.L. (2018) *Kvantovaya mekhanika.* Chast 1 [Quantum mechanics. 1st part]. Moscow: Prosveshcheniye.

5. O‘lmasova, M.N. (2007) *Fizika. Optika, atom va yadro fizikasi*. 3-kitob [Physics. Optics, atomic and nuclear physics. Book 3]. Tashkent: Cho‘lpon nashriyoti.

6. Musaxonov, M.M., Rahmatov, A.S. (2011) Kvant mexanikasi [Quantum mechanics]. Tashkent: Tafakkur bo‘stoni.

7. Kislov, A.M. (2020) *Nerelyativistkaya kvantovaya mekhanika* [Nonrelativistic quantum mechanics]. Moscow: Nauka

8. Dzhorayev, M. (1992) *Veroyatnostno-statisticheskiye idei v prepodavanii fiziki* [Probabilistic-statistical ideas in teaching physics]. Tashkent: Fan.

9. Yefremov,Y.S. (2022) *Kvantovaya mekhanika* [Quantum mechanics]. Moscow: ‘Urayt’ publishing house.

10. Hoshimov, G.H., Rasulov, R.Y., Yo‘ldoshev,N.H. (1995) *Kvant mexanikasi asoslari* [Fundamentals of quantum mechanics]. Tashkent: O‘qituvchi.

11. Landau, L.D., Lifshic, E.M. (1989) *Kvantovaya mekhanika. Nerelyativistskaya teoriya. Seriya: Teoreticheskaya fizika*. Tom 3 [Quantum mechanics. Nonrelativistic theory. Series: Theoretical physics. Volume 3]. Moscow: Nauka.

12. Ghatak, *A.,* Lokanathan, S. (2004) *Quantum Mechanics: Theory and Applications*. Vol.1. United States: Published by Springer-Verlag New York Inc.

13. Milantev, V.P. (2009) *Istoriya vozniknoveniya kvantovoy mekhaniki i razvitie predstavlenij ob atome* [The history of the emergence of quantum mechanics and the development of ideas about the atom]. Moscow: Knizhnyj dom ‘Librokom’.

14. Tarasov, I.V. (2009) *Osnovy kvantovoy mekhaniki* [Fundamentals of quantum mechanics]. Moscow: Knizhnyj dom ‘Librokom’

Mualliflar haqida ma’lumot:

SAMATOV Gulom Bazarbayevich – fizika fanlari nomzodi, Guliston davlat universiteti Fizika kafedrasi dotsenti. E-mail: gsamatov@mail.ru

SATTARKULOV Komil Raxmatovich – Guliston davlat universiteti Fizika kafedrasi mustaqil tadqiqotchisi. E-mail: komilsattarkulov@mail.ru