

УМУМИЙ ЎРТА ТАЪЛИМ МАКТАБЛАРИ ФИЗИКА ДАРСЛАРИДА КВАНТ ФИЗИКАНИ ЎҚИТИШНИНГ МЕТОДОЛОГИК АСОСЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Матжанов Н.С.

Нукус давлат педагогика институти

«Физика ўқитиш методикаси» кафедраси, педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Аннотация: Бул мақалада орта мектеп физика курсын оқытыў процессинде квант теория шеңберинде жаратылған хэм өз шешимин тапқан философиялық хэм методологиялық машқалаларды қандай етип түсиндириў машқалаларына арналған. Бул бөлимди үйрениў нәтийжесинде оқыўшыларда дүньяның квант-статистикалық картинасының тийкарғы түсиниклери қәлиплеседи.

Таяныш сөзлер: физика сабағы, классикалық түсиниклер, квант физика, методология, теория, тәжірийбе, бөлешелер, жактылық, корпускуляр-толықын дуализми.

Аннотация: Ушбу мақолада ўрта мактаб физика курсини ўқитиш жараёнида квант назарияси доирасида яратилган ва ўз ечимини топган фалсафий ва методологик муаммоларни қандай қилиб тушунтириш муаммоларига бағишланган. Ушбу бўлимни ўрганиш натижасида ўқувчиларда оламнинг квант-статистик манзарасининг асосий тушунчалари шаклланади.

Калит сўзлар: физика дарси, классик тушунчалар, квант физика, методология, назария, тажриба, заррачалар, ёруғлик, корпускуляр-тўлқин дуализми.

Аннотация: Настоящая статья посвящена обсуждению проблемы о том, как можно осветить в курсе физики средней школы философские и методологические проблемы, поставленные и разрешенные в рамках квантовой теории. В результате изучения этого раздела будет сформированы основные представления квантово-статистической картины мира.

Ключевые слова: урок физики, классические понятия, квантовая физика, методология, теория, эксперимент, частицы, свет, корпускулярно-волновой дуализм.

Resume: This article is devoted to a discussion of the problem of how philosophical and methodological problems posed and resolved in the framework of quantum theory can be highlighted in a high school physics course. As a result of studying this section, the basic concepts of a quantum-statistical picture of the world will be formed.

Keywords: physics lesson, classical concepts, quantum physics, methodology, theory, experiment, particles, light, wave-particle duality.

Замонавий физика икки илмий инқилобнинг натижаси – XVII аср ва XIX-XX асрлар чегаралари. Одатда, иккинчиси нисбийлик ва квант назарияларининг пайдо бўлиши натижасида оламнинг физик манзарасидаги инқилоб деб қаралди.

Ушбу бўлимнинг ўрганишдаги асосий масала – квант объектларининг хусусан, микрозаррачалар ва электромагнит майдоннинг хусусиятларини ўрганишдан иборатдир. Квант объектларининг физикавий ўзаро таъсирлашишларда уларнинг хатти-ҳаракатларида характерли икки хил хусусиятнинг намойиш бўлиши ҳисобланади. Баъзи бир тажрибаларда улар корпускуляр, бошқаларда эса – тўлқин хусусиятларга эга, классик физика нуқтаи назаридан бундай бўлиши мумкин эмас. Дарҳақиқат, бу зиддият, бизнинг ақл-идрокимизнинг натижасидир, агар биз корпускуляр ва тўлқин хусусиятлар ҳеч қандай қарама-қаршиликка эга эмас, балки улар объектларнинг хусусиятларини қўшимча тўлдиради деб ҳисобласак, у ҳолда бу объектларнинг хатти-ҳаракатларини тушуниш қийинчиликларини осонлаштиради.

Ўрта мактабда квант физикасининг асосларини ўрганишда, квантовий тушунчаларнинг мавҳумлиги ва бу назариянинг математик аппаратининг мураккаблигидан, фотоэффект каби, ушбу назарияни асослаган экспериментал маълумотларни таърифлаш билан чегараланади. Назарий жиҳатдан бўлса, Резерфорд-Борнинг атом модели, корпускуляр-тўлқин дуализмининг муҳокама қилади. Бир сўз билан айтганда, ўрта мактабда квант назарияси туғилишига асос бўлган назариялар ва экспериментал материалларнинг дастлабки асосий ғояларини тушунтириш билан чекланади.

Квант назариясида пайдо бўладиган ва ечиладиган фалсафий ва методологик характерга оид масалалар, одатда ўрта мактаб физика курсида баён қилинмайди. Бироқ «физикадаги инқилоб» квантомеханик назариянинг яратилиши, физиканинг фалсафий ва методологик асосларини қайта қўриб чиқиш билан белгиланади. Шундай қилиб, квант назарияси билан инсон онгига (умуминсоний маданият) киритилган энг асосий нарса ўрта мактабда диққатдан четда қолмоқда.

Методология юнунча «metodos» - билиш ёки тадқиқ қилиш, «logos» - таълимот деган сўзлар йиғиндисидан иборат. Уни умумлашган тарзда фанда илмий билиш методларига оид таълимотлар йиғиндиси, тўғрироғи бу ерда ҳам тизим, дейиш мумкин.

Педагог олим М.Джораевнинг илмий тадқиқот ишларида «Фан ва уни ўқитишнинг методологияси деганда – ўқитилаётган предметнинг асосий тушунчалари, катталиклари, қонунлари ва назарияларининг пайдо бўлиши ва ривожланиши тўғрисидаги таълимотни тушуниш керак» деб таъкидланган [1; 22-б].

Шу асосда бизнинг фикримизча, ўқувчилар томонидан квант назарияси асослари ўрганилиши мумкин бўлган фалсафий ва методологик характердаги масалалар муҳим аҳамият касб этади, чунки бу масалалар оламнинг замонавий физик манзарасини белгилайди. Оламнинг замонавий физик маназараси ғояларини ўқувчилар онгида шакллантириш ўрта мактабнинг асосий вазифаларидан биридир.

Биз физика дарсларида квант физикага оид мавзуларни ўқитишда қандай масалаларни муҳокама қилишни ва қандай таълимий вазифаларни ҳал қилиш мумкинлиги ҳақида фикр юритмоқчимиз. Шундай қилиб, ўрта мактаблар физика курсида квант физикасини ўқитиш бўйича дарс мазмунини кўриб чиқайлик.

Дастлаб квантомеханик ғоя ва тушунчаларнинг ривожланишининг асосий босқичлари ҳақида қисқача маълумотлар бериш керак.

Квантомеханик ғоя ва тушунчаларнинг ривожланиши бир-биридан анча вақт билан ажралиб турадиган ва бу фикрларнинг ривожланиши физиклар томонидан тўлиқ рад этилиши билан изоҳланади. Бу босқичлар қуйидагича:

М.Планк томонидан квант энергияси тушунчасини киритилиши. 1900 йилда М.Планк томонидан мутлақ қора жисмнинг нурланишини таҳлили натижасида, қора жисмдаги нурланган энергия (яъни осцилляторлар), дискрет равишда ўзгаради, фақат шу ҳолда $E=h\nu$ формула тажриба натижаларига тўлиқ мос келиши ҳақида маълумот берилди. Аммо, кейинги беш йил мобайнида ҳеч ким бу фикрни қўллаб-қувватламади [3; -288 с].

А.Эйнштейн ёруғлик кванти тушунчасини киритди. 1905 йил А.Эйнштейннинг «Ёруғликнинг келиб чиқиши ва ўзгариши билан боғлиқ эвристик нуқтаи назар ҳақида» (Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света) номли мақоласида ёруғликнинг квант ғоясини илгари суради ва уни Максвеллнинг ёруғликнинг электромагнит назарияси доирасида тушунтириб бўлмайдиган айрим ҳодисаларнинг қонуниятларини тушунтириш учун фойдаланади. Ушбу ҳодисалардан бири фотоэффект эди.

Эйнштейн ўз ишида нафақат фотоэффектни, балки ёруғликнинг моддалар (хусусан люминесценцияни) билан таъсирлашиш ҳодисаларини ҳам тушунтирди. Эйнштейн ёруғлик нурининг нурланиши ва ютилиши хусусида янги нуқтаи назарни илгари суради. Бу ёруғлик табиатига нисбатан тубдан янги фикр ўз даврида тарафдорларини топмади [4; -65 с].

Н.Борнинг атом модели. Тажрибалар натижаси асосида альфа-заррачаларнинг сочилишини тушунтириш учун Э.Резерфорд томонидан илгари сурилган атомнинг планетар моделини назарий асослаш учун 1913 йилда Нильс Бор квантлаш ғоясини қўллайди. Ушбу ғояда электронлар атомда ўзининг стационар энергетик сатҳларига эга бўлади. бу ҳолда атом энергия нурландирмайди, лекин бир сатҳдан иккичисига ўтганда атом нур чиқаради (нур ютади). Фақат шу вақтдан бошлаб квант назария ривожлана бошлайди.

Де-Бройль тўлқини. Унинг диққатини жалб қилган бир фикр келди, илгари дискрет сифатида қаралаётган жараён ва объектларни, энди тўлқин сифатида қараб чиқиш. Луи Де-Бройль ҳар бир заррачага қандайдир бир тўлқин жараёни киргизди ва ҳар бир дискрет объектга «Де-Бройль тўлқини» деб аталувчи мос тўлқинни қўйди. Бу фикр Резерфорд-Бор атом назариясига янги нуктаи назардан қарашга имкон берди, хусусан, нега атомда электрон орбиталари бор эканлиги аниқроқ бўлди [2; -350 с].

Э.Шредингернинг тўлқин механикаси. Де-Бройль ғояларини қўллашдаги асосий қадамни Э.Шредингер қўйди. Шредингер ҳар бир дискрет объектга маълум бир тўлқиннинг таалукли бўлиши мумкинлиги ҳақида фикрни ҳамда XIX асда Р.Гамильтон томонидан ишлаб чиқилган оптик-механик аналогиянинг математик формализмидан фойдаланиб, микрооламда юз берувчи жараёнларнинг назарий манзарасини яратди.

Оптик-механик аналогия механика ва оптиканинг асосий тамойиллари – энг кам таъсир ва қисқа вақт тамойилларининг расмий ўхшашлигида ифодаланади. Бу ўхшашлик тўлқинлар назарияси асосида механик қонунларни тушунтириш имконини беради. Шредингер тажриба натижаларига мос келадиган, атом томонидан нурланаётган нурнинг частотасини ва спектрал чизиқларининг интенсивлигини ҳисоблаш имконини берадиган

тенгламани
$$\left(\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - V)\psi = 0 \right)$$
 ишлаб чиқишга мувофиқ бўлди (кейинчалик унинг номи билан

номланади). Натижада микрооламда заррачаларнинг хатти-ҳаракатини тавсифловчи биринчи назарий схема ҳосил бўлди [5; -422 с].

В.Гейзенбергнинг матрицали механикаси. Шредингернинг иши билан бир вақтнинг ўзида яна бир ёш немес физиги Вернер Гейзенбергнинг иши пайдо бўлди. Гейзенберг ғояси қуйидаги фикрлардан келиб чиқади: «Бевосита тажрибалар билан атомнинг қандай тузилганини билмаймиз, шу билан бирга атомни тўғридан-тўғри кузатиб бўлмайди. Биз тўғридан-тўғри атом нурланишларининг спектрини кузата оламиз, спектр чизиқларидаги частота ва интенсивликни ўлчашимиз мумкин. Шунинг учун атом тузилиши ҳақидаги номаълум ғояларга асосланиш керак эмас. Физик назарияни яратишда фақат кузатилиши мумкин бўлган катталиклар асос бўлиши керак. Нурланиш спектрларининг дискретлиги ҳақидаги билимларга таяниб, қандай қилиб назария яратиш мумкин?». Бу назарияни яратиш учун Гейзенберга янги математик аппарат ўйлаб топишига тўғри келди. Ушбу математик аппарат ёрдамида, у микдори кескин ўзгариб турувчи катталикларни тушунтириб берди [2; -350 с].

Корпускуляр-тўлқин дуализми. Шундай қилиб, физик ҳодисалар табиатига нисбатан қарама-қарши фикрларга асосланган ва бир хил натижаларга олиб келадиган икки назарий ғоя пайдо бўлди.

Физикалар олдида электрон нима? – деган савол кўндаланг қўйилди. Бу маълум бир чекланган ҳажмдаги локализация қилинган объект, у ҳар бир вақт momentiда тўлиқ аниқланган координата ва оний тезлик билан маълум бир траектория бўйлаб ҳаракатланади. Ёки фазода тарқаладиган, ҳолати (яъни координатаси) ва траекторияси ҳақида гапириб бўлмайдиган тўлқиндир.

Унда ёруғлик нима? Бу вакуумдаги алоҳида зарралар оқими ёки бутун фазони тўлдириб турувчи электромагнит тўлқиндир. Бу икки нуқтаи назарни классик физика ғоялари доирасида бирлаштириш мутлақо мумкин эмас.

Бу саволга тажриба қандай жавоб беради? Электрон нима – заррача ёки тўлқин, ёруғлик – заррачалар оқими ёки тўлқинми?

Лекин бу ерда ҳам қийинчиликлар вужудга келди. Айрим тажрибаларни тўлқин хусусиятлари билан тушунтириш мумкин эди, бу тажрибалар XIX асрдан бери маълум: дифракция, интерференция, ёруғлиkning поляризация ҳодисалари. Бу тажрибаларнинг барчаси: ёруғлик – бу тўлқин деб аниқ айтади. Аммо бошқа тажрибалар – фотоэффект, Комптон эффекти (бу ҳақида ўқувчиларга маълумот бериш лозим) ёруғлиkning заррачалар оқими эканлигини тасдиқлайди.

Электрон нима? Тажрибаларда электрон заряди ва массаси дискретлиги аниқланганлиги, уни зарра деб ҳисоблайди, лекин Де-Бройль ишларидан сўнгги Дэвиссон ва Джермер тажрибалари электроннинг дифракция ҳодисасини аниқлади, демек электрон – тўлқин.

Микрообъектларнинг табиати ҳақидаги мана шу икки нуқтаи назар корпускуляр-тўлқин дуализми деган ном олди.

Ушбу суҳбатдан кейин биз дарсимизга қайтамыз, шу ерда ўқитувчи илм-фан соҳасида танкидий, инкилобий ҳолатлар юзага келганда, бу даврда фаннинг асосий тушунчаларини қайта кўриб чиқилишига алоҳида эътибор бериши керак. Бу илмдаги инкилобий ўзгаришларнинг моҳиятидир. Маълум бир илм учун асосий бўлган бу бошланғич тушунчалар, бу илм-фаннинг ўзида эмас, балки даврнинг умуммаданий контекстида шакллантирилади.

Ушбу бўлимни ўрганиш натижасида ўқувчиларда оламнинг квант-статистик манзарасининг асосий тушунчалари шаклланиши керак:

- олам «элементлари»: заррачалар – ўзаро таъсир иштирокчилари, заррачалар ўзаро таъсир ташувчилари;
- физик ўзаро таъсирлар: фундаменталь ўзаро таъсирлар – гравитацион, кучсиз, электромагнит, кучли;
- физик қонунлар: корпускуляр-тўлқин дуализми, микрозаррачалар ҳолатининг квантомеханик таърифи, Бор постулатлари, Д.И.Менделеевнинг даврий қонуни;
- физик системалар: элементар заррачалар, ядролар, атомлар, молекулалар, моддалар, макроjisмлар;
- квантовий жараён ва ҳодисалар: иссиқлик нурланиши, фотоэффект, рентген нурланиши, катод нурлари, электронлар дифракцияси, радиоактивлик, люминесценция, иссиқлик мувозанати;
- инсон томонидан яратилган «олам»: иссиқлик двигателлари, лазер, ядро реакторлари, люминесцент лампалари, қаттиқ jisмли қурилмалар [1; 40-б].

Хулоса қилиб айтганда, оламнинг физик манзарасининг замонавий асосида янги физик назария – моддий оламнинг микрообъектларининг ҳолати ва ҳаракатини таърифлайдиган квант механика туради. Чуқур мафкуравий аҳамиятга эга бўлган бу натижа, физика тарихидаги энг ажойиб саҳифадир.

Адабиётлар

1. Джораев М. Методологические и диактические основы формирования-статических идей и понятий: (на примере обучения физики средней и высшей школе): Автореф.дисс.... докт.пед.наук. –Т.: ТГПУ, 1993. -40 с.
2. Луи де-Бройль. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. -М.: «Мир», 1986. -350 с.
3. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе. -М.: «Просвещение», 1990. -288 с.
4. Усова А.В., Гранатов Г.Г. Методические рекомендации по изучению квантовых свойств и действий света в курсе физики 10 класса. –Челябинск: ЧГПИ, 1984. - 65 с.
5. Шрёдингер Э. Избранные труды по квантовой механике. -М.: «Наука», 1976. -422 с.