КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ
БАТКЕН МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ
КЫЗЫЛ-КЫЯ ПЕДАГОГИКАЛЫК ИНСТИТУТУ

Кол жазма укугунда

УДК: 372. 853 (575.2)(043.3)

ТЕМИРБАЕВ МЕДЕРБЕК МАМАТИБРАИМОВИЧ

НЕГИЗГИ МЕКТЕПТЕ КВАНТТЫК ФИЗИКАНЫН МАЗМУНУН ЖАНА ОКУТУУ МЕТОДИКАСЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ

13.00.02 – окутуунун жана тарбиялоонун теориясы менен методикасы (физика)

Педагогика илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган

Д И С С Е Р Т А Ц И Я

Илимий жетекчи: КР УИАнын корреспондент мүчөсү, педагогика илимдеринин доктору, профессор **МАМБЕТАКУНОВ Э.**

Бишкек – 2020

МАЗМУНУ

КИРИШҮҮ..3

1-ГЛАВА. КВАНТТЫК ФИЗИКАНЫ ОКУТУУНУН ИЛИМИЙ-МЕТОДИКАЛЫК МАСЕЛЕЛЕРИ

1.1. Кванттык физиканын илимий мазмуну жана анын турмуштагы мааниси..13

1.2. Кванттык физиканы орто мектепте окутуунун тарыхы жана азыркы учурдагы абалы..39

1.3. Негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун методикалык шарттары..62

2-ГЛАВА. НЕГИЗГИ МЕКТЕПТЕ КВАНТТЫК ФИЗИКАНЫ ОКУТУУНУН МЕТОДИКАСЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ

2.1. Жарык аракеттерин окутуу методикасы..83

2.2. Атомдук физиканы окутуу методикасы...105

2.3. Ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөрдү окутуу методикасы..129

3-ГЛАВА. ПЕДАГОГИКАЛЫК ЭКСПЕРИМЕНТ ЖАНА АНЫН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

3.1. Педагогикалык экспериментти уюштуруу..155

3.2. Педагогикалык эксперименттин жыйынтыгы жана методикалык сунуштар 160

ЖАЛПЫ КОРУТУНДУ...166

БИБЛИОГРАФИЯ 168

КИРИШҮҮ

Кыргыз Республикасында билим берүүнү 2020-жылга чейин өнүктүрүү концепциясында[1], жаңы муундагы стандарттарды иштеп чыгуу, ага жараша билим берүүнүн мазмунун жана окутуу методикасын жаңылоо маселеси каралган. Бул концепция «2018-2040-жылдарга Кыргыз Республикасын өнүктүрүүнүн улуттук стратегиясына»[2] толугу менен шайкеш келет.

Физика илими башка табигый илимдер менен катар эле жаратылыштын кубулуштарын, законченемдерин үйрөнүп, аларды адам баласынын турмуш-тиричилигин жакшыртуу максатын көздөйт. «Физиканын өнүгүшү, анын ичинде салыштырмалуулук теориясы, кванттык механика, кванттык электродинамика, ядро физикасы, элементардык бөлүкчөлөр физикасы, катуу нерселердин физикасынын дүркүрөп өсүшү, физиканы фундаменталдуу илим катары көтөрүп чыкты, Ал учурдагы табигый илимдердин негизи болуп калды» [64]. Ошондой эле физика илимий-техникалык прогресстин башатында туруп, аны өнүктүрүүнүн кыймылдаткыч күчү катары кызмат кылат. Окуучулар физика боюнча билимдердин системасын (илимий фактылар, түшүнүктөр, закондор, теориялар, изилдөө методдору, прикладдык маселелер ж.б.) өздөштүрүү менен дүйнөгө болгон көз караштарын калыптандырышат. Табигый баалуулуктарды адамзаттык баалуулуктарга айландыруу мүмкүндүгүнө ишеним артышып, анын жаңы жолдорун табуу зарылдыгы пайда болот.

Кыргыз Республикасынын мектептеринде табигый илимдердин, анын ичинен физика илиминин негиздерин окутууга көңүл бурулуп келет. Табият жөнүндөгү илимий элестер окуучуларга башталгыч класстарда эле окутулат. Ал эми 5-класста «Табият таануу» предметинен окуучулар адамзатты курчап турган дүйнө, заттардын жана нерселердин дүйнөсү, жаратылыш кубулуштары, жаратылышты кантип таанып билүүгө болот, Жер планетасындагы жашоо жөнүндө алгачкы маалыматтарды алышат. Ал эми физика атайын предмет

1.Кыргыз Республикасында билим берүүнү 2020-жылга чейин өнүктүрүү концепциясы. – Б.: 2012. – 9 бет.
2. 2018-2040-жылдарга Кыргыз Республикасын өнүктүрүүнүн улуттук стратегиясы. – Б.: 2018. – 17-19- бет.

катары 7-9-класстарда жана 10-11-класстарда системалуу курс катары окутулуп келет. Кыргыз Республикасынын «Билим берүү законуна» [55] ылайык билим берүү 9-класста аяктагандыктан, ошол окуу аралыгында окуучулар физиканын традициялуу бөлүмдөрү боюнча системалуу билимдерге ээ болуулары зарыл. Ошондуктан 7-9-класстардын окуу программасына [161] физиканын механика, молекулалык физика, электродинамика, оптика жана кванттык физика деген бөлүмдөрү киргизилген.

Кыргызстандын мектептеринде физиканы окутууну жакшыртуу боюнча бир нече докторлук жана кандидаттык изилдөөлөр жүргүзүлгөн. Алсак, окуучулардын физикалык жана табигый түшүнүктөрүн калыптандыруу, ал процесстерге табигый предметтерди байланыштырып окутуунун дидактикалык функцияларын аныктоо, окуучулардын өз алдынча иштерин уюштуруу (Мамбетакунов Э., 1992), физика мугалимдеринин кесиптик жактан калыптанышы жана өнүгүшү (Бабаев Д., 1994), физика боюнча орто билим берүү процессин модернизациялоо (Сияев Т., 2003), окуучулардын физика боюнча окуу иштерин нормалаштыруу (Мааткеримов Н., 2010), физиканын жана табигый илимдердин закондору менен теорияларын окутууну өркүндөтүү (Мамбетакунов У., 2011), Орто мектепте табигый предметтерди окутууда окуучулардын чыгармачылык ишмердүүлүктөрүн өнүктүрүүнүн технологиялары (Байсеркеев А.Э., 2017), Орто мектепте физикалык билим берүүнүн илимий-методикалык маселелери (Курманкулов Ш.Ж., 2017) проблемаларына арналган докторлук диссертациялар корголгон. Ал эми кандидаттык диссертацияларда да физиканы окутуунун жалпы маселелери изилденген. Орто мектепте окутулуучу физиканын бөлүмдөрүн же айрым темаларын окутууга арналган атайын изилдөөлөр жокко эсе. Ошондуктан биз өзүбүздүн изилдөөнү негизги мектептин физикасындагы «Кванттык физика» бөлүмүн окутуунун методикасына арноону туура көрдүк. Анткени кванттык физика азыркы технологиялардын негизин түзөт. Бул бөлүмдүн материалдары абстрактуу келип, элестетүүгө жана түшүнүүгө татаал. Бул бөлүмдү окутуунун методикасы Кыргызстанда эле эмес, башка өлкөлөрдө да толук

изилденбегендиктен, илимий жактан тастыкталган жеткиликтүү сунуштардын саны өтө эле аз. Алсак, Советтер Союзу учурунда «Жарыктын кванты. Жарыктын аракеттери» деген тема 11-класста 12 саат көлөмүндө окутулчу. Бул жөнүндө айрым макалалар, методикалык көрсөтмөлөр болгону менен атайын изилдөөлөр жүргүзүлгөн эмес. Кийин жарык аракеттери, атомдук жана ядролук физика бир топко бириктирилип, программага «Квант физикасы» деген ат менен кирген. Кыргыз Республикасынын негизги мектептеринин физика боюнча программасына «Кванттык физиканы» кошуу да бир топ талаш тартышты пайда кылган. Бирок «Билим берүү жөнүндөгү закон»[3] талабына ылайык негизги мектеп 9-класс менен аяктагандыктан «Кванттык физика» бөлүмү 9-класстын программасына корутундулоочу материал катары кошулган. Анткени окуучулар буга чейин физиканын механика, молекулалык физика, электродинамика, жарык кубулуштарын окушуп, атомдун жана ядронун физикасы, ошондой эле жарык кванты жөнүндөгү билимдерди алууга кайсы бир деңгээлде даярдыгы жетиштүү деп эсептелген. Демек, биздин изилдөөбүз “Кванттык физика” бөлүмүнүн мазмунун тактоо, аны окутуунун методикасын өркүндөтүүгө арналат [137].

Аталган проблема боюнча башка өлкөлөрдө да атайын изилдөө иштери жүргүзүлгөн. Аларды айрым белгилери боюнча топторго бөлүштүрсөк, төмөнкүдөй маалыматты алабыз:

1. Орто мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасына: атомдун жана атом ядросунун физикасын моделдештирип окутуу [95], кванттык физиканы окутууну компьютердик технологиянын жардамында өркүндөтүү [150].

2. Орто мектептин окуучуларынын аң сезиминде физика курсундагы кванттык элестөөлөрдү калыптандырууда улануучулук принцибин колдонуу [37], өнүктүрүп окутуу идеясын ишке ашыруу [89], окуучулардын кванттык элестөөлөрүн ар кандай методикалык жолдор менен өнүктүрүү [14,28,121] жана башкалар.

3. Орто мектептин физика курсундагы кванттык механиканын элементтеринин мазмунун жана окутуу методикасын өркүндөтүү боюнча [4] менен [53] кванттык механиканын элементтеринин мазмунун тактоого аракет жасашса, [24] орто мектепте кванттык механиканын элементтерин окутууда динамикалык принципти ишке ашыруунун жолдорун сунуштаган.

Жогоруда көрсөтүлгөн авторлордун диссертациялык изилдөөлөрүн талдоонун натыйжасында төмөнкүдөй корутунду чыгарууга болот:

1. Келтирилген диссертациялардын дээрлик бардыгы (О.А.Немыхтан башкасы) орто мектептин 11-классынын окуу материалдарынын мисалында каралган.

2. Кванттык механиканын элементтери орто мектептин физика курсундагы механика жана динамика бөлүмдөрү менен тыкыз байланышта изилденген. А чындыгында кванттык механиканын мазмунун окуучулардын кабыл алышы жана өздөштүрүүсү бир топ кыйынчылыктарды жаратат.

3. Окуучулар окуу материалын терең өздөштүрүү үчүн илимий элестерди гана эмес, илимий түшүнүктөрдү да өздөштүрүүсү зарыл. Ал эми жогоруда белгиленген авторлор окуучулардын кванттык элестөөлөрүн калыптандырууга басым жасашкан.

4. О.А.Немыхтын кандидаттык диссертациясы [89] окуучулардын кванттык элестөөлөрүн калыптандырууну окуучуларды алдыга оздуруп окутуу идеяларына таянып ишке ашырууга арналган. Андагы окуу материалынын мазмуну биздин мектептин программасынан алда канча айырмаланат. Ошондуктан О.А.Немых сунуштаган айрым натыйжалуу сунуштарды технологиялык жактан кайра иштетпей туруп пайдалануу мүмкүн эмес.

Кыргызстандын мектептеринин 9- жана 11-класстарынын окуучулары, жогорку окуу жайларынын биринчи курсунун студенттери менен жүргүзүлгөн аңгемелешүүлөр, жазуу жүзүндөгү текшерүү иштеринин жыйынтыктары окуучулардын кванттык физика боюнча билимдеринин жетишсиздигин көрсөттү. Алар «Кванттык физика» бөлүмүнүн таанып-билүүчүлүк максатын, илимий мазмунун, практикалык маанисин бүдөмүк элестетишет. Бөлүмдүн

негизги илимий түшүнүктөрүн үстүртөн билишкени менен маңызын ачып бере алышпайт. Окуу материалдарынын ортосундагы себептик-натыйжалык байланыштарды билишпейт. Азыркы учурдагы заманбап техникалык куралдарды жасоодогу кванттык кубулуштардын маанисин түшүнбөгөндүктөн, ушул бөлүм боюнча алган билимдери алардын политехникалык талаптарын канагаттандыра албайт.

Жогоруда айтылгандардын натыйжасында негизги мектепте кванттык физиканы окутуу процессиндеги объективдүү **карама-каршылыктар** аныкталды жана аларды чечүүнүн зарылдыгы пайда болду. Алар:

- азыркы илимий техникалык прогресстин, жаңы коммуникативдик технологияларды колдонуунун шартында кванттык физика боюнча билимдердин зарылдыгы менен негизги мектептин бүтүрүүчүлөрүнүн физиканын ушул бөлүмү боюнча алган билимдеринин төмөндүгү;
- окуучулардын кванттык физика боюнча билимдерине коюлган жогорку талаптар менен аны окутуунун методикасынын толук кандуу иштелип чыкпагандыгы;
- негизги мектепте кванттык физиканы окутуу боюнча мугалимдерге коюлган кесиптик-методикалык талаптар менен иштеп жаткан мугалимдердин квалификациясынын жетишсиздиги.

Ушул карама-каршылыктардан улам негизги мектептин 9-классында кванттык физиканын түзүлүшүн, мазмунун жана окутуу методикасын кандайча өркүндөтүүгө болот деген **проблема** жаралды. Ал **«Негизги мектепте кванттык физиканын мазмунун жана окутуу методикасын өркүндөтүү»** деген теманы тандап алууга түрткү болду.

Изилдөө иши Баткен мамлекеттик университетинин Кызыл-Кыя педагогикалык институтунун «Табигый-математикалык билим берүү» жана Ж.Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин «Физиканы окутуу технологиялары жана табият таануу» кафедраларынын илим-изилдөө иштеринин тематикалык пландарынын алкагында аткарылды.

Изилдөөнүн обьектиси: негизги мектепте физиканы окутуу процесси.

Изилдөө предмети: негизги мектепте кванттык физиканын мазмунун жана окутуу технологияларын өркүндөтүү маселелери.

Изилдөөнүн максаты – негизги мектептин физика курсундагы «Кванттык физика» бөлүмүнүн мазмунун жана окутуу технологияларын өркүндөтүү жолдорун иштеп чыгуу, алардын натыйжалуулугун эксперимент аркылуу текшерүү жана мектеп практикасына киргизүү.

Негизги мектептин 9-классында кванттык физиканы окутуу эффективдүү болушу үчүн мугалимдер кванттык физиканын пайда болушунун тарыхын жана анын өнүгүү эволюциясын билиши, ал бөлүмдү окутуунун максаты так көрсөтүлүшү, мазмунунун илимдин логикасына ылайык аныкталышы, бөлүмдү окутуунун методикалык системасына тийиштүү жаңылыктардын киргизилиши зарыл. Бул изилдөөнүн илимий божомолу катары кабыл алынат.

Изилдөөнүн максатына жана илимий божомолуна жараша төмөнкү милдеттер белгиленди:

1. Окуучулардын жалпы физикалык билимдеринин системасындагы «Кванттык физика» бөлүмүнүн маанисин, анын илимий мазмунун жана практикалык баалуулугун аныктоо.

2. Негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун педагогикалык теориядагы жана мектеп практикасындагы абалдарын талдоо, жетишилген ийгиликтер менен кемчиликтердин мүнөзүн, алардын пайда болуу себептерин ачып көрсөтүү.

3. 9-класстын физика курсундагы кванттык физика бөлүмүнүн түзүлүшүн, мазмунун жана окутуу технологияларын өркүндөтүүнүн илимий-методикалык шарттарын аныктоо, аларды окутуу процессине киргизүүнүн жолдорун иштеп чыгуу.

4. Изилдөөдөн алынган илимий жоболордун жана методикалык сунуштардын эффективдүүлүгүн педагогикалык экспериментте текшерүү, алардын жыйынтыктарын математикалык-статистиканын методдору менен талдоо.

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы жана теориялык баалуулугу.

- окуучулардын дүйнөгө болгон илимий көз караштарын, алардын политехникалык компетенттүүлүктөрүн калыптандырууга кванттык физика боюнча алынган билим-билгичтиктердин тийгизген оң таасири илимий-методикалык жактан негизделди;

- кванттык физика бөлүмүнүн түзүлүшүнүн логикалык удаалаштыгы, мазмунунун илимий деңгээли менен прикладдык мааниси такталды;

- кванттык физиканы окутуунун натыйжалуулугун жогорулатууга арналган методикалык ыкмалар, каражаттар иштелип чыкты жана алардын эффективдүүлүгү экспериментте тастыкталды.

Изилдөөнүн практикалык маанилүүлүгү: Изилдөөнүн натыйжасында алынган илимий-методикалык жыйынтыктар негизги мектеп үчүн физика боюнча предметтик стандартын, окуу программасын, окуу китебин, окуу каражаттарын иштеп чыгууда пайдаланылат; негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасы боюнча иштелип чыккан сунуштар, көрсөтмөлөр мектеп мугалимдерине кесиптик жактан жардам берет; физика багытында окуган студенттерди, магистрлерди даярдоодо жана мугалимдердин квалификациясын өркүндөтүү институттарында колдонулат.

Алынган жыйынтыктардын экономикалык маанилүүлүгү: изилдөөдөн алынган натыйжаларды негизги мектептин окуу процессине киргизүү окуучулардын сапаттуу билим алуусуна шарт түзөт, негизги мектепте кванттык физиканы окутуу боюнча сунушталган методикалык көрсөтмөлөр, мугалимдердин кесиптик квалификациясын жогорулатат жана убактысын үнөмдөйт.

Коргоого коюлуучу негизги жоболор:

1. Негизги мектепте окулуучу “Кванттык физика” бөлүмүнүн жалпы физикалык билим берүүдөгү орду жана алардын техникалык, технологиялык мааниси өтө жогору. Анткени заманбап техникалык куралдардын түзүлүшү жана иштөө принциптери ушул бөлүмдүн материалдарына негизделген.

2. Негизги мектепте “Кванттык физика” бөлүмү боюнча билим берүүнүн теориядагы жана практикадагы абалын, андагы ийгиликтер менен кемчиликтердин мүнөзүн, пайда болуу себептерин билүү, ал процессти өркүндөтүүнүн жолун табууга мүмкүндүк берет.

3. Негизги мектепте окутулуучу “Кванттык физика” бөлүмүнүн түзүлүшүн, мазмунун жана аны окутуу методикасын өркүндөтүүнүн илимий-методикалык шарттары, аларды сабакта колдонуунун сунушталган технологиялары окуучулардын ушул бөлүм боюнча илимий-политехникалык билимдеринин сапатын кескин жогорулатат.

4. Негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун сапатын жогорулатуу боюнча жүргүзүлгөн педагогикалык эксперименттин жыйынтыктары изилдөөнүн максатынын ишке ашырылгандыгын далилдейт.

Изденүүчүнүн жекече салымы: негизги мектепте окутулуучу кванттык физика бөлүмүн окутуунун тарыхый эволюциясын аныктоо, аны окутуунун теориядагы жана практикадагы абалын мүнөздөө; кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун методикалык шарттарын тактоо; “Кванттык физика” бөлүмүнүн мазмунун физиканын акыркы жетишкендиктеринин прикладдык маселелери менен толуктоо; өнүктүрүп окутуу идеясынын негизинде жана заманбап технологиялардын жардамында негизги мектепте кванттык физиканы окутуу боюнча илимий-методикалык сунуштарды иштеп чыгуу, педагогикалык экспериментти уюштуруу жана анын жыйынтыктарын талдоо изденүүчү тарабынан өз алдынча жүргүзүлгөн.

Изилдөөнүн натыйжаларын апробацияланышы: БатМУда «Мамлекеттик жана коомдук ишмер А.Масалиевдин 80 жылдыгына жана БатМУ КГПИнин түзүлгөндүгүнүн 15 жылдыгына карата» (2013), И.Арабаев атындагы КМУда «Физиканы окутууну жакшыртуу маселелери» (2013) жана «Современные проблемы обучения физики, математики, информатики и актуальные задачи прикладной информатики» (2017), Ж.Баласагын атындагы КУУда «Актуальные проблемы образовательного процесса в школе и вузе» (2015), «Актуальные проблемы формирования научных понятий у учащихся

школ и ВУЗов» (2016), «Актуальные проблемы преподования естественно-математических дисциплин в школе и вузе» (2018, 2019), «Актуальные проблемы теории и практики подготовки педагогических кадров» (2019) аттуу темаларда өткөрүлгөн республикалык жана эл аралык конференцияларда жана «Наука и новые технологии» (2013), «Педагогика» (2018), «Актуальные научные исследования в современном мире» (2018), «Физика твердого тела, функциональные материалы и новые технологии» (2018) илимий-методикалык журналдарында апробациядан өттү.

Диссертациянын түзүмү жана көлөмү. Коюлган проблеманы чечүүнүн логикасына ылайык диссертациялык иш киришүүдөн, үч главадан, корутундудан, 174 аталыштагы адабияттардын тизмесинен турат. Диссертациянын көлөмү 171 бет, 13 таблица, 6 схема, 76 сүрөттү камтыйт.

Киришүүдө изилдөөгө алынган теманын актуалдуулугу, максаты, милдеттери, илимий жаңылыгы, теориялык жана практикалык баалуулугу, алынып чыгылуучу негизги жоболору, изденүүчүнүн жеке салымы, изилдөө жыйынтыгынын апробацияланышы, жайылтылышы жана илимий иштин түзүлүшү берилди.

Илимий иштин **биринчи главасы** «Кванттык физиканы окутуунун илимий методикалык маселелери» деп аталып, үч параграфтан турат. Аларда изилдөөнүн алгачкы эки милдети аткарылды. Тиешелүү илимий эмгектер, диссертациялык иштер, макалалар талданды жана алардын жыйынтыктары жалпыланды. Негизги мектепте кванттык физиканын негизги түшүнүктөрүн калыптандыруу процессин жакшыртуу максатында физика боюнча билим берүүнүн мамлекеттик стандартына, окуу программаларына, окуу китептерине талдоо жүргүзүлдү. Натыйжада проблеманын актуалдуулугу жана негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун жолдору аныкталды.

Экинчи глава «Негизги мектепте кванттык физиканы окутуу методикасы» деп аталып, ал “Жарык аракеттерин окутуу методикасы”, “Атомдук физиканы окутуу методикасы” жана “Ядролук физика жана

элементардык бөлүкчөлөрдү окутуу методикасы" деп аталган үч параграфтан турат жана изилдөөнүн 3-милдетинин чечилишин чагылдырды.

Мында негизги мектепте кванттык физиканын модернизацияланган мазмунуна киргизилген ар бир тема боюнча өнүктүрүп окутуу идеясынын негизинде азыркы заманбап каражаттардын пайдалануу аркылуу окутуунун методикасы иштелип чыкты.

Белгилей кетүүчү нерсе, ар бир параграфтын мазмуну аталышына жараша гана түзүлдү деп так кесе айта албайбыз. Аларда ойдун нугуна жараша бири-бирине өтүп кеткен учурлар бар. Мисалы, педагогикалык эксперименттин констатациялык бөлүгү 1.2-параграфка келип калган.

Изилдөөнүн **үчүнчү главасында** педагогикалык экспериментти уюштуруу, алынган негизги натыйжаларды талдоо, жыйынтык каралган.

1-глава. КВАНТТЫК ФИЗИКАНЫ ОКУТУУНУН ИЛИМИЙ-МЕТОДИКАЛЫК МАСЕЛЕЛЕРИ

§ 1.1. Кванттык физиканын илимий мазмуну жана аны билүүнүн турмуштагы мааниси

XX кылымдын башында атомдун түзүлүшү жана нурдануунун законду жөнүндө алынган эмпирикалык фактылар менен Д.К.Максвеллдин электромагниттик теориясынын ортосундагы карама-каршылык материя менен кыймыл жөнүндө жаңы элестетүүлөргө алып келди. Ал бир жагынан электромагниттик теориянын чексиз үзгүлтүксүз материя экендигин көптөгөн эксперименталдык далил менен шарттаса, экинчи жагынан нурдануунун үзгүлтүктүүлүгү жана атомдун татаал түзүлүшү жөнүндөгү фактылар, аны эске албай коюуга болбой тургандыгын шарттады. Ошентип, материя абсолюттуу үзгүлтүксүз же дискреттүү бөлүкчөлөрдөн турат деген карама-каршы ойлор пайда болду [78].

Теория менен тажрыйбанын ортосундагы бул карама-каршылыкты чечүү максатындагы изилдөөлөрдө немец физиги М.Планк 1900-жылы жаңы гипотеза сунуштаган: нерселер, ар кандай жыштыктарга ээ болгон элементардык осцилляторлордон турат. Осциллятор (лат. *oscillari – термелет*) – эркин термелүүчү система дегенди түшүндүрөт. Демек, бардык нерселер эркин термелүүчү майда нерселерден турат. Мындай осциллятор катары электрондорду, атомдорду, молекулаларды кароого болот. Ысытылган нерседеги ар бир осциллятор өздөрүнүн жеке ν жыштыгына пропорциялаш энергияны эселеп нурдантат:

$$\varepsilon_0 = nh\nu \qquad (1.1)$$

Мында n = 1,2,3, ... бүтүн сандар катары, ν-нурланган электромагниттик толкундун жыштыгы, $h = 6{,}626 \cdot 10^{-13}$ *Дж·с – Планктын турактуусу.*

Ошентип, Планктын гипотезасы боюнча жылуулук нурлануусу энергиянын эң кичинекей бөлүгү $\varepsilon_1 = h\nu$ (1.2) квант энергиясына эселенип нурланат [82].

Бизге белгилүү болгондой, классикалык физикада ар кандай физикалык чоңдук, алардын ичинде энергия да үзгүлтүксүз өзгөрөт. Ал эми Планктын

гипотезасында энергия үзгүлтүктүү, эселенип өзгөрөөрү далилденген. Мындай түшүнүк классикалык физика үчүн жат эле. Планк өзүнүн гипотезасынын негизинде абсолюттук кара нерсенин нурлануу жөндөмдүүлүгүнүн төмөнкүдөй туюнтмасын тапты:

$$\varepsilon_{\nu,\text{т}} = \frac{2\pi\nu^2}{\text{c}^2}\frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{RT-1}}} \qquad (1.3)$$

Мында: $h\nu$ – энергиянын кванты, RT - жылуулук энергиясы (R - Больцман турактуусу), c - жарыктын ылдамдыгы, ν – нурдануучу электромагниттик толкундун жыштыгы.

Бул формула тажрыйбада алынган көз карандылыктар менен дал келип, Планктын гипотезасы жылуулук нурлануусун туура түшүндүрө алды жана бул гипотеза теорияга айланды. Планктын бул формуласынан Стефан-Больцмандын жана Виндин закондору оңой эле келип чыгат. Формуладагы туюнтманы нөлдөн чексизге чейинки жыштыктар боюнча интегралдасак, Стефан-Больцман закону алынат:

$$\varepsilon_T = \int_0^\infty \varepsilon_{\nu,\text{т}}\, d\nu = \sigma T^4 \qquad (1.4)$$

Эгерде формулага экстремум шартын колдонсок:

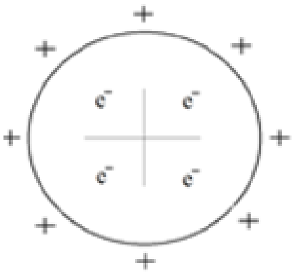
$\lambda_{\text{i}m} T_{\text{i}} = b$ (1.5) - Виндин закону келип чыгат.

Мында: b – Виндин турактуу саны.

Планктын квант жөнүндөгү идеясы көпчүлүккө жат көрүнгөнү менен, андан ары өркүндөп, жаңы кубулуштарды түшүндүрүүгө мүмкүндүк берди.

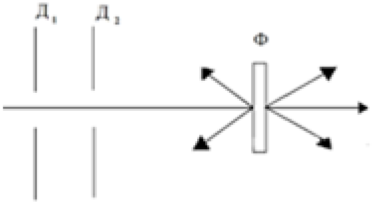
XX кылымдын башталышында жүргүзүлгөн бир топ тажрыйбалардын негизинде атомдун татаал түзүлүштө экендиги аныкталды. Алар электрондун ачылышы, радиоактивдүүлүк, рентген нурунун ачылышы, атомдордун нурдануу спектрлериндеги спектралдык сызыктардын пайда болушу жана башка. Бул кубулуштарды атомдун бөлүнбөстүгү жөнүндөгү классикалык физиканын көз карашы менен түшүндүрүүгө мүмкүн эмес. Аны түшүндүрүү үчүн атомдун классикалык моделинен айырмаланган жаңы моделдер сунуш кылынган [5].

Томсондун модели: 1906-жылы англиялык окумуштуу Дж.Томсон атомдун төмөнкүдөй моделин сунуш кылган: *атомду, анын көпчүлүк массасына ээ болгон оң заряддалган чөйрөнүн ичинде, элементтин атомдук номерине барабар болгон сандагы электрондор бир калыпта, оң заряддарды нейтралдаштыра ала тургандай болуп жайгашкан бөлүкчө катары кароого болот* (1.1-сүрөт). Бул моделдин өзгөчөлүгү, атомдо терс заряддуу электрондордун бар экендигин көрсөткөнүндө.



1.1-сүрөт. Томсондун модели.

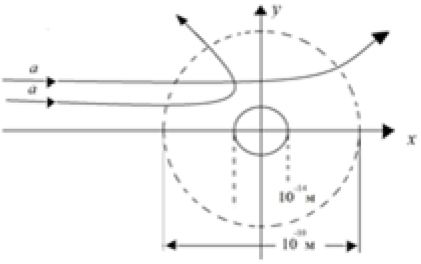
Резерфорддун модели: 1908-жылы Э.Резерфорд *х*-нуру эки оң заряддуу гелийдин атомунун иону экендигин ырастады. Ошентип, радиоактивдүү нурлардагы *α*-бөлүкчөлөрдүн параметрлери белгилүү болду. Мына ушундай *α*-бөлүкчө менен алтындан жасалган калыңдыгы $4{\cdot}10^{-5}$ *см* болгон чел кабык аркылуу *α*-нурларынын өтүшүн изилдеп жатып, *α*-бөлүкчөлөрдүн көпчүлүгү кичинекей 2-3 ° ка чейинки бурч боюнча чачырашын жана бул бөлүкчөлөрдүн айрым бир бөлүгү (болжол менен 2000ден бирөө) 180° ка чейинки бурч менен чачырагандыгын байкаган (1.2-сүрөт). Ал *α*-бөлүкчөлөрүнүн чоң бурч менен чачырагандыгын, атомдогу эң чоң массага ээ болгон, бирок кичинекей көлөмдү ээлеген оң заряддалган бөлүгү менен Кулондун закону боюнча аракет этүүсүнүн натыйжасы экендигин көрсөткөн.



1.2-сүрөт. Резерфорддун тажрыйбасынын схемасы.

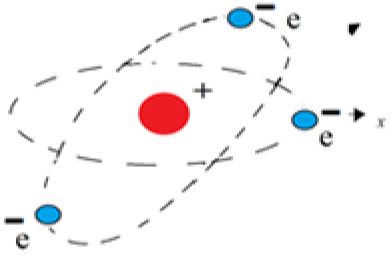
Резерфорд тажрыйбасы Томсомдун моделинин так эмес экендигин көрсөткөн. Атом диаметри 10^{-14}*м* болгон эң кичинекей көлөмдү ээлеген оң заряддалган жана атомдун негизги массасын түзгөн ядрого ээ. Ал эми терс заряддалган электрондор анын айланасында айланып жүрөт. Атомдун өлчөмү 10^{-10}*м* болгондуктан атомдо көпчүлүк мейкиндик бош жана атомдун нейтралдуулугу оң заряддалган ядро менен терс заряддалган электрондордун заряддарынын барбардыгы менен аныкталат.

Бул тажрыйбанын негизинде α-бөлүкчө атомдун ичине кирип, анын борборунда жайланышкан оң заряддалган ядросу менен Кулондук аракет этүүнүн натыйжасында аткарыла тургандыгын аныктап, атомдун планеталык моделин сунуштаган (1.3-сүрөт).



1.3-сүрөт. α-бөлүкчөсүнүн алтын фольгасынан өтүүдөгү траекториясы.

Атомдо анын негизги массасын түзгөн оң заряддка ээ ядросу бар. Атом нейтралдуу болгондуктан, атомдун ядросу оң зарядга ээ болсо, анда ядронун айланасында планеталар айланып жүргөндөй ядронун айланасында электрондор айланып жүрөт деген жыйынтыкка Резерфорд үч жылдан соң, 1911-жылы келген. Мына ошентип атомдун планеталык модели сунуш кылынган (1.4-сүрөт).



1.4-сүрөт. Атомдун Резерфорд киргизген планеталык модели.

Белгилүү бир орбита боюнча ядронун айланасында айланган электронго Кулондук күчтөн башка Ньютондук борбордон четтөөчү күч дагы аракет этет:

$f_k = \frac{ze \cdot e}{r^2}$ (1.6) – Кулондук күч.

$f_k = \frac{mv^2}{2}$ (1.7) – Ньютондук күч.

Мына ушул эки күчтүн тең салмактуулугунун натыйжасында электрон ядронун айланасында кармалып турат:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{ze \cdot e}{r^2} \quad (1.8)$$

Бул система динамикалык жактан тең салмактуу болгону менен эки чоң кемчиликке ээ:

1. Бул формулада эки белгисиз чоңдук бар, алар *r* жана *v*. Аныктоодон көрүнгөндөй, ядродон ар кандай аралыкта жайланышкан сансыз көп орбитанын болушу мүмкүн жана *r* ар бир маанисине анык бир *v* же кинетикалык энергия *E* туура келет. Резерфорддун моделинин негизинде *r, v, E* чоңдуктары үзгүлтүксүз өзгөрүшү мүмкүн. Электрон бир орбитадан экинчи орбитага өткөн учурда атом үзгүлтүксүз нур чыгарышы керек, ал эми тажрыйбада атомдордун

нурдануу спектери сызыктуу. Мына ушул себептен Резерфорддун модели сызыктуу спектердин пайда болушун түшүндүрө албайт.

2. Ошондой эле жогоруда көрсөтүлгөн формула механикалык жактан туруктуу болгону менен классикалык электродинамиканын законунун негизинде туруктуу эмес, себеби айланма орбита боюнча кыймылда болгон электрон ылдамдануугa ээ болот. Ал эми классикалык электродинамиканын закондору боюнча, б.а. Максвеллдин теориясы боюнча, ар кандай ылдамданууга ээ болгон заряд электромагниттик энергияны бөлүп чыгарышы керек. Анда электрондун энергиясы кескин төмөндөйт да, электрон ядрого түшүшү керек. Бул модель боюнча атом секунданын миллиондон бир үлүшүнө чейин гана жашашы керек. Бирок бизге белгилүү атом туруктуу.

Демек, атом менен байланышкан бардык кубулуштар башка закон ченемдүүлүккө баш ийүүгө тийиш деген ойго түрткү берет. Аны чечкен окумуштуулардын бири Нильс Бор болгон. Ал атомдун түзүлүшүнө өзүнүн жаңы идеяларын постулаттар түрүндө киргизген:

I. Атомдордо электрондор, өзгөчө стационардык (кванттык) абалдарда гана болушу мүмкүн. Бул абалдардын ар бирине белгилүү энергия туура келет. Бир стационардык абалда атом нурданбайт.

II. Атом бир стационардык абалдан экинчисине өтүүдө электрмагниттик энергиянын квантын жутат же чыгарат [156].

Бордун сунушу боюнча атомдордогу электрон бардык электрондук орбиталарда айланма кыймылда болбостон, энергиясы белгилүү бир дискреттүү маанини алган орбиталарда гана айланма кыймылда болот, б.а. электрондун механикалык моменти кванталган болот.

$$mvr = n\hbar \qquad n=1,2,3,... \qquad (1.9)$$

Бул формула Бордун тең салмактуулугунун шарты. Ал эми стационардык абалдын энергиясынын мааниси *кванттоо эрежеси* деп аталат [5].

Кванттоо эрежеси боюнча суутектин жана суутек сымал атомдордун энергиясын жана орбиталарынын радиусун аныктоого мүмкүн. Ал үчүн v ну жогорудагы формуладан аныктайлы:

$V = \frac{n\hbar}{mr}$ (1.10) анда: $\frac{n^2\hbar^2}{mr} = ze^2$ (1.11) => $r_n = n^2 \frac{\hbar^2}{ze^2m} = 0{,}56 \cdot 10^{-10}$ *м* болуп тажрыйбада аныкталган атомдун өлчөмү менен дал келет.

Электрондун толук энергиясы:

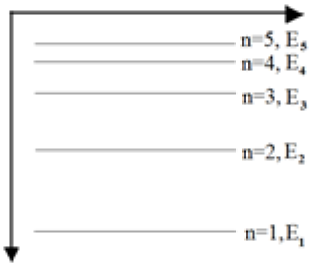
$$E = -\frac{ze^2}{2z} \quad (1.12)$$

Бул формулага радиустун маанисин койсок:

$$E_n = -\frac{1}{n^2}\frac{z^2 \cdot e^4 \cdot m}{2\hbar} \qquad n=1,2,3..... \quad (1.13)$$

Бул формулада кванттык сандан башка бардык чоңдуктар туруктуу болгондуктан, энергия дискреттүү мааниге ээ (1.5-сүрөт).

Бордун постулаттары атомдун энергияны бөлүк-бөлүк менен жутушу же нурлантышы боюнча Планк сунуштаган жарыктын кванттык жаратылышын толугу менен ырастайт. Ошону менен бирге ал нурлануу спектрлерин түшүндүрөт. Биз аны суутек атомунун мисалында карап көрөлү.



1.5-сүрөт. Атомдун энергетикалык деңгээлдери.

Бордун экинчи постулаты боюнча:

$$h\omega = h\nu = E_n - E_l \quad (1.14)$$

Кванттык сандар n жана l маанилерин алгандагы энергиянын стационардык маанилери E_n жана E_l болсун дейли, анда:

$$E_n = -\frac{1}{n^2}\frac{z^2e^4m}{2\hbar^2} \quad (1.15) \quad \text{жана} \quad E_l = -\frac{1}{l^2}\frac{z^2e^4m}{2\hbar^2} \quad (1.16) \quad \text{болот.}$$

Энергиянын бул маанилерин жогорудагы формулага койсок жана нурдануунун жыштыгын аныктасак, ал төмөнкүдөй болот:

$$\nu = \frac{4\pi^3z^2e^4m}{h^3}\left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad (1.17)$$

$$R_n = \frac{2\pi^2e^4m}{h} \quad (1.1.18)$$ – *Ридбергдин туруктуулугу.*

Жогорудагы формуладан төмөнкүнү алабыз:

$$\nu = z^2R\left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad (1.19)$$

Суутектин атому үчүн z = 1 болгондуктан:

$$\nu = R\left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad (1.20)$$

Бул теориялык жол менен алынган формула суутектин атому үчүн аныкталган эксперименталдык формулалар менен дал келет. Эгерде $l=1$, $n=2,3,4,5, \ldots$ болсо Бальмердин сериясын, ал эми $l=3$, $n=4,5,6, \ldots$ болсо Пашендин сериясын алабыз.

Мына ошентип, Бордун теориясы атомдун түзүлүшүн түшүндүрүүдөгү чоң кадам болгон, бирок бул дагы негизги төмөнкүдөй кемчиликтерге ээ болгон: биринчиден, бул теориянын негизинде атомдордун нурдануусунун интенсивдүүлүгүн аныктоо мүмкүн эмес. Экинчиден, Бордун теориясы суутектин атому үчүн гана теория менен дал келген, ал эми жаратылыштагы башка элементтердин атомдорунун нурдануу спектри үчүн эксперимент менен дал келген эмес, себеби бул теория классикалык механика менен кванттык механиканын арасындагы жарым кванттык теория болгон.

Элементтердин мезгилдик системасы - Д.И.Менделеевдин элементтердин мезгилдик законун таблица түрүндө туюнткан химиялык элементтердин табигый классификациясы. Д.И.Менделеев 1869-жылы элементтердин атомдук салмагы жана химиялык окшоштуктарына негизделген системаны сунуш кылган. Элементтердин мезгилдик системасынын келечектеги өнүгүшүнө атомдун түзүлүш теориясынын таасири чоң. Э.Резерфорд жана Н.Бор сунуш кылган атомдун планеталык модели, Г.Мозлинин рентген нур спектрлери боюнча эксперименттери, изотоптордун ачылышы, кванттык механиканын теориясынын пайда болуп өнүгүшү жана спектроскопия боюнча орчундуу ийгиликтер элементтердин мезгилдик системасын ар тараптан толуктап, жаратылыштын маңыздуу закондорунун бири экендигин далилдейт [58,174].

Орбитада жайланышкан электрондордун саны $2n^2$ туюнтмасына баш ийет. Мында n башкы кванттык сан. $n=1$ болгондо $2n^2=2$, биринчи орбитада эки гана электрон жайгаша алат. $n=2$ болгондо $2n^2=8$, $n=3$ болгондо $2n^2=18$ болуп, экинчи жана үчүнчү орбиталарда жайгашат.

Ядродогу протондордун санына жараша атомдогу электрондордун саны ар башка болору белгилүү. Элементтердин таблицада жайланышкан катар

номерлери алардын атомдорундагы электрондордун, демек, протондордун саны менен да дал келээри аныкталды.

Элементтердин группага бөлүнүшү алардын атомдорунун сырткы орбиталарында жайланышкан электрондордун саны менен туура келет.

Элементтердин мезгилдерге бөлүнүшү алардын атомдорунда электрондор канча орбитада жайланышкандыгына байланыштуу болот. 1-орбитасында бир электрону болгон суутек жана эки электрону болгон гелий биринчи мезгилге кирет жана ушул сыяктуу. Электрондордун атомдордогу жайланышы боюнча элементтердин орду, группасы жана мезгилдерге бөлүнүнүшү төмөнкү 1.1-таблицада көрсөтүлгөн.

1.1-таблица. Элементтердин Д.И.Меделеев түзгөн мезгилдик системасы.

Таблицада элементтердин группага бөлүнүшү алардын химиялык активдүүлүгү менен мүнөздөлөт.

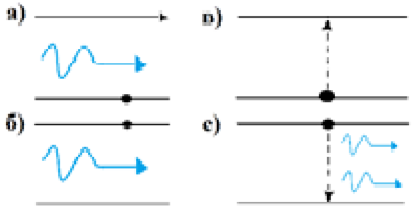
Ошентип, атомдордун электрондук түзүлүшү Менделеев түзгөн элементтердин мезгилдик таблицасы менен түздөн-түз дал келип, таблицанын физикалык терең маңызы бир экендигин көрсөтөт.

1917-жылы А.Эйнштейн жарыктын атомдор тарабынан аргасыз нурданышынын мүмкүндүгүн алдын ала айткан. Аргасыз нурдануу деп - дүүлүккөн атомдордун ага берилген жарыктын таасири астында нурдануусун түшүнөбүз. Квант теориясынын тили менен айтканда аргасыз нурдануу, атомдун кадимки нурдануусарындай өз эркинче эмес тышкы аракеттин таасири менен жогорку энергетикалык абалдан төмөнкүсүнө өтүшүн билдирет [157].

Лазер принцибин биринчилерден болуп 1958-жылы советтик окумуштуулур Н.Г.Басов, А.М.Прохоров жана алардан көз карандысыз америкалык окумуштуулар Ч.Х.Таунс, Т.Х.Меймандар тарабынан иштелип чыккан. Лазер инфра-кызыл чектеги нурларды чыгарса - мазер деп аталат. Лазер жана мазер оптикалык квант генератору деп аталат. 1955-жылы

мазердин, 1960-жылы лазердин чыгышы ачылышы жаңы илимдин багытын – кванттык энергетиканын өнүгүшүнө негиз болгон [59].

Электромагнитик толкундар зат аркылуу өткөндө анын энергиясы жутулуп калат. Толкундун жутулган энергиясынын эсебинен атомдордун бир бөлүгү дүүлүгүп жогорку энергетикалык абалга өтүшөт. Бул учурда жарык агымынын экинчи жана биринчи деңгээлдеринин ортосундагы энергиялардын айырмасына барабар болгон энергияны жутуп $h\nu = E_2\text{-}E_1$ (1.21) (1.6-а сүрөт), электрон төмөнкү деңгээлде турат. Ал эми 1.6-б сүрөтүндө энергияны жутуу менен дүүлүккөн атом көрсөтүлгөн. Дүүлүккөн атом кагылышуудан кийин өзүнүн энергиясын жанындагы атомдорго бериши же каалаган багытка фотон түрүндө чыгарышы мүмкүн.



1.6-сүрөт. Лазер нурунун пайда болушунун схемасы.

Эми кандайдыр бир жол менен чөйрөнүн атомдорунун бир бөлүгүн дүүлүктүрдүк дейли. Анда жыштыгы $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ (1.22) болгон электромагниттик толкун зат аркылуу толук өткөндө бул толкун начарлабайт, тескерисинче, аргасыздан нурдануунун эсебинен күчөйт. Анын таасири астында атомдор жыштыгы жана фазасы боюнча түшүүчү толкунга дал келүүчү толкунду нурдантуу менен өз ара байланышта төмөнкү энергетикалык абалга өтүшөт. 1.6-в сүрөтүндө дүүлүккөн атом жана толкун көрсөтүлгөн, ал эми 1.6-с сүрөтүндө атомдун нормалдык абалга өтүшү жана толкундун күчөшү схема түрүндө берилген.

Заряддалган бөлүкчөлөрдүн же фотондордун заттардын атомдору менен өз ара аракеттенишинен пайда болуучу иондоштургуч нурлануу *рентген нурлары* деп аталат. Аны 1895-жылы В.К.Рентген ачкан. Рентген нурларынын диапазону 10^{-4}-10^{-3} $A°$ (10^{-12}-10^{-5}*см*) чекте жатат. Рентген нурлары туташ (үзгүлтүксүз) же сызыктуу спектрлерге бөлүнөт. Толкун узундугу $\lambda < 2A°$ катуу, $\lambda > 2A°$ жумшак Рентген нурлары деп аталат. Туташ же тормоздук Рентген нурлары заряддалган бөлүкчөлөрдүн, заттардын атомдорунун талаасы менен өз ара аракеттенишип, күчтүү тормоздолушунун натыйжасында пайда болот. Үзгүлтүксүз спектрден

толкун узундуктары тормоздолуучу заряддалган бөлүкчөлөрдүн ылдамдыгына жана алардын массасына көз каранды. Ал эми тормоздоочу заттын атом номерине көз каранды эмес. Жетиштүү энергиядагы заряддалган бөлүкчөлөр же фотондор заттын атомунда электрондук өтүштү пайда кылып, ошол затка тийиштүү сызыктуу спектрди берет. Мунун толкун узундугу жана интенсивдүүлүгү элементтин катар номери z жана анын атомунун электрондук структурасы менен аныкталат. Рентген нурларынын булагы: рентген түтүкчөлөрү, табигый жана жасалма элементтер, көпчүлүк асман телолору.

Жарык нуру нерселердин бетине келип түшкөндө чагылат, сынат, жутулат жана анын кандайдыр бир бөлүгү нерседен өтүп кетиши мүмкүн. Жарык нурунун нерселерде жутулушу ал нерсе менен өз ара аракеттешүүдө болгондугун ырастайт. Жутулууда жарыктын энергиясынын бир бөлүгү жылуулукка өтүп, нерсенин бөлүкчөлөрүнүн кыймылын күчөтөт да бир катар кубулуштардын жүрүшүнө себепкер болот. Аларга фотоэффект, жарыктын химиялык аракеттери, жарыктын басымы жана ушул сыяктуу көп кубулуштар кирет.

Фотоэффект – электромагниттик нурдануунун (фотондун) аракетинен заттардан электрондордун бөлүнүп чыгышы. Фотоэффектти 1887-жылы немец физиги Г.Герц ачкан. Фотоэффект жөнүндө биринчи олуттуу изилдөөлөрдү орус окумуштуусу А.Г.Столетов аткарып (1888), фототоктун күчү жарыктын интенсивдүүлүгүнө түз пропорциялаш экендигин аныктаган. Фотоэффектин закондорун теориялык жактан 1905-жылы А.Эйнштейн биринчи түшүндүрүп, ал теорияны андан ары И.Е.Тамм жана С.П.Шубин өнүктүргөн. Эксперменттик изилдөөлөр боюнча А.Ф.Иоффе жана башкалар чоң салым кошушкан. Фотоэффект – кванттык кубулуш, анын ачылышы жана изилдениши квант теориясын эксперменттик негиздөөдө зор мааниге ээ [158].

А.Г.Столетов сырткы фотоэффект үчүн үч законду ачкан:

1. *Жарыкталган металлдан бөлүнүп чыккан электрондордун саны ага түшкөн жарыктын интенсивдүүлүгүнө түз пропорциялаш жана жарык толкунунун жыштыгына көз каранды эмес.*

2. *Металлдан учуп чыккан электрондордун максималдуу ылдамдыгы (кинетикалык энергиясы) түшкөн жарык толкунун жыштыгына түз пропорциялаш жана жарыктын интенсивдүүлүгүнө көз каранды эмес.*

3. Фотоэффект жарык нурунун белгилүү бир жыштыгынан башталат, башкача айтканда ар бир металл өзүнчө кызыл чекке ээ [81].

Фотоэффектин бул закондорун жарыктын толкундук аракеттери менен түшүндүрүүгө болбойт. Жарыктын толкундук теориясынын негизинде заттардагы электрондор ага түшкөн жарык толкунунун жыштыгында термеле баштайт. Электрондун термелүү амплитудасы белгилүү бир чоңдукка жеткенде, заттан жулунуп учуп чыгышы керек эле. Бирок, фотоэффекттин экинчи жана үчүнчү закондоруна ылайык башталышы жана учуп чыккан электрондордун кинетикалык энергиясы жарыктын интенсивдүүлүгүнө көз каранды эмес.

Фотоэффект кубулушунун закон ченемдүүлүктөрүн түшүндүрүү үчүн А.Эйнштейн классикалык физиканын көз карашынан айырмалуу болгон жарыктын кванттык түзүлүшү жөнүндөгү гипотезаны сунуш кылган [164]. Анын гипотезасы боюнча металлдарга келип түшкөн жарык нурлары электромагниттик толкун түрүндө үзгүлтүксүз эмес дискреттүү энергияга ээ болгон квант түрүндө жутулат. Ар бир кванттын же фотондун энергиясы:

$$E_{ф}=\hbar\omega=h\nu \quad (1.23)$$

Жарык фотону металлдагы электрон менен кагылышканда ага өзүнүн энергиясын толук берет. Эгерде берилген энергия жетишерлик чоң болсо, анда бул энергиянын бир бөлүгү металлдан электронду бөлүп чыгаруу үчүн сарп кылынат, ал эми экинчи бөлүгү бөлүнүп чыккан электронго кинетикалык энергияны берүү үчүн сарп кылынат. Мына ошентип, фотоэффект кубулушу үчүн энергиянын сакталуу закону аткарылат:

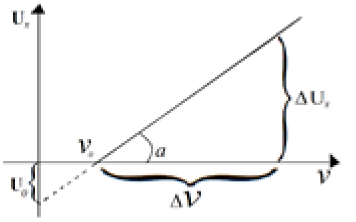
$$\hbar\omega= h\nu=A+\frac{mv^2}{2} \quad (1.24)$$

Жогорудагы формуладан электрондун кинетикалык энергиясын аныктасак:

$$\frac{mv^2}{2}=h\nu-A \quad (1.25)$$

Бул формуладан көрүнгөндөй фотоэлектрондордун кинетикалык энергиясы жарыктын жыштыгына көз каранды болот жана эксперименталдык формула менен дал келет. Ушундай эле жол менен фотоэффект кубулушунун кызыл чегин түшүндүрүүгө болот. Эгерде, $\frac{mv^2}{2} \geq 0$ болсо, анда $h\nu - A \geq 0$ же $\nu \geq \frac{A}{h}$ болот. Бул формуладан: $\nu_0 = \frac{A}{h}$ же $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$. Бул алынган теориялык формула эксперментелдык алынган: $\lambda_0 = \frac{\pi c}{U_0}$ (1.26) формуласы менен дал келет.

Эйнштейндин гипотезасын тажрыйба жүзүндө Милликен (1914) жана орус физиктери Прилежаев менен Лукирский (1949) текшеришкен. Алар токтотуучу потенциалдык металлга келип түшкөн нурдун жыштыгынын көз карандылыгын аныкташкан (1.7-сүрөт).



1.7-сүрөт. Эйнштейндин гипотезасынын эксперименталдык далили.

Бул көз карандылык төмөнкүдөй өзгөчөлүктөргө ээ: биринчиден, токтотуучу потенциал түшкөн нурдун жыйынтыгына сызыктуу көз каранды. экинчиден, ар башка металлдар үчүн бул көз карандылык айырмаланат, бирок өз ара параллель жайланышат.

Алынган графиктен көрүнгөндөй, бурчтун тангенсин аныктасак $\frac{\Delta\nu}{\Delta U} = tg\alpha$ болот. Теориялык жол менен аныкталгандай $tg\alpha = k$. Анда $\frac{h}{e} = k$ же $h = ek$ болот. Бул эксперменталдык жол менен аныкталган h чоңдугунун мааниси Планктын туралтуулугу менен дал келет.

Биз жогоруда сырткы фотоэффектти карадык, башкача айтканда затка жарык түшкөндө андан электрондордун учуп чыгышына көңүл бурдук. Мындын башка, ички фотоэффект деген кубулуш да белгилүү. Жарыктын таасири астында электрондор заттардан бөлүнүп чыкпастан өздөрүнүн энергетикалык абалын гана өзгөртөт. Бул кубулуш жарым өткөргүчтөрдүн, диэлектриктердин ток өткөрүмдүүлүк жөндөмдүүлүгүн көбөйтөт.

Фотоэффект кубулушунда жарык нурларынын энергиясы дискреттүү кванттык мүнөзгө ээ болуп, фотон түрүндө байкалса, рентген нурларында

ушундай эле дискреттүү энергияга ээ экендигин немец физиги А.Комптон (1923) байкаган.

Жыштыгы ω_0 болгон рентген нурлары кристаллдарга келип түшкөндө, ал нурлар белгилүү бурч боюнча чачырашат. Түшкөн нурдун толкун узундугу λ_0 (жыштыгы ω_0) болсо, анда кристаллдык заттан өткөндөн кийинки чыгарган нурлардын составында толкун узундуктары λ' (жыштыктары ω') болгон нурлардын пайда болгондугу аныкталган. Бул эффект *Комптон эффекти* деген атты алган.

Комптон эффектинин төмөнкүдөй закон ченемдүүлүктөрү бар:

1. Чачыраган нурлардын составында эки түрдүү толкун узундуктагы нурлар бар, баштапкы λ_0 (ω_0) жана чачыраган кошумча $\lambda'(\omega')$ жана $\lambda_0<\lambda'$ (же $\omega'>\omega_0$) болот.

2. Чачыроо бурчунун чоңоюшу менен чачыраган нурлардын толкун узундугунун өзгөрүшү да жогорулайт, башкача айтканда λ'-λ_0=$\leq \Delta\lambda$ чоң мааниге $(\Delta\lambda \rightarrow max)$ $\theta = \pi$ болгондо жетет.

3. Чачыроо бурчунун чоңоюшу менен чачыраган нурдун интенсивдүүлүгү жогорулайт, ал эми баштапкы нурдун интенсивдүүлүгү төмөндөйт.

Рентген нурунун чачыроо мезгилинде толкун узундуктун өзгөрүлүш чоңдугу λ'=λ_0=$\Delta\lambda$ менен чачыроо бурчу θ арасындагы байланыш төмөнкүдөй экендиги аныкталган:

$$\Delta\lambda=\lambda'-\lambda_0=\Lambda\cdot\sin^2\frac{\theta}{2} \qquad (1.27)$$

Мында: Λ – Комптон турактуулугу.

Комптон эффектин анын закондорун рентген нурунун кванттык түзүлүшү жөнүндөгү гипотезанын негизинде гана түшүндүрүүгө мүмкүн.

Комптондун гипотезасы боюнча рентген нурлары – ар кандай бөлүкчөлөрдөй эле белгилүү бир энергияга жана импульска ээ болгон фотондордун агымы. Рентген фотондору электрон менен серпилгичтүү кагылышуусунун натыйжасында таралуу багытын өзгөртүп, чачырайт.

Энергиясы $\hbar\omega_0$ жана импульсу $P_ф=\frac{\hbar\omega_0}{c}$ болгон фотон кристаллга келип түшкөндө, анда фотондор заттын атомдорунун «Сырткы» электрондору менен кагылышып, өзүнүн энергиясынын жана импульсунун бир бөлүгүн эркин электронго берет да, баштапкы таралуу багытын өзгөртөт. Бул учурда электрон релятивисттик импульска ээ болот. Рентген нуру электрон менен кагылышканда чачыроо багытын гана өзгөртпөстөн, энергиясын жана жыштыгын да өзгөртөт.

Чачыроо бурчу канчалык чоң болсо, электрон алган импульс ошончолук чоң болот. Мына ошондуктан жыштыктын өзгөрүшү да ошончолук чоң болот (1.8-сүрөт).

1.8-сүрөт. Комптон эффектинде фотон менен эркин электрондун өз ара аракеттенүүсү.

Энергиянын жана импульстун сакталуу законунун негизинде чачыроо жыштыгынын өзгөрүшүнүн (толкун узундугунун өзгөрүшүнүн) чачыроо бурчунан көз карандылыгы:

$$\Delta\lambda=\lambda'-\lambda_0=2\frac{\hbar}{m_0c}\sin^2\frac{\theta}{2} \quad (1.28)$$

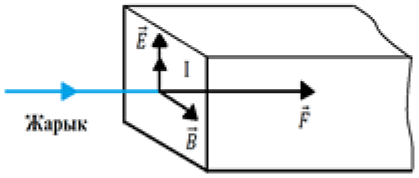
Бул теориялык жол менен аныкталган формула эксперименталдык жол менен аныкталган формула менен дал келет. Бул формулаларды салыштырып $\Lambda=\frac{2\hbar}{m_0c}$ (1.29) экендигин көрөбүз жана ал *Комптон толкуну* деп аталат.

Тажрыйба жүзүндө рентген фотондору менен электрон кагылышкан учурда серпилген электрондордун пайда болушун америкалык физиктер Бозе менен Вильсон, орус физиги Скобельцын Вильсондун камерасында байкашкан [154]. Ошондой эле Бозе жана Гейгер чачыраган фотон жана серпилген электрон бир мезгилде пайда боло тургандыгын далилдешкен. Комптон эффектиси деп аталган бул кубулуш фотондун протон менен кагылышында да байкалган.

Адам баласынын көзү көрө ала турган электромагниттик толкундардын узундугу 400-780 *нм* ге чейин болот. Жарык деген түшүнүккө көзгө көрүнгөн чектен тышкары жаткан ультра-кызгылт-көк (кырмызы) жана инфракызыл нурлардан башка нурлар кирет. Жарыктын толкундук касиети жарыктын

интерференция, дифракция, поляризация жана башка кубулуштары менен мүнөздөлөт. Ал эми фотонду, фотоэлектрдик кубулушту, фотолюминесценцияны, Комптонт эффектисин түшүндүрүүдө жарык квант катары каралат. Кванттык жана толкундук касиетке ээ болгондуктан, жарыктын закондору толкундук жана кванттык теория менен түшүндүрүлөт.

Жарык басымы – жарык нурунун чагылдыруучу же жутуучу нерсеге жасаган басым. Жарыктын басымын биринчи жолу орус окумуштуусу П.Н.Лебедев өзү жасаган курал менен 1899-жылы байкап, 1913- жылы жарык басымынын чоңдугун аныктаган. Толкундун электр талаасынын таасири астында телолордогу электрондор термелүү жасашат. Мындан электр тогу пайда болот. Бул ток электр талаасынын чыңалышын бойлото багытталган (1.9-сүрөт). Иреттүү кыймылдагы электрондорго магнит талаасы тарабынан $\overrightarrow{F}$ Лоренц күчү таасир этет. Сол кол эрежеси боюнча Лоренц күчү толкундун таралуу жагына багытталган. Мунун өзү жарык басымынын күчү болот. Жаркыраган ачык күндөрү 1 $м^2$ аянттагы бетке $4 \cdot 10^{-8}\,Н$ го барабар гана күч таасир этет [157].



1.9-сүрөт. Жарык басымынын күчү.

Квант теориясы боюнча жарык басымы – жарык жутулганда жана чагылганда фотондордун нерсеге берген импульстарынын натыйжасы [57].

Айрым молекулалар жарык энергиясын – hv квант боюнча жутат. Көзгө көрүнгөн жарык жана ультра-кызгылт-көк нурдануулар учурунда бул энергия көп молекулалардын ажырашын пайда кылат. Мына ушундан жарыктын химиялык аракети байкалат. Молекуланын бир түрдөн экинчи түргө айланууcу химиялык процесс болуп эсептелет.

Атом ядросу – атомдун протондордон жана нейтрондордон турган эң оор борбордук бөлүгү [170]. Анын орточо тыгыздыгы 10^{14} г/см^3 , раиустары 10^{-12}-10^{-13}*см.,* ошондой эле тажрыйбада ядро оң зарядга ээ болуу менен атомдун дээрлик бардык массасын өзүнө камтыган бөлүгү экендиги аныкталды. Ядронун оң заряды анын курамына кирген оң заряддуу бөлүкчө протон менен байланыштуу. Протон массасы боюнча электрондон 1836 эсе чоң. Ядродогу

протондун саны анын айланасындагы электрондордун санына барабар. Протон менен электрондун заряддары, чоңдуктары боюнча да барабар болгондуктан, атом нейтралдуу абалда болот. Атомдогу протондор менен электрондордун саны анын Менделеев таблицасындагы алган ордун аныктайт.

Ядронун курамына протондор менен бирге дагы бир өзгөчө бөлүкчөлөрдүн – нейтрондордун болушун алдын ала Резерфорд божомолдогон. Андан 10 жылдан соң 1932- жылы анын окуучусу Д.Чедвик ядродо нейтрондордун болушун ачкан. Нейтрон зарядсыз, массасы боюнча электрондон 1838 эсе чоң бөлүкчө. Протон менен нейтрондор массалары боюнча бири-бирине дээрлик барабар. Ал эми ядродогу нейтрондордун саны протондордун санынан айырмаланып ар кандай болушу мүмкүн.

Көп убакыт өтпөй орус окумуштуусу 1932-жылы Д.Иваненко жана немец окумуштуусу В.Гейзенберг ядронун протон-нейтрондук моделин сунушташкан. Бул модель боюнча атом ядродон жана анын айланасында айланып жүрүүчү электрондордон турса, анын ядросу протон менен нейтрондордон турат [156].

Ядродогу протондордун саны Z менен нейтрондордун саны N дин суммасы массалык сан деп аталат да, A тамгасы менен белгиленет: $A = Z + N$

Ядро эң эле туруктуу болгондуктан протондор менен нейтрондор (нуклондор) ядронун ичинде кандайдыр бир өтө чоң күчтөр аркылуу кармалып турушат. Муну гравитациялык күч деп айтууга болбойт, анткени ал эң начар күч. Ошондой эле ядронун туруктуулугу электро – магниттик күчтөр аркылуу да түшүндүрүлбөйт, себеби бирдей белгиде заряддалган протондун ортосунда электрдик түртүлүү аракет кылат, ал эми нейтрондор болсо зарядка ээ эмес.

Демек, ядролук бөлүкчөлөрдүн – протон менен нейтрондун ортосунда өзгөчө күчтөр башкача айтканда *ядролук күчтөр* аракет этет. Бул күчтөр электро – магниттик күчтөрдөн 100 эсе күчтүүлүк кылат. Жаратылышта болгон күчтөрдүн ичинен эң кубаттуусу. Ошондуктан, ядролук бөлүкчөлөрдүн өз ара аркеттенүүлөрү көпчүлүк учурларда күчтүү өз ара аракеттенүүлөр деп аталат.

Радиоактивдүүлүк – бир атомдун ядросунун элементтардык бөлүкчөлөрдү бөлүп чыгаруу менен башка атомдордун ядролоруна өтүп

кетүүсү. Радиоактивдүүлүк айлануусуна ядролор радиоактивдүү жана туруктуу деп аталышат. Мындай бөлүү шарттуу болуп эсептелет, негизинен бардык ядролор өзүнөн өзү ажырай алышат, бирок бул процесстер ар башка ядролордо ар башка ылдамдык менен жүрөт [42].

Радиоактивдүү ядролордун көпчүлүк бөлүгү ядролорду ар кандай бөлүкчөлөр менен бомбалоо аркылуу алынат. Бул учурда пайда болгон радиоактивдүү ядрону андан ары да айланып, өзгөрүүчү, көпкө жашай алуучу курамдык ядро катары карак болот. Жасалма радиоактивдүүлүк биринчи жолу (1934) жубайлар Ирен жана Фредерик Жолио-Кюрилер тарабынан алынган.

Радиоактивдүү ажыроонун төмөнкүдөй түрлөрүн ажыратышат: α-ажыроо, β-ажыроо, атомдун ядросунун өзүнөн-өзү бөлүнүшү, протондук ажыроо, эки протондук ажыроо жана башка.

α-ажыроо кезинде ядродон α-бөлүкчөлөрү ($^4_2He^{++}$) өзүнөн өзү бөлүнүп чыгат. Бул учурда ядронун зарядынын саны эки бирдикке кичирейет жана мезгилдик системадагы баштапкы элементке салыштырмалуу эки орунга солго жылган жаңы элемент пайда болот.

β-ажыроо үч түрдө болушу мүмкүн: 1) электрондук же β^--ажыроо, 2) позитрондук же β^+-ажыроо, 3) электрондук тартып алуу. β^--ажыроо учурунда ядродон электрон жана электрондук антинейтрино бөлүнүп чыгат. Ядронун массалык саны өзгөрбөйт, ал эми заряддык саны бирге чоңойот.

β^+-ажыроо учурунда ядродон позитрон e^+ жана электрондук нейтрино ν_e бөлүнүп чыгат. Позитрондук радиоактивдүүлүк 1934-жылы жасалма радиоактивдүүлүк менен бир мезгилде Ирен жана Фредерик Жолио-Кюрилер тарабынан ачылган. Электрондук тартып алууда ядро атомдун катмарчасындагы электронду өзүнө тартып алат да, заряддык сан β^+ ажыроо учурундагыдай бирге кичирейет, ал эми массалык сан өзгөрүүсүз калат. Эгерде электрон К-катмарчасынан тартылып алынса, анда электрондук кармап алуу К-кармап алуусу деп аталат.

1940-жылы Г.И.Флеров жана К.А.Петржак тарабынан урандын ядросунун өзүнөн өзү бөлүнүшү ачылган. Буга мисал кылып ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{139}_{54}xe + {}^{96}_{38}Sr + 3{}^{1}_{0}n$ процессин келтирсек болот.

Радиоактивдүү ажыроо мезгилинде энергиянын сакталуу закону аткарылышы керек. Эгерде баштапкы ядро кыймылсыз болсо, анда бул закон төмөнкүдөй жазылат:

$$m_б c^2 = m_a c^2 + \sum_i m_i c^2 + E_k \quad (1.30)$$

Мында $m_б$ жана m_a – баштапкы жана акыркы ядролордун массалары, m_i- пайда болгон бөлүкчөлөрдүн массалары. E_k – радиоактивдүү ажыроо кезинде бөлүнүп чыккан кинетикалык энергия. Өзүнөн-өзү болуучу реакция энергияны бөлүп чыгаруу менен гана болушу мүмкүн, ошондуктан E_k оң мааниге ээ болот. Ошентип, радиоактивдүү ажыроо $m_б > m_a + \sum_i m_i$ болгондо гана мүмкүн болот. Бул зарыл шарттын гана орун алышы жетиштүү эмес, себеби процесс мүмкүн болушу үчүн энергиянын сакталуу закондору (импульстун, импульстун моментинин, электрдик, бариондук жана лептондук заряддардын жана башка) да аткарылышы керек.

Бардык α- жана β-радиоактивдүү элементтерди төрт радиоактивдүү катарга бөлүп жиберсе болот. Ар бир катарда массалык сан A төмөнкүдөй формула менен туюнтулат:

$$A = 4n + c \quad (1.31)$$

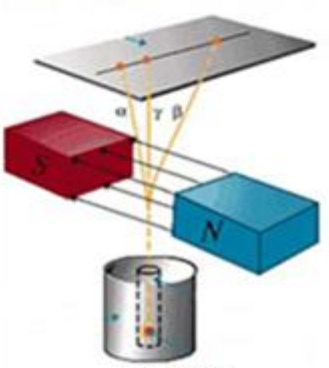
Мында c – каралып жаткан катар үчүн турактуу чоңдук, n – өзгөрмө бүтүн сан. Катардын ар бир элементи мурункусунан α же β айлануусунун натыйжасында алынат. Ошондуктан ар бир катардагы эки жанаша элемент же бирдей массалык санга ээ болушат же бул сандар төрткө айырмаланышат [60].

Радиоактивдүү элементтер ачылгандан кийин алардын нурдануусунун физикалык табиятын изилдөө башталган. А.Беккерель жана жубайлар Кюрилерден башка бул маселенин үстүндө Э.Резерфорд да иштеген.

Радиоактивдүү нурлануу татаал составда экендигин көрсөтүүгө мүмкүндүк берүүчү классикалык тажрыйбага кайрылалы. Радийдин препараты коргошундун бир бөлүгүнөн оюлган ничке каналдын түбүнө коюлган.

Каналдын карама – каршысында фотопластинка жайгаштырылган. Каналдан чыккан нурданууга ага индукция сызыктары перпендикулярдуу болгон күчтүү магнит талаасы таасир эткен. Түзүлүш бүт боюнча вакуумга жайгаштырылган (1.10-сүрөт).

Магнит талаасында нурдун бул тобу үч бөлүккө бөлүнөт. Анын экөө карама-каршы жакка кыйшайышкан. Бул болсо аларда карама-каршы белгидеги электр заряддары бар экендигин көргөзгөн. Бул учурда нурдануунун терс белгидеги компоненти оңуна караганда магнит талаасында алда канча күчтүү кыйшайган. Үчүнчү нур магнит талаасында кыйшайган эмес. Оң заряддалган компоненти – α-нурлары , терс заряддалганы - β-нурлары жана нейтралдуусу - γ-нурлары деп аталган.



1.10-сүрөт.
α-, β-, γ- нурларынын магнит талаасында ажырашы.

Радиоактивдүү ажыроо процессинде атом ядросунан өзүнөн-өзү α-бөлүкчөлөрдүн бөлүнүп чыгышы *альфа ажыроо* деп аталат. Кээ бир радиоактивдүү элементтерден бөлүнүп чыгуучу гелий атомунун ядросу *альфа бөлүкчөсү* деп аталат.

Оор ядролордун көпчүлүгү ($Z \geq 84$, $A \geq 208$) α-бөлүкчөлөрүн чыгаруу менен ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}X + {}_{2}^{4}He$ схемасы боюнча өзүнөн-өзү ажырашат. Жарым ажыроо мезгили $T_{\frac{1}{2}}$ менен бөлүкчөсүнүн энергиясы E ортосундагы байланыш 1911-1912-жылы Х.В.Гейгер жана Ж.М.Нептол тарабынан эмпирикалык түрдө аныкталган жана ал Гейгер-Нептолдун закону деп аталат.

$$Lg\, T_{\frac{1}{2}} = C + \frac{D}{\sqrt{E_{\alpha}}} \quad (1.32)$$

Мында C жана D – A дан көз каранды болбогон жана Z тин өзгөрүшү менен акырындап өзгөргөн турактуулар. α-ажыроонун теориялык негизин 1928-жылы бири-биринен көз карандысыз түрдө Г.А.Гамов жана Р.Генри менен Э.Кантон тарабынан түзүлгөн. Бул теория боюнча, α-бөлүкчөсүнүн ядродон бөлүнүп учуп чыгышы анын кулондук тосмо аркылуу өтүп кетишинин ыктымалдуулугу менен аныкталат.

Бирок, классикалык механиканын закондорун жана түшүнүктөрүн α-бөлүкчөнүн ядронун ичиндеги жана анын чек арасынын жанындагы кыймылын кароодо колдонууга болбойт [42]. α-ажыроонун теориясы кванттык механиканын негизинде түзүлөт, башкача айтканда кванттык механикада бөлүкчөнүн абалы ψ толкундук функциясы менен мүнөздөлөт жана анын потенциалдык тосмо аркылуу өтүшү Шредингердин теңдемеси менен жазылуучу процесс болуп эсептелет. Шредингердин туруктуу абалда колдонулган толкундук теңдемесинен:

$$\lambda = \nu_{exp}[\int_{r_1}^{r_2} \frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)dr}\,] \qquad (1.33)$$

формуласын алабыз. Бул формула α-ажыроосунун теориясы. Теория жакындатылган түрдө α-бөлүкчөсүнүн ядродон чыгышынын ыктымалдуулугун гана эсептейт.

Туруктуу эмес ${}_{Z}^{A}X$ ядросунун изобар – ядролорго ${}_{Z+2}^{A}X$ же ${}_{Z-1}^{A}X$ өзүнөн-өзү айланып кетүү процессин *бета-ажыроо* деп аталат. Бул процесстин аяккы жыйынтыгы болуп ядродо нейтрондун протонго же протондун нейтронго ажырашы болот. β-ажыроонун ядронун ичиндеги эмес, нуклондун ичиндеги процесс деп айтсак болот. Бул процессте □ α-айлануусундагыга караганда да терең өзгөрүүлөр болот. Ошондуктан β-ажыроосунун теориясы – ажыроо учурундагыга караганда татаалыраак. Ушуга байланыштуу , β-ажыроосунун теориясы толук иштелип чыга элек. β-ажыроону 3 түргө ажыратышат.

Атом ядролору дүүлүккөн абалдан төмөнкү энергиялык абалга өткөн кезде пайда болгон электро магниттик нурдануу *гамма нурдануу* деп аталат. Мындай процесстерде ядродогу протондор менен нейтрондордун саны өзгөрбөйт, бирок γ-кванттары нурдантылат. Ядронун өзүнүн энергиялык деңгээлдери дискреттүү болгондуктан, гамма нурдануусунун спектри да дискреттүү болот. Атом ядролору нурланткан гамма кванттарынын энергиялары, адатта болжол менен 10 *кэВ* тон 5 *МэВ* ко ($10^{-8} \geq \lambda \geq 2 \cdot 10^{-11}$*см*) чейинки чекте жатат.

Радиоактивдүү ажыроодо же ар түрдүү башка физикалык процесстерде пайда болгон жаңы бөлүкчөлөрдү толук изилдеп, алардын бардык

мүнөздөмөлөрүн тактап чыгуу үчүн атайын каттоочу (регистрациялоочу) куралдар пайдаланылат. Алар эсептегичтер деп аталат. Мындай каттоочу же эсептөөчү куралдарга Гейгер-Мюллер эсептегичи, Вильсон камерасы, көбүктүү камера жана башка ушул сыяктуулар кирет. Алардын иштөө принциптери ар башка [157].

Көп сандагы радиоактивдүү айланууларды байкоонун натыйжасында өздөрүнүн химиялык касиеттери боюнча өтө теңдеш келишкен, бирок таптакыр ар башка радиоактивдүүлүк касиеттерге (башкача айтканда ар кандай жолдор менен ажыроочу) ээ болушкан заттардан боло тургандыгы аныкталган. Аларды бардык белгилүү химиялык жолдор менен айырмалоо мүмкүн болгон эмес. Ушул негизде 1911-жылы Ф.Содди химиялык касиеттери бирдей, бирок ар башка жактары, мисалы өзүнүн радиоактивдүүлүгү менен айырмаланган элементтердин болуу мүмкүндүгү жөнүндө болжолдоосун айткан. Бул элеменеттерди Менделеевдин мезгилдүү системасынын бир эле клеткасына жайгаштыруу керек. Ошондуктан Содди аларды *изотоптор,* башкача айтканда, мезгилдүү системада бирдей орундарды ээлөөчүлөр деп атаган.

Томсон неондун иондорунун массасын аларды электр жана магнит талааларында кыйшайтуу методу менен так ченөөгө киришип, бир жылдан кийин Соддинин болжолдоосу эң сонун далилдөөгө жана андан ары тереңирээк түшүндүрүүгө ээ богон.

Азыркы мезгилде бардык химиялык элементтердин изотоптору болушу аныкталган. Бир катар элементтер стабилдүү эмес, башкача айтканда, радиоактивдүү гана изотопторго ээ.

Салыштырмалуу атомдук массасы 2 болгон изотоп дейтерий деп аталат. Атомдук массасы 3 болгон суутектин изотобу тритий деп аталат. Ал жарым ажыроо мезгили 12 жыл чамасында болгон β-радиоактивдүү.

Изотоптордун болушу, атом ядросунун заряды, атомдун бардык эле касиеттерин эмес, анын айрым гана химиялык касиеттерин гана жана электрондук оболочкаларынын сырткыларынан, мисалы өлчөмүнөн көз каранды болгон физикалык касиеттерин гана аныктай аларын далилдейт.

Жасалма ядролук айланышты тарыхта биринчи болуп 1919-жылы Э.Резерфорд иш жүзүнө ашырган. Жасалма түрдө айландырууга туш келген биринчи ядро азоттун $^{14}_{7}N$ ядросу болгон. Азотту радийден чыгарылган чоң энергиялуу α-бөлүкчөлөрү менен бомбалап, протондордун-суутектин атомунун ядролорунун пайда болушун байкаган. Алардын 50 миңден бири ядрого таамай тийип, андагы төмөнкүдөй айланышты пайда кылган: $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$ 1934-жылы француз окумуштуулары Жолио Кюри аялы Ирен Кюри менен жасалма ядролук айланыштарда пайда болгон айрым элементтер же алардын изотоптору радиоактивдүү болуп калгандыгын байкашкан. Ядролук айланыштарда пайда болгон мындай радиоактивдүүлүк жасалма радиоактивдүүлүк деп аталат [156].

Ядронун байланыш энергиясы $E_б$ ядрону аны түзгөн протон жана нейтронго толугу менен ажыратуу үчүн керек болгон эң кичине жумуш менен өлчөнүүчү бекемдүүлүктүн чени болот [42].

Мисалы, ядродогу протондун байланыш энериясы, башкача айтканда протондун ядродон бөлүнүп кетүү энергиясы, протонду ядродон бөлүп чыгарууга жумшалган эң кичине жумушка барабар болот. Ал:

$$E_p = E_б(Z, A) - E_б(Z-1, A-1) \quad (1.34)$$

формуласы менен аныкталат, башкача айтканда баштапкы жана аяккы ядронун байланыш энергияларынын айырмасына барабар болот. Ушуга окшош эле ядродогу нейтрондун байланыш энергиясы:

$$E_n = E_б(Z, A) - E_б(Z, A-1) \quad (1.35)$$

ал эми ядродогу α-бөлүкчөсүнүн байланыш энергиясы:

$$E_\alpha = E_б(Z, A) - E_б(Z-2, A-4) - E_б(\alpha) \quad (1.36)$$

формуасы менен аныкталат, мнда $E_б(\alpha) - \alpha$-бөлүкчөсүнүн байланыш энергиясы.

Бөлүкчөнүн тынч абалдагы энергиясы анын массасы менен:

$E_0 = mc^2$ (1.37) катнашы аркылуу байланышат. Демек, тынч абалдагы ядронун энергиясы бири-бири менен аракет этишпеген тынч абалдагы нуклондордун суммардык энергиясынан:

$$E_б(Z , A) = c^2\{[z_{mp} + (A - Z)m_n] - m_я\} \quad (1.38)$$

чоңдугуна кичине болот. Бул чоңдук ядродогу нуклондордун байланыш энергиясы болуп эсептелет.

Жогорудагы катнаш иш жүзүндө анын курамындагы протондун массасы m_p ны суутектин массасы $m_н$ ал эми ядронун массасы $m_я$ ны атомдун массасы m_a менен алмаштырганда бузулбайт. Эгерде электрондордун ядролор менен салыштырмалуу эң кичине мааниге ээ байланыш энергиясын көңүлгө албасак, сунуш кылынган алмаштыруу фигуралык кашаанын ичиндеги азаюучу жана алуучу туюнтмаларга Zm_e барабар болгон бирдей чоңдукту кошууну билгизет. Ошентип, жогорудагы формулага:

$$E_б(Z , A) = c^2\{[Zm_H + (A - Z)m_n] - m_я\} \quad (1.39)$$

түрүн берсек болот. Бул формула ыңгайлуурак, себеби, адатта таблицаларда ядролордун массалары эмес, атомдордун массалары берилет.

Бир нуклонго туура келген байланыш энергиясы, башкача айтканда $E_б/A$, ядродогу нуклондордун салыштырмалуу *байланыш энергиясы* деп аталат.

Ядролук физикадагы маанилүү түшүнүктөрдүн бири болуп, ядронун байланыш энергиясы менен байланышкан ядронун массасынын жетишсиздиги түшүнүгү эсептелет. Ядронун массасынын жетишсиздиги деп:

$$\Delta(Z,A) = [Zm_p + (A - Z)m_n]\text{-}m_я \quad (1.40)$$

формуласы менен эсептелген чоңдукту айтабыз.

Ядролук реакция деп эки же кээ бир учурларда бир нече микробөлүкчөлөрдүн (жөнөкөй же татаал) кагылышы менен башталган жана эреже катары күчтүү аракет этишүүнүн катышуусу менен жүргөн реакцияны айтабыз.

Ядролук реакциялар ядронун ички энергиясын пайдалануу жана радиоактивдүү изотопторду алуу үчүн колдонулат. Ядролук реакцияларды жазуунун бир нече ыкмалары бар. Алардын ичинен эң эле көрсөтмөлүүсү жана ар жактуусу болуп химияда кабыл алынган жазуу эсептелет: мында сол жагына баштапкы бөлүкчөлөрдүн суммасы, андан соң бөлүкчөлөрдүн жүрүү багытын

көргөзүүчү жебе, андан кийин оң жакта реакциянын аяккы өндүрүмдөрүнүн суммасы жазылат. Мисалы, ${}_{1}^{1}P + {}_{3}^{7}Li \rightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{4}^{7}Be$ жазуусу литийдин ${}_{3}^{7}Li$ изотобун протондор менен бомбалоонун натыйжасында нейтрон жана бериллийдин ${}_{4}^{7}Be$ изотобу пайда болгон реакцияны көргөзөт.

${}_{1}^{1}P + {}_{3}^{7}Li \rightarrow \alpha + \alpha$ түрүндө литий ${}_{3}^{7}Li$ нин ядросу менен протон кагылышып, эки α-бөлүкчөсүн пайда кылган реакция жазылат. Протон кычкылтек ${}_{8}^{17}\mathrm{O}$ ядросу менен кагылышып, нейтрон жана фтор ${}_{9}^{17}F$ нин ядросу пайда болгон реакция төмөнкүдөй түргө ээ болот:

$$ {}_{1}^{1}P + {}_{8}^{17}\mathrm{O} \rightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{9}^{17}F \quad (1.41) $$

Мындай ыкма менен аяккы абалында эки эле эмес, бир нече бөлүкчөлөрү бар реакцияларды да жазууга болот. Мисалы, кальций ${}_{20}^{40}\mathrm{Ca}$ ядросунан γ-кванттын аракети астында протондун жана нейтрондун бөлүнүп чышынын реакциясы: $\gamma + {}_{20}^{40}\mathrm{Ca} \rightarrow {}_{19}^{38}\mathrm{K} + {}_{1}^{1}P + {}_{0}^{1}n$ (1.42) түрүндө жазылат. Ушундай эле формада элементардык бөлүкчөлөрдүн өз ара өтүүлөрү да жазылат.

Ядролор менен реакцияларды жүргүзүү үчүн ар түрдүү бөлүкчөлөр: α-бөлүкчөлөр, ротондор, нейтрондор, дейтрондор, электрондор, фотондор, оор иондор (мисалы, көп жолку иондошкон ${}_{7}^{14}N$, ${}_{8}^{16}\mathrm{O}$), ошондой эле пиондор, нейтринолор, мюондор, каондор, гиперондор, антинуклондор пайдаланылат. Бута катары жетишээрлик узак жашаган ядролор, ошондой эле протондор колдонулат.

Ядролук реакциялардын төмөнкүдөй түрлөрү бар:

1. α-бөлүкчөлөрүнүн аракети астында жүрүүчү ядролук реакциялар.

2. Протондордун аракети астында жүрүүчү ядролук реакциялар.

3. Дейтрондордун аракети астында жүрүүчү ядролук реакциялар.

4. Нейтрондордун аракети астында жүрүүчү ядролук реакциялар.

5. Электрондордун жана фотондордун аракети астында жүрүүчү ядролук реакциялар.

Ядронун ички энергиясын бошотуунун оор ядролорду жеңилирээк ядролорго бөлгөндөн башка дагы ыкмасы – жеңил ядролорду синтездөө

реакциясы бар. Жеңил ядролор үчүн бир нуклонго эсептелген, салыштырмалуу орточо байланыш энергиясы массалык сандын өсүшү менен өсөт.

Ошондуктан эки жеңил ядро бир оор ядрого бириккенде, тынч абалдагы энергиянын ашыгы – синтездөөнүн ядролук энергиясы болуп чыгышы керек.

Керектүү кинетикалык энергияга ээ болушу үчүн реакцияга кирген заттын температурасы өтө чоң $(10^7\text{-}10^8)$°С болушу керек. Мындай температурада зат ысык, толугу менен иондошкон, атом ядролорунан жана электрондордон турган плазма абалында болот.

Өзүн-өзү кармап турган термоядролук реакцияны жүргүзүүнүн үч ыкмасын көргөзүүгө болот.

1. Күндүн жана башка жылдыздардын түпкүрүндө өзүнөн-өзү жүрүүчү жай термоядролук реакция.

2. Өзүн-өзү кармап турган, тез өтүүчү, суутек бомбасынын жардамында жүрүүчү башкарылбаган мүнөздөгү термоядролук реакция.

3. Башкарылуучу термоядролук реакция.

Азыркы кездеги илим изилдөө ишинин эң маанилүү багыттарынын бири башкарылуучу термоядролук реакцияны иш жүзүнө ашыруу болуп эсептелеп.

Элементардык бөлүкчө деген терминдин маанисине бөлүкчөлөрдүн акыркы, бөлүнбөс экендиги, өз алдынча жашай ала тургандыгы, заряддуу жана зарядсыз болушу, тынч абалдагы массасынын болушу же болбошу жана ушул сыяктуу мүнөздөмөлөрү кирет.

Элементардык бөлүкчөлөрдү адатта төрт класска бөлүп жиберишет. Алардын бирине бир гана бөлүкчө – фотон тиешелүү. Экинчи классты лептондор (гректин “лептос" – жеңил деген сөзүнөн) түзүшөт, үчүнчү мезондор жана акырында, төртүнчү классты бариондор түзүшөт. Мезондорду жана бариондорду көпчүлүк учурда өз ара күчтүү аракеттенишкен бөлүкчөлөрдүн классына бириктирип *андрондор* (гректин «андрос» – чоң, оор деген сөзүнөн) деп аташат [42].

Бардык бөлүкчөлөр (анын ичинде элементардык жана квази бөлүкчөлөр да) бозондорго жана фермиондорго бөлүнүшөт. *Бозондор* деп (же бозе –

бөлүкчөлөр) нөл же бүтүн спинге ээ бөлүкчөлөрдү же квазибөлүкчөлөрдү айтышат. Бозондор Бозе-Эйнштейндин статистикасына баш ийишет. Бүтүн жарым спинге ээ бөлүкчөлөр жана квазибөлүкчөлөр *фермиондор* (же ферми-бөлүкчөлөр) деп аталат. Алар үчүн Паулинин принциби орун алат жана алар Ферми-Дирактын статистикасына баш ийишет.

Эми бөлүкчөлөрдүн жогоруда аталган класстарына кыскача мүнөздөмө бере кетели:

1. Фотондор (электромагниттик талаанын γ-кванттары, электромагниттик өз ара аракеттешүүлөргө катышат, бирок күчтүү жана алсыз өз ара аракеттешүүгө ээ эмес. Фотон бирге барабар, бүтүн спинге ээ, башкача айтканда бозон болот.

2. Лептондор. Аларга күчтүү өз ара аракеттешүүгө ээ эмес бөлүкчөлөр: электрондор (e^-. e^+), мюондор (μ^-, μ^+), оор тау-лептон (τ^-, τ^+), ошондой эле электрондук нейтрино ($\nu_e, \nu_e{}^-$), мюондук нейтрино ($\nu_\mu, \nu_\mu{}^-$) жана тау-нейтринолор ($н_ф, н_ф{}^-$) тиешелүү болушат.

Илимдин бүгүнкү күндөгү деңгээлинде бардык лептондорду чыныгы элементардык бөлүкчөлөр деп атоого болот. Себеби, алар атомдордон айырмаланышып, ички түзүлүшкө ээ экендиги табыла элек. Бул мааниде лептондор чекиттик заряддар деп аталат.

3. Мезондор – өз ара күчтүү аракет этүүчү бариондук деп аталган, зарядды алып жүрбөгөн, туруксуз, заряддалган жана бейтарап бөлүкчөлөр. Аларга пиондор (π^-, π^+, π° – мезондор), каондор ($к^-, к^+, к^\circ, к^-$ – мезондор) жана эта-мезон (η) киришет.

4. Бариондор. Бул класска нуклондор (p,n) жана массалары нуклондордун массаларынан чоң, гиперондор деп аталган ($\Lambda, \sum^+_, \sum^\circ_, \sum^-_, \Xi^\circ, \Xi^+, \Omega^-$) бөлүкчөлөр киришет.

Бир эле убакта өзүнүн толкундук жана бөлүкчө касиетин көрсөткөн элементардык бөлүкчө болуп фотон эсептелет. Француз окумуштуусу Луи де Бройл (1924-ж.) жарыктын мындай экиленген касиетин изилдеп, төмөнкүдөй

гипотезаны сунуш кылган: «Эгерде жарык толкуну корпускулалык касиетке ээ болсо, тескерисинче ар кандай корпускула толкундук касиетке ээ болушу керек». Де Бройл $\lambda = h / m_0 c$ (1.43) формуласы боюнча элементардык бөлүкчөлөрдүн толкун узундуктарын аныктоого боло тургандыгын тапкан. Де Бройлдун бул гипотезасын, 1927-жылы Девисон жана Жермер тажрыйбада далилдешкен. Де Бройлдун элементардык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиетке ээ болушу жөнүндөгү гипотезасы кванттык көз караштын андан ары өнүгүшүнө көмөк болгон. Аны Э.Шредингер жана В.Гейзенберг андан ары өнүктүрүшкөн.

Физика илиминин тарыхында орчундуу орунду ээлеген жогоруда баяндалган илимий ачылыштар бул илимдин улам алга жылып, илим менен техникага кызмат кылуусун шарттаган. Ошондуктан мектеп окуучуларына политехникалык билим берүүдө физика курсуна өзгөчө роль таандык. Физика илимий-техникалык революциянын башатында турат жана аны өнүктүрүүнүн кыймылдаткыч күчү катары кызмат кылат [133]. Физика боюнча жалпы билим берүүчү орто мектептер үчүн программада каралгандай [161], «окуучулардын аң сезимине физика боюнча билимдердин системасын (илимий фактылар, түшүнүктөр, теориялар, изилдөө методдору, прикладдык маселелер жана башка) калыптандыруу», «окуучуларга дүйнөнүн илимий сүрөттөлүшүн түшүндүрүү” милдетин аркалоодо “Кванттык физика” өзгөчө орунду ээлейт. Кванттык физика нурдануунун кванттык касиеттерин, атомдордун кванттык касиеттерин жана ядролук физиканын, космос физикасынын элементтерин камтыйт.

Кванттык механика – микродүйнөнүн касиеттери менен мыйзам ченемдүүлүктөрүнүн бөтөнчөлүгүн көрсөткөн, микробөлүкчөлөрдүн абалы менен кыймылын сүрөттөп жазуу ыкмасын аныктаган физикалык теория. Кванттык механиканын методдору кванттык электроникада, катуу телолордун физикасында, азыркы химияда кеңири колдонулууда. Ошондой эле аны атом ядросунун түзүлүшү жана элементардык бөлүкчөлөрдүн касиеттерин окуп үйрөнүүчү жогорку энергиялар физикасында да кеңири колдонушат.

§ 1.2. Кванттык физиканын орто мектепте окутулуш тарыхы жана азыркы учурдагы абалы

Кыргызстанда физиканы окутуунун методикасынын калыптанышы жана өнүгүшү анча чоң эмес тарыхый мезгилди, башкача айтканда 80 жылга жакын убакытты өзүнө камтыйт. Ал XX кылымдын 30-жылдарынан тарта калыптанып, азыркы күндө өзүнүн изилдөө объектиси, изилдөө максаттары жана милдеттери, изилдөө методдору жана ыкмалары бар илим тармагына айланды. Дегинкиси, Кыргызстанда физиканы окутуунун методикасынын башаты Советтер Союзунун дооруна, тагыраак айтканда, советтик физик-методисттердин ишмердүүлүгүнө барып такалат.

Физикалык билим алуунун негизги булагы катары физика боюнча окуу китептери эсептелет. СССР учурунда жазылып, кыргызча которулуп колдонулуп келген жана Кыргызстанда жазылган окуу китептери жөнүндөгү маалымат Э.Мамбетакуновдун “Кыргызстанда физикалык билим берүүнүн абалы жана өнүктүрүү келечеги” [72] деген эмгегинде төмөндөгүдөй берилген.

1.1-таблица. **РОССИЯДА ЖАЗЫЛГАН ЖАНА КЫРГЫЗ ТИЛИНЕ КОТОРУЛГАН ОКУУ КИТЕПТЕРИ**

	6/7	7/8	8/9	9/10	10/11
I	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. 1933-1948 (Медетов А.)	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. 1933-1948 (Аралбаев А.)	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. 1933-1937 (Аралбаев А.)	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. 1933-1937 (Жайлообаев С.)	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. 1935-1937 (Жайлообаев С.)
II	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. Крауклис В. В. 1948-1960 (Жайлообаев С.)	Фалеев Г. П. Перышкин А. В. Крауклис В.В. 1949-1957 (Жайлообаев С.)	Соколов И. И. 1938-1953 (Абушахметов Ф.)	Соколов И. И. 1938-1953 (Абушахметов Ф.)	Соколов И.И. 1938-1953 (Исаков А.)
III	Мпиченков А. В. Перышкин А. В. Крауклис В. В. Карпинский Г. К. 1960-1968 (Абдылдаев А.,Айылчиев А.	Перышкин А. В. Мпиченков Е. Я. Крауклис В. В. Карпинский Г. К. 1958-1966 (Абдылдаев А.,Айылчиев А.	Перышкин А. В. Крауклис В. В. 1954-1961 (Өмүржанов А., Мусаев А., Аманканов Х.)	Перышкин А. В. 1954-1970 (Юсупов Ж. Ю.)	Перышкин А. В. 1954-1971 (Юсупов Ж. Ю.)
IV	Перышкин А. В. Родина Н. А. 1968-1977 (Абдылдаев А., АйылчиевА., Бекбоев И.)	Перышкин А. В. Родина Н. А. 1969-1977 (Абдылдаев А. АйылчиевА., Бекбоев И.)	Перышкин А.В. Мпиченков Е. Я. Крауклис В. В. Карпинский Г. К. 1962-1969 (Абдылдаев А. Айылчиев А.)	Буховцев Б. Б. Климонтович Ю. Л. Мякишев Г. Я. 1971 (Карашев Т., Ибраимов Ж., Шаршекеев Ө.)	Мякишев Г. Я. Буховцев Б. Б. 1972 (Карашев Т., Ибраимов Ж., Шаршекеев Ө.)
V	Перышкин А. В. Родина Н. А. 1978 (Айылчиев А., Бекбоев И., Абдылдаев А.)	Перышкин А. В. Родина Н. А. 1978 (Айылчиев А., Жакыпбеков А.)	Кикоин И.К.Кикоин В. К.1970 (Кадыров С., Сулайманкулов Д., Андашев Б.)	Шахмаев Н. М. Шахмаев С. Н. Шодиев Д. Ш. 1991 (Мамбетакунов Э.)	Шахмаев Н.М., Шахмаев С. Н., Шодиев Д. Ш. 1991 (Үтүров К., Шүкүров Ү.)

1.2-таблица. **КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДА ДАЯРДАЛГАН ОКУУ КИТЕПТЕРИ**

	7	8	9	10	11
I	Мамбетакунов Э. Карашев Т. 2000	Карашев Т. Мамбетакунов Э. Мамбетакунов У. 2003	Мамбетакунов Э. Карашев Т., Токтогулов М. 2008	Койчуманов М., Сулайманова О. 2008.	Шаршекеев Ө. 2012
II	Мамбетакунов Э. 2009	Карашев Т. Мамбетакунов Э. Мамбетакунов У. 2008			

Биз өз изилдөөбүздүн максатына ылайык Советтер Союзу учурундагы физика боюнча орто мектептин окуу китептеринин колдонулушун 4 этапка бөлүп карадык: 1) 1917-жылдан 1932-жылга чейин; 2) 1933-жылдан 1958-жылга чейин; 3) 1958-жылдан 1971-жылга чейин; 4) 1972-жылдан 1991-жылга чейин.

Биринчи этапта, 1926-жылга чейин мектептерде революцияга чейинки эски китептер пайдаланылган. 1925-жылдарда окуучулардын активдүүлүгүн күчөтө тургандай типтеги жумушчу китеп И.И.Соколовдун редакциясы астында иштелип чыккан [123]. Бул этап өнүгүүгө жол табуунун мезгили болуп, көптөгөн кызыктуу сунуштар жана проекттер менен коштолгон. Алардын ичинен бир канчасы жаңылыш болгон, бирок, бул убакыт орто мектептер үчүн пайдасыз өткөн эмес. Ошол мезгилдеги физика боюнча окуу китептеринин мазмунуна кванттык физиканын элементтери киргизилген эмес.

Экинчи этапта, 1932-жылдан тартып ВКП(б) БКнын “Башталгыч жана орто мектептер жөнүндө” токтомуна ылайык, окуу программаларын жана окуу китептерин жаңыдан түзүү милдети коюлган. Ошол мезгилде И.И.Соколовдун 8-10-класстар үчүн чыккан окуу китеби пайдаланылган. Анын 1951-жылы чыккан окуу китебинде[124] кванттык физиканын айрым элементтери оптика бөлүмүнүн “Жарык теги” деген 2-главасында *нур энергиясын энергиянын башка формаларына айландыруу, жарык кванты жөнүндө түшүнүк* «Атомдун түзүлүшү» деген 3-главасында *атомдун түзүлүшүнүн татаал экендигин билүү, спинтарископ, Вильсондун камерасы, атомдун ядролук түзүлүшү, сызыктык спектрлердин түзүлүшү, суутек атомунун электрондук кабыгы, ар кандай элементтердин атомдорунун электрондук кабыктары, атомдук энергетикалык деңгээли, радиоактивдүүлүк, радиоактивдүү нурлануунун составы, альфа-нурлардын касиеттери, бета-нурлардын касиеттери, гамма-нурлардын касиеттери, радиоактивдүү элементтердин жарым ажыроо мезгили, радиоактивдүү элементтердин айланылышы, атомдук ядронун түзүлүшү, жасалма радиоактивдүүлүк, жасалма радиоактивдүү заттардын колдонулушу, атомдук ядронун энергиясы, атомдук энергияны бошотуу, урандын ядросунун бөлүнүшү, уран бөлүнгөндө келип чыгуучу үзгүлтүксүз*

реакция, үзгүлтүксүз реакциянын болушуна тоскоолдук кылуучу ссбептер, жаңы элементтерди пайда кылуу, ядролук жарылыш, урандык казан, атомдук энергиянын практикалык пайдаланылышы, бөлүнүүгө дуушар болуучу элементтердин табийгаттагы запасы деген темаларда берилген.

Ушул мезгилде физика мугалимдерине жардам катарында Г.Э.Ландсбергдин редакциялоосу астында “Элементарный учебник физики” [61] жана кванттык физикага байланыштуу Г.Зисмандын 1952-жылы “Атом дүйнөсү” (которгон А.Токомбаев) [32], К.Заборенконун 1954-жылы “Радиоактивдүүлүк” (которгон Р.Суртаев) [30] деген китептери кыргыз тилинде жарык көргөн.

Үчүнчү этапта, 1958-жылы СССР Жогорку Советинин сессиясында “Мектептин турмуш менен болгон байланышын чыңдоо жана СССРде билим берүү системасын мындан ары өнүктүрүү” аттуу токтому кабыл алынып, ага ылайык окуу китептеринин жана кошумча адабияттардын негизинде окуучулардын өз алдынча билим алуу билгичтиктерин өнүктүрүү милдетин ишке ашыруу аракеттери күч алган. 1964-жылы орто мектептин 11-класстары үчүн чыккан А.В.Перышкин менен В.В.Крауклистин окуу китебинде [97], И.И.Соколовдун окуу китебинде берилген темалардын санын азайтып, бири-бири менен байланышкан темалар, түшүнүктөр жалпылаштырылган. Кванттык физиканы окутуу фотоэлектрдик эффектен башталган жана жарыктын химиялык аракеттери деген жаңы тема киргизилип, алынган билимдердин практикада колдонулушуна басым жасалган. Бул китепте кванттык физика «Жарыктын аракети» деген главада *фотоэлектрдик эффект, фотоэлектрдик эффект боюнча Столетовдун эмгектери, кванттар жөнүндө түшүнүк, фотоэлементтер жана алардын колдонулушу, жарыктын химиялык аракеттери жана алардын сүрөткө түшүрүүдөгү колдонулушу, люминесценция жана анын жарык техникасында колдонулушу, Вавиловдунэмгектеринин жарык кубулуштарын үйрөнүүдөгү мааниси* деген темаларда бериген. Бул темаларды бышыктоо үчүн төмөндөгүдөй демонстрациялар каралган: фотоэффект кубулушу, фотоэффекттин аракети,

фотореле, люминесценттик лампалар. “Атомдун түзүлүшү” деген главада *атомдун түзүлүшү татаал экендигин далилдөөчү кубулуштар, радиоактивдүүлүк, бөлүкчөлөрдү байкоонун жолдору, атомдун түзүлүшү — электрон кабыгы жана ядро, атомдун энергияны чыгарышы жана жутушу, атомдун ядросунун түзүлүшү — протондор жана нейтрондор, урандын ядросунун бөлүнүшү, уланма реакция, ядролук ажыроодо энергиянын бөлүнүп чыгышы, атом энергиясынын тынчтык максаттарда пайдаланылышы* деген темалар бериген. Вильсондун камерасындагы тректердин пайда болушу боюнча демонстрация каралган.

Ушул учурдан тартып методика илиминде окуучуларга билим берүү мугалимдин түшүндүрүүсү менен гана чектелбестен, окуу китебиндеги материалды өздөштүрүүдө жана лабораториялык иштерди аткарууда окуучулардын өз алдынча иштөөсүн активдештирүү боюнча олуттуу өзгөрүүлөр пайда боло баштаган.

Кванттык физиканын элементтери 1971-жылы чыккан А.В.Перышкиндин окуу китебинин [98] “Оптика жана атомдун түзүлүшү” деген бөлүмүнүн “Жарык аракеттери” жана “Атомдун түзүлүшү” главаларында төмөндөгүдөй темалар берилген: *фотоэффект, кванттар жөнүндө түшүнүк, фотоэлементтер, фотореле, кинодо үндү жазуу жана аны кайтадан чыгаруу, люминесценция, муздак жаркыроонун электр лампалары, жарыктын химиялык аракети, жарыктын басымы, атомдун түзүлүшүнүн татаалдыгын далилдөөчү кубулуштар, радиоактивдүү нурлануунун түрлөрү, бөлүкчөлөрдү изилдөөнүн эксперименттик методдору, атомдун түзүлүшү, атом теориясынын өнүгүшү, атомдун электромагниттик толкундарды чыгарышы жана жутушу, изотоптор, массалык сан, ядролорду белгилөө, элементтерди жасалма түрдө бири-бирине айландыруу, нейтрон, атом ядросунун түзүлүшү, ядронун ички энергиясы, урандын ядросунун бөлүнүшү, ядронун уланма реакциясы, термоядролук реакция, атомдук энергияны практикада пайдалануунун перспективалары, жасалма радиоактивдуулук, радиоактивдүү элементтердин колдонулушу, бөлүкчөлөрдүн өз ара бири-бирине айланышы.*

Бул китепке жарыктын басымы, урандын ядросунун бөлүнүшү, термоядролук реакция, бөлүкчөлөрдүн өз ара айланышы деген жаңы темалар киргизилип, толукталган.

1976-жылы Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцевдердин авторлугунда чыккан 10-класстын физика окуу китебинде квант физикасынын түшүнүктөрү Оптика бөлүмүнүн "Нурдануу жана спектрлер", "Жарык кванттары. Жарык аракеттери" жана Атом жана ядро физикасы бөлүмүнүн "Атомдук физика" деп аталган IX, X, XI *главаларында нурдануу түрү, жарык булагы, спектрлер жана энергиянын бөлүнүшү, спектралдык апараттар жана анализ, инфракызыл жана ультрафиолеттик нурлар, рентген нурлары, электромагниттик талаанын шкаласы, жылуулук нурдануусунун тең саклмактуулугу, ультрафиолетивдик катастрофа, Планктын гипотезасы, фотоэффект, фотоэффектин теориясы, фотон, фотоэффектин колдонулушу, жарыктын басымы, жарыктын химиялык аракеттери, фотография, үндү жана кинону жазуу спектралдык закон ченемдүүлүктөр, атомдун түзүлүшү, Резерфорддун тажрыйбалары, атомдун планетардык модели, Бордун постулаттары, Бордун суутек боюнча атомунун модели, Бордун теориясынын кыйынчылыктары, кванттык механика, жарыктын кванттык булактары – лазерлер* деген темаларда берилген [160].

Бул окуу китебинде кванттык физиканы окутуу жогоруда каралган окуу китептеринен айырмаланып, Бордун теориясынын негизинде берилген.

Ушул эле авторлордун 1987-1989-жылы чыккан окуу китебинде биринчи жолу квант физикасы өзүнчө бөлүм катары берилип, анда кванттык физиканын элементтери "Жарык кванттары. Жарыктын аракеттери", "Атом физикасы", "Атом ядросунун физикасы" деп аталган X, XI, XII главаларында *фотоэффект, фотоэффектин теориясы, фотондор, фотоэффектин колдонулушу, жарыктын басымы, жарыктын химиялык аракети, фотография, атомдун түзүлүшү, Резерфорддун тажрыйбалары, Бор постулаттары, Бор боюнча суутектин атомунун модели, Бор теориясынын кемчилдиги, квант механикасы, лазерлер, элементардык бөлүкчөлөрдү*

регистрациялоо методдору, радиактивдүүлүктүн ачылышы, альфа, бета жана гамма нурдануулары, радиактивдүү айлануулур, радиактивдүү ажыроо закону, жарым ажыроо мезгили, изотоптор, нейтродордун ачылышы, атом ядросунун түзүлүшү, ядролук күчтөр, атом ядросунун байланыш энергиясы, ядролук реакциялар, урандын ядросунун бөлүнүшү, ядролук уланма реакция, ядролук реактор, термоядролук реакциялар, ядролук энергиянын колдонулушу, радиактивдүү изотопторду алуу жана алардын колдонулушу, радиактивдүү нурдануунун биологиялык таасири деген темаларда берилген [155,159].

Ал эми Н.М.Шахмаев., С.Н.Шахмаев., Д.Ш.Шодиевдердин авторлугунда 1991-жылы чыккан окуу китебинде кванттык физика XX кылымдын физикасы бөлүмүнүн “Кванттык физиканын элементтери” деп аталган IX главасында *квант физикасынын калыптануу тарыхы, фотондор, фотоэлектрдик эффект, Планктын турактуулугун аныктоо, фотондун импульсу, электромагниттик нурдануунун эки түрдүү жаратылышы жана “Атом” деп аталган X главасында атомду изилдөөнүн тарыхы, Бордун атомдук модели, Лазер – когеренттүү нурдануунун булагы, бөлүкчөлөрдүн толкундук касиеттери* деген темаларда берилген [157].

Биз жогоруда СССР учурунда орто мектепте пайданалынган окуу китептеринин мазмунун кыскача талдадык. Эми ошол окуу китептеринин мазмунуна карата кванттык физиканы окутуу методикасына арналган бир топ окумуштуулардын изилдөөлөрүн кайрылалы.

Совет доорундагы физиканы окутуунун методикасынын өнүгүшүн да А.В. Усова белгилегендей, үч этапка бөлүп кароого болот: 1917-1931-жылдар; 1931-1958-жылдар; 1958-1991-жылдар [151].

1931-1951-жылдар аралыгында физиканы окутуу боюнча топтолгон тажрыйбалар жалпыланып, П.А.Знаменскийдин жана И.И.Соколовдун методикалык окуу китептеринде чагылдырылган [34,122].

Мисалы, И.И.Соколовдун китеби [122] 3 бөлүктөн туруп, анын биринчи бөлүгү «Физика илим жана окуу предмети катарында» деп аталып, анда физика илими жана анын методдору, физика жана техника, физиканы окутуунун

максаттары, физикалык кубулуштар, законлор, теориялар жана аларды окутуу процесстери, орто мектептеги физиканын советтик советтик программасынын кыскача тарыхы, физика боюнча советтик программаларды түзүүнүн принциптери боюнча маалыматтар берилген. Экинчи бөлүгү окуу процессин уюштуруу жана физика боюнча иштөөнүн методдору деп аталып, окутуу методдорунун обзору, демонстрациялык метод, окуучулардын лабораториялык жумуштарынын методдору, экскурсиялык метод, иллюстрациялык метод, китеп - окутуу куралы, билимди бышыктоо үчүн көнүгүүлөрдү жана маселелерди чыгаруу, жумушту пландоо жана аткарылышын эсепке алуу, мугалимдердин класстан тышкары жана мектептен тышкары иштерди уюштуруу маселелери каралган. Программанын айрым темаларын окутуунун методикасы деп аталган үчүнчү бөлүгүнүн оптика деп аталган XXIV главасында кванттык физикага байланышкан, *нур энергиясынын нерсеге аракет кылышы, жарыхтын теориясынын тарыхый обзору, атомдун түзүлүшү* деген темаларды окутуу методикасы сунушталган.

Ал эми 60-70-жылдары П.А.Знаменскийдин, Б.М.Яворский, Л.И.Резников, В.В.Юськович, Э.Е.Эвенчиктердин, В.П.Орехов менен А.В.Усованын, В.П.Орехов жана А.А.Покровскийлердин редакциялоосундагы А.А.Ванеевдин, Э.Г.Дубицкая, Е.Ф.Яруниналардын методикалык окуу куралдары чыккан [15,16,33,83,173].

Ушул жылдар аралыгында бир катар монографиялык эмгектер басылып чыккан. Мисалы, В.Ф.Юськовичтин «Обучение и воспитание на основе курса физики» (1963), Л.И.Резниковдун «Графический метод в преподавании физики» (1960), В.Г.Разумовскийдин «Творческие задачи по физике» (1966) ж.б. [106,108,172].

70-80-жылдары физиканы окутуунун методикасынын өзгөчө маанилүү проблемаларына арналган бир катар китептер чыккан. Атап айтсак С.Е.Каменецкий, В.П.Ореховдордун «Методика решения задач по физике в средней школе», Н.М.Зверевнын «Активизация мышления учащихся на уроках физики», В.Н.Мощанский, Е.В.Савельевалардын «История физики в

средней школе», В.Н.Мощанскийдин «Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики», Р.И.Малофеевдин “Проблемное обучение физике в средней школе”, В.Г.Разумовскийдин «Физика боюнча маселелерди чыгаруу» ж.б.[31,40,63,85,86,105,113]

80-92 жылдар аралыгында В.П.Орехов, А.В.Усова, Л.А.Ванеевдердин эмгегинде «Жарык кванттары, Жарык аракети» темасын окутуунун жалпы мазмуну каралган [83]. Ушундай эле суроолорго Н.А.Зубковдун, В.Г.Разумовскийдин, Э.Мамбетакунов [163] ж.б эмгектери арналган.

А.Т.Глазунов, И.И.Нурминский, А.А.Пинскийлердин 1989-жылы чыккан эмгегинин 2-бөлүгү кванттык физика деп аталып, анда 11-класстын физика окуу китебинин мазмунунда каралган темаларды окутууга методикалык сунуштар берилген [22].

Акырында белгилей кетүүчү дагы бир факт: физиканы окутуунун методикасынын өнүгүшүнө союздук республикалар да жакшы салым кошушкан, аларда илимий изилдөө инстуттары менен мугалимдердин билимин өркүндөтүү институттары иштеп турушкан. Бул жетишкендиктер «Физика в школе» журналына жарыяланып турган.

Физиканы окутуунун методикасынын илимий өнүгүүсүнө, ушул жылдары чыккан монографиялар да өзгөчө орунду ээлейт. Айрыкча В.Г.Разумовскийдин негизги эмгектери физиканы окутуунун методикасына, дидактикага жана салыштырма педагогикага арналган. Анын эмгектеринин ичинен «Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике» (1975) деген китеби – өзгөчө мааниге ээ. Анын эмгеги физиканы окутуу процессинде окуучулардын физика-техникалык маданиятын жана чыгармачылык жөндөмдүүлүктөрүн өнүктүрүү, физикалык билим берүүнүн мазмунун аныктоого, ар кандай өлкөлөрдө физикалык билим берүүнүн мүнөздөмөлөрү жана салыштырма көрсөткүчтөрдү анализдөөгө багытталган [106].

В.Ф.Ефименконун монографиясында оптика курсуна жаңы заманбап идеяларды туура киргизүүнүн жана фактыларга негизделген бардык

материалдарды дүйнөнүн физикалык сүрөттөлүшү түшүнүгүнүн тегерегине системалаштыруу маселелери изилденген. Анын докторлук диссертациясынын 6-8-главаларында оптиканы окуп үйрөнүүдөгү кванттык элестөөлөрдүн орду, жарыктын кванттык жана толкундук жаратылышын окуп үйрөнүү, жарыктын кванттык жаратылышы жөнүндөгү элестерди калыптандыруу, ядродогу өз ара аракеттешүүлөр, ядро талаасы, элементардык бөлүкчөлөр, материянын түгөнбөстүк идеясы жана аны таанып билүү оптиканын жана ядро физикасынын методологиялык маселелери экендиги көрсөтүлгөн [29].

В.Н.Мощанский өз эмгегинде орто мектепте физиканы окутууда физика илиминин өнүгүшү жөнүндөгү тарыхый материалдарды аркылуу окуучулардын дүйнө-таанымын калыптандыруунун колдонуунун методикасын иштеп чыккан [86].

Изилдөөчүлөр Т.П.Славгородскаянын, С.Ш.Кабаканованын, А.Л.Зуеванын, Р.И.Малофеевдин, И.В.Пекшиеванын, М.Жораевдин, О.Ф.Голубеванын, Г.А.Умарованын, О.А.Немыхтын изилдөө иштери кванттык кубулуштарды окутуунун методикасына арналгандыгын белгилөөгө болот [24,27,35,37,63,89,95,121,149].

1960-жылдары окутуунун 2-баскычында магниттик касиеттерди окутууда кванттык элестөөлөрдү колдонууга арналган Т.П.Славгородскаянын диссертациялык эмгеги [121], кванттык физиканын элементтерин окутуу боюнча алгачкы изилдөөлөргө кирет. Ал диссертациясында заттардын магниттик касиеттерин түшүндүрүү үчүн атомдун магниттик моменти, анын маанилеринин дискреттүүлүгү (Штерн жана Герлахтын тажрыйбаларынын негизинде аныкталган) түшүнүктөрүн кийирүү сунушталган.

С.Ш.Кабаканованын [37] «Преемственность в формировании квантовых представлений у учащихся общеобразовательной школы» деген темадагы эмгегинде, кванттык физика боюнча окуу материалын топтоштуруу (оптималдаштыруу) идеясы коюлуп, атомдук системалар энергиясынын маанилеринин дискреттүүлүк принциби аркылуу, негизги мектепте кванттык түшүнүктөрдү Бордун теориясынын негизинде окуп-үйрөнүү сунушталган

жана атомдун кванттык касиеттерин окуп-үйрөнүү методикасы иштелип чыккан. Бул методикада: сызыктуу спектрлер, спектрдик анализ; суутек атомунун спектри, спектрдик сериялар; Бор постулаттары, суутек атомунун спектрдик серияларынын келип чыгышы сыяктуу маселелерди баяндоого көңүл бурулуп, ушул каралган суроолорго карата демонстрациялык эксперимент сунушталган. Бирок, автор өз изилдөөсүнө кванттык түшүнүктөрдү калыптандыруунун ишмердүүлүк компонентин иштеп чыгуу милдетин койгон эмес.

А.Л.Зуеванын эмгегинде негизги мектептин физика курсунда методологиялык билимдерди калыптандыруу проблемасы (кванттык физиканын маселелерин иликтөө мисалында) иликтенип, чечилет [35]. Анын изилдөөсүндө негизги мектептин физика курсун тарыхый-илимий жолдун негизинде иштеп чыгуу идеясы көрсөтүлгөн, ушул идеяга ылайык окуу материалын тандоо жана түзүмдөө жүргүзүлгөн, физика сабактарында илимдин тарыхы боюнча материалдарды баяндоо методикасы иштелип чыккан, илимий таанып-билүү методологиясын ачып берүүчү тарыхый-илимий жол пайдаланылган окуу материалдарын түзүүгө коюлуучу талаптар аныкталган жана окуучуларда илимдин методологиясы боюнча билимдерин калыптандырууга багытталган тапшырмалар системасы сунушталган.

Мындан мурунку изилдөөдөгүдөй эле, мында да негизги мектептин окуучуларында кванттык түшүнүктөрдү калыптандыруунун ишмердүүлүк компонентин иштеп чыгуу каралган эмес.

И.В.Пекшиева тарабынан «Изучение теоретических моделей атома и атомного ядра в курсе физики основной школы” [95] проблемасын изилдөөдө, негизги мектептин физика курсундагы атомдун жана атом ядросунун теориялык моделдеринин мазмунун тандоо принциптери аныкталып, негизделген жана физика менен химиянын предмет аралык байланышы, жеке физикалык теорияларды жана моделдерди этаптуу окуп-үйрөнүү изилденип, 7-9-класстын физика курсунда атомду жана атом ядросун окуп-үйрөнүүнүн мазмундук модели иштелип чыккан. Буга ылайык окуу материалы этаптуу

түрдө “Электродинамика” жана “Кванттык теориянын элементтери” бөлүктөрүндө үйрөнүлөт. Электродинамика төмөндөгү темаларды камтыйт: «Атомдун түзүлүшү жана электрондук теориянын элементтери», «Жарык толкундары» теориясынын элементтери болсо «Бордун теориясы», «Атом ядросунун түзүлүшү» темаларын камтыйт. Көрсөтүлгөн темалар боюнча окуу материалынын мазмуну берилип, 9-класстын окуучулары үчүн «Атомдун, атом ядросунун, индукциялык нурдануунун тарыхынан» аттуу факультативдик курс түзүлгөн. Бирок, атомдун жана атом ядросунун теориялык моделдерин окуп-үйрөнүү процессинин ишмердүүлүк аспектилери И.В.Пекшиева тарабынан каралган эмес, анын эмгегинде изилдөө предмети болуп бул процесстин мазмундук жагы эсептелет.

М.Жораевдин докторлук эмгегинин [27] 4-главасында кванттык теорияны окутууда ыктымалдуулук-статистикалык идеяларды жана түшүнүктөрдү калыптандыруунун мисалдары берилген. Орто мектеп менен жогорку окуу жайлардын жалпы физика курсунун, ошондой эле теориялык физиканын программаларына илимий методикалык талдоо жүргүзүлүп, андагы мүчүлүштүктөр көрсөтүлүп, аны жоюунун жолдору каралган. Жогорку окуу жайында кванттык физиканы окутуудагы методикалык кемчиликтер мүнөздөлүп, микробөлүкчөлөрдүн корпускулалык-толкундук дуализимин, де Бройлдун толкуну жана гипотезасын пайдаланып окутууну сунуштаган.

О.Ф.Голубеванын «Реализация динамического принципа при изучении элементов квантовой механики в курсе физики средней школы» [24] деген темадагы изилдөөсүндө, орто мектепте кванттык физиканы окутууда кетирилип жаткан кемчиликтердин педагогикалык-психологиялык аспектилери аныкталып, алардын пайда болуу себептери изилденип, аларды четтетүүнүн методикалык жолдору сунушталган. Ал тарабынан орто мектепте кванттык физиканы окутуунун теориялык, методологиялык жана методикалык негиздери каралып, окутуунун методикасы азыркы илимий-педагогикалык жетишкендиктердин негизинде иштелип чыккан, тактап айтканда, кванттык физиканын негизги түшүнүктөрүн жана закондорун туура түшүндүрүү аркылуу

окуучулардын куурчап турган дүйнөнү туура таанып-билүүсүнө шарттарды түзүү, орто мектепте кванттык физиканы окутууга карата бирдиктүү мамиле, элементтерин өздөштүрүүгө коюлуучу талаптарга ылайык окутуунун методикалык бирдиктүү жолдору, окуучулардын кванттык физика боюнча билимдердин системасынын үйрөнүүдөгү жалпы билгичтиктерин калыптандыруунун жолдору сунушталган жана орто мектепте квант физикасын окутуунун методикасы бүгүнкү мектеп мугалими менен окуучулардын ишмердүүлүгүн, окуучулардын эксперимент тастыктаган билим деңгээлин эсепке алуу менен азыркы илимий-педагогикалык жетишкендиктердин негизинде каралган.

Г.А.Умарованын “Совершенствования методики преподавания квантовой физики на основе компьютерных технологий в общеобразовательной школе” [149] деп аталган изилдөөсү кванттык физиканын элеметтеринин абстрактуулугун эске алып, компьютердик технологиялардын жардамында кванттык кубулуштарды моделдештирүү аркылуу окутуу методикасына багытталган.

О.А.Немыхтын «Формирование квантовых представлений учащихся основной школы на основе идей развивающего обучения» [89] деген темадагы диссертациялык жумушу, өнүктүрүп окутуунун теориялык негиздерин негизги мектептин окуучуларын кванттык түшүнүктөрдү калыптандырууга өнүктүрүүгө жана окуу материалын курактык өзгөчөлүгүнө жараша ыңгайлаштырууга ошондой эле өнүктүрүп окутуу идеясынын негизинде калыптандыруу методикасынын моделин иштеп чыгууга багытталган.

Ошентип жогоруда белгиленген окумуштуулардын изилдөөлөрү негизги мектепте кванттык физиканы окутуу методикасынын проблемасын чечүүгө кайсы бир деңгээлде салым кошкону менен, проблеманы биротоло чечүүгө көмөк берет деп айтууга болбойт. Анткени, бул аткарылган изилдөөлөрдү кайрадан карап чыкпай туруп, кыргыз тилинде жүргүзүлгөн мектептерге түздөн-түз окутууга киргизүүгө болбойт.

Кванттык физиканы окутуунун методикасы боюнча жогоруда каралган изилдөөлөрдөн башка Н.А.Алиев, Ю.П.Авотин, А.Ф.Баранов, Б.Г.Будный, Ю.Е.Дурасевич, Ф.Ф.Ефименко, Л.В.Карасова, В.Е.Кулаков, В.В.Мултановский, Н.С.Садритдинов, Ю.А.Сауров, М.Е.Бершадский, И.И.Тимченко, Н.В.Шаронова, А.В.Косолапова сыяктуу окумуштуу-методисттердин диссертациялык изилдөөлөрү бар [4,2,7,9,14,28,41,45,46,53,87,115,116,148,167].

Буларды талдоо көрсөткөндөй, "Кванттык физиканын" мектептик курсунун логикалык ыраатуулугу, кванттык физиканын азыркы идеяларын окуучулардын илимий көз карашын калаптандырууда пайдалануу, кванттык физиканын элементтерин негизги жана орто мектепте кандай ыраатуулукта окутуу маселелери толук чечилген эмес.

Эми негизги мектепте физика боюнча материалды окуп-үйрөнүүдө окуучулардын ишмердүүлүгүн уюштуруу жаатындагы эмгектерди карап көрөлү.

О.Н.Попованын «Обучение учащихся выявлению устойчивых связей и отношений между физическими величинами» аттуу изилдөөсү [101], окуучулардын ишмердүүлүгүн уюштурууга арналганына карабастан, негизги мектептин окуучуларынын кванттык физика боюнча түшүнүктөрүн калыптандыруу проблемасын толук чече албайт. Себеби, мында 8-класстын физика курсундагы физикалык чоңдуктар жана эмпирикалык закон ченемдүүлүктөр (булар, чындыгында, кванттык физикада жок) каралган.

Н.Н.Крючкованын эмгеги [48] оптикалык кубулуштарды окуучуларды социалдык-психологиялык жактан колдоо шарттарында үйрөтүүгө арналган. Автор тарабынан окуучулардын таанып-билүү ишмердүүлүгүн психологиялык диагностикалоо жана коррекциялоо каражаты, б.а., ойлоо операцияларын диагностикалоо жана коррекциялоо жолу аркылуу башкарууну өркүндөтүү идеясы сунушталган. Бул идеяны реализациялоо үчүн өз ара аркеттенүүнүн мугалим – педагог-психолог – социалдык педагог – окуучу – ата-эне модели иштелип чыккан. Изилдөөдөн "физика сабактарында социалдык-психологиялык контактты жаратууга багытталган окутуунун кандай рационалдуу методдору, формалары

жана ыкмалары, диагностика жана коррекция” экендигин, ошондой эле “социалдык-психологиялык колдоо шарттарында физика мугалими тарабынан мугалим менен окуучунун өз ара аракеттенишүү моделин колдонуу менен рационалдуу пландаштыруусу” толук ачылып берилген эмес.

М.А.Протасова [102] негизги мектепте электродинамиканы окуп-үйрөнүүдө таанып-билүүнүн эмпирикалык жана теориялык методдорунун өз ара байланыш проблемасын изилдеген. Автор бул эмгегинде 9-класста электродинамиканы окутуу процессинде табиятты изилдөөнүн эмпирикалык жана теориялык методдорунун өз ара байланышы жөнүндөгү билимдерди ишмердүүлүк жолунун деңгээлине чейин жеткирип жапылоого аракеттенген. М.А.Протасованын идеясына ылайык «окуучуларды таанып-билүү ишмердүүлүгүнүн схемалары менен иштөөгө этаптуу түрдө бара-бара билимдердин элементтерин өздөштүрүүгө жана алардан өз алдынча пайдаланууга алып келет». Бирок, окуучуларды таанып-билүү ишмердүүлүгүнүн схемалары менен иштөөгө этаптуу түрдө тартуунун так аныкталган жоболорунун жоктугу, бул методиканын натыйжалуулугу тууралуу жетишерлик даражада сөз кылууга мүмкүндүк бербейт.

А.С.Кузьмин [52] өз изилдөөсүн негизги мектептин окуучуларынын таанып-билүү ишмердүүлүгүн башкаруунун каржаттарын издөөгө арнаган. Автор тарабынан окуучулардын таанып-билүү ишмердүүлүгүн тапшырмалар системасы аркылуу башкаруу идеясы сунушталган, бирок анда окутуунун каржаттары (иштелип чыккан тапшырмалар системасы) тууралуу гана сөз болот, ал эми окуучулардын ишмердүүлүгүн уюштуруу методдору жана жолдору толук каралган эмес.

Негизги мектепте физиканы окутуунун жамааттык, жекече жана топтук уюштуруу формаларын айкаштырууга В.В.Михайлованын [84] изилдөөсү арналган. Автор окутуу формаларын тышкы белгилери боюнча классификацялайт жана алардын ырааттуу айкашуусу жөнүндө пикирге кошулат (окутуунун бир формасы экинчисинин артынан жүрөт).

О.С.Косихина өз эмгегинде [45] орто мектепте билимдерди системалык-түзүмдүк мамиленин негизинде системалуу өздөштүрүү проблемасын изилдеген. О.С.Косихина тарабынан сунушталган билимдерди системалуу өздөштүрүү технологиясы окуучуларга «үйрөнүлүп жаткан кубулуштардын маанисин тереңирээк түшүнүүгө, анализдөө, синтездөө, индукция жана дедукция көндүмдөрүн өнүктүрүүгө, чыгармачылыктын элементтерин үйрөтүүгө» жардам берүүгө багытталган. Бирок бул «окуучуларды илимий теориянын логикасы менен түзүмүнө ылайык окуу материалын оперативдүү түрдө кайра түзүү ишмердүүлүгүнө тартуу аркылуу» ишке ашырылат. Албетте, бул эмгектин баалуулугу окуучулардын окуу-таанып-билүү ишмердүүлүгүн окуу материалын берүүнүн формасына дал келтирүүгө изилдөөчүнүн умтулгандыгында турары талашсыз. Изилдөөдө , чындыгында, окуучулардын ишмердүүлүгүнө көңүл бурулган, бирок информацияны кайра иштеп даярдоо ишмердүүлүгү, б.а. окуу материалын кайра түзүү зарылдыгы гана айтылат.

А.В.Усова "Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий" [150] деген докторлук изилдөөсүндө билимдер системасынын элементтеринин ролун жана маанисин таанып-билүү теориясынын законченемдеринине ылайык талдап, алардын ичинен маанилүү орун илимий түшүнүктөргө таандык экенин далилдеген. Автор, окуучулардын билимдердин элементтерин өздөштүрүүсү аларды пайдалана билүү деңгээлине көз каранды болоорун айтып, окуучулардын түшүнүктөрдү өздөштүрүү ишмердүүлүгүн башкаруу өзгөчө мааниге ээ болоорун белгилеген.

Автор өткөн кылымдын 60-70-жылдарында педагогика илимине технология түшүнүгүн киргизип, окуучулардын илимий түшүнүктөрүн калыптандыруунун технологиясын сунуштаган [78].

Мындан сырткары автор түшүнүктөрдү өздөштүрүүнүн бешинчи деңгээлин сунуштаган. Түшүнүктү өздөштүрүү учурунда окуучулардын кетирген типтүү каталыктары, пайда болуу себептери жана алардын алдын алуунун жолдорун. Ал өз изилдөөлөрүндө окуучулардын түшүнүктөрдү өздөштүрүүсүндөгү кетирген типтүү

каталыктарын жана аны пайда кылган себептерди билүү, андай кемчиликтерди жоюунун жолдорун аныктоого мүмкүндүк берээрин далилдеген.

Жогоруда айтылгангандарды талдоодон орто мектепте кванттык физиканы окутууда окуучулардын ишмердүүлүгүн жогорулатуу боюнча бир топ эмгектер ишке ашырылгандыгына күбө болобуз. Бирок биздин изилдөөбүз негизги мектептин окуучуларына багытталган. Ошондуктан биз бул эмгектердин ичинен Э.Мамбетакунов [67,70,73,79,80]жана А.В.Усованын эмгектерин кванттык физиканын негизги түшүнүктөрүн калыптандыруу үчүн негиз кылып алабыз.

Эми Кыргызстандагы билим берүүгө токтолсок. Кыргыз Республикасында жалпы орто билим берүүнүн мамлекеттик стандарты Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн токтомунун (№403, 21.07.2014) негизинде, билим берүү жана илим министрлиги тарабынан бекитилген [57]. Стандартташтыруу – социалдык-экономикалык, өндүрүштүк процесстердин жыйынтыктарына мамлекеттик масштабда бекитилген бирдиктүү нормалар жана талаптар болуп саналат. Билим берүүнүн мамлекеттик стандарты Кыргыз Республикасында мектепке чейинкиден жогорку кесиптик билим берүүгө чейинки билим берүүнүн тутумун куруунун бирдиктүү методологиясын камсыз кылган компотенттүү-багытталган стандарттар тутумунун бир бөлүгү болуп саналат. Предметтик стандарт – окуучунун билим алышын, аларга жетишүү ыкмаларын жана предметтин алкагындагы өзгөрүүлөрдүн натыйжаларын жөнгө салган документ. Стандарттын талабына ылайык жалпы билим берүүчү уюмдар үчүн түзүлгөн программа физика предмети боюнча билим берүүнүн милдеттүү минималдык көлөмүн аныктайт [161]. Физика боюнча бул программа негизги мектепте физиканы окутуунун максатын, бул баскычта каралуучу темалардын мазмунун аныктайт, курстун бөлүмдөрү боюнча окуу сааттарын болжолдуу бөлүштүрөт, мугалимдин көрсөтүүсү үчүн сунуштала турган демонстрациялардын тизмесин, окуучу аткара турган тажрыйбаларды, лабораториялык иштерди жана физиканы окутуудан күтүлүүчү натыйжаларды тактайт.

Негизги мектепте физикалык билим берүүнүн **максаты** - окуучуларды физикалык билимдердин системасын (илимий фактылар, түшүнүктөр, закондор, теориялар, изилдөө методдору, физикалык билимди колдонуу технологиялары, дүйнөнүн физикалык сүрөттөлүшү) өздөштүрүүгө, аларды айлана чөйрөдөгү, техникадагы, жашоо тиричиликтеги кездешүүчү ар кандай кубулуштардын маани-маңызын түшүндүрүү, проблемаларды чечүү үчүн колдоно билүүгө үйрөтүү; билим алуунун андан аркы деңгээлине жетишүүсүнө, окуучулардын компетенттүү инсан катары калыптанышына өбөлгө түзүү болуп эсептелет.

Негизги мектептин VII-IX класстарында физиканын бардык окуучулар үчүн милдеттүү болуп эсептелген *системалык курсу* окутулат. Мында физика илими, анын окуп-үйрөнүү объектилери, изилдөө методдору, мектептик физика курсунун түзүлүшү ж.б. жөнүндө маалыматтар жана окуучулардын жаш өзгөчөлүктөрүнө ылайык физиканын бардык бөлүмдөрү боюнча окуу материалдары берилет. Базистик окуу планына ылайык 7-9- класстарда физика предметин окутууга жумасына 2 сааттан жалпы 204 саат каралган. Физиканы окуп үйрөнүүгө кызыгуусу жогору болгон окуучуларды базистик окуу планынын вариативдик бөлүгүнүн эсебинен дагы 1 саат кошуп алуу менен жогорулатылган деңгээлде окутууга болот.

Кванттык физиканын элементтери камтылган бөлүм “Квант физикасы” деп аталып, аны окутууга окуу программасында 26 саат каралган. Анда *кванттык физиканын калыптанышы, Резерфорд тажрыйбалары, атомдун модели, атомдун планеталык модели менен байланышкан кыйынчылыктар, Бор постулаттары, атомдун нурданышы, лазер нуру, Рентген нуру, жарык нурларынын заттар менен өз ара аракеттенишүүсү, фотоэлектрдик эффект, фотоэффекттин колдонулушу, фотоэлемент, ядролук физиканын негиздери, атом ядросунун түзүлүшү, радиоактивдүүлүк, радиоактивдүү нурлар, альфа-, бета-, гамма-нурларынын табияты, радиоактивдүүлүк ядродогу ички айланыштардын натыйжасы,бөлүкчөлөрдү каттоо, эсептегичтер,*

изотоптор, атом ядросунун жасалма айланышы, ядронун байланыш энергиясы, деффект масса, ядролук реакция, термоядролук реакция, элементардык бөлүкчөлөр, элементардык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиеттери деген темалар берилген. Демонстрацияларга Резерфорддун тажрыйбасынын модели, фотоэффект кубулушу, жарым өткөргүчтүү жана вакуумдук фотоэлементтердин түзүлүшү жана иштөө принциптери, лабораториялык практикум үчүн фотоэффект кубулушун үйрөнүү сунушталган.

Предметтер аралык байланыш. Атомдук ядронун физикасынан алган билимдер көрсөткүчтүү функциялардын жана дифференциалдык теңдемелердин касиеттери (математика, X-XI класстар); иондоштуруучу радиациянын мутациялык аракети (биология, X-X1 класстар); радиациянын өтүшү, радиактивдүүлүккө чалдыгуу жана андан коргонуунун каражаттары, нурдануунун дозасы, ионизациялык камеранын жана газразряддык эсептегичтин иштөө принциби тууралуу (алгачкы аскердик даярдык, X класс) билимдерди алууда колдонулат.

Жарыктын аракети жөнүндөгү билимдер биология курсунда көзгө көрүнгөн жарыктын, ультракызгылт-көк жана инфракызыл нурдануулардын тирүү организмге тийгизген таасири (X класс) деген темаларды окутууда эске алынат.

Окуу программасына ылайык кванттык физика боюнча окуучулар төмөнкүлөрдү *билүүгө* тийиш:

- *түшүнүктөр:* фотоэффект, фотон, атом, ядро, ядронун байланыш энергиясы, радиоактивдүү ажыроо, атомдун ядролук модели, электрондук катмар, протон, нейтрон, альфа-бөлүкчөсү, бета-бөлүкчосү, гамма-квант, позитрон, антибөлүкчө, термоядролук реакция, реактор, термоядролук синтез, элементардык болүкчөлөр, электрондук микроскоп, рентген нуру, лазер, элементардык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиеттери;

- *закондор жана негизги жоболор:* Бордун постулаттары, фотоэффект закону, Эйнштейндин формуласы, Менделеевдин мезгилдик таблицасы;

-атомдун ядродон жана электрондук катмардан турары;

- атом ядросунун курамы протондон жана нейтрондон турары;

- Менделеевдин таблицасындагы ядронун заряды жана элементтин катар номери;

- атомдун массасынын салыштырмалуулугу;

- нейтрондун таасиринен кээ бир оор ядролордун ажыроосу;

- атом ажыраганда энергиянын бөлүнүп чыгышы (сапаттык деңгээлде);

- радиоактивдүү нурдануунун дозасы, радиоактивдүү нурдануунун тирүү организмге жана адамга тийгизген таасири (сапаттык деңгээлде).

Окуучулар төмөнкүлөрдү *жасай билүүгө* тийиш:

- фотоэффект кубулушуна негизделген куралдардын иштөө принцибин түшүндүрүү;

- Резерфорддун тажрыйбасынын натыйжасын атомдун ядролук моделинин негизинде түшүндүрүү;

-Күндө жана жылдыздарда энергиялардын келип чыгышын түшүндүрүү;

- фотоэффект кубулушу боюнча маселелерди чыгара билүү.

Жалпысынан Кыргызстан эгемендүү мамлекет болгонго чейин физиканы окутуунун методикасы боюнча Республикада бир докторлук, 10 кандидаттык диссертация корголгон. Алар негизинен физиканы окутуунун мазмунуна эмес, төмөндөгүдөй методикалык маселелерди чечүүгө арналган: физика боюнча окуу китептеринин сапатын талдоо, физикалык терминологияны тактоонун маселелери (Нуракунов М., 1967.); орто мектепте газдардын жана суу буусунун касиеттерин окутууну жакшыртуу (Желтова А.С., 1968.); студенттердин физикалык адабияттар менен өз алдынча иштөө ыкмаларын калыптандыруунун рационалдуу жолдорун аныктоо (Койчуманов М., 1974.); окуучулардын физикалык түшүнүктөрүн калыптандырууда көнүгүүлөр системасынын ордун аныктоо, аларды түзүү жана окуу практикасына киргизүү (Мамбетакунов Э., 1978.); IX класста молекулалык физиканы окутууда окуучулардын окуу эмгегин нормага келтирүү (Мааткеримов Н., 1978.); айыл жериндеги орто мектептерде

физиканын айыл чарба өндүрүшүн механизациялаштыруунун илимий негиздери менен байланышкан прикладдык маселелерин окутуунун методикасы (Бабаев Д., 1984.); кечки мектептин окуучуларынын физикалык билимдерин көтөрүү боюнча алардын өз алдынча иштерин уюштуруу (Самудинов С., 1985.); статистикалык физиканын идеяларынын негизинде молекулалык физиканын окуу материалдарын бирдиктүү топторго бөлүштүрүү маселелери (Аллахунов Б., 1988.); студенттердин физикалык билимдеринин сапатын жогорулатууда алардын окуу ыкмаларын, билгичтиктерин калыптандыруунун мааниси (Гудимова А.Н., 1990.); орто мектепте физиканы окутуунун жүрүшүндө окуучуларды илимий таанып-билүүнүн деңгээлдери менен тааныштыруу (Папиев М.П., 1990.); окуучулардын табигый илимдер боюнча түшүнүктөрүн калыптандырууда тектеш предметтерди байланыштырып окутуунун дидактикалык функцияларын аныктоо жана окутуу процессинде ишке ашыруунун жолдорун сунуш кылуу (Мамбетакунов Э., 1992-ж. доктордук диссертация) ж.б.

Кыргызстанда жүргүзүлгөн жогорудагы диссертациялык изилдөөлөрдүн ичинен окуучуларда физикалык түшүнүктөрдү калыптандыруу проблемасына Э.Мамбетакуновдун изилдөөлөрү [67,70] арналган. Аларда орто мектептин окуучуларынын табигый-илимий түшүнүктөрүн калыптандыруу процессинде предметтер аралык байланыштардын дидактикалык функциялары аныкталган.

Ал эми республикабыз эгемендүүлүккө жетишкенден кийин физиканы окутуу боюнча жети докторлук (Бабаев Д.Б., Сияев Т.М., Файзиев И.Д., Мааткеримов Н.О., Мамбетакунов У.Э., Байсеркеев А.Э., Курманкулов Ш.Ж.,) жана ондон ашык кандидаттык (Фатеева В.А., Папиев М, Аллахунов Б, Халиуллин Р.Н., Чыныбаев Р.Р., Темиркулова К.Т., Дөөлөталиева А.С., Чекирова. Г.К., Жуманова М., Оморалиева З.И., Мурзаибраимова Б.Б., Бугубаева В., Исаева Р.У.) диссертациялар даярдалып, ийгиликтүү корголгон. Аларда козголгон проблемалар тиешелүү түрдө төмөнкүлөр: үзгүлтүксүз билим алуу процессинде физика мугалиминин кесиптик

калыптанышынын дидактикалык негиздери; Кыргызстандын мектептеринде физикалык билим берүүнүн мазмунун жана окутуу методикасын модернизациялоонун илимий-методикалык негиздерин иштеп чыгуу; студенттердин физика боюнча билимдерин текшерүүдө рейтинг системасын колдонуунун методикасы; орто мекгептин окуучуларынын «зат» жөнүндөгү түшүнүгүн калыптандырууда окутуунун улануучулук принцибин ишке ашыруу; орто мектепте физикалык закондорду окутуунун методикасын өркүндөтүү; орто жана жогорку окуу жайларында электродинамика курсунун негизги идеяларын жана түшүнүктөрүн өнүктүрүүдөгү уланмалуулукту камсыз кылуу маселесин изилдөө; окуучуларды физикалык-лабораториялык иштерди өз алдынча аткарууга көнүктүрүүнүн илимий-методикалык негиздери (7-8-класстардын мисалында) ж.б. [77].

Мындан байкалып тургандай, кванттык физиканы окутуу методикасы толук изилдене элек жана физиканы окутуу теориясы жана методикасы боюнча изилдөөнү талап кылган проблемалардын арасынан, негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасы аткарылууга тийиш болгон илимий-методикалык маселелерден.

Эми мектеп практикасындагы абалга токтолсок. Окутуунун мектеп практикасындагы абалынын көрсөткүчү – бул окуучулардын билим деңгээли. Реалдуу кырдаалды талдоо, б.а., негизги мектептин окуучуларында кванттык түшүнүктөрдү калыптандыруу маселесине карата мугалимдердин мамилесин, ошондой эле ушул тема боюнча окуучулардын билимди өздөштүрүү натыйжасын билүү максатында, биз аныктоочу эксперимент өткөрдүк. Экспериментти өткөрүүдө төмөнкүдөй методдор пайдаланылды: окутуу процессине байкоо жүргүзүү, мугалимдерге анкета жүргүзүү, мугалимдер жана окуучулар менен аңгемелешүү, окутуунун натыйжаларын талдоо.

Ош, Баткен областтарынын бир топ мектептеринде болуп (Ош областынан 5 мектеп, Баткен обласынан 9 мектеп), алардагы окутуунун абалын салыштырдык. Чынында республиканын мектептери окуу китептерине, лабораториялык жабдууларга, көрсөтмө куралдарга ж.б. абдан муктаж экенине,

ошого карабай айрым мектеп жетекчилеринин, мугалимдердин алгылыктуу аракеттерине, чыгармачылык менен колго жасап алган куралдарын, көрсөтмө материалдарын кошумча пайдаланып жатышканына, айрым бүтүрүүчүлөрүнүн техникалык ж.б. жогорку окуу жайларда өзгөчөлөнүп окуп жатышканына күбө болдук.

Ошол эле учурда лабораторияда демонстрациялык жабдуулары бар туруп, аларды колдонбогон мугалимдер көп болуп чыкты. Мисалы, Баткен областынын Кызылкыя шаарында жана Кадамжай районундагы, Ош областынын Кара-Кулжа жана Ноокат райондорунун мектеп мугалимдеринен анкета алганыбызда, физиканы кыргыз тилинде окутуучу 30 мугалимдин үчөө гана (10%), ал эми орус тилинде окутуучу 5 мугалимдин экөө (40%), өзбек тилинде окутуучу 7 мугалимдин бирөө гана (14,2%) окутууда көпчүлүк темаларды демонстрациянын, көргөзмө куралдардын жардамы менен түшүндүрүүгө аракет кыларын жазышкан.

Ал эми «Окуучуларда кванттык физиканын түшүнүктөрүн калыптандыруунун кандай мааниси бар деп ойлойсуз?» деген суроого, мугалимдердин дээрлик көпчүлүгү кванттык физиканын жетишкендиктери азыркы заманда кеңири колдонуп жаткадыгын, ошондуктан, квантык физиканы окуучу билүүсү керектигин жазышса, «Негизги мектептин физика китебинде кванттык физика бөлүмүндө кайсы темалар өтүлөт?» деген суроого «Кванттык физиканын калыптанышы, фотоэффект кубулушу, жарыктын аракеттери, радиактивдүүлүк, ядронун түзүлүшү, изотоптор, элементардык бөлүкчөлөр» - деп жооп беришкен. «Кванттык физиканы окутууда кошумча методикалык адабиятты пайдалансызбы?» деген суроого орус тилинде окуткан мугалимдер гана пайдаланарын жазышып, ал эми кыргыз жана өзбек тилинде окуткан мугалимдер кванттык физиканы окутуу боюнча методикалык адабияттар жоктугун, болсо да жетишерлик иштелбегендиги, атом физикасын, жарык аракеттерин жана ядро физикасын окутууда окуу китебине гана таянышаарын жазышкан. Мындай абал сөзсүз түрдө окуучулардын билимдеринде чагылдырылат.

Биз окуучулардын кванттык физика боюнча билимдерин текшерүү максатында Баткен областынын Кызылкыя шаары жана Кадамжай районундагы, Ош областынын Кара-Кулжа, Ноокат райондорунун 9-классты бүтүп жаткан 227 окуучусунан атайын текшерүү иш алдык [134,135,138,139]. Текшерүү ишке окуучулардын теориялык билимдерин текшерүүгө мүмкүндүк түзүүчү өтө деле татаал эмес 10 суроо камтылган (2-тиркеме). Алар фотон, атом модели, Бордун постулаттары, фотоэффект кубулушунун түшүндүрүлүшү жана колдонулушу, жарыктын басымы, радиактивдүүлүк, изотоптор, ядролук жана термоядролук реакциялар, элементардык бөлүкчөлөр түшүнүктөрүнүн маңызын ачып берүү эле. Текшерүү иштин жыйынтыгы кадимки эле 5 баллдык шкала менен бааланды жана жетишүү 60% тен төмөн экендиги белгилүү болду.

Э.Мамбетакунов, Т.Карашев, М.Токтогуловдун 2008-жылы чыккан окуу куралы [156] программага ылайык [161] 26 саатка ылайыкталып жазылган. Бул программада “Кванттык физика” бөлүмүндөгү темаларды, программада каралган саатка карата оптималдаштыруу аркылуу, окуу китебиндеги *кванттык физика бөлүмүнүн мазмунун өркүндөтүлгөн вариантта иштеп чыгуу жана жаңы мазмундун ар бир темасына учур талабына ылайык заманбап каражаттарды пайдаланып окутуу боюнча методикалык көрсөтмөлөрдү иштеп чыгуу* проблемасы келип чыкты.

Тилекке каршы, республикабыздагы негизги мектептин окуучуларынын кванттык физика боюнча билим деңгээлдеринин жогору эместигин ырастоочу жогорудагы фактылар физиканы окутууга өзгөчө көңүл буруунун зарылдыгын көрсөтүү менен биздин изилдөөнүн **актуалдуулугун** айгиленеди.

§ 1.3. Негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун методикалык шарттары

Окуучулардын кванттык кубулуштар боюнча билимдери стандарттын талабына ылайык калыптандырылбай келе жаткандыгынын себептери эмнеде? Негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуу үчүн кандай методикалык шарттар түзүлүшү керек?

Бул жаралган проблеманы чечүү үчүн белгилүү окумуштуулардын ойлоруна жана мурунку параграфтарда талданган теориялык жана практикалык тажрыйбаларга таянып, негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун төмөндөгүдөй методикалык шарттарын түзүү ылайык деп эсептедик [132,139]:

1. Негизги мектептин кванттык физика бөлүмүн окутуунун максатын жана мазмунун модернизациялоо.

2. Өнүктүрүп окутуу идеясына ылайык кванттык физика боюнча билим берүүнүн технологияларын жаңы ыкмалар, каражаттар менен байытуу.

Кыргызстанда азыркы орто билим берүү парадигмасынын өзгөрүшү окуу максаттарынын иерархиясын өзгөртүүгө жана артыкчылык берилүүчү багыттарды ордуна коюуга алып келүүдө. Көптөгөн эмгектерде максаттардын иерархиясы төмөндөгүдөй чагылдырылган: коомдун жалпы талаптары → билим берүү системасынын максаттары → окуу предметинин максаттары → окуу программасынын бөлүгүнүн же теманын максаттары → сабактын максаттары.

Орто мектепте окулуучу физика курсунун негиздери физика илиминин жаңы жетишкендиктерин чагылдыруу менен ар дайым өзгөрүүгө дуушар болуп турат. Ал курстун мазмунун жана көлөмүн аныктоочу негизги мамлекеттик документтер - стандарт жана окуу программасы болуп эсептелет. Анда окуучулар ээ болуучу физикалык билимдердин суммасы аныкталып, окуу китебинин, методикалык көрсөтмөлөрдүн авторлору жана мугалимдер үчүн багыт берүүчү документ болот. Программа мамлекеттик документ болгондуктан ал сөзсүз аткарылууга тийиш [64].

Кыргыз Республикасы 1991-жылы мамлекеттик эркиндикке ээ болгондон баштап мектептерде окулуучу предметтердин мазмунун кайра карап чыгуу зарылдыгы пайда болгон. Анткени «Билим берүү жөнүндөгү» 1992- жылы кабыл алынган закон боюнча биздин өлкөдөгү мектептердин структурасы үч баскычка бөлүнгөн: башталгыч мектеп (I-IV класс), негизги мектеп (V-IX класс), орто мектеп (X-XI класс). Демек физика курсун мурдагы эреже боюна окутуу биздин коомдун талабына туура келбей калган. Ошондуктан физиканы эки концентрде: VII-IX жана X-XI класстарга бөлүп окутуу зарылдыгы келип чыккан. Бул идея кыргыз мектептеринде физика боюнча билим берүүнүн концепциясында жана мамлекеттик стандартта [75] ачык көрсөтүлгөн [71].

Азыркы мезгилге чейин кванттык физиканы окутуунун максатын аныктоого физик-методисттер тарабынан көп көңүл бөлүнгөндүгүнө карабастан, бул проблеманы чечүү татаал маселелерден болуп калууда. Бул жыйынтык учурдагы орто мектепте окутулуп жаткан физика курсуна жана көптөгөн диссертациялык изилдөөлөргө да тиешелүү [12,41,46,66,87,103,109,116]. Бул жыйынтык биздин жеке көз карашыбыз эмес.

Көрүлүп жаткан аракеттерге карабастан чет өлкөлүк жана республикабыздын белгилүү методист окумуштуулары бул проблема толук чечиле электигин айтып келишет. Алсак, Э.Мамбетакуновдун пикири боюнча: «Физика курсундагы салыштырмалуулук теориясына жана кванттык физикага арналган бөлүмдөрдүн болушунун өзү, окуучулардын физикалык ой жүгүртүүсүнө карата толук проблеманы чечпейт» [75] десе, Л.И.Резников бул проблеманы релятивистик жана кванттык кубулуштарды анализдөө аркылуу системалык, уланмалуулук жана максатка жараша киргизип чечүүгө болоорун айткан[4] [109], ал эми өз эмгегинде В.В.Мултановский электродинамиканы,

4. Резников Л.И. О прогнозировании физического образования в средней школе на ближайшие десятилетия:- метод, рекомендации. Вып. 2. / Л.И. Резников. – М., 1973. – 178 стр.

кванттык механика менен статистикалык физиканы теориялык жактан бириктирүүчү структура катары кароо жана анын мазмуну толук иштелип чыга элек деген жыйынтыкка келген [87].

А.И.Бугаев «Атомдун түзүлүшү жана анын ядросун окутуунун теориялык жактан жалпыланышы көптөгөн аракеттерге карабастан канаттандыраарлык даражада эмес»[5] деп белгилесе [12], Ю.А.Сауров кванттык механиканы окутуунун методикасынын областы боюнча изилдөөлөрдү анализдеп «Ушул мезгилге чейин кванттык физиканы окутуунун максаты ачык аныкталган эмес жана аны билимде канчалык деңгээлде калыптандыруу маселеси суроо бойдон калууда. Практикада кванттык физика мектеп курсундагы белгилүү деңгээлде туюкта калган бөлүм боюнча калууда, кванттык кубулуштарды окутуунун формалдуулугу окуучулардын окулган кубулуштарды түшүнбөгөндүгүнө алып келүүдө»[6] [116]деген жыйынтыкка келген.

Бул айтылган ойлор биздин мектептердеги түзүлгөн кырдаалдар менен тыкыз байланышта. Ошондуктан 9-класста кванттык физика боюнча билим берүүнү өркүндөтүүнүн методикалык шарттарын аныктоо максатын койдук. Ал шарттар физиканы окутуунун методикалык системасынын бардык элементтерине кайсы бир деңгээлдеги кошумчаларды киргизүү аркылуу аныкталат. Физиканы окутуунун методикалык системасын 1.11-сүрөттөгүдөй элестетсе болот.

1.11-сүрөт. Кванттык физиканы окутуунун методикалык системасы.

5. Бугаев, А.И. Тенденции развития обучения физике в современной общеобразовательной школе: дис. ... д-ра пед. наук в форме науч. докл. / А.И. Бугаев. – М., 1983. – 48 стр.

6.Сауров Ю.А. Проблема организации учебной деятельности школьников в методике обучения физике: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Ю.А. Сауров. – Киров, 1990. – 22 стр.

Физиканы окутуунун максатын аныктоочу жана калыптандыруучу факторлор кайсылар экендиги, тигил же бул максатты алдыга коюу эмнеден көз каранды экендиги тууралуу суроолорго Н.С.Пурышеванын изилдөөлөрү арналган. Анын изилдөөсүндө 1988-жылга чейин физиканы окутуунун негизги максаты болуп физиканын негиздери жөнүндөгү билимди калыптандыруу эсептелген. Бирок азыркы убакта биринчи орунга окуучулардын ойломун өнүктүрүү, аларды окуу процессинде тарбиялоо максаты чыгууда; «физикадагы изилдөө методдору жөнүндөгү билимди калыптандыруу, чыгармачылык жөндөмдүүлүктөрдү өнүктүрүү, окуу мотивдерин калыптандыруу сыяктуу максаттар физиканы окутуунун алдына акыркы мезгилдерде гана коюлууда» [105]. Максаттын курамындагы мындай өзгөрүүлөр эмне менен шартталарын карап көрөлү.

Биринчиден, максат коомдогу болуп жаткан кайра түзүүлөргө ылайык өзгөрүүдө. Коомдун өнүгүшү менен идеалдар, моралдык нормалар, баалуулуктар ж.б. алмашат, бул болсо жаш муундарды тарбиялоо жана окутуу процессине (интеллектуалдык, моралдык, социалдык, кесиптик ж.б. сапаттарды калыптандырууга) түздөн-түз таасир этет. Ар бир коом жаштарды жалпы жыргалчылык үчүн түйшөлгөн чыныгы патриоттор, коомдун маданий, саясий, экономикалык турмушунун, өндүрүш ишмердүүлүгүнүн активдүү катышуучусу катары көргүсү келет. Коом өз өнүгүүсүндө өз мүчөлөрүнүн жыргалчылыгын камсыздоого умтулат. Ошондуктан жаштарга билим берүү процесси инсандын керектөөлөрүн эсепке алууга тийиш. Андай иштер «ар бир окуучунун жөндөмдүүлүктөрүнө, жеке сапаттарына, кызыгууларына көбүрөөк даражада дал келип, анын өмүр тагдырын камсыздагыдай окуяларга бай жана канааттануу алып келгидей болушу керек» [92]. Андан сырткары, окутуу процесси улуулардын социалдык тажрыйбасын кичүүлөргө өткөрүп берүү менен коштолот (социалдык тажрыйба деп, ишмердүүлүктөрдүн тарыхый түрдө топтолгон жыйындысын түшүнөбүз» [146]. Социалдык тажрыйбаны өздөштүрүү илимдердин негиздери менен таанышууну көздөйт. Мындай учурда окутуу максаттарына илимдин ушул этаптагы абалы таасир этет (бул

тармакта ушул мезгилге чейин эмнелер белгилүү болгон, жетишкендиктер, азыркы ачылыштар, практикалык колдонулуулар ж.б.). Акыры келип, окутуу максатына таасир этүүчү дагы бир маанилүү фактор - бул окуучулардын психологиялык-педагогикалык өзгөчөлүктөрү болуп эсептелет. Өткөөл куракта балдарда жаңы муктаждыктар, кызыгуулар, мотивдер пайда болот. Инсандын ушул куракка шайкеш келүүчү мүнөздөгү жаңы сапаттары калыптангандыктан, б.а., «окуучунун ар бир курактык мезгили өзүнүн психикалык жана физикалык өзгөчөлүктөрү, мектептеги жана турмуштагы социалдык макамы менен айырмалангандыктан» [153], акыркы факторду төмөнкүчө жазууга болот: окуучулардын ушул курактык мезгилдеги, тактап айтканда, өспүрүм курактагы психологиялык-педагогикалык өзгөчөлүктөрү.

Окуу предметинин мазмунун долбоорлоодо максат тандалып алынган классификацияга ылайык сүрөттөлүп берилет. Акыркы мезгилдерде максатты аныктоонун жалпы кабыл алынган жолу болуп социалдык-инсандык жол эсептелүүдө [104] жана жалпы билим берүү максатынын эки аспектисин бөлүп көрсөтүшүүдө [62]:

- социалдык аспект, бул коомдун жалпы билим берүүгө койгон талаптарын туюндурат;

- инсандык аспект, бул жалпы билим берүүнүн максаты инсандын негизги жактарын калыптандыруу өңүтүнөн алып туюндурат.

Социалдык-инсандык жол алкагында окутуунун социалдык жана инсандык милдеттери биримдикте чечилет жана инсанды өнүктүрүүгө жана когнитивдүү, эмоционалдык чөйрөлөрдөгү анын муктаждыктарын канааттандырууга багытталган максат артыкчылыктуу болуп саналат. Окутуунун максаты окутуунун натыйжасы аркылуу түзүлөт, окутуунун натыйжасы болсо окуучулардын билимдери, билгичтиктери, көндүмдөрү жана иш-аракеттери менен туюндурулуп, даана таанылат. Мындан төмөндөгүдөй суроо жаралат: Окутуунун натыйжаларын иш-аракеттердин тилине кантип которууга болот? Бул которуунун бирдейлигине кантип жетишүүгө болот? Бул маселе төмөнкүлөр аркылуу чечилет:

1) максаттын так системасын түзүү, анын ичинде алардын категориялары жана удаалаш деңгээлдери (иерархиясы) бөлүнүп көрсөтүлөт - мындай системалар педагогикалык таксономиялар деген аталышка ээ болгон;

2) окутуу максатын баяндоо үчүн даана, конкреттүү тилди түзүү, жетишерлик так эмес түшүндүрмөлөрдү мугалим ушул тилге которуп берет.

«Таксономия» түшүнүгү (грекче taxis - ирээти менен жайгаштыруу жана nomos - закон) биологиядан өздөштүрүлгөн. Ал объектилердин удаалаш, татаалдыгы боюнча өсүшүнө жараша жайгаштырылган категорияларын (б.а. иерархиясын) сүрөттөө үчүн алардын табигый байланышынын негизинде түзүлгөн класификациясы менен системалаштырылышын билдирет. Америкалык окумуштуу Б.С.Блумдун иштеп чыккан таксономиясы бир топ белгилүү. Таанып-билүү жаатында бул таксономияда алты категория бөлүнүп көрсөтүлгөн: билим (маалымат), түшүнүү, колдонуу, анализдөө, синтездөө жана баалоо (бул таксономиянын категориялары [90] эмгекте саналып өткөн). Бирок, В.Оконь белгилегендей, анализдөөсүз жана синтездөөсүз түшүнүү мүмкүн, ошондуктан, анын пикири боюнча, төмөнкүдөй таксономия бир топ ырааттуу: маалымат, анализдөө жана синтездөө, түшүнүү, колдонуу жана баалоо. Бирок, бул таксономия да карама-каршылыктуу. Муну Н.С.Пурышева мындай деп көрсөтөт: «Анализдөө жана синтездөө – бул түшүнүүнү камсыздап, аны тастыктоочу ойлоо операциялары, ал эми билимдерди колдонуу репродуктивдүү (үлгү боюнча ишмердүүлүк), о.э. чыгармачылык (проблеманы өз алдынча чечүү) деңгээлдерде да ишке ашырылышы мүмкүн» [147].

Блумдун таксономиясында алгач билүү, андан кийин түшүнүү каралат. Мындагы билим предметтин же кубулуштун маңыздуу эмес, сырткы белгилери жөнүндө болот. Ал эми А.В.Усова [152] жана Э.Мамбетакуновдун изилдөөлөрүндө [71] билүү, билим өзүнүн түпкү, кенен маанисинде каралат. Ал предметти же кубулушту түшүнүү гана эмес, аны практикада колдоно билүү, колдонуунун сапатын талдап, баалай билүүнү камтыйт. Булар бири-биринен кескин айрымаланган ишмердүүлүктөр болот.

Жогоруда айтылгандарды талдоодон кийин негизги мектепте кванттык

физиканы окуп-үйрөнүүнүн максатын карап көрөлү. Негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун максаты - окуучулар физиканын традициялуу бөлүмдөрү боюнча системалуу билимдерге ээ болуусу.

Негизги мектептин окуучуларын кванттык физика боюнча ээ болгон билимдеринен күтүлүүчү натыйжалар физик-методист Э.Мамбетакуновдун жетекчилиги менен 2016-жылы түзүлгөн негизги мектептин окуу программасынын түшүндүрмө катында төмөндөгүдөй берилген [162].

Эсинде сактап калат:

- атом ядросун түзүүчү бөлүкчөлөрдү;
- ядролук күчтөрдүн касиеттерин;
- α -, β -, γ - нурларынын жаратылышын;
- радиоактивдүү нурдануудан коргонуу чараларын.

Кайталап айтып бере алат:

- электрондун, протондун, нейтрондун заряды менен массасынын сан маанилерин;
- атомдун масса бирдигинин сан маанисин;
- физикалык чоңдуктардын шарттуу белгиленишин: заряд саны, масса саны, ядролордун жарым ажыроо мезгили, массанын дефекти, атом ядролорунун байланыш энергиясы,нурдануунун жутулган дозасы;
- түшүнүктөрдүн, чоңдуктардын, кубулуштардын, закондордун аныктамалары: ядролук күчтөр, заряд саны, масса саны, изотоптор, ядролук реакция, термоядролук реакция, массанындефекти, атом ядролрунун байланыш энергиясы,нурдануунун жутулган дозасы, жарым ажыроо мезгили, радиоактивдүүлүк, (α -, β -, γ -ажыроо, заряд жана масса сандарынын сакталуу закондору;
- формулалар: массанындефектинин, атом ядролорунун байланыш энергиясынын,нурдануунун жутулган дозасынын, которулуу (жылышуу) эрежелеринин, радиоактивдүү ажыроо законунун;
- ажырабай калган радиоактивдүү атомдор санынын убакыттан көз карандылыгынын графиги.

Бири-биринен ажырата алат:

- нурлануунун жана жутулуунун сызыктуу спектрлерин.

Түшүндүрө алат:

- физикалык түшүнүктөрдү, чоңдуктарды, закондорду: заряд саны, масса саны, изотоптор, критикалык масса, массанын дефекти, атом ядролорунун байланыш энергиясы, нурдануунун жутулган дозасы, заряд жана масса сандарынын сакталуу закону, радиоактивдүү жаыроо закону;
- физикалык кубулуштарды: радиоактивдүү ажыроо, ядролордун бөлүнүү жана синтезделүү процесстери, атомдун электромагниттик толкундарды чыгаруу жана жутуу процесстери;
- ажырабай калган радиоактивдүү атомдор санынын убакыт боюнча өзгөрүү графиги;
- айырмалоо: чынжырлуу ядролук реакцияны кадимки ядролук реакциядан, башкарылуучу

ядролук реакцияны башкарылбоочу ядролук реакциядан.

Сүрөттөй алат:

- атомдун түзүлүшүнүн планетардык моделин;
- атомдун Резерфорд-Бор боюнча модели.

Түшүндүрө алат:

- Резерфорддун тажрыйбаларынын атомдун түзүлүшү жөнүндөгү окууну өнүктүрүүдөгү ролу;
- Классикалык физика закондорунун колдонулуу чегинин бар экендиги.

Мисал келтире алат:

- атомдун жана атом ядросунун өлчөмдөрүнүн катышын баалоого мүмкүндүк берүүчү мисалдар;
- практика жүзүндө пайдаланылуучу мисалдар: спектралдык анализди пайдалануу; ядролук энергияны тынчтык жолунда пайдалануу, радиоактивдүү нурданууларды каттоо.

Тааныш кырдаалдарда колдоно алат:

- аныктай билүү: ядронун зарядын, ядронун массасын, масса санын, заряд санын, атомдогу электрондордун санын;
- ажырабай калган радиоактивдүү атомдордун санынын убакыт менен өзгөрүү графигинен чоңдуктардын маанисин таба билүү жана зарыл болгон эсептөөлөрдү аткара билүү.

Колдоно алат:

- α -, β -ажыроолорунун реакциясын жазуу үчүн жылышуу эрежесин;
- радиоактивдүү ажыроонун бегисиз мүнөздөмөлөрүн эсептеп чыгаруу үчүн радиоактивдүү ажыроо законун;
- ядролук реакцияларды символикалык түрдө жазуу үчүн заярд жана масса сандарынын сакталуу закондорун;
- атом ядролорунун байланыш энергиясын эсептөө үчүн масса дефектинин формуласын;
- алынган билимдерди маселелерди чыгаруу үчүн.

Стандарттуу эмес кырдаалдарда колдоно алат:

- проблемаларды түзүү, аларды чечүү үчүн алынган билимдерди колдоно билүү;
- билимдерди мурда белгисиз болгон кубулуштар менен процесстерди түшүндүрүү үчүн колдоно билүү.

Жалпылай алат:

- теманы окуп-үйрөнүүдө алган билимдерди жалпылоо, аларды түзүмдөлгөн түрдө көрсөтүү.

Практикада пайдалана алат:

- кванттык кубулуштарды окуп-үйрөнүүдөгү илимий таанып-билүү методдору (анализдөө, синтездөө, жалпылоо, моделдөө, аналогия).

Биз жогоруда айтылган [12,70,87,103,120,116,151,152] окумуштуулардын пикирине толугу менен кошулабыз жана физика боюнча билим берүүнүн мамлекеттик стандарты[6] жана окуу программасына[7] ылайык негизги мектепте

окулуучу кванттык физика бөлүмүнүн мазмунун төмөндөгүдөй 3 блокко бөлүп окутуу максатка ылайык туура келет деп ойлойбуз (2.3-таблица):

1.3-таблица. Кванттык физиканы окутууга сунушталган мазмун.

№	**Жарык аракеттери (7 саат)**
1.	Кванттык физиканын калыптанышы
2.	Фотоэффект жана анын теориясы
3.	Фотон жөнүндө түшүнүк
4.	Фотоэффектин турмушта колдонулушу. Фотоэлементтер
5.	Жарыктын басымы
6.	Жарыктын химиялык аракеттери
7.	Рентген нурлары жана алардын практикада колдонулушу
	Атомдук физика (8 саат)
8.	Микробөлүкчөлөрдүн корпускула-толкундук дуализми (де Бройлдун гипотезасы жана Жеммер-Девиссондун тажрыйбасы)
9.	Атомдун моделдери жана анын эксперименталдык негизделиши (Томсон, Резерфорд, ж.б. моделдери, Резерфорддун тажрыйбасы)
10.	Атомдун модели менен байланышкан кыйынчылыктар
11.	Атомдун нурланышы боюнча Бордун постулаттары
12.	Суутек атомунун спектри
13.	Лазер нурлары
14.	Голография жөнүндө түшүнүк
15.	Нанотехнология жөнүндө түшүнүк
	Ядро физикасы жана элементардык бөлүкчөлөр (11 саат)
16.	Радиактивдүүлүк-атомдун татаал түзүлүшүнүн далили
17.	Радиактивдүү нурлар. α -, β -, γ - нурларынын жаратылышы
18.	Изотоптор
19.	Протон жана нейтрондун ачылышы. Атом ядросунун түзүлүшү
20.	Атом ядросунун жасалма айланышы. Деффект масса
21.	Элементтердин мезгилдик системасы менен атомдун түзүлүшүнүн байланышы жана окшоштуктары
22.	Ядролук күчтөр. Уланма реакция
23.	Ядролук энергетика
24.	Радиациянын биологиялык аракеттери
25.	Элементардык бөлүкчөлөрдүн физикасы жөнүндө түшүнүк
26.	Элементардык бөлүкчөлөрдүн касиеттери

Алгач негизги мектептин окуучулары үчүн кванттык физика бөлүмүнүн мазмунуна токтололу. 9-класстын окуу китебинде берилген кванттык физика бөлүмүнүн мазмуну толугу менен стандартка жооп берет.

Биринчи глава *жарык аракеттери* деп аталып, мында окуучулардын жарык боюнча буга чейин алган билимдеринин удаалаштыгы үзгүлтүксүз уланып, жалпыланат. Биз бул главага фотон жөнүндө түшүнүк деген теманы киргиздик. Анткени квант бул – фотон. Фотон жана анын касиеттери менен терең таанышкандан кийин гана окуучулар атомдук жана ядролук физиканын түшүнүктөрүн кабыл алууларына жол ачылат. Окуу китебинде атом физикасынын негиздери главасында берилген рентген нуру темасын жарык аракеттери главасынын аягында бергенибиздин себеби, бул теманын классикалык теориянын негизинде түшүндүрүлүшү болуп саналат. Рентген нуру менен таанышууда окуучулар нурлануу толкундук гана эмес дискреттүү түзүлүшкө жана касиеттерге ээ экендиги менен таанышышат. Бул тема микробөлүкчөлөрдүн толкундук-корпускулалык дуалын караганга чейин окуучулардын буга чейин ээ болгон билимдеринин удаалаштыгын сактоого мүмкүндүк берет.

Экинчи глава атомдук физика деп аталып микробөлүкчөлөрдүн корпускула-толкундук дуалы деген темадан баштадык. Анткени буга чейинки бардык окуу китептеринде Бордун постулаттарына басым жасалып окутулуп келген. Окуучуларга де Бройлдун гипотезасы жана Джемер-Девиссондордун тажрыйбалары жөнүндө маалымат бергенден кийин гана атомдун моделдери жана алардын эксперименталдык негизделиши, атомдун моделдери менен байланышкан кыйынчылыктар, атомдун нурланышы боюнча Бордун постулаттары, суутек атомунун спектри жана лазер нурлары менен тааныштыруу менен жакшы натыйжага жетишүүгө болот деп ойлойбуз.

7. Кыргыз Республикасынын билим беүү уюмдарынын 7-9-класстары үчүн “Физика” боюнча предметтик стандарты. – Б.: 2017. – 37 бет.
8. Физика: Жалпы билим берүүчү уюмдардын VII-Ixкласстары үчүн программа. – Б.: 2017. – 35 бет.

Мындан сырткары бул главага голография жөнүндө түшүнүк жана нанотехнология жөнүндө түшүнүк? деп аталган жаңы эки теманы киргизүүнү сунуштадык. Негизги билим берүү – бул билим берүүнүн экинчи тепкичи болуп саналат. Бул этаптын негизги маселеси болуп окуучуларды турмушта кесипти туура жана жоопту жолду тандоого үйрөтүү болуп саналат. Азыркы мезгилде адам баласы түзүлгөн техносферанын шартында жашап жатат. Адам баласынын жашоосун жакшыртууга керек болгон заттар менен материалдарды тынымсыз өнүгүп жаткан технологиялар канаттандырып жатат. Ошондуктан окуу процессине экономикадагы жогорку технологиялык тармактарга кесиптик багытка кадрларды даярдоо максатында анын ичинде голография жана нанотехнологиялар боюнча теманы киргизүү максатка ылайыктуу деп эсептейбиз жана булар менен тааныштыруу окуучулардын физика сабагына болгон кызыгуусун арттырат.

Үчүнчү главаны *ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөр* деп атап, радиактивдүүлүккө байланышкан төрт теманы эки темага жалпылаштырдык. Радиактивдүү нурлар жана α-, β-, γ- нурларынын жаратылышы темаларын бириктирдик. Ал эми радиактивдүүлүк – ядродогу ички айланыштардын натыйжасы деген теманы изотоптор темасы менен байланышкандыктан бириктирдик. Атом ядросунун түзүлүшү темасын кийинчерээк бергенибиздин себеби, радиактивдүү нурлар жана протон, нейтрондордун ачылышы боюнча окуучулар маалыматка ээ болгондон кийин өтүү эффективдүү болот деп ойлойбуз. Окуу китебинде атом физикасынын негиздери бөлүмүндө берилген элементтердин Д.И.Менделеев түзгөн мезгилдик системасы жана атомдун түзүлүшү деген теманы биз бул главага элементтердин мезгилдик системасы менен атомдун түзүлүшүнүн байланышы жана окшоштуктары деп өзгөртүп алып өтүүнү сунуштадык. Анткени, атом жана атом ядросунун түзүлүшү боюнча толук билимге ээ болгондо гана окуучулар булардын окшоштуктарын жана байланышын кабыл ала алышат. Бул теманы окутууда мугалимдер элементтердин мезгилдик системасына басым жасап окутуу адатка айланып калган. Элементтердин Д.И.Менделеев

түзгөн мезгилдик системасы менен окуучулар химия курсунан таанышышат, б.а., бири-бирин кайталайт. Биз кванттык физикада атомдун түзүлүшүнүн мезгилдик система менен окшоштуктарына жана байланышына басым жасап окутсак максатка ылайыктуу жана натыйжалуу болот. Мындан сырткары ядролук күчтөр, уланма реакция жана ядролук энергетика деген жаңы темаларды киргиздик. Атомдук жана ядролук реакциялар ядролук күчтөр менен жана ядролук энергетика менен тыгыз байланышта. Алгач окуучулар ядролук күчтөр жөнүндө маалыматка ээ болгондон кийин ал күчтөр кайсы реакциялардын негизинде аткарылаарын жана бул күчтөр ядролук энергетика пайдаланылып жаткадыгы боюнча билимге ээ болушат. Андан кийин радиация деген эмне жана андан кантип коргонууга боло тургандыгы боюнча билим алышат.

Мазмунду өзгөртүү өзүнөн-өзү аны өнүктүрүүчү кыла албайт. Окуучуга "сунушталуучу" билимдерди өздөштүрүүнүн сапаты анын өзүнүн окутуу процессиндеги активдүүлүгүнөн көз каранды болот. Мугалим эмнени кантип жасабасын, жыйынтыгында окутуунун ийгилиги окуучу эмнени кандайча жасагандыгына жараша болот. Ошондуктан мындан ары окутуунун формалары менен методдорунун өзгөчөлүктөрүн карайбыз, алардын функциясы, акыры келип, окуучулардын окутуу максаттарына жетүүнү камсыздоочу окуу активдүүлүгүн уюштурууда жана колдоодо турат.

Окутуунун максатына жетүү үчүн кванттык физиканын негизги түшүнүктөрү өтө маанилүү экендигин белгилеп кетүү керек. Анткени түшүнүктөрдү өздөштурбөй туруп, бир дагы законду же теорияны өздөштүрүүгө болбойт. Э.Мамбетакунов бул ойду: «Илимий-техникалык революциянын өсүш темпине жараша жаштардын бүгүнкү күндө бир топ кыйынчылык менен алган билимдери кийинки күнү алардын пайдалуу эмгекке активдүү катышуусуна жетишсиз болуп калууда. Демек, илим менен техниканын тынымсыз өнүгүшү окуучуларды да өз алдынча иштөөгө көнүктүрүүнүн жана аларды активдүү ой жүгүртүүгө тарбиялоонун зарылдыгын туудурат» - деп бекемдейт [68]. Бул ойлор билим берүүдө

окуучуларды өз алдынча ой жүгүртө билүүгө үйрөтүү өзгөчө маанилүү экендигин көрсөтөт.

Окуучулардын илимий түшүнүктү өздөштүрүүсү көп учурда окутуунун методдоруна, алардын психологиялык жана дидактикалык жактан канчалык даражада негизделгендигине байланыштуу. Психологдор Л.С.Выготский [20], А.Н.Богоявленский, Н.А.Менчинская [11], П.Я.Гальперин [21], С.Л.Рубинштейн [113], К.Н.Кабанова-Меллер [38], Н.Ф.Талызина [125] ж.б., ошондой эле дидакттар С.Л.Рубинштейн [111], В.В.Давыдов [26], Н.М.Верзилин [17], Б.В.Всесвятский [19], С.И.Иванов [36], Э.Мамбетакунов [70, 76], Скаткин М.Н. [120], А.В.Усова [152], С.Г.Шаповаленко [166] ж.б. окуучуларда илимий түшүнүктөрдү калыптандыруу проблемасын кеңири жана ар тараптуу изилдешкен. Алардын изилдөөлөрүнүн натыйжасында, окуучулардын түшүнүктөрдү өздөштүрүү процессинин негизги закон-ченемдүүлүктөрү, түшүнүктөрдү калыптандыруунун ыкмалары иштелип чыккан.

Алсак, А.В.Усова окуучулардын аң сезиминде татаал түшүнүктөрдү калыптандыруунун этаптарын аныктап, психодидактиканын жаңы багытын ачкан [152]. Ал бул этаптарды билимдерди өздөштүрүүнүн психологиялык жана дидактикалык законченемдүүлүктөрүнүн негизинде иштеп чыккан. Мунун жыйынтыгы психодидактиканын бирдиктүү бүтүндүгүн мүнөздөйт. Анткени, буга чейин психологдор жана билимдерди кабыл алуунун жана өздөштүрүүнүн психологиялык механизмин өзүнчө изилдешип келишсе, А.В.Усова бул эки аспектини бириктирүүнүн жобосун иштеп чыккан.

Окуучуларга түшүнүктөрдү калыптандыруу процесси төмөнкү этаптардан турат [79]:

1. Предмет же кубулуш жөнүндөгү түшүнүктүн мазмунун окуучулардын сезимдүү кабыл алуусу.

2. Байкалуучу обьектилердин топторунун маңыздуу касиеттерин табуу.

3. Түшүнүккө аныктама берүү.

4. Окуучулардын аң-сезиминде түшүнүктүн маңыздуу белгилерин тактоо жана бекемдөө.

5. Жаңыдан өздөштүрүлүүчү түшүнүктү мурда өздөштүрүлгөн окшош түшүнүктөрдөн айрымалоо.

6. Берилген түшүнүктүн башка түшүнүктөр менен болгон байланышын аныктоо.

7. Түшүнүктөрдү класстарга бөлүү.

8. Түшүнүктү чыгармачылык мүнөздөгү маселелерди чыгарууга колдонуу.

9. Окуучулардын аң-сезиминде түшүнүктөрдүн мазмунун тактоо, көлөмүн кеңейтүү.

А.В.Усова окуучулардын илимий түшүнүктөрүн калыптандыруунун ар кандай методикалык изилдөөлөрүн талдоонун негизинде төмөндөгүдөй закончөнемдерди ачкан:

1. Окуучулардын илимий түшүнүктөрүн сапатттуу калыптандыруу үчүн мугалим түшүнүктүн мазмунун так өздөштүрүүсү жана аны калыптандыруунун психологиялык-дидактикалык закончөнемдерин билүүсү зарыл.

2. Окуучулардын түшүнүктөрдү өздөштүрүүсүнүн маңызын, психолого-дидактикалык аспектилерин чагылдырган этаптарын билүү жана аны окутуу процессинде ишке ашыруу.

3. Түшүнүктүн мазмунун ачуу үчүн анализ, салыштыруу, синтездөө сыяктуу логикалык амалдарды аткарууну уюштуруу, аныктама берүүнүн эрежелерин түшүндүрүү, түшүнүктү өздөштүрүүнүн сапатын аныктоочу критерийлерди жана сандык көрсөткүчтөрүн аныктоо.

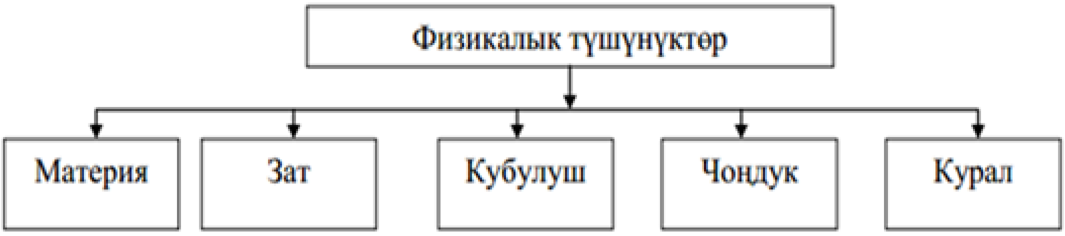
4. Түшүнүктү өздөштүрүүнүн бардык этаптарында окуучулардын таанып-билүү ишмердүүлүгүн максималдуу активдештирүүнүн жолдорун колдоно билүү.

5. Окуучулардын түшүнүктөрдү өздөштүрүүсүнүн толуктугун жана сапатын текшерүүнүн жана баалоонун натыйжалуу ыкмаларын колдонуу.

6. Окуучулардын илимий түшүнүктөрдү өздөштүрүүсүнө коюлуучу жалпы талаптарды билүү жана иш процессине киргизүү.

Ал эми Э.Мамбетакунов “Система упражнений как средство повышения качества усвоения учащимися физических понятий” [67] деген изилдөөсүндө, физикалык түшүнүктү калыптандыруунун жогоруда каралган төртүнчү этабында атайын көнүгүүлөрдү колдонуу жакшы натыйжа берээрин далилдеген. Автор түшүнүктү калыптандырууга багытталган көнүгүүлөрдү түзүүнүн дидактикалык принциптерин иштеп чыгып, атайын көнүгүүлөр системасын түзгөн.

Физикалык түшүнүктөр системасынын элементтери А.В.Усованын [151] жана Э.Мамбетакуновдун [79] эмгектеринде 2.2-сүрөттөгүдөй такталган.



1.12-сүрөт. Физикалык түшүнүктөр ситемасынын элементтери.

Физикалык түшүнүктөрду калыптандыруунун А.В.Усова жана Э.Мамбетакунов тарабынан иштелип чыккан жалпыланган планын колдонуп, кванттык физиканын түшүнүктөрүн негизги мектептин окуучуларына калыптандыруу үчүн иштеп чыгуу (§2.1., 2.2., 2.3) жана аларды окутуу процессинде (окуучуларга түшүндүрүүдө, алардын билимдерин текшерүүдө, баалоодо, өз алдынча билим алуусунда) пайдалануу окуучуларды методологиялык жана прикладдык билимдер менен камсыз кылуунун бирден-бир жолу болуп саналат.

Акыркы убактарда ата-мекендик жана чет өлкөлүк билим берүүдө өнүктүрүп окутуу проблемасына улам көбүрөөк көңүл бурулууда. Анын үстүнө, өнүктүрүп окутуу принциби бүгүнкү мектепти реформалоонун негизине да коюлган. «Өнүктүрүп окутуунун аяккы максаты ар бир окуучуну окуунун өз алдынча өзгөрүүчү субъектиси катары өнүктүрүү үчүн шарттарды камсыз кылууда турат, ушундай субъект болуу – демек, өз алдынча өзгөрүүгө муктаж болуу жана бул муктаждыкты окуу аркылуу канаттандырууга

жөндөмдүү болуу, б.а. окууну каалоо, аны сүйүү жана окуй билүү» [110]. Ошентип, өнүктүрүп окутуу системасындагы милдеттүү шарт болуп төмөнкү нерсе эсептелет: таанып-билүү ишмердүүлүгү процессинде эң активдүү субъект болуп окуучу эсептелүүгө тийиш, мугалимдин башкы функциясы окуучулардын өздүк ишмердүүлүгүн уюштурууга байланышкан.

Бүгүнкү күндө “өнүктүрүп окутуу” термини ар түрдүү колдонулууда, аны түшүндүрүүнүн ар кандай жолдору Г.К.Селевконун эмгегинде [118] берилген:

- Өнүктүрүп окутуу – өнүгүүнүн алдында жүргөн нерсе (Л.С.Выготский).
- Өнүктүрүп окутуу окуучуларды психикалык – акыл жагынан жана инсандык жактан өнүктүрүү милдетине карай түздөн түз багытталгандыгы менен айырмаланат (Д.Б.Эльконин, В.В.Давыдов, В.В.Репкин).
- Өнүктүрүп окутуу – бул окуучунун психикалык жактан өнүгүүсүн мугалимдин башкаруусу (И.А.Зимняя).
- Өнүктүрүп окутуу – билим берүү теориясы менен практикасындагы багыт, ал окуучулардын потенциалдуу мүмкүнчүлүктөрүн пайдалануу жолу менен аларды физикалык, психикалык, таанып-билүү жана адептик жактардан өнүктүрүүгө багыт алган (Россия педагогикалык энциклопедиясы).
- Өнүктүрүп окутуу – бул инсандын касиеттерин өркүндөтүүнүн максат багыттуу уюштурулган, план ченемдүү жана ситемалуу түрдө ишке ашырылуучу процесси, ал калыптанып келаткан инсандын түзүмүн сапаттык жактан өзгөртүүгө багытталган (Психологиялык сөздүк).

Башка аныктамалар да бар, мисалы, Г.Ю.Ксензова өнүктүрүп окутуу деп, окутууну уюштуруу жолун түшүнөт, анын мазмунун, методдору жана уюштуруу формалары инсанды ар тараптуу өнүктүрүүгө багытталган [49]. З.К.Меретукова, В.А.Калней өнүктүрүп окутуу деп, окуучуларды адептик, акыл, руханий, эстетикалык, физикалык жактан өнүктүрүүнү камсыздоочу окутууну түшүнөт [39,82]. Е.Н.Кабанова-Меллер, З.И.Калмыкова, И.С.Якиманская, аныктамалардагы айырмачылыкка карабастан, өнүктүрүп окутуу деп, билимдерди өздөштүрүүнү камсыздоочу, окуу ишмердүүлүгүн калыптандыруучу жана акыл жагынан өнүгүүгө таасир этүүчү окутууну

эсептешет. Мында З.И.Калмыкова продуктивдүү ойломду өнүктүрүүгө басым жасайт, анын көрсөткүчтөрү катары ойлоонун оригиналдуулугун, бөтөнчө ассоциативдик байланыштардын пайда болуу тездигин жана акырындашын, проблеманын "кабылданышын", анын адаттан тыш чечилишин, ойдун чубуруусун ассоциациялардын саны катары, объектинин жана анын бөлүктөрүнүн адаттан тыш жаңы функцияларын табуу жөндөмдүүлүгүн бөлүп көрсөтөт.

Окутуунун өнүктүрүүгө тийгизен таасири жөнүндө маселени түшүндүрүү үчүн Л.С. Выготский окуучуну өнүктүрүүнүн эки деңгээли жөнүндөгү түшүнүктү киргизген: окуучуга тапшырманы өз алдынча аткарууга мүмкүндүк берүүчү билим деңгээли – бул актуалдуу өнүктүрүү алкагы, ал эми окуучу мугалим менен болгон кызматташууда гана ээ болуучу деңгээл – бул жакынкы өнүктүрүү алкагы. Экинчи деңгээл биринчисинен жогору турат, анткени чоң адамдын жардамында бала бир топ татаал маселелерди чечүүгө жөндөмдүү. Өнүктүрүп окутуу өнүктүрүүнүн жетишилген натыйжаларын гана эмес, калыптануу стадиясында турган процесстерди да пайдаланат. «Өнүктүрүп окутуу дайыма баланы жакынкы өнүктүрүү алкагына карай багыт алып, бул алкакты педагогикалык кызматташуунун жардамында баланы актуалдуу өнүктүрүү алкагына айландырат. Бала бүгүн чоң адам менен кызматташуу аркылуу жасап жаткан нерсени эртең өз алдынча жасайт» [94].

Г.Д.Кирилованын концепциясына ылайык, өнүктүрүп окутуу болуп окуучуларды жалпыланган билимдерин жана ишмердүүлүк ыкмаларын калыптандыруу процессин камтыган окутуу эсептелет. «Камтуу» деген окуучулар жалпыланган билимдер менен ишмердүүлүк ыкмаларына өз алдынча ээ болуусу үчүн, аларды мындан ары жемиштүү пайдалансын үчүн шарттарды жаратууну түшүндүрөт. «Бул жол – окуучулардын өз алдынча ойлоп иштөөсүн жетектөөнүн бир топ татаал, бирок бир топ жемиштүү жолу. Анын мааниси окутуп-үйрөтүүдө эмес, ойломду тарбиялоодо турат. Бул – акыл ишмердүүлүгүн өзү өнүктүрүү жолу» [43]. Мында маанилүү ролго окуучулардын

ишмердүүлүгүндөгү ырааттуулук ээ болот, башка сөз менен айтканда, окуучулардын ишмердүүлүгү этаптуу жол менен уюштурулат.

Методиканын иштөө ийгилиги анын иштешине таасир этүүчү окуучулардын курактык өзгөчөлүктөрүн эсепке алуудан көз каранды болот. Азыркы мезгилде өспүрүм курактын салыштырмалуу чектери тууралуу бирдиктүү пикир жок. Г.Гримм өспүрүм мезгилди кыздар үчүн 12-15 жаштагы курак, балдар үчүн 13-16 жаштагы куракт деп чектейт, ал эми Дж.Биррендики боюнча бул мезгил 12-17 жаштагы куракты камтыйт. Д.Б.Бромлейдин классификациясында бул курак 11-15 жаш деп аныкталат. Ж.Пиаже өспүрүм курак деп 12ден 15 жашка чейинки куракты эсептейт [101].

Окуучулардын окуу ишмердүүлүгүнүн мазмуну эмнеде жана анын закон ченемдери кайсылар? Бул суроого жоопту белгилүү окумуштуу-методист Э.Мамбетакунов төмөндөгүдөй берген: «Окуучулардын окуу ишмердүүлүгү жалпы эле адамдын көп кырдуу ишмердүүлүгүнөн келип чыгат» [68]. Окуу ишмердүүлүгү, башка ишмердүүлүк сыяктуу эле, тышкы (предметтик) жана ички (психикалык) жактарга ээ. Өз мезгилинде С.Л.Рубинштейн [112] белгилегендей, курчап турган дүйнөнү таанып-билүү процессиндеги ишмердүүлүк өзүнө кабылдоону, ойломду, көңүл бурууну, эске тутууну, кыялданууну (б.а. бардык психикалык процесстерди) камтыйт. Бир жагынан, бул процесстер окуу ишмердүүлүгүн жөнгө салып турса, экинчи жагынан, окуу ишмердүүлүгү балдардын акыл ишмердүүлүгү жактан өнүгүүсүн (б.а. таанып-билүү процесстерин) аныктоочу фактору болуп саналат. Өспүрүм куракка өтүү менен, окуучулардын окуу ишмердүүлүгү жаңы сапаттык деңгээлге - өз алдынчалык деңгээлге чыгат, мында окуучулар ээ болуп жаткан алар үчүн инсандык мааниге ээ болот. Өспүрүм этабы өз алдынча иштөөнү уюштуруунун жупуну формаларынын (үй тапшырмаларын аткаруу) жаңы материалды, айрым учурда билимдин жаңы тармактарын өз алдынча өздөштүрүү билгичтиги менен бара-бара алмашып туруусу менен, окуу ишмердүүлүгүнүн репродуктивдүү деңгээлден продуктивдүү деңгээлге өтүүсү менен коштолот [47]. Мурунку курактык этаптарда пайдаланылган чачыранды иш-аракеттер менен операциялар өспүрүм куракта

акыл калчанып түзүлгөн планга өтөт, бул болсо окуу иштерин божомолдоого мүмкүндүк берет.

Өспүрүмдүн жалпы интеллектуалдык өнүгүүсү кыялдануу, көңүл буруу, эстутум сыяктуу психикалык процесстердин өнүгүүсү менен байланышкан. Кыялданууну башкаруу менен, өспүрүм өзүн кыял дүйнөсүн түзөт. Канааттануу сезимин кыялддануу процесси өзү туудурат, ошондуктан окуучулардын кыялданууга шыктуулугу окууга болгон оң мамилесин өнүктүрүүгө көмөктөш боло алат. Кыялдануу менен ойломдун айкалышы (бул эки функциянын биригүүсүнүн мисалы болуп сабакта коюлган маселени ой менен анализдөө, анын мүмкүн болуучу чечилишин издөө эсептелет) окуучулардын чыгармачыл ойломун, чыгармачылык жөндөмдүүлүктөрүн өнүктүрүүгө өбөлгө түзөт, бул болсо, негизги мектепте физиканы окутуунун максаттарынын бири болуп саналат.

Өспүрүмдөр акыл ишмердүүлүгүндөгү өз алдынчалыкка умтулушат. Өз алдынча чыгармачылыкка болгон мындай умтулуу окуучулардын алдына түрдүү татаалдыктагы маселелерди коюу менен өбөлгөлөнүшү мүмкүн. Тааныш эмес жаңы материалды окуп-үйрөнүүдө окуучуларга кыялдануу жардамга келгендиктен, аны баяндоо методдорун тандоодо өспүрүмдөрдүн бул жааттагы тажрыйбасы эске алынууга тийиш. Өспүрүм курактагы кыялдануу окуучунун ички турмушун байытып, чыгармачылыкка, өзүн өзү аңдап сезүүнүн пайда болушуна түрткү берет, б.а. «өспүрүмдөрдүн кыялдануусу таанып-билүү ишмердүүлүгүнө жана эмоциялык-эрктик чөйрөгө таасир этет» [6,88].

Окуучуларга кванттык физика боюнча билим берүүдө лабораториялык иштер маанилүү орунду ээлейт. Лабораториялык жумуштарды өз алдынча аткаруу менен окуучулар өндүрүштүн кийинки жумуштары үчүн керек болуучу бир катар практикалык жана интелектуалдык билгичтиктерди алат, эксперименталдык билгичтиктерге жана көндүмдөргө ээ болот. Анткени, эксперимент жаңы билимдердин булагы болуп саналат; ар кандай теориянын жана гипотезанын тууралыгынын критерийи болуп кызмат кылат; эксперимент

аркылуу өндүрүштөгү жана турмуш тиричиликтеги илимий билимдердин техника менен байланышы иш жүзүнө ашырылат [79]. Бирок, кванттык кубулуштар өзүнүн жогорку деңгээлдүү абстракциясы жана аз көрсөтмөлүлүгүнөн, классикалык физиканын белгилүү закондору менен карама-каршылыгынан, баштапкы идеялардан жана түшүнүктөрдөн айырмалангандыгы менен түшүнүүгө өтө татаал болуп саналгандыктан, эксперименттерди компьютердик технологиялардын жардамында көрсөтүүгө болот.

Байкоого мүмкүн болбогон физикалык процесстерди компьютердин жардамында моделдештирүү, кубулуштун механизмин көрсөтүүчү имитациялык-мультипликативдик образын түзүүгө мүмкүндүк берет. Буларды окутууда ишке ашыруу демонстациялык программаларды иштеп чыгууну жана түзүүнү, аларды сабакта реализациялоонун методикасын иштеп чыгууну талап кылат. Мындай проблемаларды чечүүгө төмөндөгү изилдөөлөр арналган [3,8,9,10,13,25,99,119,127,148,149,170].

Компьютердик технологиялардын жардамында кванттык идеяларды жана кванттык физиканын негизги фундаменталдык тажрыйбаларын орто мектепте окуу процессине киргизүүгө Г.Умарованын изилдөөлөрү арналган [149]. Диссертациялык иштин максаты болуп физикалык процесстерди компьютердик моделдештирүүнүн негизинде кванттык физиканы окутуунун методикасын өркүндөтүү болуп эсептелет.

Жогоруда айтылгандарга таянуу менен, негизги мектептин окуучуларында кванттык физиканы өнүктүрүп окутуу идеяларынын негизинде калыптандыруунун негизги жоболорун түзөбүз [144]:

1. Окуучу окутуунун объектиси эмес, субъектиси катары каралат.
2. Негизги мектептин окуучуларында кванттык физиканы калыптандыруу процесси бирдиктүү бүтүн, динамикалуу система, б.а., “Кванттык физиканы” окуп-үйрөнүү максаты менен шайкеш мазмундун, методдордун жана ыкмалардын, окутуу формаларынын биримдиги болуп эсептелет;

3. Окуучулар «Кванттык физиканын» борбордук объектиси жөнүндө билимди “даяр түрүндө” албастан, өздөрү аракеттенип түзүүгө, ойлонуп “табууга” тийиш.

4. Окуучулардын ишмердүүлүгүн (жамааттык, жекече, фронталдык) уюштурууда жетектөөчү роль изденүүчүлүк ишмердүүлүккө түрткү берүүчү методдорго жана ошого тиешелүү ыкмаларга берилүүгө тийиш. Окутуунун методдору менен ыкмаларын тандоодо өспүрүм курактагы окуучулардын психологиялык-педагогикалык өзгөчөлүктөрүн эске алуу керек.

5. Сабактын түзүлүшү окуучулардын этаптуу ишмердүүлүгүн уюштурууну камсыздоого тийиш. Бир этаптан экинчисине өтүү менен окуучулардын ишмердүүлүгүн жетектөөнүн мүнөзү өзгөрүүгө – ал бир топ жалпы, багыт берүүчү болуп калууга тийиш. Бул болсо окуучулардын жалпыланган билимдерге жана ишмердүүлүк ыкмаларына өз алдынча ээ болууга шарт түзөт жана алардын өз алдынча таанып-билүү ишмердүүлүгүн өнүктүрүүнү камсыздайт.

Кванттык физика бөлүмүнүн логикасын: жарык аракеттери – атомдук физика – ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөр схемасы боюнча түзүү окуучуларга кванттык физика жөнүндө билимди сапаттуу берүүгө мүмкүндүк берет деп ойлойбуз.

Модель негизги мектептин окуучуларында кванттык түшүнүктөрдү калыптандыруу процессин уюштуруунун бүтүндүү системалык жолун ишке ашырат. Окутуу максаты менен шартталган окутуунун мазмуну, методдору жана ыкмалары, окутуу формалары бүтүндүү, динамикалуу системаны түшүндүрөт. Мында бир эле элементтин өзгөрүшү бүтүндөй системаны кайра түзүүгө алып келет: окуучулар кванттык физика жөнүндөгү жалпыланган билимди изденүүчүлүк ишмердүүлүк менен өз алдынча түзүшөт; өз кезегинде, изденүүчүлүк ишмердүүлүктү окуу материалын үйрөнүүнүн жүрүшү өзү өбөлгөлөйт (билимдер “даяр” түрдө берилбейт). Жыйынтыгында окуучу окуу ишмердүүлүгүнүн активдүү субъектиси болуп калат. Иштелип чыккан

методиканы биз негизги мектептин окуучуларында кванттык түшүнүктөрдү калыптандыруу методикасына негиз кылып алабыз.

Биринчи глава боюнча корутунду.

Кванттык физика бөлүмүнүн илимий мазмунунун өнүгүү тарыхы системалаштырылды. ышы,илимий мазмуну, анын физикалык билимдер системасындагы орду такталып, аны билүүнүн турмуштагы мааниси аныкталды. Изилдөөнүн актуалдуулугун аныктоо максатында кванттык физиканы окутуунун методикасына арналган адабияттарга, илимий эмгектерге анализ жүргүзүлдү.

Кванттык физика бөлүмүнүн илимий мазмунун мектеп курсунун мазмуну менен дал келтирилди, кванттык физиканын нанотехнологиялардагы, санариптештирүүдөгү, өнөр жай технологияларындагы ордунун жана маанисинин ачылып көрсөтүлгөндү.

Мектепте кванттык физиканы окутуунун тарыхын окуп үйрөнүүнүн, диссертациялык изилдөөлөр менен илимий-методикалык адабияттарды талдоонун, мектеп мугалимдеринин тажрыйбасы менен таанышуунун натыйжасында типтүү методикалык кемчиликтердин аныкталды. Алар: кванттык физиканы негизги мектепте окутуунун дидактикалык максатынын ушул күнгө чейин такталбагандыгы; кванттык физика бөлүмүнүн түзүлүшүнүн өзгөрүлмөлүүлүгү; окуу материалынын илимий мазмуну менен прикладдык мазмунунун бири-бирине шайкеш келбегендиги; республикада бул проблеманын дээрлик иштелбегендиги ж.б.

Жогоруда белгиленген типтүү кемчиликтердин пайда болуу себептерин талдоонун негизинде негизги мектепте кванттык физиканы окутууну өркүндөтүүнүн методикалык шарттары аныкталды.

2-глава. НЕГИЗГИ МЕКТЕПТЕ КВАНТТЫК ФИЗИКАНЫ ОКУТУУНУН МЕТОДИКАСЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ

§ 2.2. Жарык аракеттерин окутуу методикасы

Бул бөлүктүн негизги методикалык максаты болуп, окуучуларга энергиянын нурданышынын жана жутулушунун дискретүүлүк мүнөзүн, жарыктын кванттарын, кванттык теорияны жана анын физикадагы ордун, түшүнүктөрүн калыптандыруу эсептелет.

Фотоэффектти жана бул кубулуш баш ийген закондорду, алардын жарыктын кванттык теориясынын негизинде түшүндүрүлүшүн, жарыктын химиялык аракеттерин жана анын басымын окуу, “фотон” түшүнүгүн калыптандыруу үчүн өтө чоң мүмкүнчүлүктөрдү берет. Мындан сырткары, энергиянын сакталуу жана айлануу закондорун туура пайдаланып жарык кубулуштарын түшүндүрүүгө боло тургандыгын, окуучуларга ачып берүүгө болот.

Теманын негизги максаты болуп – фотоэффект кубулушунун техникада колдонулушун, жарыктын химиялык аракеттерин, фотосинтездин жаратылыштагы ордун жана бул кубулушту адамзаттын кызыкчылыгы үчүн колдонуу жолдорун негизги мектептин окуучуларына үйрөтүү болуп саналат.

Бул бөлүмдө окуучулар фотон – бул абстракциялык эмес, оптикалык кубулуштарды ыңгайлуу жазуучу реалдуу бөлүкчө экендигине ынанышат.

№	Сабактын темасы	Сабактын планы
1-сабак	Кванттык физиканын калыптанышы	1. Жарыктын электромагниттик теориясын кайталоо 2. Жарыктын зат менен болгон аракеттери 3. Кванттык теориянын жаралышы
2-сабак	Фотоэффект жана анын теориясы	1. Жарыктын нурлар менен аракеттешүүсү 2. Фотоэффект кубулушу 3. Фотоэффектин теориясы
3-сабак	Фотон жөнүндө түшүнүк	1. Фотон жөнүндө түшүнүк 2. Комптон эффекти 3. Фотондун касиеттери
4-сабак	Фотоэффектин турмушта колдонулушу. Фотоэлементтер	1. Фотоэффект кубулушу 2. Фотоэлементтердин турмушта колдонулушу

5-сабак	Жарыктын басымы	1. Жарыктын басымы 2. Лебедевдин тажрыйбалары 3. Жарыктын басымынын себептери
6-сабак	Жарыктын химиялык аракеттери	1. Фотохимиялык реакция 2. Фотосинтез 3. Фотография
7-сабак	Рентген нурлары жана алардын практикада колдонулушу	1. Рентгендин тажрыйбалары 2. Тормоздук жана мүнөздөөчү рентген нурлары 3. Рентген нурларынын булактары

Кванттык физиканын калыптанышы. Окуучулар үчүн жаңылык болгон кванттык кубулуштарды окутууну баштаардын алдында мугалим XIX кылымдын аягына чейин бардык белгилүү оптикалык кубулуштар жарыктын электромагниттик теориясынын көз карашы менен түшүндүрүлүп келгендигине токтолот. Ошол мезгилдеги белгилүү фактылар, жарыктын жаратылышы радиотолкундардын жана рентгендик нурларынын жаратылыштары менен бирдиктүү экендигин тастыкташкан. Жарыктын жаратылышы окумуштууларды, нурдануу энергиясы – электромагниттик толкун өзү үзгүлтүксүз таралгандай эле үзгүлтүксүз таралат деп эсептөөгө алып келген. Бирок, XIX кылымдын аягында классикалык физиканын негизинде түшүндүрүүгө мүмкүн болбогон кубулуштар табылган. *Бул кандай кубулуштар? Алар качан жана кимдер тарабынан ачылган?*

Бул суроолорго жооп берерден мурда мугалим, тигил же бул жарыктын касиеттери кантип табылгандыгын эстөөнү сунуштайт. Аңгемелешүү процессинде окуучулар ушул мезгилге чейин өздөрүнө белгилүү болгон жарык кубулуштары, жарыктын заттар менен болгон аракеттеринен улам табылган турбайбы деген жыйынтыкка келишет.

Жарыктын бардык заттар менен аракетенишүүсү белгилүү өзгөрүүлөр менен коштолот. Жарык заттан чагылат, затта сынат жана анда жутулат. Жарыктын зат менен аракетешүүсүнөн болуучу химиялык реациялар окуучуларга химия курсунан белгилүү.

Жарыктын зат менен аркеттешүү кубулуштарын окуу, алар баш ийген закондор, анын жаратылышын, структурасын жана анын ички жаратылышын

тереңирээк таанууга мүмкүндүк берет. Жарыктын мындай жаратылышы боюнча ачылыштарды жана окууларды түп тамырынан бери өзгөрүүгө алып келгендер болуп, абсолюттук кара нерсенин нурлануусу жана фотоэффект кубулуштары эсептелет. Мындан кийин мугалим физикада квант түшүнүгүнүн пайда болушунун жана кванттык теориянын калыптаныш тарыхына токтолот [163].

Окуучуларда кандай гана түшүнүк калыптанбасын, аны илимге киргизүүнүн мотивдүүлүгү камсыздалышы керек. Бул жаңыдан пайда болгон илимий фактыларды, илимде болгон түшүнүктөр системасынын негизинде түшүндүрүүгө мүмкүн болбогон учурда жана жаңы ачылган кубулуштарды түшүндүрүүдө же практикада көрсөтүлгөн маселелерди чыгарууда гана ишке ашышы мүмкүн [79]. Фундаменталдык түшүнүктөрдү калыптандырууда, физикада *квант* түшүнүгү ушундай болуп эсептелет, түшүнүктөрдү калыптандыруу теориясында бул талаптарды сактоо өзгөчө мааниге ээ. Окуучулар илимге жаңы түшүнүк кокусунан киргизилбегендигин билиши жана түшүнүүсү керек. Алар илимдин өнүгүшүнүн белгиленген этаптарында буга чейин болгон билимдердин жана илимий фактылардын же практикалык маселелердин арасындагы карама-каршылыктардын натыйжасында киргизилээрин жакшы түшүнүшү керек. Берилген шартта, Максвелл тарабынан түзүлгөн жарыктын электромагниттик теориясынын жана электромагнетизмдин закондорунун негизинде, тажрыйбада байкалган абсолюттук кара нерсенин спектриндеги энергиянын таралышын түшүндүрүүгө мүмкүн болбостугу, илимге *квант* түшүнүгүн киргизүүгө алып келген илимий факт катары карасак болот. Электромагниттик толкундардын болушун, алардын таралуу жана нурдануу процесстерин абдан жакшы сүрөттөөчү Максвеллдин электродинамикасы, жаңы калыптанган факт менен карама-каршылыкка келди [69].

Карама-каршылыктын мааниси төмөнкүдөй. Максвеллдин электромагниттик теориясына ылайык, ысытылган нерсе электромагниттик толкундарды нурдантуунун натыйжасында, үзгүлтүксүз түрдө энергияны

жоготуу менен абсолюттук нөлгө чейин муздашы керек. Бирок күндөлүк тажрыйба чындыгында мындай болбостугун көргөзөт. Карама-каршылыктын маңызы, классикалык физикага ылайык абсолюттук кара нерсенин туташ спектринде эң кыска толкун узундукка нурлануунун эң көп энергиясы туура келишинде эле. Бул физиканын мурунку жетишкендиктеринин жыйынтыгы. Өтө жогорку температураларда эң кыска толкундардын областына энергиянын максимуму туура келээрин практикалык өлчөөлөр көрсөттү.

Немец физиги Макс Планк пайда болгон карама-каршылыктан чыгуу үчүн, классикалык физиканын жарыктын үзгүлтүксүз нурланышы боюнча баштапкы жобо туура эмес деген ойду айткан. Ал, нерседен жарык үзгүлтүксүз эмес, *кванттар* деп аталган өзгөчө үлүш түрүндө дискреттүү нурланат деген гипотезаны киргизүү керек деген жыйынтыкка келген. Кийинчерээк алар *фотондор* деп аталат. Ар бир үлүштүн энергиясы нурлануу жыштыгына пропорциялдуу болоорун Планк болжолдогон:

$$E = h\nu \quad (2.1)$$

h–пропорционалдуулук коэффициенти кийинчерээк окумуштуунун наамына Планктын турактуулугу деп аталган.

Планк, абсолюттук кара нерсенин спектриндеги энергиянын таралышы боюнча табылган законду, 1900-жылдын 19-октябрында Берлиндик физиктер коомунун отурумунда айтып, анын теориялык далилденишин ошол эле жылдын 14-декабрында берген. Ушул күн кванттык физиканын туулган күнү катары илимдин тарыхына кирген.

Бул формула тажрыйба менен жакшы дал келет. Мындан абсолюттук кара нерседен нурланган энергия үчүн Стефан-Больцмандын закону келип чыгат (E=σT^4, *мында* σ – Стефан – Больцмандын турактуулугу).

Планк формуласын төмөндөгүдөй жазган: $f(\nu) = n(\nu)h\nu$ (2.2), мында $n(\nu)$ – кванттардын саны, ал эми $h\nu$ - кванттын энергиясы.

Планктын божомолу, микродүйнөнүн кубулуштары классикалык физиканын закондоруна баш ийбестигин көрсөттү. Планктын ачылышы андан кийинки жылдарда жаңы теорияны – жарыктын кванттык теориясын жана

заманбап физиканын жаңы бөлүгүн – кванттык механиканы түзүүгө алып келди.

Фотоэффект жана анын теориясы. Фотоэффект кубулушун окутууну баштаарда, бул кубулуштун ачылышы жана анын закончөнемдүүлүктөрүн окуп үйрөнүү, жарыктын жаратылышы боюнча көз караштардын өнүгүшүндө негизги ролду ойногондугун белгилеп кетүү максатка ылайыктуу [128]. Андан соң мугалим окуучуларга фотоэффект деген сөз эки чет тилинен алынгандыгын, башкача айтканда фото – грек сөзүнөн жарык, ал эми эффект – латын сөзүнөн аракет дегенди билдирээрин жана экөө биригип жарык аракети деген маанини берээрине токтолуп кетүүсү шарт. Фотоэффект кубулушун биринчи болуп немец физиги Генрих Герц 1887-жылы тапкан. Ал, чыңалууда искралык (учкундоо) абалда турган электроддорду ультрафиолеттик нурлар менен жарыктандырса, электроддордо чыңалуу аз учурунда разряд болоорун байкаган. Бирок Герц бул кубулушту түшүндүрө алган эмес.

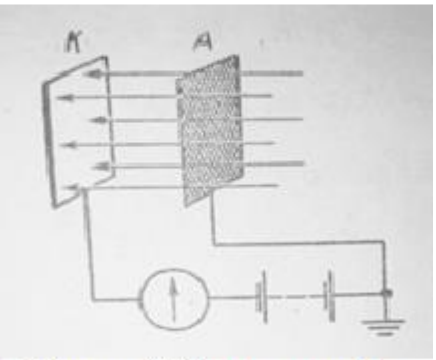
Москва университетинин профессору Александр Григорьевич Столетов (1839-1896) бул кубулушту кылдаттык менен изилдеп, электроддун затынан жарыктын таасиринен терс заряддардын бошонуп чыгышы аркылуу гана Герц ачкан кубулушту түшүндүрүүгө боло тургандыгын болжолдогон. Төмөнкү тажрыйбадан А.Г.Столетов тарабынан айтылган жыйынтык туура болгондугуна окуучулар ынанышат.

Электрометрдин стерженине жакшы тазаланган цинк пластинкасын орнотушат (2.1-сүрөт). Жүн менен оролгон эбониттик таякчалардан электрометрдин стерженине жана пластинкасына терс зарядды берип, электрдик жаанын (дуганын) же сымап-кварцтык лампадан ультрафиолетивдик нурду пластинкага багытташат. Ультрафиолеттик нурдануунун аракетинен электрометрдеги пластинка разряддалат. Пластинкага келип түшкөн жарыктын агымы канчалык көп болсо, ошончолук разряддалуу тез

2.1-сүрөт. Металлды жарыктандырууда электрондордун бөлүнүп чыгышынын демонстрациясы.

болот. Эгерде электрометрге жибекке сүртүлгөн айнек таякчасынан терс заряд берсек, анда ультрафиолеттик жарык менен пластиканы жарыктандырууда электроскоп разряддалбайт.Тажрыйбадан металлды жарыктандырууда андан терс заряддар (электрондор) бөлүнүп чыгат деген жыйынтык чыгат.

А.Г.Столетов фотоэффект кубулушун үйрөнүүгө сезгич гальванометрди пайдаланып, анын негизги закондорун ачкан. Ал өз изилдөөлөрүн 2.2-сүрөттө көрсөтүлгөн түзүлүштүн жардамында жүргүзгөн. Мында *А* – ток булагынын оң уюлу менен туташтырылган металл сеткасы, *К* – ток булагынын терс уюлу менен туташтырылган жана электр жаасынын жалыны менен жарытылган цинк пластинкасы. Пластинка жарык берилгенге чейин гальванометр чынжырда токтун бардыгын көрсөтпөйт. Электрдик жаадан ультрафиолеттик жарык менен *К (катод)* электродун жарыктандырууда, чынжырда ток пайда болот. Муну гальванометрдин стрелкасынын жылышынан көрсө болот.Ток булагынын терс уюлуна туташтырылган пластинканы жарыктандырууда пайда болгон ток *фототок* деген атты алган.

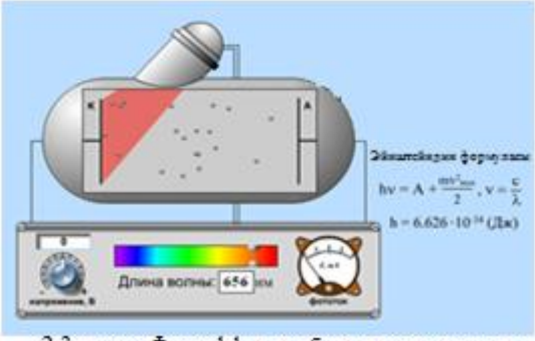


2.2 -сүрөт. А.Г.Столетов тажрыйба жүргүзүү үчүн колдонгон түзүлүштүн схемасы.

А.Г.Столетов терс электродду туруктуу жарыктандырууда чыңалуудан фототоктун күчүнүн көз карандылыгын изилдеген. Ал *А* жана *К* электроддорунун арасындагы чыңалууну чоңойткондо, фототоктун күчү көбөйөөрүн жана кээ бир маанилеринде чыңалуу максималдык мааниге жетээрин байкап, аны *каныккан фототок* деп атаган. Каныккан фототокто катоддон чыккан бардык электрондор анодго жетет.

Кийинчерээк Столетов катод жана анодду кварц терезеси бар айнек балонуна жайгаштырган жана андан абаны сордуруп таштаган. Кварц терезеси катодго ультрафиолеттик нурлары тийиш үчүн жасалган. Мындай түзүлүш *фотоэлемент* деген атты алган. Фотоэлементтердеги тажрыйбалардан фотоэффекттин негизги закондору ачылган [74].

Бул фотоэлементтердин жардамында А.Г.Столетов жүргүзгөн тажрыйбалардын маанисин ачып берүүчү тажрыйбалар гана жүргүзүлүшү мүмкүн. Тажрыйба жүргүзүү үчүн түзүлүш 2.3-сүрөттө көрсөтүлгөн. Ток булагынын чынжырын бириктирип, катодго жарык берилбесе гальванометр чынжырда ток бардыгын көрсөтпөй тургандыгына окуучулардын көңүлүн бурабыз. Чагылткычка ээ күчтүү электр лампасынан жарыкты катодго багыттап жана фотоэлементти ачуу менен чынжырда токтун пайда болушу көрүнөт. Эгерде фотоэлементтин катодун ток булагынын оң уюлу менен туташтырсак, ага кандай гана чоңдукта жарык берилбесин, чынжырда фототок пайда болбойт.



2.3-сүрөт. Фотоэффект кубулушун аныктоочу курулма.

Мына ушул тажрыйбанын негизинде фототок жана анын пайда болушу боюнча окуучулардын көз карашы (жөнгө салынат) конкреттештирилет.

Фотоэлементке берилүүчү чыңалууну бара-бара чоңойтуп, жарык булагы фотоэлементтен 1 м аралыкта жайгашкан шартта каныккан фотоктокту алууга аракеттенишет. Тажрыйба үзгүлтүксүз жарыктандыруу учурунда, фототоктун күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгы графигин доскага түзүү менен коштолот.

Лампаны болжол менен 0,5 м ге фотоэлементке жакындатып тажрыйбаны кайталашат. Бул учурда катоддун жарыктуулугу чоңойгондугун, демек, ага түшкөн жарык агымы көбөйгөндүгүнө көңүл коюшат. Фотоктун күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгынын графигин дагы түзүшөт. Эки учурда алынган графиктерди окуучуларга салыштыруу сунушталат. Бул салыштыруу, *катодго келип түшкөн жарык агымы канчалык көп болсо, ошончолук каныккан фототок көп болот* деген жыйынтыка алып келет.

Жарыктын аракетинен металлдан электрон бөлүнүп чыгаары аныкталгандан кийин гана каныккан фотоктун жарыктуулук бетинен көз карандылыгын түшүндүрүүгө мүмкүнчүлүк пайда болгондугун айтабыз.

Жарыктуулук канчалык чоң болсо, ошончолук металлдан электрондор бошонуп чыгат жана фототоктун күчү ошончолук чоңоет.

Андан кийин, фототок металлдан бошонуп чыккан электрондордун ылдамдыгынан да көз каранды экендигин белгилейбиз: *учуп чыккан фотоэлектрондордун кинетикалык энергиясы жарык агымынын түшүшүнөн көз каранды эмес, ал аракеттеги жарыктын толкун узундугунан көз каранды. Телого келип түшкөн жарыктын толкун узундугу канчалык кичине болсо, учуп чыккан электрондун энергиясы ошончолук чоң болот.* Бул эксперименталдык жактан далилденген факт фотоэффектин экинчи закону деген атты алган.

Ар кыл толкун узундугундагы жарык нурлары затка ар түрдүү аракет этишээрине окуучуларды ынандыруу керек. Алдыңкы түзүлүшкө турактуу жарык булагынын абалында нурлардын жолуна ар түрдүү жарык фильтрлерин койсок, фотоктун күчү өзгөрөт. Кызыл жарык фильтринде фототоктун күчү азаят (дээрлик 0 гө барабар болот).

Ар түрдүү металл пластинкалары менен жүргүзүлгөн тажрыйбалар, бир эле толкун узундуктагы нурлар ар түрдүү заттарга ар кыл аракеттенээрин көрсөтөт.

Бул изилденген кубулуш *ички фотоэффект* деп аталат.

Жыйынтыктаганда А.Г.Столетов тарабынан ачылган фотоэффектин негизги закондорунун кыскача айтылыштарына токтолобуз:

1. Жарыктын аракети менен убакыт бирдиги ичинде бөлүнүп чыккан электрондордун саны жарыктын интесивдүүлүгүнө түз пропорциялаш.

2. Бөлүнүп чыккан электрондордун энергиясы жарыктын жыштыгына түз пропорциялаш жана анын интенсивдүүлүгүнө көз каранды эмес.

3. Ар бир металл үчүн фотоэффект пайда болуучу жарык толкун узундугунун чек арасы болот. Жарыктын өтө чоң толкун узундугунда фотоэффект байкалбайт.

Окуучуларды ички фотоэффект менен тааныштыруу максатка ылайыктуу болот, анткени алар жарым өткөргүчтөрдүн электрдик касиеттери менен электомагнитизм бөлүмүндө таанышышкан. Ал жарыктын аракетинен кээ бир

заттарда электр заряддарын эркин ташуучулардын санынын көбөйүшү менен мүнөздөлөт. Жыйынтыгында заттын электр өткөрүмдүүлүгү жогорулайт (каршылык азаят). Бул кубулуш жарым өткөргүчтөрдө жана диэлектриктерде байкалат.

Жарыктын аракетинен заттардын электр өткөрүмдүүлүгүн көрсөтүүчү түзүлүштөр *фоторезистор* деген атка ээ болушкан.

Фотоэффектин закондорун кайталап, ошол мезгилде үстөмдүк кылып турган электромагниттик теориянын негизинде, фотоэффектин закондорун түшүндүрүү маселеси окумуштууларга коюлгандыгына окуучулардын көңүлүн бурабыз. Качан гана жарыктын аракетинен металлдан электрондордун бошонушу аныкталгандан кийин гана, каныккан фототоктун беттин жарыктуулугунан көз карандылыгын аныктоочу, фотоэффектин биринчи законун түшүндүрүүгө мүмкүнчүлүк жаралган: *жарыктуулук канчалык чоң болсо, убакыт бирдигинде ичинде металлдан бошонгон электрондордун саны ошончолук көп жана фототок ошончолук чоң болот.*

Кыйынчылыктар фотоэффектин экинчи жана үчүнчү закондорун толкундук теориянын негизинде түшүндүрүүдө келип чыккан [171]. Бардык изилдөөлөрдөн, жарыктын аракетинен заттардан учуп чыккан электрондор, жутулган электромагниттик толкундардын эсебинен энергияга ээ болоору көрүнгөн. Толкундук теорияга ылайык жарык агымында энергия үзгүлтүксүз таралат. Мындан, беттин жарыктуулугу канчалык чоң болсо, ошончолук зат тарабынан жутулган жарык агымынын кубаттулугу артып, заттан учуп чыккан электрондордун кинетикалык энергиясы жана ылдамдыктары ошончолук чоң болуш керек эле. Бирок чындыгында тажрыйбалар көрсөткөндөй, заттан учуп чыккан электрондордун ылдамдыгы (энергиясы) жарыктуулуктан көз каранды болбой, бетке түшкөн жарыктын толкун узундугунан гана көз каранды: бетке түшкөн жарыктын толкун узундугун кыскартсак, заттан учуп чыккан электрондордун ылдамдыгы (жана энергиясы) артат.

Эксперименталдык далилденген бул фактыларды толкундук теория түшүндүрө албай калган. Бул жарык бул мейкиндикте таралуучу

электромагниттик толкундардын агымы деген көз караштын толук эместигин тастыктады. Ал жарыктын касиеттерин толук чагылта албады.

Мындан сырткары толкундук теориянын эмне себептен ар түрдүү металлдарга бирдей толкун узундуктагы жарык нурлары түрдүү аракеттенишээрин, эмне үчүн ар бир металлдын фотоэлектрдик эффекттик чек арасы үчүн өзүнүн толкун узундугу болушун түшүндүрүүгө мүмкүнчүлүгү болбоду. Өтө чоң толкун узундугуна ээ жарык нурлары фотоэффекти пайда кылбайт.

А.Эйнштейн "*кара нерсенин нурдануусун, фотолюминесценцияны, ультрафиолеттик жарык менен катоддук нурлардын мазмунун энергиянын дискреттүү таралышы менен гана түшүндүрүүгө болот*" – деп болжолдогон.

Андан кийинчерээк Эйнштейн жаңы идеяларды түзүүнү улантып төмөнкүдөй ойду айткан, "теориялык физиканын өнүгүшү, бизди жарыкты толкун жана эмиссиялык теориялардын бирдиктүү системасы катары кароого алып келди".

Ал толкундук теория түшүндүрө албаган төмөнкү суроолорду белгилеген: "Эмне үчүн фотохимиялык реакциянын болушу же болбошу жарыктын интенсивдүүлүгүнөн эмес, түсүнөн көз каранды? Эмне үчүн кыска толкундар узун толкундарга карганда химиялык жактан активдүү? Эмне үчүн фотоэлектрдик кубулуштардын негизинде жаралган катоддук нурлардын ылдамдыгы жарыктын интенсивдүүлүгүнөн көз каранды эмес?" [50].

Көптөгөн ой жүгүртүүлөрдөн кийин Эйнштейн, бир эле убакта нурдануунун толкундук да кванттык да түзүлүшү болуш керек деген жыйынтыкка келген, кийинчерээк *фотондор* деп аталган *жарык бөлүкчөлөрү* боюнча гипотезаны айткан. 1910-1913-жылдары кванттык идеялар спектроскопия жана атом теорияларына кирген. Оциляторлордун нурлануусу үзгүлтүктүү жүрөт жана $E = h\nu$ (2.3) кванттары менен аныкталат деген жыйынтык чыккан. Энергиянын электрондор тарабынан жутулушу да кванттар менен жүрөт. Жутулган кванттын энергиясы заттан электрондун бошонуп чыгуу жумушуна жана электронго кинетикалык энергия берүүгө сарпталат:

$$h\nu = A_{чыг} + \frac{m\vartheta^2}{2} \quad (2.4)$$

Жогоруда жазылган теңдеме Эйнштейндин теңдемеси деп аталат жана фотоэффектин бардык закондорун түшүндүрүүгө мүмкүнчүлүк берет; каныккан фототоктун жарыктуулуктан көз карандылыгын, металлдан бошонуп (учуп) чыккан электрондордун ылдамдыгынын көз карандылыгын, түшкөн жарыктын узундугунан жана фотоэффектин толкун узундугунун чек арасынын болушун. Бул эмгеги үчүн Эйнштейн 1921-жылы Нобель сыйлыгын алган.

Окуучулар Эйнштейндин формуласынын физикалык маанисин жакшы өздөштүрүшү жана маселе чыгарууда колдоно билиши үчүн, сабактын акырында ушул теңдеме менен байланышкан маселе чыгаруу максатка ылайыктуу.

Фотон жөнүндө түшүнүк. Нурлануунун кванттык касиеттерин окуучуларга белгилүү болгон бөлүкчөлөрдүн касиеттери менен салыштырып,чыгарууда жана жутулууда жарыкты жыштыктан көз каранды болгон $E = h\nu$ энергиялуу бөлүкчөлөрдүн агымы катарында кароого болот. Мындан бардык электромагниттик толкундар, анын ичинде, жарык толкундары да, толкундук касиети менен бирге бөлүкчө – кванттык (фотондук) түзүлүштө болоорун, кээ бир учурларда өзүн бөлүкчө сыяктуу алып жүрөөрүн көрсөткөн жыйынтыкка келебиз. Нурданууда жана жутулууда байкалган жарыктын касиети корпускулалык деп аталат. Жарык бөлүкчөсүнүн өзү *фотон* же *жарык кванты* деп аталат. Фотон жөнүндө түшүнүктү калыптандырганда анын төмөндөгү мүнөздөрүн жана айырмалоочу өзгөчөлүктөрүн карайбыз:

- фотон – материалдык бөлүкчө, электрдик нейтралдуу; фотондун энергиясы $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ (2.5) барабар, б.а., электромагнит толкунунун бөлүкчөсүнүн жыштыгы менен аныкталат;
- фотондун ылдамдыгы дайыма жарыктын вакуумдагы c ылдамдыгына барабар; жарыктын ылдамдыгы тууралуу айтылгандардын баары (бардык инерциялык эсептептөө системаларына салыштырмалуу чектүүлүк, акыры, инварианттуулук) фотонго да тиешелүү, себеби фотондор бул жарыктын өзү;

- фотон заттын бөлүкчөлөрүнөн айырмаланып (нуклон, электрон, мезондордон ж.б. жөнөкөй бөлүкчөлөрдөн) ал кыймылсыздык массасына ээ эмес.

Фотон массага ээ болбогондуктан, ал Ньютондун закондоруна баш ийбейт. Ошону менен бирге, аны тездетип да, басаңдатып да болбойт жана эч кандай күчтөр ага таасир кылбайт.

Фотон бөлүкчөлөргө бөлүнбөйт. Ал бүтүн гана чыгат, чагылат, сынат жана жутулат. Фотондун энергиясынын “алмашуусу” эки этапта кайрадан нурлануу жолу менен гана болушу мүмкүн: бир фотон жутулат, ал эми башкасы чыгарылат. Нурланып жаткан телодон фотондордун чыгышы стастикалык башаламан болот. Ошондуктан жарык агымында фотондордун концентрациясын флуктациялоого болот [145].

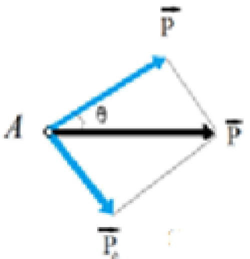
Жарыктын фотондук теориясын кабыл алуу корпускулалык теорияга кайтууну билдирбегенин белгилеп коюу керек. Ньютон жана анын жолун жолдоочулардын көз караштары боюнча, жарык корпускулалары ньютон механикасынын закондоруна баш ийген кадимки бөлүкчөлөр катарында каралуусу керек эле. Бирок, фотон классикалык корпускуладан электромагниттик толкундан ажырагыс байланыш касиеттери айрымаланат, б.а., анын энергиясы менен импульсу анын жыштыгы менен (же толкундун узундугу менен) аныкталат.

Ошентип, фотон экилик касиетке ээ – корпускулалык жана толкундук. Бул суроого кайталоо-жыйынтыктоо сабагында кайрылуу зарыл болот.

Фотондо импульстун бардыгынын негизги эксперименталдык далили заттарда рентген нурунун чачыроосун изилдеген учурда ачылган Комптондун натыйжасы (эффекти) болуп саналат. 1923-ж. А. Комптон жана андан көз карандысыз П. Дебай бул көрүнүштү кванттык теориянын көз карашы боюнча түшүндүрүшкөн. Анын маңызын кыскача карап көрөбүз: Классикалык электромагниттик теорияга ылайык чачыраган нурлануу затка түшкөн нурлануунун ошол эле жыштыгына (же ошол эле толкун узундугуна) ээ болуусу керек, б.а., нурлануунун бош электрондордо чачыроосу толкун

узундугунун өзгөрүүсү менен жүрбөшү керек. ν жыштыгындагы түшүүчү толкун ошондой эле жыштыктагы электрондорду аргасыз термелүүгө алып келет. Электрондор термелгенде ν жыштыктагы экинчи электромагниттик толкундарды нурдантат. Бул чачыраган нурдануу болуп эсептелет. Анын толкун узундугу $\lambda = \frac{c}{\nu}$ (2.6) түшүүчү нурдануунун толкун узундугуна барабар болушу керек.

Чачыроо кезиндеги толкун узундугунун өзгөрүүсүн түшүндүрүү $\mathrm{E} = \mathrm{h}\nu$ энергиясына жана $\rho = \frac{\mathrm{h}\nu}{\mathrm{c}} = \frac{\mathrm{h}}{\lambda}$ (2.7) импульсуна ээ болуп, жарыктын бөлүкчөсү болуп эсептелген фотондор жөнүндөгү түшүнүктөрдүн негизинде гана мүмкүн болду. Фотон электрон менен кагылышканда ага өзүнүн энергиясынын бөлүгүн берет. Фотон электрон менен кагылышканда энергиясы гана эмес, фотондун импульсу да модулу жана багыты боюнча өзгөрөт. Фотондун импульсунун бөлүгү электронго берилет. 2.4-сүрөттө фотондун импульсунун кагылышканга чейинки жана кагылышкандан кийинки вектору берилген. Кагылышкандан кийин ал $\overrightarrow{\mathrm{p}_\mathrm{e}}$ импульсуна ээ болот.



2.4-сүрөт. Фотондун импульсунун кагылышканга чейинки жана кагылышкандан кийинки импульсу.

Эгерде фотоэффект кубулушу фотон

$E = h\nu$ энергияга ээ экендигин далилдесе, Комптон эффекти фотондун $\rho = \frac{h\nu}{氾}$ импульсуна ээ экендигинин эксперимент жүзүндөгү далилдөөсү болот. Бул жагынан алганда фотон бардык башка элементардык бөлүкчөлөргө окшош келет. Ошентип, Комптондун эффекти фотондордун жашоосу жана аларда энергия жана импульстун бар экендигинин ишеничтүү далили болуп саналат.

Кээ бир фотондордун энергиясы аздыгына карабастан, бирдик кванттар менен аныкталуучу адамдын көзү ар түрдүү жарыктуулуктарды сезе алаарын окуучуларга жеткирүү керек. Советтер Союзунун көрүнүктүү окумуштуусу С.И.Вавилов, жарык агымынын кыска убактагы флуктуациясын байкап жатып, $\lambda = 510\, нм$ толкун узундугуна барабар кыска убакыттагы (вспышках) жарыктандырууда көз орточо 25 фотонду көрөөрүн аныктаган. Вавилов жарык

агымынын флуктуациясын байкагандыгын нурдануунун кванттык жаратылышынын негизги далили катары эсептеген.

Демек, жарык толкундук жана корпускулалык касиеттердин биримдигинен тураарын, б.а., касиеттердин дуализмине ээ экендигин окуучулар түшүнүшү керек.

Фотон жөнүндө билимди бышыктоодо, фотон – структуралык бирдик (жарык кванты) – жарыктын материалдык бөлүкчөсү экендигин баса белгилөө керек. Ал өзүнүн барлыгы менен жарыктын материалдуулугун демонстрациялайт; ал – талаа материясынан заттык материяга өтүүдөгү, бардык сапаттык таң калыштуу айланууларда “негизги аракеттенүүчү”. Фотон ар дайым c ылдамдыгы менен кыймылдайт. Жарыктын структуралык бирдиги болуп, электромагниттик талаанын массасын жана энергиясын ташыйт. Фотон менен заттын аракетинен жарыктын аракети келип чыгат.

Жарыктын ылдамдыгы сыяктуу эле фотондун ылдамдыгы инварианттуу чоңдук. Бирок, жарыктын заттагы ылдамдыгы $\frac{c}{n}$ ге барабар, мында n – абсолюттук сынуу көрсөткүчү, фотон пайда болгондон баштап анын ылдамдыгы бардык жерде ар дайым c га барабар. Фотон – абсолюттук бар калыптагы кыймылда жашаган жалгыз бөлүкчө (нейтринодон сырткары). Зат болбогондо ал түбөлүк жашашы мүмкүн эле, бирок затсыз ал пайда болбойт. Ал өздүк көлөмгө жана бетке ээ эмес. Мейкиндикте локализацияга, координатка жана траекторияга ээ эмес (ал – электромагниттик талаанын дүүлүгүшү). Массасы, спини, энергиясы, импульсу жок. Поляризацияланышы мүмкүн.

Фотон – материалдуу дүйнөнүн карама-каршылыгынын ачык көрүнүштөрүнүн бири.

Фотоэффектин турмушта колдонулушу. Фотоэлементтер. Теманы баштоодон алдың фотоэффектин ачылышы жарыктын табиятын тереңирээк түшүнүүгө мүмкүндүк бергендигине токтолуп, фотоэффект кубулушуна жана анын теориясын кайталайбыз. Окуучулар менен аңгемелешүүдөн кийин илимдин баалуулугу бизди куурчап турган дүйнөнүн татаал жана көп мүнөздүү

түзүлүшүн түшүндүрүүдө эле эмес, аны колдонуу менен өндүрүштү өркүндөтүүгө мүмкүнчүлүк берээрин жана анын бир мисалы болуп фотоэффекттин турмушта колдонулушу экендигин белгилейбиз.

Андан кийин мындай жетишкендиктер фотоэлементтерди ойлоп табуунун натыйжасында мүмкүн болгондугун айтып фотоэлементке аныктоо беребиз. Фотоэлементтер деп фотодиоддорду, фоторезисторлорду, фототранзисторлорду жана жарыктуулуктун интенсивдүүлүгүнүн өзгөрүшүнө таасирленүүчү түзүлүштөрдө датчик катары колдонулуучу башка жарыкты сезүүчү приборлорду айтабыз. Мында жарык энергиясы электр тогунун энергиясын башкарат же жарык энергиясы электр энергиясына өзгөртүлүп түзүлөт. Фотоэлементтин иштөө принцибин менен 9-класстын окуу куралында берилген сүрөттүн жардамында түшүндүрөбүз.

Фотоэлементтер вакуумдук (сырткы фотоэффект боюнча) жана жарым өткөргүчтүк (ички фотоэффект боюнча) болуп экиге бөлүнөт. Жарым өткөргүчтүү фотоэлементтер спектрдин ар түрдүү областында жогорку сезгичтүүлүккө ээ жана механикалык жактан бышык болушат. Фотоэлементтердин касиеттери алардын колдонулуучу областын аныкташат.

Учурда фотоэлементтер күн батеряларында, реле менен комбинацияда – көрүүчү автоматтарда (метро тосмолору, маяктар, көчө жарыгы ж.б), компакт-дисктердеги информацияларды эсептөөчү түзүлүштөрдө, жарык агымын өлчөгүчтөрдө, телевидениенин сүрөттөлүшүн кабыл алгычтарда жана түнү көрүүчү приборлордо, үндүү тасмаларда колдонулууда [168]. Буларга мисал катары төмөнкү 2.5-сүрөттү көрсөтүүгө болот.

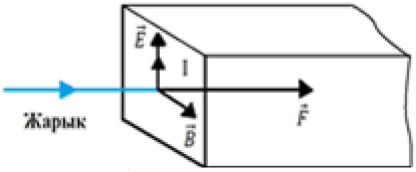
2.5-сүрөт. Фотоэлементтердин турмушта колдонулушу.

Сабактын аягында өз алдынча фотоэлементтердин турмушта колдонулушун окуп келүүнү үйгө тапшырма катары берүү да пайдалуу болот [128].

Жарыктын басымы. П.Н.Лебедевдин жарык басымы боюнча тажрыйбалары, жарык кванттарында механикалык импульстун бар экендигинин биринчи эксперименталдык далили болуп саналат. Лебедевдин тажрыйбаларын окутууда, анын тажрыйбалары Максвеллдин жарыктын электромагниттик теориясын далилдегенден сырткары, андан жарыктын басымы боюнча жыйынтык чыгаргандыгын белгилеп кетүү максатка ылайыктуу. Булар жарыктын кванттык теориясы менен салыштырмалуулук теориясынын ортосундагы негизги идеялардан болуп саналат. Жарыктын импульска ээ болушу жана анын натыйжасында жутуучу тегиздике басым жасаган факт, Эйнштейндин масса менен энергиянын байланыш законун келтирип чыгарууда фундаменталдык ролду ойногон. Жарыктын басымын өлчөө үчүн жүргүзүлгөн Лебедевдин классикалык тажрыйбалары, Вавиловдун айтуусу боюнча, Эйнштейндин законунун биринчи эксперименталдык далили болуп эсептелет.

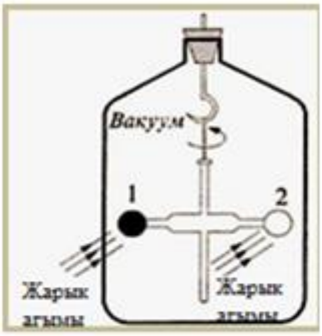
Жарыктын басымы боюнча биринчи гипотеза 1619-жылы немец астроному И.Кеплер тарабынан Күн нурунун аракетинин натыйжасында кометалардын куйругунун чубалжышын байкоо учурунда айтылган.

Толкундун электр талаасынын таасири астында телолордогу электрондор термелүү жасашат. Мындан электр тогу пайда болот. бул ток электр тогун бойлото багытталган. Иреттүү кыймылдагы электрондорго магнит талаасы тарабынан Лоренц күчү таасир этет. Сол кол эрежеси боюнча Лоренц күчү толкундун таралуу жагына багытталган (2.6-сүрөт). Мунун өзү жарык басымынын күчү болот.



2.6-сүрөт

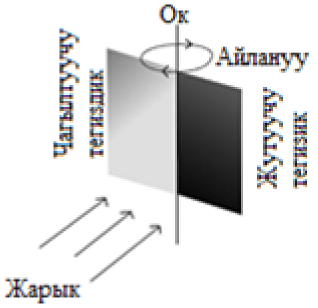
Эми Лебедевдин тажрыйбасына токтололу. Максвеллдин теориясынын тууралыгын далилдөө үчүн



2.7-сүрөт.П.Н.Лебедевдин жарыктын басымын өлчөгөн курулмасынын түзүлүшү.

жарыктын басымын өлчөө маанилүү болгон. Жарыктын басымынын өтө эле кичинелигинен муну ишке ашыруу натыйжасыз болуп келген. 1900-жылы биринчи болуп жарыктын басымын П.Н.Лебедев өлчөгөн. Анын прибору четтерине жеңил канатчалар чапталган ичке айнек жибине илинген эң эле жеңил стерженден турган. Прибор бүт бойдон абасы сордурулган идишке жайгаштырылган (2.7-сүрөт). Жарык болсо стержендин бир жагына бекитилген канатчага түшкөн. Басымдын чоңдугун жиптин толгонуу бурчу боюнча аныктаган. Натыйжада катуу нерсеге болгон жарык басымы далилденип, алынган жыйынтык Максвеллдин алдын ала айткандары менен дал келген. Андан кийин Лебедев андан бир кыйла татаал болгон, газга болгон жарыктын басымын өлчөгөн [92].

Жарыктын басымынын себептерин карайлы. Заттын тынч абалында массага ээ болуучу кадимки бөлүкчөлөрдөй эле фотондор да импульска ээ. Нерсеге жутулган фотондор ага өзүнүн импульсун өткөрөт. Импульстун сакталуу законуна ылайык нерсенин импульсу жутулган фотондун импульсуна барабар. Ошондуктан тынч турган нерсе кыймылга келет (2.8-сүрөт). Нерсенин импульсунун өзгөрүүсү Ньютондун экинчи законуна ылайык телого күч аракет эткендигин билдирет.



2.8-сүрөт. П.Н.Лебедевдин курулмасынын иштөө принциби.

Сабактын аягында тарбиялык максатта Лебедев бул тажрыйбаларды 20 жылга жакын убакытта жүргүзгөндүгүн жана Москва шаарында биринчи физикалык лабораторияны түзгөндүгүн жана анын базасында биринчи СССРдин Илимдер академиясынын П.Н.Лебедев атындагы физикалык институт уюштурулгандыгын белгилеп кетүү максатка ылайыктуу.

Жарыктын химиялык аракеттери. Мурунку сабакта окуучуларга коюлган суроолорго төмөнкү эки суроону кошуу максатка ылайыктуу болот:

1. Жерде жашоо үчүн зарыл болгон процесстердин болуп жаткандыгына жарыктын басымынын орду барбы? Космосточу?

2. Жарыктын кандай кубулуштары жана аракеттери жарыктын кванттык теориясында теориялык түшүндүрүүгө ээ болушкан?

Аңгемелешүү учурунда окуучулар жарыктын кванттык теориясын кандай өздөштүргөндүгүн көзөмөлдөө жана текшерүү зарыл.

Химия курсунан жана турмуштук тажрыйбалардан окуучулар жарыктын аракетинен ар түрдүү химиялык реакциялар болоорун билишет. Жарык аракетинен болуучу химиялык реакциялар фотохимиялык реакциялар деп аталат. Алар жарыктын химиялык аракетин көрсөтөт. Бирок бул процесс микродүйнөдө кандай жүрөт жана макродүйнөдө кандай түшүндүрүлөт, сыртта кандай көрүнөт? Фотохимиялык реакцияларды теориялык жактан түшүндүрүү жарыктын кванттык теориясынын негизинде мүмкүн болду. Бул теорияга ылайык ар бир жутулган фотон бир молекуланын айлануусуна алып келет. Молекуланын кандайдыр бир түрдөн экинчи түргө айланышы химиялык процесс болуп эсептелет. Жогоруда айтылгандардын негизинде Лазарев фотохимиялык реакциянын негизги законун тапкан.

Жарыктын аракети менен өсүмдүктөрдүн жалбырактарында жана көпчүлүк микроорганиздерде маанилүү химиялык реакциялар жүрөт. Аларда Жердеги жашоо үчүн зарыл болгон процесстер бизге тамак-аш, дем алуу үчүн кычкылтек берет. Мына ушунун баары күн нурунун энергиясынын эсебинен болот. жарыктын өсүмдүктөргө жасаган аракети фотосинтез деп аталат. Фотосинтездин механизми азыркы күндө да аягына чейин аныктала элек. Ал толук чечилгенде адам баласы үчүн жаңы эранын башталышы мүмкүн.

Жарыктын химиялык аракетинин мисалы болуп фотография эсептелет. Ал грек сөзүнөн фото – сүрөт, графо – тартам, жазам деген сөзүнөн алынып, жарык менен тартуу же жарыкты жазуу деген маанини берет. Биринчи болуп Нисефора Ньепс жана Луи Дагерлердин ойлоп тапкан таң калыштуу аппаратын француз физиги Доминик Араго 1839-жылдын 7-апрелинде Париж илимдер академиясына билдирген. Ал “... мындан ары Күн нуру бүт айлананы сүрөттөөчү болуп жоошуду” – деп айткан.

Фотографиядагы эң негизги чындык – бул убакыттын токтошу болуп саналат (2.9-сүрөт). Буларды айткандан соң мугалим фотографияны алуунун механизмине токтолот.

2.9-сүрөт. Космос кемесинин сүрөтү.

Фотографиянын азыркы жетишкендиктерин, тактап айтканда, макро фотосьемка, камералар жана лазердик принтерлер, инфракызыл фотографиялар боюнча окуучуларга маалымат берүү да пайдалуу болот. Сабакты бышыктоо үчүн окуучуларга төмөнкү суроолорду берүү максатка ылайыктуу:

1. Фотохимиялык реакция деп эмнени айтабыз?
2. Жарыктын химиялык аракеттерине мисал келтиргиле.
3. Фотосинтез деген эмне? Анын Жердеги жашоо үчүн мааниси кандай?
4. Кайсыл окумуштуу фотографияны ойлоп тапкан?
5. Өтө караңгы комнатада сүрөткө тартууга болобу?

Рентген нуру. Бул тема окуу китебинде материал толук жана даана чагылдырылган. Ошондой болсо да сабакты өтүүдө төмөнкү тарыхый маалыматтарга токтолуу окуучуулардын сабака болгон кызыгуусун арттыруу үчүн пайдалуу болот деп ойлойбуз.

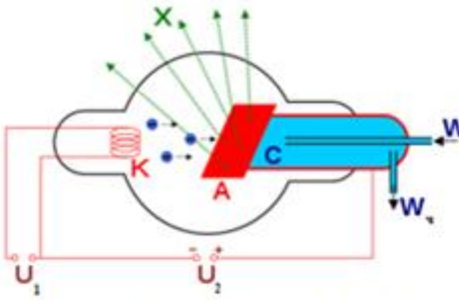
1895-жылдын 8-ноябрында кечинде немец шаары Вюрцбургда, Рентген вакуумдук трубканын жардамында электрдик разряддарга тажрыйба жүргүзүп жатып, трубканын жанында жайгашкан экрандын жаркыроосун көргөн (2.10-сүрөт). Трубка өзү көрүнүүчү жана ультрафиолеттик нурларды өткөрбөөчү кара материал менен тосулгандыктан, Рентген экрандын жаркыроосун кандайдыр бир көрүнбөгөн жаңы нурлар пайда кылат деп болжолдогон. Жаңы нурларды ал X-нурлары деп атаган. Кийинчерээк алар *рентген нурлары* деп аталган.

2.10-сүрөт. Рентген тажрыйба жүргүзгөн курулма.

Бул ачылышты Рентген эч кимге айтпастан, жети жума бою ал универститеттен чыкпастан жаңы нурлардын касиеттерин изилдеген. Тажрыйбалардын жүрүшүнөн ал, Х-нурлары өтө жогорку өткөрүмдүүлүккө ээ экендигин аныктаган. Нурлар 1000 барактан турган китептен, калыңдыгы 1,5 см болгон алюминий пластинкасынан өткөн. Ал трубка менен экрандын ортосуна өзүнүн колун койгондо экрандан колунун начар сүрөттөлүшүнүн фонунда сөөктөрдүн кара тактарын экрандан көргөн (2.11-сүрөт).

2.11-сүрөт. Рентген апаратынан алынган колдун сүрөтү.

Рентген өзүнүн изилдөөлөрүн 1895-жылдын аягында жергиликтүү журналга жарыялаган. Бул макала илимий чөйрөдө чоң кызыгууну жараткан. Рентген бир түндө жөнөкөй профессордон, дүйнөдөгү атактуу окумуштууга айланган. Ал бардык телолор бул нурлар үчүн ачык деп жазган. Анын эксперименттери тез эле башка окумуштуулар тарабынан тастыкталып, 1901-жылы физика боюнча биринчи Нобель сыйлыгын алган.



2.12- сүрөт. Рентген түтүкчөсүндө ренген нурунун алынышы.

Азыркы учурда рентген нурларын рентгендик трубкалар деп аталуучу атайын түзүлүштөрдүн жардамында алышат (2.12-сүрөт). Трубка ичинде катод К, анод А жана антикатод АК деп аталган металлдык пластинкадан турат. Катод аркылуу электр тогу өткөн убакта ал ысып электрондорду чыгарат. Электр талаасынын таасиринен электрондор өтө чоң ылдамдыка ээ болуп, анодко карай учушат. Антикатод менен кагылышуунун натыйжасында электрондор чукул тормоздолушуп, электромагниттик нуларды чыгара башташат. Мына ушул рентген нуру болот. Рентген өзү нурлардын толкундук касиетин таба алган эмес. 1912-жылы немец физиги М.Лауэ рентген нурларынын толкун узундугунун диапазону 10^{-7}м ден 10^{-14} м ге чейин болоорун тапкан.

Рентген нуру ачылаары менен анын практикалык колдонулушу, айрыкча медицинада колдонулушу анык болгон. Рентген айтып чыккандан 13 күндөн кийин 1896-жылдын 20-январында Дартмунда (АКШ), врачтар рентген нурунун жардамында пациенттин сынган колун көрүшкөн.

Рентген нурун реклама-коммерциялык максатта биринчилерден болуп Т.Эдисон пайдаланган. Ал 1896-жылдын май айында Нью-Йоркто көргөзмө уюштурган. Каалочулар экрандан өздөрүнүн колдорунун сүрөттөлүшүн көрө алышкан.

Рентген нурларынын илимий мааниси өтө чоң. 7 жолу нобельдик премиялар рентген нурлары боюнча жүргүзүлгөн иштерге берилгендиги буга далил боло алат. Алар:

•1914-жыл, рентген нурларынын дифракциясынын ачылышы (М.фон Лауэ);

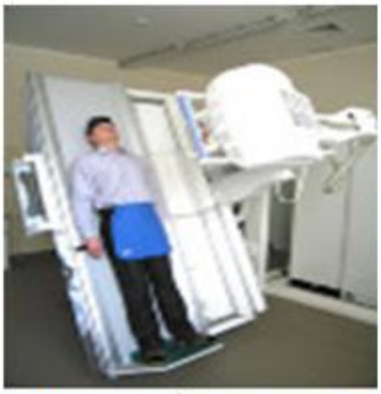
• 1917-жыл, мүнөздөөчү рентген нурларынын ачылышы (Ч.Баркле);

• 1924-жыл, рентген нурларынын диапозонундагы спектрлерди изилдөөгө (К.Сигбану);

• 1927-жыл, заттардагы эркин электрондордо рентген нурларынын чачырашынын ачылышы (А.Комптон);

• Рентген нурларынын дифракциясы жана электрондордун жардамында молекулалык структураны изилдөөгө кошкон салымы үчүн (П.Дебай);

• 1979-жыл, рентген томографиясын жасагандыгы үчүн (А.Кормак жана Г.Хаунсфилд) (2.13-сүрөт).


2.13-сүрөт. Рентген томографиясы.

Рентгендик нурдануунун эки түрү бар: тормоздук жана мүнөздөөчү (жумшак). Жогорку ылдамдыктагы электрондор тормоздолгон кезде пайда болгон нурлануу тормоздук *рентген* нуру деген атты алып жүрөт. Ал эми электрондордун белгилүү бир энергиясынан кескин түзүлүшкө ээ нурлануу *мүнөздөөчү* рентген нуру деп аталат. Бул нурлануу үзгүлтүксүз түрдө тормоздук нурланууга кошулат. Мүнөздөөчү нурлануунун келип чыгуу

механизми, атомдордун сызыктуу нур чыгаруусу жана атомдордун энергиянын жогорку деңгээлинен төмөнкүсүнө өтүшү менен байланыштуу. Мындай көрүнүш оптикалык нурланууда болушу мүмкүн эмес. Бул айрымачылыктын себеби болуп, атомдун ички катмарларына электрондордун өтүүсүнүн натыйжасында рентгендик спектр пайда болот. Атомдордун химиялык байланышы жана заттын агрегаттык абалдарынын өзгөргөндө, атомдордун ички катмарлары өзгөрбөйт. Ушунун натыйжасында, мүнөздөөчү рентген нурларынын жардамы менен минералдардын жана башка катуу телолордун составын аныктоого мүмкүн.

Рентгендик нурдануунун жогорку өтүп кетүү жөндөмдүүлүгү – анын эң мыкты касиеттеринин бири. Бул рентгендик кванттардын жогорку энергиясы менен түшүндүрүлөт.

Рентгендик нурдануунун булагы болуп атайын (рентгендик) трубкалар гана эсептелбейт. Рентгендик нурдануунун булагы катары бетатрон – электрондорду индукциялык күчөткүч да колдонулат. Кээ бир радиактивдүү элементтер да мүнөздөөчү рентген нурларын чыгарышат.

§ 2.2. Атомдук физиканы окутуунун методикасы

“Атомдук физика” бөлүмүндө окуучулардын узак убакыт бою ушул суроо боюнча окугандарынын жыйынтыгы чыгарылат. Заттардын түзүлүшү боюнча идеялар химия жана физиканын бардык курстарына киргизилген. Атом физикасын окуганга чейин, 9-класстын окуучулары көптөгөн химиялык жана физикалык кубулуштар менен кездешип, атом татаал түзүлүштө экендигин билишкен. Төмөндөгү суроолорду берүү, окуучулардын билимдерин жалпылоо үчүн пайдалуу болот: электрондордун ачылышы жана алардын касиеттерин изилдөө, атомдордун химиялык касиеттери менен заттын электрондук катмарларынын структурасынын байланышы, заттардын электрдик жана магниттик касиеттери. Бул фактылар жана кубулуштар атомдун түзүлүшүн окуп үйрөнүү үчүн чоң мааниге ээ. *Атомдун ички дүйнөсүн башкаруучу физикалык закондор кандай? Бул закондордун эксперименталдык негизделиштери кандай?* – деген суроолор окуучуларды таанып билүү проблемасына алып келет.

Бул бөлүмдө камтылган темаларды негизги мектепте окутууга программада 8 саат каралган. Жогоруда түзүлгөн тематикалык планга таянып, атом физикасынын негиздери бөлүмүндөгү темаларды окутуунун методикасын өркүндөтүү боюнча сөз кылабыз.

№	Сабактын темасы	Сабактын планы
1-сабак	Микробөлүкчөлөрдүн корпускула-толкундук дуализми	1. Жарыктын корпускула-толкундук дуализми 2. Де Бройлдун гипотезасы 3. Жермер-Девиссондун тажрыйбасы
2-сабак	Атомдун моделдери жана анын эксперименталдык негизделиши	1. Томсон модели 2. Резерфорддун тажрыйбасы 3. Бышыктоо үчүн маселе иштөө
3-сабак	Атомдун модели менен байланышкан кыйынчылыктар	1. Атомдун планетардык модели 2. Моделди колдонууда келип чыккан кыйынчылыктар
4-сабак	Атомдун нурланышы боюнча Бордун постулаттары	1. Бордун постулаттары 2. Дж.Франк жана Г.Герцтин тажрыйбасы
5-сабак	Суутек атомунун спектри	1. Стационардык абал 2. Энергетикалык деңгээл
6-сабак	Лазер нурлары	1. Аргасыз нурлануу 2. Лазердин иштөө принциби

		3. Лазерлердин турмушта колдонулушу
7-сабак	Голография жөнүндө түшүнүк	1. Голография деген эмне? 2. Голографиянын иштөө принциби
8-сабак	Нанотехнология жөнүндө түшүнүк	1. Нанотехнология 2. Нанотехнологиялардын турмушта колдонулушу

Микробөлүкчөлөрдүн корпускула-толкундук дуализми. Бул тема жаңы сунушталып жаткандыктан, анда кайсыл маалыматтар камтылышы керек деген суроо жаралат. Бул тема өтө көп маалыматты камтыгандыктан, тактап айтсак, де Бройлдун толкунунун касиеттерин, Гейзенбергдин аныксыздыгынын математикалык аппараттары өтө татаал болгондуктан, аларды берүүгө болбойт. Бирок маалымат иретинде кванттык механиканын башталышында ушул айтылгандар маанилүү орунда тургандыгын белгилеп кетүү максатка ылайыктуу. Ушул жогоруда айтылгандарды эске алып, биз сабактын иштелмесинин үлгүсүн берүүнү туура таптык.

Сабактын структурасы, технологиясы жана мазмуну:

Сабактын темасы: Микробөлүкчөлөрдүн корпускула-толкундук дуализми. Де Бройлдун гипотезасы.

2. Сабактын планы:

I. Атомдун модели менен байланышкан кыйынчылыктар деген тема боюнча окуучулардын билимин актуалдаштыруу.

Метод: суроо-жооп иретинде аңгемелешүү, фронталдык суроо

II. Коюлуучу проблема: Микродүйнөдөгү туннелдик эффектти байкоо

2.1. Корпускула-толкундук дуализм

Метод: башкарылуучу оюн « Мен-бөлүкчө, сен-толкун»

2.2. де Бройлдун гипотезасы

Метод: Компьютердик технологиянын жардамында проблемалуу сүрөттөө, акыл чабуулу.

3. Максаты жана маселеси: таанышуу методу

Мазмундук мүнөздө:

- Окуучулардын кванттык физика предмети жана анын кыйынчылыктары боюнча жарыктын эки жактуулук жаратылышын башкарылуучу оюн аркылуу билимдерин активдештирүү;
- Кванттык физика жөнөкөй кабыл алууга мүмкүн болбогон өзгөчө жол менен микродүйнөнү таанырын калыптандыруу;
- Де Бройлдун гипотезасын окуу үчүн корпускула-толкундук дуализм боюнча билимди кеңейтүү.

Методологиялык мүнөздө:

- ишмердүүлүктү системалоонун рамкасында окуучулардын чыгармачылык алгоритмин жана системалуу ойлонуусун калыптандыруу (фактыларды салыштыруу, анализ жана синтез, проблемалык ситуациядан чыгуу);

- Кванттык механиканын математикалык аппараты менен таанышууда теориялык ойлонуусун калыптандыруу;
- Сүйлөө жөндөмүн өнүктүрүү, өз алдынча ой жүгүртүүгө жана оюн айтууга, жалпылоого жана жыйынтык чыгарууга калыптандыруу
- Изденүүчү активдүүлүгүн козгоочу шарттарды түзүү, изденүүчү машыгууларды табуу, жаңы информацияларды колдонууга жана иштетүү, өз алдынча билим алууга жана өзүн өстүрүүгө калыптандыруу.

4. Окутуу методдору жана окуу ишмердүүлүгүн уюштуруунун формалары:

Методор:

- маалыматтык-илюстративдик презентацияны колдонуу аркылуу материалды берүүдө информациялык-рецептик;
- өтүлүп жаткан материалга негизделген мугалим менен окуучунун ортосунда диалогко чакыруучу түшүнүүгө-түрткү берүүчү (бул темада «ультрафиолеттик катастрофа» маселесин чечүү)
- проблемалуу: материалдык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиетке ээ болушу, бөлүкчөлөрдүн потенциалдык тоскоолдуктардан өтүшү;
- жарым-изденүүчү, электрондордун чачырашы боюнча Дэвиссон-Джермердин тажрыйбаларын анализдөөдө.

Сабактын формасы жана түрү:

- Аралаш.

5. Колдонулуучу каражаттар:

- Сабакты презентация көрсөтүү үчүн интерактивдүү-мультимедиялык жабдуу

Сабактын жүрүшү:

I Сабакты уюштуруу. Билимди актуалдаштыруу (5 минут)

- Саламатсыңарбы балдар! Бүгүн биз силер менен заманбап кванттык физиканын таң калыштуу дүйнөсү менен таанышууну улантабыз. Бүгүн биз силер менен заманбап физиканын идеяларын талкуулоого аракеттенебиз жана алардын философиялык жыйынтыгын карабайбыз.

- Демек, эстеп көрөлү, кванттык физиканын калыптанышы кайсыл кубулушка байланыштуу болгон? (АКТ нурдануусу)

- бул кубулушту түшүндүрүү кандай кыйынчылыктар болгон? (физиканын классикалык закондору байкалган кубулушту түшүндүрүүгө алсыз болуп калган, ультрафиолеттик катастрофа пайда болгон)

- Илимде пайда болгон карама-каршылыкты ким кантип чечкен? (Макс Планк, энергия $E=h\nu$ энергиясына ээ кванттар түрүндө нурланат деп сунуштаган)

- Ошол мезгилде физиктер Планктын гипотезасын кандай кабыл алышкан? (аны табигый эмес жасалма деп эсептешкен)

- Окумуштуулардын кимиси Планктын гипотезасын кийин колдонгон? (А. Эйнштейн фотоэффекттин теориясын түзүүдө жана Н. Бор атомдун туруктуулугун түшүндүрүү үчүн айтылган постулаттарында)

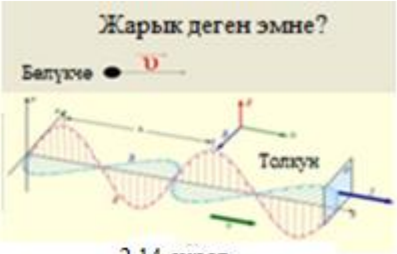
- Бордун теориясынын кыйынчылыктары эмнеде болгон? (Суутектин атомуна гана колдонулгандыгында)

II Жаңы тема

2.1 Корпускула-толкундук дуализм (10 мин)

- Мурунку сабактарда биз Планктын илимий ачылышынын татаал тагдыры менен таанышканбыз. Бирок анын теориясына Эйнштейн ишенгени жакшы болгон. Эйншейн анын жарык кванттары боюнча айтылган гипотезасын пайдаланып 1905-жылы фотоэффектке теориялык түшүндүрмө берген.

- Демек, биздин алдыбызга кайрадан эле “Жарык деген эмне: толкунбу же бөлүкчөлөрдүн агымыбы?-деген суроо жаралат (2.14-сүрөт).



2.14-сүрөт.

Мен азыр силердин билимиңерди текшерүүнү сунуштаймын. Бул үчүн силер 2 командага – Гюйгенсти колдогондор жана Ньютонду колдогондор болуп бөлүнгүлө. Бөлүндүңөрбү! Азаматтар!

Оюндун эрежеси менен тааныштырайын. Ар бир окумуштуунун колдоочулары каршы командага жарыктын толкундук жана корпускулалык жаратылышы боюнча далилденген фактыларды айтышат. Мисалы, Гюйгенстин командасы айтат: «Жарык – бул толкун. Жарык агымдары кесилишкенде бири-бири менен эч аракеттенишпейт. Эгерде жарык бөлүкчөлөрдөн турса алар сөзсүз чачырап кетет.» Жооп катары Ньютондун командасы жарыктын корпускалылык жаратылышынын дадилдерди айтышат. Ушундай жол менен окуучулар өздөрүнүн жарык агымдарынын кесилиши, интерференция, дифракция, поляризация, жарыктын түз сызыктуу таралышы, жарыктын нурланышы жана жутулушу, фотоэлектрдик эффект боюнча өз билимдерин актуалдаштырышат. Окутуучу оюндун жыйынтыгын чыгарып, бардык катышкандар сабактын аягында сөзсүз бааланарын айтат.

2.2. Де Бройлдун гипотезасы (10 мин)

- Урматтуу окумуштуулар мындан эмне келип чыкты? Эгерде биз дүйшөмбү күнү интерференцияны карасак, анда жарык – бул толкун, ал эми бейшембиде фотоэффекте, жарык – бул бөлүкчө. Биз бул кара-каршылыктан кантип чыгабыз? Азыркы физика бул суроолорго төмөндөгүдөй жооп берет: жарык – бул фотондордун агымы, ал эми фотондор – бир эле мезгилде толкундук да, корпускулалык да касиеттерге ээ болгон электромагниттик нурлануунун кванттары. Биз силер менен буга чейин толкундук жаратылышка ээ макродүйнөнүн физикасы менен (жарык, үн) таанышып келгенбиз, ошондуктан жаңы теорияны элестетишибиз кыйынчылыкты жаратат. Ошондуктан биз силер менен ойлонуунун жаңы тепкичине чыгышыбыз керек. Анткени жаратылыш биз билгендерден татаал түзүлүштө болоору билинди.

Жарык кванттары – бул толкундар эмес, ал ньютондун корпускуласы да эмес. Булар энергиясы жана импульсу толкундук мүнөздө аныкталуучу өзгөчө бөлүкчөлөр.

$$E = h\nu; \quad p = h/\lambda \quad (2.1.8)$$

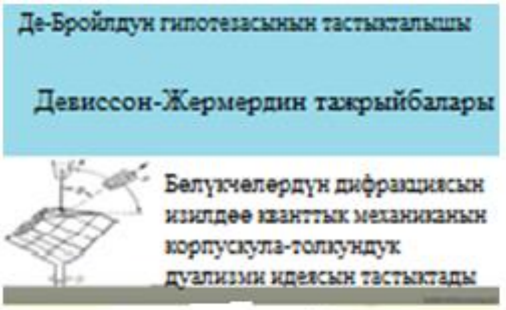
Ушуну менен эле корпускула-толкундук дуализм токтоп калбайт. Кайрадан эле биз адам акылынын күчтүүлүгүнө таң беребиз. Себеби, 1923-жылы француз физиги Луи де Бройль өзүнүн карьерасына таасирин тийгизүүчү гипотезаны айткан (2.15-сүрөт). Анткени анын айтканы башка окумуштуулар үчүн жомоктой туюлган. Ал корпускула-толкундук дуализм боюнча көз карашты бир материалдык бөлүкчөгө жалпылаган.

- Мындан эмне чыкты? Де Бройль микробөлүкчөлөр да толкундук касиетке ээ болуп жүрбөсүн деген божомолдоону биринчи коюп, электрондун толкундук касиети жөнүндөгү гипотезаны сунуштаган. Бирок, бул гипотеза классикалык механиканын законторуна карама-каршы келбегени менен макрообьекттерге колдонуунун зарылдыгы да жок.

2.15-сүрөт. Француз физиги Луи де Бройл

- Бизге белгилүү болгондой ар бир гипотеза тажрыйбада далилдениши керек. Ошол мезгилдеги окумуштууларды элестетип көрөлү. Микробөлүкчөлөрдүн толкундук касиетин байкоо үчүн, мисалы, электрондордун дифракциясын, тоскоолдук толкун узундугу менен кошо эсептөө зарыл болгон.

- Ойлонолучу, мындай тосколдукту кайдан алсак болот? (окуучулар ар түрдүү жолдорду айтышат. Кристаллдык торчоону колдонууга токтолобуз) Мугалим Девиссон-Джермердин тажрыйбаларын демонстрациялайт (2.16-сүрөт).

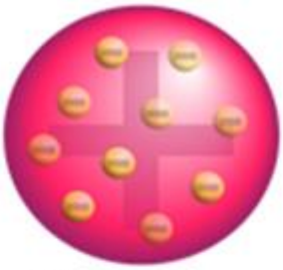


2.16-сүрөт. Девиссон-Жермердин тажрыйбасы.

- Азаматтар!, биз силер менен дифракциялык сүрөттөлүштү көрүп жатабыз. Экрандагы сүрөттөлүш бул пайда болгон рентген нурунун натыйжасы болушу мүмкүн деген да ойлор болгонун. Бирок тажрыйбасын заряддалган электрондорду гана кабыл алган Фарадейдин цилиндринде так аныктаган. Ошондуктан бул тажрыйба Девиссон-Джермердин тажрыйбасы деп аталган.

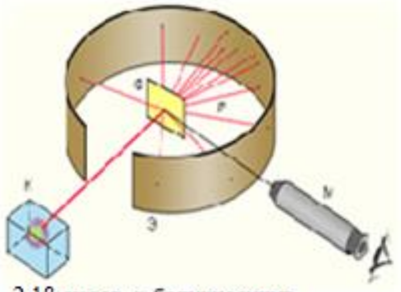
- Биздин сабак аяктап жатат. Бүгүн биз жаратылыштын сырдуу дүйнөсүнө тереңирээк киргенибизден кийин силердин дүйнөгө болгон көз карашыңар өзгөрдүбү? Биз силер менен кийинки сабакта атомдун моделдери менен таанышабыз. Баарыңар үчүн үйгө тапшырма: бүгүнкү өтүлгөн тема боюнча өзүңөрдүн көз каршыңарды жазып келгиле. Бааңарды уккула. Сабагыбыз бүттү. Көңүл бурганыңар үчүн рахмат!

Атомдун моделдери жана анын эксперименталдык негизделиши. Атомдун түзүлүшү боюнча биринчи гипотеза Дж.Томсон тарабынан сунушталгандыгынан сабакты баштоо максатка ылайыктуу деп ойлойбуз [130]. Бул жерде мугалим Томсон электрондун болушун далилдеп, анын зарядын жана массасын аныктагандыгын, электрон атомдун курамында болот деген идеяны айткандыгына токтолуп кетебиз. Бул моделге ылайык атом, ичинде терс заряддалган электрондор сүзүп жүргөн, бирдей оң заряддалган шарды элестет (2.17-сүрөт). Бул модель электрондук эмиссияны, атомдор тарабынан


2.17-сүрөт. Томсондун атомдук модели.

жарыктын жутулушун жана нурлануусун түшүндүрүүгө мүмкүндүк берген. Бирок бул моделдин тууралыгын же туура эместигин эксперименттин гана жардамында далилдөө маселеси жаралган.

Ушундай атомдун түзүлүшүнүн азыркы теориясын түзүүдө чечүүчү салым кошкон эксперименттердин бири болуп, 1909-1911-жылдарда Э.Резерфорд жана анын шакирттери тарабынан жүргүзүлгөн. Алар жүргүзгөн α-бөлүкчөлөрдүн чачырашы боюнча тажрыйбанын схемалык көрүнүшү 2.18-сүрөттө көрсөтүлгөн. Мында: К – радиоактивдүү зат салынган коргошундан жасалган кутуча (контейнер), Э – экран, Ф – алтындан жасалган фольга, М – микроскоп.


2.18-сүрөт. α-бөлүкчөсүнүн чачырашынын схемасы.

Резерфорддун тажрыйбасынын ички маңызын Flash технологиясынын негизинде түзүлгөн компьютердик моделдин жардамында окуучуларга түшүндүрүү ыңгайлуу болот. Бул тажрыйбанын компьютердик модели 3 этаптан турат. Тажрыйбаны демонстрациялоо үчүн компьютер, видеопроектор ж.б. керектелүүчү каражаттар болушу шарт. Демонстрациянын биринчи этабында биз окуучуларга тажрыйбанын схемалык түзүлүшүн көрүүгө мүмкүнчүлүк түзөбүз. Демонстрациянын биринчи көрүнүшүндө, бөлүкчөлөрдүн кыймылына жана алардын диафрагманын ичке фольгасынан өтүп экранга тийгенине байкоо жүргүзөбүз. Компьютерде дээрлик бардык бөлүкчөлөр диафрагманы тешип өтүп экранга тийгенде эч кандай өзгөрүү болбогондугу байкалат (2.19-сүрөт). Орто эсепте 2000 бөлүкчөдөн бирөө гана экранга тийгенде өзүнүн багытын өзгөртүп, кандайдыр бир бурчка кыйшайгандыгы көрүнөт. Бул жерде мугалим, бөлүкчөлөр атом менен тынымсыз кагылышат деген ой туура эместигин баса белгилеп, бул

2.19-сүрөт. Бөлүкчөлөр диафрагманы тешип өтүп экранга тийип жатканынын көрүнүшү.

жыйынтыкты Томсондун моделинин негизинде түшүндүрүүгө болбостугуна токтолот.

Андан соң мугалим компьютердик моделдин 2-этабына өтөт. Компьютердин мониторунда экрандын ичке фольгасынын чоңойтулган сүрөттөлүшү пайда болот (2.20-сүрөт). Ушул жерде мугалим окуучуларга ядронун размери 1мм ге барабар шарик деп элестетүүнү сунуштайт (бул болжолдуу түрдө ийненин учудай). Анда атом 10мм өлчөмгө ээ болот, башкача айтканда үч кабат имараттай! Демек, ичинде ийненин учундай ядро жайгашкан, масштабы боюнча диаметри үч кабат имараттай болгон бош сферада атом моделденет. Атомдун мындай модели Резерфорддун тажрыйбасынын жыйынтыктарын түшүнүүгө мүмкүнчүлүк берет. Атомдун көлөмү чынында бош болгондуктан, көпчүлүк бөлүкчөлөр он миңдеген катмарлуу атомдордун торчолорунан эч кандай чачырабастан эле учуп өтүшөт.

2.20-сүрет. Экрандын ичке фольгасынын чоңойтулган көрүнүшүнүн модели.

Ядрого жакын өтүп жаткан бөлүкчөлөрдүн бир аз гана бөлүгүнүн чачыроосу байкалат. Бул этапты демонстрациялоодо окуучулар, бөлүкчөлөрдүн агымынын кыймылына байкоо жүргүзүшүп, моделденген атом тарапка алар эч кандай багытын өзгөртпөстөн эле тешип өтүшөөрүнө ынанышат. Атомдун ядросу менен кагылышкан бөлүкчөлөр гана өздөрүнүн багытын өзгөртүшөт, б.а., чоң бурчтарга кыйшайышып, тажрыйбанын 1-этабынын тууралыгын жана чындыгын тастыктайт.

Акыркы 3 этапта ядрого жакындаганда бөлүкчө өзүнүн багытын өтө чоң бурчка өзгөртөөрүн демонстрациялайбыз. Компьютердин мониторунда чоңойтулган атом ядросунун сүрөттөлүшү пайда болот (2.21-сүрөт). Бөлүкчөлөрдүн ичке агымы атом ядросуна жакындаганда кандайдыр бир бурчка кыйшайышып, тажрыйбанын 1-2-этаптарынын тууралыгын тастыктайт.

Тажрыйбаны демонстрациялап бүткөндөн кийин, мугалим, *“Эгерде α-бөлүкчөнүн өтө жогорку ылдамдыгын (болжолдуу 1,8*$\cdot 10^9$*см/с) жана массасын эске алсак, анда калыңдыгы 6*$\cdot 10^{-5}$ *см ге барабар алтындан α-бөлүкчөнүн кээ бирлери 90*^{0} *жана андан чоң бурчтарга багыттарын өзгөрткөндүгү таң калыштуу”*– деп, Э.Резерфорддун сунушу менен 1909-жылы биринчи экспериментти жүргүзүп жатышып, анын шакирттери Г.Гейгер менен Э.Марсден айтышканына токтолот.

2.21-сүрөт. Ядрого жакындаганда бөлүкчө өзүнүн багытын өтө чоң бурчка өзгөрткөнүнүн модели.

Бул суроону окуучуларга төмөндөгү маселени чыгаруу менен түшүндүрүү ыңгайлуу: *α-бөлүкчөнү артка кайтаруу үчүн, диаметри 10* $^{-8}$ *см болгон шардын (атомдун размери) заряды кандай болушу керек?*

Чыгаруу: ылдамдык $\vartheta = 2 \cdot 10^9$ см/с деп эсептесек, анда төмөндөгү формуланы пайдаланып:

$$\frac{q_a q_\alpha}{\pi\varepsilon_0 R} = \frac{m_\alpha r_\alpha^2}{2} \quad (2.1.9)$$

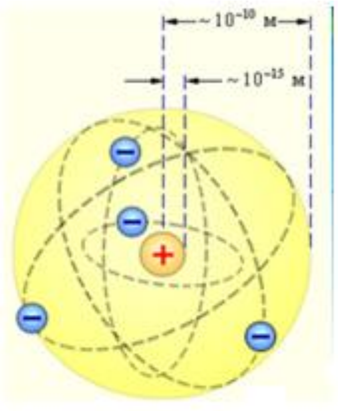
$q_a \approx 5 \cdot 10^{-14}$ Кл экендигин алабыз. Мындай учурда атом $5 \cdot 10^{-14}$ Кл же болжол менен 320000 элементардык зарядды түзгөн ашыкча оң зарядка ээ болушу керек эле. Мындай шартта нейтралдуу атом ушундай сандагы электрондорду кармашы керек. Анда алардын толук массасы, алтындын атомунун массасынан чоң болуп кетет. Электрондун зарядын жана кичине массасын эске алып, Резерфорд, өлчөмү 10^{-12} см болгон оң зарядка ээ атом α – бөлүкчөлөр чачыратат деп болжогон.

Жогоруда келтирилген формулага ылайык заряддалган шардын радиусу 10^4 эсе азайса, анда q_a (атом ядросундагы электрондордун саны да) ошончо эсе азайышы керек экендиги түшүнүктүү болот.

Күчтүү талаалардан бөлүкчөлөрдүн чыгып кетүүсү боюнча моделдүү экспериментти жанакерамикалык магниттер колдонулган Резерфорддун

магниттик моделин демонстрациялоо окуучуларга абдан кызыктуу болот. Мындан сырткары окуучуларга Вильсондун камерасынан алынган газдардагы α-бөлүкчөлөрдүн чачырашынын сүрөттөрүн көрсөтүү керек. Алар α-бөлүкчөсүнүн чоң бурчка кыйшаюсу анын атом менен бир жолу гана кагылышуусунан болоорун далилдешет. Атом жана атом ядросу боюнча окуу кинофильминен Резерфорддун тажрыйбалары фрагментин көрсөтүү α-бөлүкчөлөрдүн чачырашы боюнча моделдүү экспериментти толуктайт. Булар боюнча маалыматтар менен мугалимдер [23,18] адабияттардан таанышса болот.

Атомдун модели менен байланышкан кыйынчылыктар. Резерфорддун тажрыйбаларынан алынган маалыматтарды пайдаланып, окуучулар менен атомдун планетардык моделин талкуулоого болот [131]. Электродинамика бөлүмүнө киришүүдөн баштап окуучуларда бул боюнча тааныштыгы бар экендигин эске алып, мугалим негизги максат катары – классикалык физиканын закондорун жана Максвеллдин электродинамикасын бул моделде колдонууда келип чыккан кыйынчылыктарды көрсөтүүсү гана керек. Себеби, айланма орбита боюнча кыймылда болгон электрон ылдамданууга ээ болот. Ал эми классикалык электродинамиканын, б.а., Максвеллдин теориясы боюнча, ар кандай ылдамданууга ээ болгон заряд электромагниттик энергияны бөлүп чыгарышы керек, анда электрондун энергиясы кескин төмөндөйт да, электрон ядрого түшүшү керек (2.22-сүрөт). Бул модел боюнча атом секунданын миллиондон бир үлүшүнө чейин гана жашайт. Бирок, атом туруктуу экендиги бизге белгилүү.



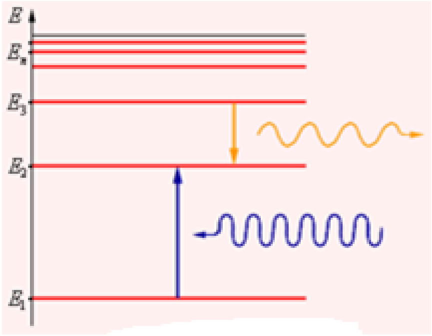
2.22-сүрөт. Атомдун Резерфорд киргизген планеталык модели.

Атомдун нурланышы боюнча Бордун постулаттары [131]. Даниялык физик Нильс Бор (1885-1962) биринчилерден болуп, классикалык электродинамиканы атомдук системаларга колдонууга болбостугун түшүнүп, Планктын кванттык сунушун Резерфорддун атом ядролук моделине колдонуу аркылуу проблеманы чечүүгө боло тургандыгын тапкан.

Бул үчүн атомдун нурларды чыгарышы жана жутушу боюнча сунуш киргизүү керек эле [44]. Бор бул боюнча беш сунуш айткан. Бул сунуштардын негизги мазмуну [51,113] физика китептеринде бар. Азыркы күндө окуучулар билүүгө тийиш болгон эки постулаты Физика-9 окуу китебинде берилген:

1. Атомдордо электрондор, өзгөчө, стационардык (кванттык) абалдарда гана болушу мүмкүн. Бул абалдардын ар бирине белгилүү энергия туура келет. Стационардык абалда атом нурланбайт.

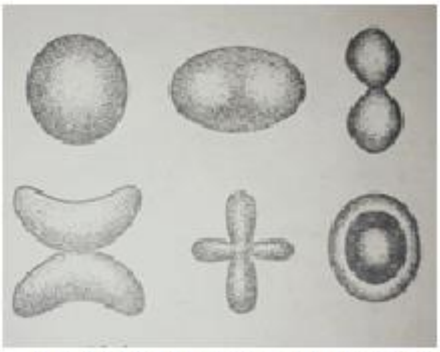
2. Атом бир стационардык абалдан экинчисине өтүүдө электр-магниттик энергиянын квантын жутат же чыгарат (2.23-сүрөт.)



2.23-сүрөт. Атомдун бир стационардык абалдан экинчи стационардык абалга өтүүсү.

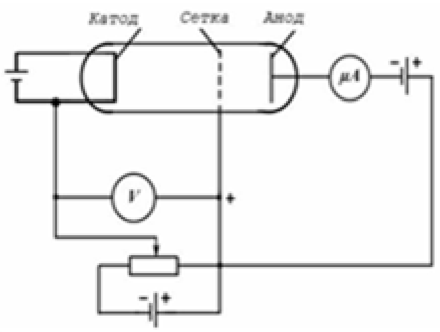
Бордун постулаттарынан, атом бир стационардык абалдан экинчисине өтүүдө, энергиясы: $h\nu = E_2 - E_1$ (2.1.10) болгон жарыктын монохроматикалык үлүшү түрүндө чыгарааары же жутаары келип чыгат.

Бордун постулаттарын карап жатканда, азыркы кванттык механикада дискреттүү энергетикалык деңгээлдер жана стационардык абалдар боюнча Бордун идеялары сакталып калгандыгына токтолуп кетүү маанилүү. Бирок, кванттык механика электрондорду орбитада классикалык физиканын закондору боюнча кыймылдаган бөлүкчө катары кароо сунушунан баш тарткан. Ушундан кийин, окуучулардын электрондук булуттар боюнча билимине таянуу менен атомдун ички түзүлүшү боюнча заманбап көз караштар тууралуу айтып өтүү максатка ылайыктуу болот. Стационардык (кванттык) абалда электрондук булут убакыттын өтүшү менен өзгөрбөйт, ошондуктан, заряддарда термелүү болбойт, демек, электромагниттик толкундардын нурдануусу да жок. Атомдун нурлануусу бир стационардык абалдан экинчи стационардык абалга өтүүдө пайда болот.

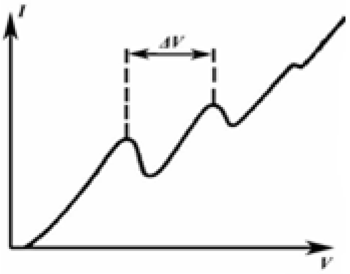

2.24-сүрөт. Электрондук булуттардын өзгөрүүлөрү.

Себеби, ушул учурда электрондук булуттун формасы өзгөрөт жана заряддын мейкиндикте бөлүштүрүлүшү жүрөт (2.24-сүрөт).

Класстан тышкаркы сабактарда окуучуларды атом дүйнөсүндөгү улуу ачылыштар жана Резерфорд менен Бордун таржымалары менен толук тааныштыруу максатка ылайыктуу [44]. Буга ылайыктуу материалдар менен мугалимдер У.Э.Мамбетакуновдун монографиясынан пайдалана алышат [64]. Мындан сырткары окуучуларга өз алдынча окуусу үчүн [96,107] адабияттарды сунуштайбыз. Атомдордун энергиялары дискреттик маанилерге ээ боло тургандыгын тастыктоочу, жөнөкөй тажрыйбалардын бири болуп Дж.Франктын жана Г.Герцтин тажрыйбасы эсептелет. 2.25- жана 2.26-сүрөттөрдө бул тажрыйбанын схемасы жана натыйжасы көрсөтүлгөн. Мында: К – катод, А – анод, С – сетка, амперметр, вольтметр. Ысытылган катоддон чыккан электрондор катод менен лампанын сеткасынын аралыгында пайда болгон туруктуу электр талаасында ылдамданууга ээ болушат. Сеткага жеткен электрондор криптондун атомдору менен кагылышат. Кагылышып жаткан электрондор атомду дүүлүктүрө албаса кагылышуу серпилгичтүү болуп,электрондор энергиясын жоготпойт. Эгерде, катод менен сетканын аралыгын чоңойтсок электрондордун энергиясы жогорулап, акырында атомдуу дүүлүктүрүүгө жарактуу болушат. Мына ушундай серпилгичтүү эмес кагылышуу учурундаучупкелген электрондун кинетикалык энергиясы атомдун бир электронуна берилет. Энергияны алган электрон бош энергетикалык деңгээлге (дүүлүгүүгө) өтөт же атомдон толук бөлүнүп кетет (ионизацияланат). Лампанын үчүнчү электроду болуп анод эсептелет. Аны менен сетканын ортосунда кармалуучу чыңалуу болот. Анодко секундада келип түшкөн электрондордун санына



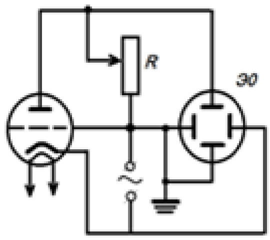
2.25-сүрөт. Дж.Франк менен Г.Герцтин тажрыйбасынын схемасы.



2.26-сүрөт. Дж.Франк менен Г.Герцтин тажрыйбасынын натыйжасы.

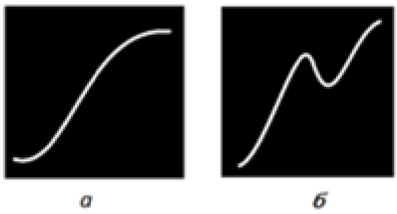
пропорционалдуу болгон коллектордогу ток микроампер менен өлчөнөт. Сеткадагы потенциалды чоңойткондо вакуумдук диоддогуга окшоп башында лампадагы ток өсөт.

Бирок, электрондордун энергиясы электрондорду дүүлүктүрүүгө жөндөмдүү болгон учурда, аноддогу ток тез азаят. Мындай болушунун себеби болуп, атомдор менен болгон серпилгичтүү эмес кагылышуулардын натыйжасында электрондор өз энергияларын толугу менен жоготушат да сетка менен аноддун ортосундагы кармап туруучу (болжол менен 1В) потенциалды өтө алышпайт. Сетканын потенциалын дагы чоңойтууда аноддогу ток өсөт да, серпилгичтүү эмес кагылышууга мажбур болуп жаткан электрондор кармап туруучу потенциалды жеңип чыгууга жетерлик энергияны алганга үлгүрүшөт (2.26-сүрөт). Кийинки токтун өсүшүнүн акырындашы, электрондордун кээ бир бөлүгү атомдор менен серпилгичтүү эмес эки жолу кагылышканында байкалат. Биринчи жарым жолдо, экинчи аноддо, ж.б.у.с. Ошондуктан, сетканын чыңалышынан аноддогу токтун көз карандылыгынын ийрисинде бири-биринен бирдей аралыкта турган бир канча максимумдар жана минимумдарды көрө алабыз. Бул аралыктар биринчи дүүлүккөн деңгээлдин энергиясына барабар.



2.27-сүрөт. ТГ-1-01/1,3 тиратронунун схемасы.

Мындан сырткары, Франк менен Герцтин тажрыбасын ТГ-1-01/1,3 түрүндөгү тиратрондун жардамы менен да демонстрациялоого болот (2.27-сүрөт). Сетка менен катодунун ортосунда үн генераторунун жардамында өзгөрүүчү чыңалууну пайда кылабыз. Сетка менен катоддун ортосундагы азыраак чыңалуудан оцилограмманын вольт-ампердик мүнөзү ваакумдагы триоданын мүнөзүндөй көрүнүшкө ээ болот (2.28а-сүрөт). Талаанын амплитудасынын өсүшү менен, газдын атомдорунда дүүлүгүнү пайда кылуучу серпилгичтүү эмес кагылышуулардын барлыгын күбөлөндүрүүчү ийриде чуңкурлар пайда болот (2.28б-сүрөт). Тиратрондо жарыктануу байкалат



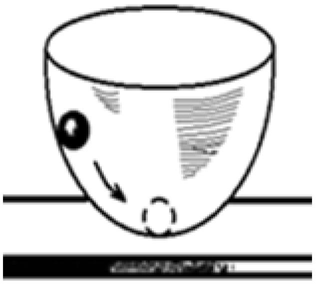
2.28-сүрөт. Тиратрондо байкалган жарыктар.

Суутек атомунун спектри. Атомдук теория атомдун бардык касиеттерин, айрыкча анын спектринин структурасын түшүндүрүшү керектигине окуучулардын көңүлүн буруу керек. Б.М.Яворский “Спектрлерди изилдөө атом дүйнөсүнүн өзгөчөлүгүн физиктерге көрсөткөн терезе катары тарыхта калды” – десек жаңылышпайбыз деп айткан [173]. Окуучуларга суутектин спектринде төмөнкүдөй законченемдүүлүк табылгандыгын жеткирүү керек:

$$\nu = R\,\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\text{к}^2}\right) \quad (2.1.11)$$

Мында: R – спектрлердин бардык сызыктарынын туралтуулугу. *Бул формуланы кайсыл жол менен алса болот?* Эң жөнөкөй суутектин атому үчүн Бордун теориясы бул проблеманы чечкен. Нурлануу жыштыгынын энергия менен байланышы боюнча айтылган постулат, проблеманы чечүүнүн төмөндөгүдөй жолун көрсөтөт: *Атомдун стационардык (кванттык) абалдагы энергияларын эсептөө керек* [170].

Атомдогу электрондун энергиясынын формуласынын жыйынтыгында толук энергиянын терс мааниде болгондугунун физикалык маанисин окуучулар менен талкуулоо учурунда: кинетикалык энергия бардык учурда оң мааниде боло тургандыгын, толук энергиянын белгиси кинетикалык жана потенциалдык энергиялардын суммасынан келип чыгаарына токтолобуз.

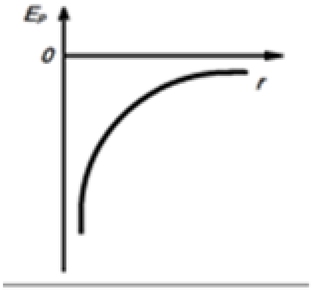


2.29-сүрөт. Шардын потенциалдык чукурда жайгашканы.

Толук энергиянын терс мааниде болушу, ядронун тартылуусун жеңип атомду таштап кетүүсү үчүн, электрондун кинетикалык энергиясы аздык кылаарын билдирет. Потенциалдык чуңкурда олтургандай, электрон атом менен байланган. Мына ушул учурда мугалим, шардын потенциалдык чуңкурда жайгашкандыгынын - механикалык аналогиясынын сүрөтүн көрсөтүүсү максатка ылайык болот (2.29-сүрөт). Сфералык идиштин жогорку бөлүгүндө шариктин потенциалдык энергиясы нөлдүк деңгээлде турат деп алсак, анда, идиштин түбүндө шарик терс потенциалдык энергияга ээ болот. Шарикти кыймылга келтирүүчү потенциалдык энергиядан модулу төмөн

болгон энергияны берсек, ал потенциалдык чуңкурдан чыга албайт. Анын толук энергиясы терс, ошондуктан ал потенциалдык чуңкурда турат. Шарикти бошотуу үчүн, ал чуңкурдан бошонуп чыгуусуна жараша кинетикалык энергияны берүү керек.

Демек, бул учурда толук энергия оң мааниде болот. Ушундан кийин ядронун кулондук талаасындагы электрондун потенциалдык энергиясынын аралыктан көз карандылыгынын графигин көрсөтүү окуучулар үчүн пайдалуу болот (2.30-сүрөт).

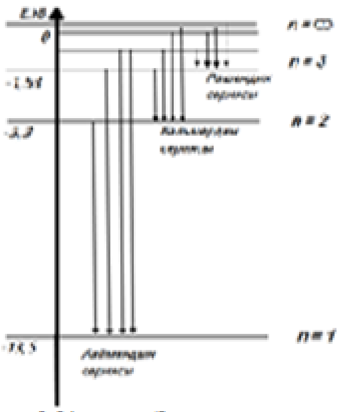


2.30.-сүрөт. Электрондун потенциалдык энергиясынын аралыктан көз карандылык графиги.

Мисал катары бир нече стационардык абалдар үчүн *(n=1,2,3,4)* энергиянын маанилерин эсептөө максатка ылайыктуу. Эсептөөнү төмөнкү формуланын жардамында жүргүзөбүз:

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \quad (2.1.12)$$

катышынын келип чыгышын эске алуу керек. Эсептөөдөн алынган сандардын негизинде, окуучулар энергетикалык деңгээлдин диаграммасын тургузушат (2.31-сүрөт). Алардын көңүлүн деңгээлдердин ортосундагы аралыктын барган сайын кыскарып бара жаткандыгына буруш керек. Нөлгө жакындаган сайын электрон эркин абалга жакындайт (башкача айтканда, $n \to \infty$ учурунда). Кванттык сандардын чоң маанилеринде, энергияны үзгүлтүксүз деп эсептөөгө болот жана бул классикалык физикага мүнөздүү. Демек, пределдик учурда кванттык механиканын жыйынтыктары классикалык физиканын жыйынтыктары менен дал келет. Бул фактын классикалык жана кванттык механиканы байланыштыруучу чоң методологиялык мааниси бар. Атайын салыштырмалуулук теориясында да ушундай анологиялык окшоштук орундалат ($\vartheta \ll c$ болгондо).



2.31-сүрөт. Энергетикалык өтүүлөрдөгү сериялардын схемасы.

Энергетикалык деңгээлдердин диаграммасы жардамында окуучуларга, суутектин спектриндеги сериялардын пайда болушун түшүндүрүүнү сунуштоо

пайдалуу болот. Эгерде убакыт ашып калса, төмөнкү маселени берүү максатка ылайыктуу: *суутектин спектринин биринчи үч сериясынын башкы сызыктарынын жыштыктарын эсептегиле.*

Чыгаруу: (1)-формулага тиешелүү кванттык сандарды коюу менен: $n = 1, к = 2$ (Лаймандын сериясы, ультрафиолеттик нурдануу); $n = 2,\ к = 3$ (Бальмердин сериясы, көрүнгөн жарык); $n = 3,\ к = 4$ (Пашендин сериясы, инфракызыл нурдануу).

Ультрафиолеттик, көрүнүүчү жана инфракызыл нурдануударынын жаратылышы бирдей экендигин көрсөтүү үчүн бул маселе зарыл.

Окуучуларга стационардык абалдарда кванттык түшүнүктөр кандай иштей тургандыгын көрсөтүү керек. Мисал катарында атомдун, молекуланын, катуу заттардын спектрлерин жана лазердин иштөө принцибин карасак болот.

Д.И.Менделеев түзгөн мезгилдик системасы жана атомдун түзүлүшүнүн байланышы. Бул тема окуу китебинде даана берилген. Ошондой болсо да толуктоо иретинде төмөнкү мисалдарга басым жасалса, сабак максатына жетет деп ойлойбуз.

Мезгилдик законду 1969-жылы Д.И.Меделеев ачкан. Азыркы мезгилдеги көз карашка ылайык ал төмөндөгүдөй айтылат: *элементтер менен алардын кошулмаларынын химиялык касиеттери, элементтин атомунун ядросунун зарядына байланыштуу мезгилдүү өзгөрөт* [125].

Мезгилдик система, мезгилдик закондун графикалык сүрөттөлүшү болуп эсептелет да, анда элементтер атомунун зарядынын (атомдук массасынын) өсүү багыты боюнча иреттүү жайланышат. Ал эми ядронун заряды электрондордун санына барабар болгондуктан, ар бир кийинки клеткадагы элементтин атомуна улам бирден электрон кошуп олтурат. Бул мезгилдик системанын клеткаларынын толтуруу багытын айкындайт.

Мугалим окуучулардын көңүлүн атомдун электрондук түзүлүшү менен мезгилдик системанын негизинде жаткан закон ченемдүүлүктөрүндөгү байланышка жана окшоштуктарына буруусу керек. Буга мисал катары төмөнкү 2.1-таблицаны көрсөтүү максатка ылайыктуу.

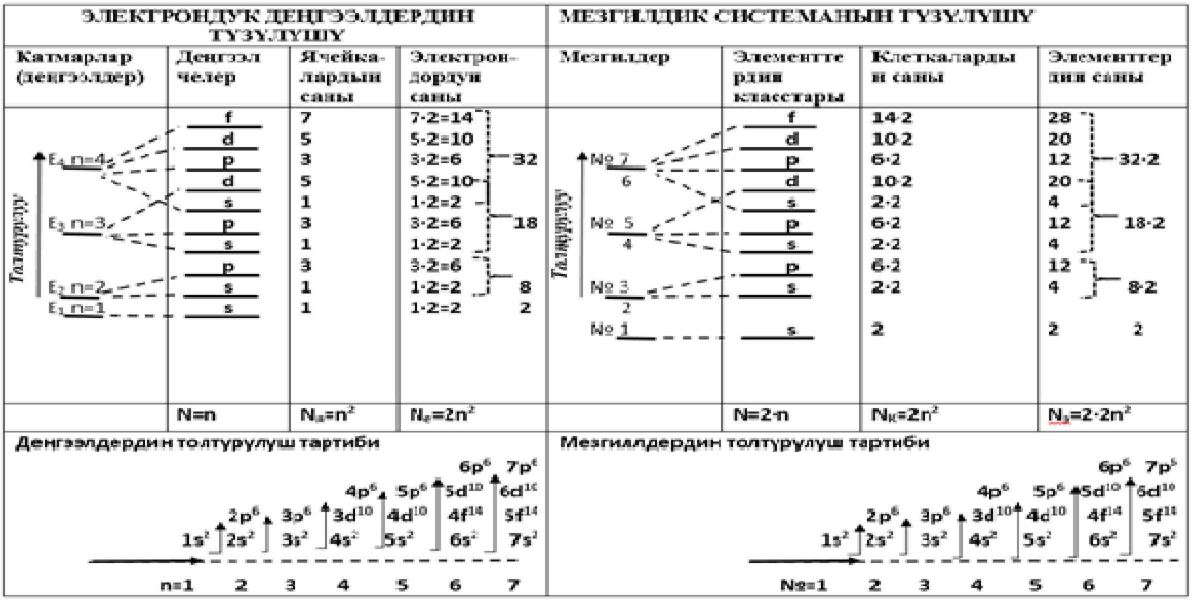
2.1-таблица. Атомдун электрондук түзүлүшү менен элементтердин мезгилдик системасында жайгашуусунун таблицасы.

Энергетикалык деңгээлдер	Электрондордун саны	Мезгилдер	Элементтердин саны
$n=1$	2	№1	2
$n=1$	8	№2	8
$n=1$	18	№3	8
$n=1$	32	№4	18
		№5	18
		№6	32
		№7	19(32)

Демек, 8,18,32 деген сандар негизги кванттык санда кайталанбаса, мезгилдерде экиден кайталанып, элементтердин диадасын түзүп турат. Чындыгында экиден кайталануу реалдык электрондук түзүлүштө да кездешет. Бул жердеги бир гана айрымачылык энергетикалык деңгээлдер кайталанбаса, мезгилдин биринчисинен башкалары эки жолу кайталанып, кош мезгилдерди пайда кылып турушат. Ошондуктан энергетикалык деңгээлдердин санына караганда, элементтер орун алган клеткалардын саны эки эсе көп.

Атомдун электрондук түзүлүшү менен мезгилдик системанын түзүлүшүнүн ортосундагы окшоштук (2.2-таблица).

2.2-таблица. Атомдун электрондук жана мезгилдик системанын түзүлүштөрүндөгү окшоштук.



Ушундай жалпы окшоштуктарды эске алып төмөнкүдөй корутундуларды чыгарууга болот.

1. Атомдун электрондук катмарларынын толтурулуш тартиби менен элементтердин мезгилдик системасынын клеткаларынын толтурулуш ирети бирдей закон ченемдүүлүкө баш ийишет.

2. Электрондук *s, p, d, f* – орбиталары улам бир электронду кошуп алуу менен 2,6,10 жана 14 кө чейин толтурулган эле, элементтер да бир клеткадан экинчисине өткөндө бирден кошумча электронго ээ болушуп, акыры көрсөтүлгөн сандарга барабар элементтердин санын кармап турушат.

3. Тышкы электродук катмарлары бирдей элементтер бир группада, ал эми электрондук катмарлары барабар элементтер бир мезгилде жайланышат. Мисалы: Li $1s^2$ $2s^1$

Na ...$2s^2$ $2p^6$ $2s^1$

K ... ... $3s^2$ $3p^6$ $4s^1$

4. Элементтин атомунун валенттик катмарындагы электрондордун саны, ошол элемент орун алган группанын номерине барабар.

5. Элементтин атомдорунун толтурулууга тийиш энергетикалык катмарларынын саны, элемент орун алган мезгилдин катар номерине барабар.

6. Ар бир элементтин атому, ал элемент жайланышкан мезгилдин мурункусунун аягында орун алган аргоноиддин туруктуу электрондук катмарына ээ болмоюнча, валенттик электрондорун улам жогото бериши мүмкүн.

7. Элемент 8 электрондуу туруктуу катмарга электрондорду кошуп алуу менен жетиши мүмкүн.

8. Энергетикалык деңгээлдеги электрондун максималдуу санын мүнөздөөчү ар түрдүү формулаларды, мезгилдердеги элементтердин санын аныктоо үчүн да пайдаланууга болот. Демек, бул жерде да окшоштук бар.

Сабакты жыйынтыктоодо атомдордун электрондук түзүлүшү, элементтердин мезгилдик таблицасы менен дал келээрине жана анын физикалык маңызы бар экендигине токтолобуз.

Лазер нуру. Теманы баштоодон алдың окуучуларды активдештирүү үчүн төмөнкү суроолорду кайталоо максатка ылайыктуу [129]:

• Ионизациянын энергиясы деген эмне? (Атомду негизги абалдынан эркин абалга өткөрүү үчүн керектелүүчү минималдык энергия.)

• Ионизация үчүн фотондун энергиясы жетишсиз болсо, электрон эмне болот? (Дүүлүккөн абалына жараша башка орбитага өтүшү мүмкүн).

• Бордун экинчи постулаты кантип формилировкаланат? Нурланган фотондун энергиясы эмнеге барабар? (стацонардык абалдардагы энергиялардын айрымасына).

Бул суроолорду окуучулар менен талкуулагандан соң жаңы теманы, 1917-жылы А.Эйнштейн жарыктын атомдор тарбынан нурланышынын мүмкүндүгүн алдын ала айткандыгынан баштап, алгач жарыктын жутулушу, аргасыз нурлануу түшүнүктөрүнө токтолобуз. Жарыктын жутулушу – нурланууга тескери процесс. Атом жарыкты жутуу менен төмөнкү энергетикалык абалдан жогоркуга өтөт ($E_2 > E_1$). Ал эми аргасыз (индуцирленген) нурлануу деп, дүүлүккөн атомдодун ага берилген жарыктын таасири астында нурлануусун түшүнөбүз.

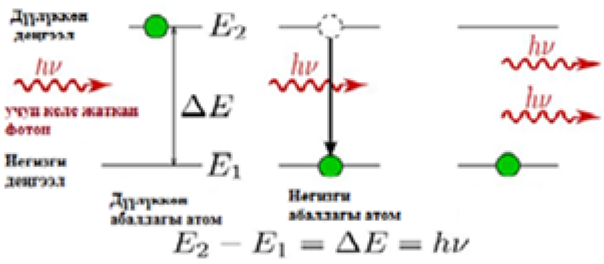
Мына ушундан кийин мугалим аргасыз нурланууну пайдалануу боюнча аткарылган изилдөөлөргө кайрылат. 1940-жылы советтик физик В.А.Фабрикант аргасыз нурлануу кубулушун электромагниттик толкунду күчөтүү үчүн колдонууго боло тургандыгын көргөзгөн. Андан кийин советтик окумуштуулар Н.Г.Басов менен А.М.Прохоров жана аларга байланышсыз америкалык физик Ч.Таунс аргасыз нурлануу кубулушун радио толкундун генераторун түзүүгө пайдаланышкан. Бул эмгектери үчүн алар 1959-жылы Нобель сыйлыгына татыктуу болушкан.

1960-жылы АКШда биринчи жолу лазер – спектрдин көрүнгөн диапозонундагы электромагниттик толкундардын кванттык генератору түзүлгөн.

Эми төмөнкү 2.32-сүрөттү пайдаланып лазерлердин иштөө принциби менен таанышабыз. Алгач, аргасыз нурланууда пайда болгон жарык толкундарынын атомго түшкөн толкундан жыштыгы, фазасы, поляризациясы менен айрымаланбагандыгына окуучулардын көңүлүн бурабыз.

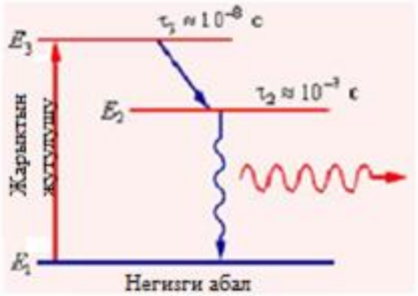
Кадимки шарттарда көпчүлүк атомдор төмөнкү энергетикалык абалда болушат. Ошондуктан төмөнкү температурада заттар жарык чыгарбайт.

Сүрөттө учуп келе жаткан фотондун энергиясын атом жутканда жогорку энергетикалык деңгээлге өтүп, дүүлүккөн абалга келгени биринчи көрсөтүлгөн. Экинчи, жутулган фотондой болгон экинчи фотон өтүп бара жаткан болсо, ал ошондой эле фотонду чыгаруу менен атомду негизги абалына келүүгө аргасыз кылгандыгы көрсөтүлгөн. Үчүнчү, бир фотон эки болуп күчөтүлгөндүгүн билдирет. Бул процесс көчкү түрүндө көбөйүп олтуруп, күчөтүлгөн нурланууну пайда кылат.



2.32-сүрөт. Күчөтүлгөн нурлануунун пайда болушу.

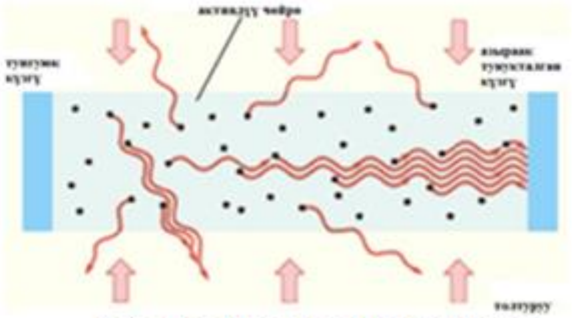
Окуучуларга лазердин иштеши үчүн эки деңгээлдүү энергия жетишсик кылаарын сөзсүз жеткирүү керек. Анкени, жарык бир убакытта атомдорду дүүлүктүрүү менен бирге, жогорку деңгээлден төмөнкүгө аргасыздан өтүүнү пайда кылат (2.33-сүрөт). Бул абалдан чыгуу үч энергетикалык деңгээлди пайдалануу менен табылгандыгына жана жалпы деңгээлдердин саны дайыма көп болоорун, биз иштөөчү деңгээлдер жөнүндө гана сөз кылабыз деп мугалим белгилеп кетиши шарт. Метастабилдүү абал – кадимки дүүлүккөн абалга салыштырмалуу көбүрөөк убакытка жашоочу (мисалы 10^{-3}с) атомдогу электрондун дүүлүккөн абалы (10^{-8}с).



2.33-сүрөт. Дүүлүккөн атомдун жогорку деңгээлден төмөнкү деңгээлге аргасыздан өтүүсү.

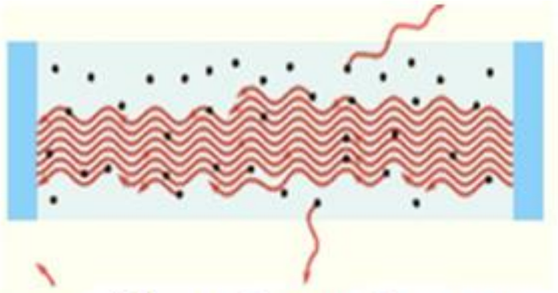
Эми рубин лазеринин иштөө принцибин карайлы. Рубин алюминий оксидинин криссталы болуп саналат. Анын айрым бөлүгүндө алюминийдин атомдорунун ордуна хромдун иондору алмаштырылган. Жарык-лампасынын өтө кубаттуу импульсунун жардамында хромдун иондору E_1 негизги абалынан E_2 дүүлүккөн абалга өтүшөт. 10^{-8}с дан кийин иондор, энергиясынын бир

бөлүгүн криссталдык торчого берип, метастабилдүү энергетикалык деңгээлге $E_2 < E_3$ өтүп, ошол жерде топтолушат (2.34-сүрөт).



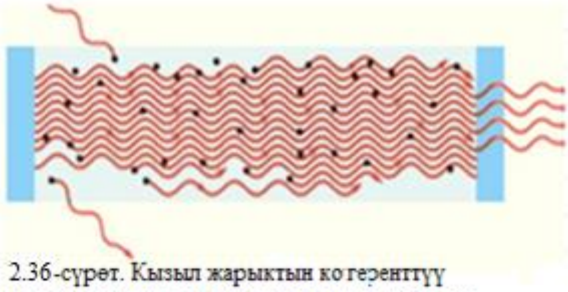
2.34 -сүрөт. Метастабилдүү энергетикалык деңгээлде фотондордун топтолуусу.

$h\nu = E_2 - E_1$ (2.1.13) энергияга ээ фотон кокусунан аргасыз (индуцирленген) когоренттик фотондордун чоң агымын пайда кыла алат (2.35-сүрөт). Рубиндин цилиндрдик кристалынын огу боюнчатаралып жаткан индуцирленген нурлануу, анын күзгүлөрүнөн көп жолу чагылышып өтө тез күчөйт. Жогоруда сүрөттө көрсөтүлгөндөй күзгүнүн бири тунгуюк, ал эми экинчиси азыраак тунукталган. Экинчи азыраак тунукталган күзгүдөн толкун узундугу 694,3 нм болгон кызыл жарыктын когоренттүү монохроматикалык нурлануусунун кубаттуу импульсу чыгат (2.36-сүрөт).



2.35- сүрөт. Когоренттик фотондордун чоң агымынын пайда болушу.

Лазерлер илимдин, техниканын, жана медицинанын ар түрдүү областарында колдонулууда. Космостук байланышта лазердик нурлануунун колдонулушу, өтө чоң аралыктарды өлчөөдө тактыгы 1мм чейин көрсөтүүчү жарык локаторлорунда, оптикалык волокондор аркылуу теле жана компьютердик сигналдарды берүүдө колдонулууда. Товарлардагы штрих-коддордогу информацияларды окууда лазерлер колдонулат. Аз интенсивдүүлүктөгү лазер нурунун жардамында ар түрдүү хирургиялык операциялар өткөрүлүүдө. Кубаттуу лазер нулары менен металлдарды ширетүү жана кыркылууда. Топографиялык сьемкаларда да лазер нуру колдонулат.



2.36-сүрөт. Кызыл жарыктын когеренттүү монохроматикалык нурлануусунун кубаттуу импульсунун чыгышы.

Лазер нурунун жардамында үч өлчөмдүү голографиялык сүрөттөлүштү алып жатышат.

Голография жөнүндө түшүнүк. Лазердин ачылышы менен байланышкан голография тармагы менен окуучуларды тааныштыруу максатка ылайыктуу. Лазерлердин жардамы менен обьектилердин көлөмдүк сүрөттөлүшүн линзасыз алуу голография деп аталат. Голография грек сөзүнөн "голос" – толук, "графо" – жазам" дегенди билдирет. Алгач окуучуларга голографиянын идеясын 1920-жылы польшалык физик М. Вольфке (1883-1947) сунуштап, бирок унутулуп калган, 1947-жылы андан көз карандысыз бул идеяны ишке ашырган англис физиги Д.Габор болгондугун жана ал бул эмгеги үчүн 1971-жылы нобель сыйлыгын алгандыгынан сабакты баштайбыз. Ал толкун фронтун калыбына келтирүү аркылуу оптикалык сүрөттөлүштү алууга жетишкен. Бирок илимде кээде болуп туруучу окуяларга окшоп, башка эле проблеманы, тактап айтканда, электрондук микроскопту өркүндөтүү боюнча жумуш учурунда, голографиянын идеясы келип чыккан. Голография бул эки баскычтуу процесс. Биринчи этапта жарыктанган нерседен чыккан жана ал жөнүндө информацияны алып жүрүүчү жарык толкуну катталат да голограмма деп аталуучу сүрөттөлүш байкалат (2.37-сүрөт). Экинчи этапта голограмманын жардамы менен нерсе (предмет) тарабынын чачыратылган толкун калыбына келтирилет да оптикалык сүрөттөлүш алынат. Чачыраган толкундун амплитудасы жөнүндө гана информацияны камтыган фотографиядан айрымаланып, голограмма анын фазасы боюнча да маалыматты камтыйт. Мунун негизинде толкун талаасын толугу менен калыбына келтирүүгө жана ал боюнча нерсенин көлөмүн, түсүн камтыган сүрөттөлүштү алууга мүмкүндүк берет.

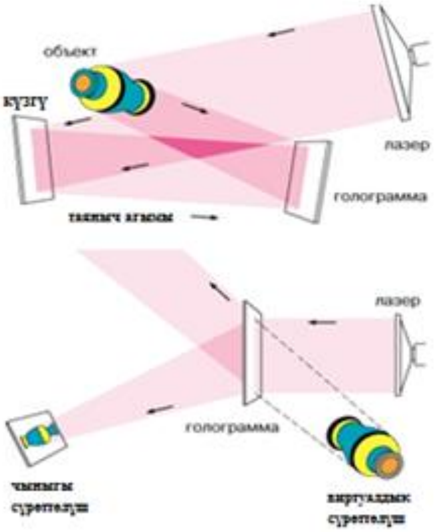
2.37-сүрөт. Голограммалык сүрөттөлүш.

Голографиянын иштөө принцибине төмөнкүдөй түшүндүрүү максатка ылайык. Голография жарык толкунун дифракция жана интерференция кубулуштарына негизделген. Интерференциялык сүрөттөлүш (2.38-сүрөт)

сигналдуу жана таяныч толкундардын аракеттенишүүсүнүн натыйжасында, сигналдуу толкундун (обьектин) амплитудасы жана фазасы боюнча толук информацияга ээ болот (бир ак бир кара тилкелерден). Өтө сезгич тегиздике катталган интерференциялык картина голограмма болот.

2.38-сүрөт. Интерференциялык сүрөттөлүш.

Фотопластинканы кайра иштеткенден кийин, таяныч жана нерсенин толкундары бириккен жердеги голограмманын участкалары өтө тунук болуп калат. Ал эми таяныч фазасы менен нерсенин толкуну бириккен жердеги голограмманын учаскасы караңгы болот (2.39-сүрөт). Голограмманын жардамында сүрөттөлүштү алуу процессин калыбына келтирүү деп аталат. Голограмманы калыбына келтирүү үчүн ага когоренттүү жарык агымын багытташат. Таяныч агымы голограммага тийип анын тунук жерлеринде экинчи булактарды термелүүгө дүүлүктүрөт. Бул термелүүлөрдүн амплитудалары ушул чекиттеги сигналдык толкундардын амплитудасына пропорционалдуу жана алардын фазалары дал келишет.



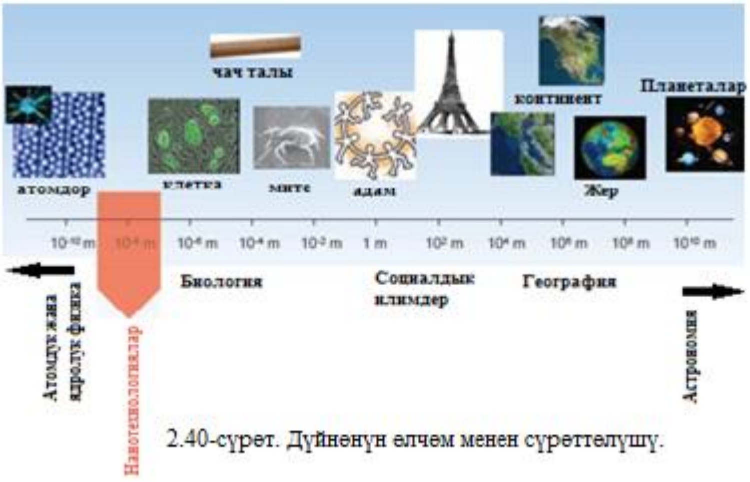
2.39-сүрөт. Голограмманын жардамында сүрөттөлүштү алуу процесси.

Мындан сырткары голография тармагынын өнүгүшүнө Кыргызстандык окумуштуулардын да салымы бар экендигин жана азыркы учурда да бул багытта республикабызда илимий-изилдөөлөр жүргүзүлүп жаткандыгын окуучуларга жеткирүү максатка ылайыктуу. Мисалы 2003-жылы А.Акаев жана бир топ кыргыз окумуштууларынын “Голография и оптическая обработка информации”-деген аталыштагы китебинин жарыка чыгышы.

Нанотехнология деген эмне? Атомдук физика главасын “Нанотехнология деген эмне?” – деген тема менен жыйынтыктоо пайдалуу болот деген ойдо ушул теманы окутууну сунуштап жатабыз. Анткени, бул тема аркылуу

окуучулардын атом физикасы боюнча билимдерин системалаштырууга ыңгайлуу. Анын практикалык колдонулуштары менен тааныштыруу аркылуу окуучулардын атом физикасына болгон кызыгууларын арттыра алабыз. Бул тема предметтер аралык байланышты да бекемдейт (биология, химия).

Сабакты баштоодон окуучулар менен атомдун түзүлүшү боюнча өтүлгөн темаларды кайталоону сунуштайбыз. Окуучулар менен аңгемелешүүдөн кийин "Нанотехнология – деген эмне?" – суроону коюп, алардын жоопторун уккандан кийин 2.40-сүрөттү пайдаланып сабакты баштоо пайдалуу болот. Сүрөттөн көрүнүп тургандай нано – бул 10^{-9} м дегенди билдирет. Бизе белгилүү болгондой атомдун өлчөмү 10^{-8}м ге барабар. Демек, атомдук деңгээлдеги каралып жаткан жумуштардын баары нанотехнологиялар деп аталат. XX кылымдын биринчи жарымында, окумуштуулар заттардын касиетин ишенимдүү түрдө микрометрдик (1 метрдин миллиондук үлүшү) деңгээлде изилдөөгө жетише алышты. Аларды адамзат өз жашоо шартына ийгиликтүү колдонгонго жетишти. Азыркы илимдин жетишкендиктери заттын касиеттерин окуп-үйрөнүүдө нанометрдик (1 метрдин миллиардык бөлүгү) чейин жеткирүүгө мүмкүнчүлүгү бар. Бул узундуктун өтө эле кичине чен бирдиктеринен болуп эсептелет. Мисалы, бул чоңдук биз көзүбүз менен көрө алган жарык толкунун узундугунан (болжол менен 520 нм – жашыл түс) бир нече жүздөгөн эсе кичине, же болбосо, заттын атомунун өлчөмү менен барабар. Эгерде биз «микрометрдик жетишкендик»



2.40-сүрөт. Дүйнөнүн өлчөм менен сүрөттөлүшү.

2.41-сүрөт. Нанотехнология менен жасалган дарынын организмге таралуу процесси.

менен заттын касиеттерин башкара алсак, ал эми нанометрдик мүмкүнчүлүк менен атомду «калчоого» болот!

Азыркы мезгилде нанотехнологиялар биологияда, медицинада, химияда, криминалдык иликтөөлөрдө кеңири колодонулууда. 2.41-сүрөттү пайдаланып дарысы бар нанокапсулдарды эритроциттер жана бактериялар ооруган клеткаларга жеткиргендигин көрсөтүү аркылуу медицинада пайдаланылышын, мындан сырткары криминалистик, химиялык, биологиялык, экологиялык жана космостук изилдөөлөрдө колдонулуп жаткандыгы боюнча мисалдарды келтирүү керек. 2.42-сүрөттү пайдаланып нанотехнологиялар менен жасалып, турмушта колдонулуп жаткан буюмдар боюнча мисалдарды келтирүүгө болот.

2.42-сүрөт. Нанотехнология менен жасалган буюмдар.

§ 2.3. Ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөрдү окутуу методикасы

Ядролук физиканы окуп үйрөнүү окуучулардын билимин арттырууда, тарбиялоодо, политехникалык жана өнүктүрүүчү мааниге ээ. Ядролук физикада колдонулуучу изилдөө методдору жана бул областын жетишкендиктери менен тааныштыруу, окуучуларды азыркы физиканын фундаменталдык проблемаларынын айланасына киргизип, азыркы табият таануу проблематикасынын алдыңкы чегине алып чыгат. Бул жерде заттын түзүлүшү жана курамы боюнча билимдердин калыптандырылышы аяктайт. Микродүйнөдөгү кубулуштардын спецификасы иллюстрацияланат жана ага физиканын фундаменталдык шарттарынын колдонулушу – өз ара аракеттешүү закондору, сакталуу закондору, кванттык принциптер жана башкалар каралат.

Бул бөлүмдө предметтер аралык байланыш химия предмети менен тургузулат. Буга мисал катары, Д.И.Менделеевдин мезгилдик системасы, изотоптор, ядролук менен химиялык байланыштардын өзгөчөлүгү жана аналогиясы. Биология курсу менен байланышкан мутагендик жана ядролук нурдануунун кыйратуу аракеттери проблемаларына өзгөчө көңүл бөлүнүшү керек. Бул жерде ядролук сыноолорду жана ядролук куралдарды колдонбоо боюнча эл аралык келишимдер боюнча маалыматтарды берүүнү тарбиялык мааниси чоң.

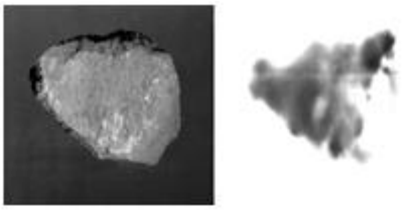
Ядролук энергетиканын проблемаларын жана эл чарбасында радиактивдүү изотоптордун колдонулушун окуу политехникалык мааниге да ээ. Окуучуларды ядролук энергетиканын тынчтык максатта колдонулушу (атом электр стациялары, атомдук муз жаргычтар, ж.б.) менен тааныштыруу, ошондой эле, кээ бир өлкөлөрдүн коргонуу мүмкүнчүлүгүн арттыруудагы ядролук физиканын орду да көрсөтүлүшү керек. Бул бөлүм окуучуларга илим менен техниканын заманбап жетишкендиктерин калыптандырууда өзгөчө орунду ээлейт.

Ошол эле убакта субатомдук деңгээлдеги кубулуштарды окуу, жаратылышты таануунун идеясы жана материянын түгөнбөстүгү боюнча окуучулардын диалектикалык ой жүгүртүүсүн калыптандырат.

Радиоактивдүүлүк – атомдун татаал түзүлүшүнүн далили. Радиоактивдүүлүк ядролук физиканын негизги түшүнүктөрүнүн бири болуп эсептелет. Бул теманы тарыхыйлуулук удаалаштыкта эвристикалык (аңгемелешүү) метод менен өтүү максатка ылайыктуу. Радиоактивдүүлүктү билүү заттын түзүлүш сырын терең изилдөөгө, Жердин пайда болушун жана жашын аныктоого, атом энергиясын практикалык жактан өздөштүрүүгө, химиялык жаңы элементтерди жана башкаларды ачууга жардам бергендигин окуучуларга түшүндүрүүгө пайдалуу болот [143].

Темага киришүүдөн алдында “Рентген нурлары” темасына кайрылабыз. Анткени, кайсы бир заттарды күн жарыгы менен нурданткандан кийин алар караңгыда жарык чыгарууга, башкача айтканда люминесценциялоого жөндөмдүү экендигинен баштап, рентген нурлары кайсы бир заттардын ошондой эле жарык чыгарышын пайда кылаарына кыскача токтолобуз. Андан кийин, рентген нурлары ачылгандан кийин эле француз окумуштуусу А.Беккерель *“люминесценция кубулуштары рентген нурларынын бөлүнүп чыгуулары менен байланыштуубу же жокпу?”* – деген суроону түшүндүрүү үчүн жүргүзгөн тажрыйбасына кайрылабыз.

Бул тажрыйбаларда, урандын фотопластинкага таасир кылуу жөндөмдүүлүгү убакытка жараша такыр кемибегендиги Беккерелди өзгөчө таң калтырган. Урандын бир үлгүсү бир сутка ичинде пластинканы, бир жыл мурда карарган сыяктуу карарууга алып келген болучу. 1896-жылы Беккерель өзүнүн тажрыйбаларынын жыйынтыгын чыгарып, уран кадимки жарыктын таасиринен корголгон фотопластинканы карарууга алып келүүчү, кандайдыр бир өзгөчө нурларды чыгарат деген божомолдоону айткан (2.43-сүрөт). Бул, абанын составына кирген азот менен



2.43 -сүрөт. Уран тузу жана анын фотопластинкага түшкөн тагы.

кислороддун молекулаларына уран нурларынын таасир кылуусунан болот. Мына ушунун натыйжасында оң жана терс заряддарга ээ бөлүкчөлөр пайда болот. Бул бөлүкчөлор *иондор* деп аталат.

Ушундан кийин табышмактуу уран нурларын окутууда, А.Беккерелдин лабораториясында иштеген польшалык жаш химик М.Кюри-Складовскаянын жарык чыгарууну ченөөнүн жолдорун табуу боюнча жүргүзгөн изилдөөлөрү боюнча маалыматтарды берүү туура болот. Ал электроскоп приборун пайдаланып, бирдей эмес санда ураны бар, ар түрдүү заттардын иондошуучу жөндөмдүүлүктөрүн салыштырып, иондошуучу жөндөмдүүлүгү заттагы урандын болушуна байланыштуу экендигин тапкан. Урандын жарык чыгаруу интенсивдүүлүгүнө тышкы аракеттердин таасир кылбагандыгы белгиленген. Металлдык урандын бир кесегин абдан кызарганча ысытып, суюк абанын температурасына (-180°) чейин муздатып, жогорку басымда, өтө күчтүү электр жана магнит талаасына жайлаштырса да мына ушулардын бардыгы тең урандын иондошуучу жөндөмдүүлүгүн таптакыр өзгөртө алган эмес. Уран нурлары ошол эле интенсивдүүлүктө бөлүнүп чыккан.

Ал башка заттардын атомдору урандын атомдору сыяктуу, ушундай касиеттерге ээ боло алабы же жокпу? – деген суроону текшерүүгө киришкен. Жүздөгөн башка заттардын иондошуучу жөндөмдүүлүктөрүн ченеп, ал торий металлынын жана анын бардык кошулмалары уран сыяктуу нур чыгарууга ээ боло тургандыгын белгилеген.

М.Кюри өзүнүн тажрыйбаларынын маалыматтарын салыштырып көрүп, көзгө көрүнбөгөн нурдануунун өзүнөн-өзү бөлунүп чыгуу жөндөмдүүлүктөрү кайсы бир элементтердин атомдорунун касиеттери болуп эсептелет деген корутундуга келген. Бул касиетти ал, *радиоактивдүүлүк* деп атаган. Бул сөз нур дегенди билдирген, латынча *"ради - нур,,* деген сөздөн келип чыккан. Радиоактивдүүлүк, урандын жана торийдин атомдорунун бөлүп чыгарган нурлары кадимки жарык сыяктуу, рентген

нурлары жана нур чыгаруунун башка түрлөрү сыяктуу эле бардык тарапка түз сызык боюнча тарала тургандыгын белгилейт.

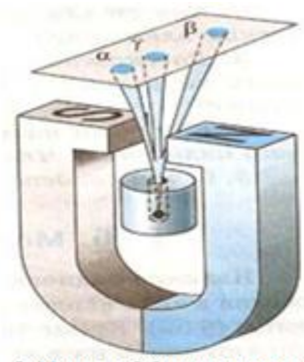
Ошол убакта физиктер жана химиктер радиоактивдүү элементтер тарабынан энергиянын үзгүлтүксүз бөлүнүп чыгышынын себептерин түшүндүрө алышкан эмес. Ал турсун радийдин химиялык элемент катарында болушуна да шектенүүлөрдү айтышкан, анткени радийди жалаң гана нур чыгаруусу боюнча табышкан, ал эми аны таза түрүндө бөлүп алышкан эмес. Радийдин бар экендигин далилдөө үчүн, физикалык жана химиялык касиеттерин белгилөөгө радийди жетишерлик өлчөмдө бөлүп алуу талап кылынган.

Радиоактивдүүлүк ачылгандан кийин тез эле орус академиги В.И.Вернадский мындай деп жазган: “Өзү каалаганынча өзүнүн тиричилигин курууга мүмкүнчүлүк бере турган күчтүн булагы болгон атомдун энергиясын, адам өз колуна ала турган убакыт алыс эмес”.

Радиоактивдүү нурлар. α-, β-, γ-нурларынын жаратылышы. *Радиоактивдүү нур деген эмне?*– деген суроо менен жаңы теманы баштоо пайдалуу. Окуучулар менен аңгемелешүүдө, радиоактивдүү нур чыгаруунун булагы болуп кайсы бир элементтердин, мисалы урандын, торийдин атомдору эсептеле тургандыгын жубайлар Кюрилердин тажрыйбалары көрсөткөндүгүнө басым жасайбыз. Көп энергияга ээ болгон нур чыгаруу, атомдордун так ичинен бөлүнүп чыга тургандыгы белгилүү болгон. Радийдин нур чыгаруусунун табиятын түшүндүрүү маселеси жаралган жана “*Радий тарабынан бөлүнүп чыгарылган нурлар атомдордун бөлүкчөлөрү болуп саналабы же жокпу?*- суроо пайда болгон.

Бул суроого жооп берүү үчүн, П.Кюри менен Э.Резерфорд радий нурларынын магнит жана электр талаасындагы кыймылын текшеришкенине токтолобуз. Магнит же электр талаасындагы нурлардын кыймылы, бул нурлар электр зарядына ээ болобу же жокпу дегенге байланыштуу болот. Эгерде нурларда заряд жок болсо, анда талаа нурлардын тобунун багытын өзгөртпөйт; нурларда заряд бар болсо анда нурлар кыйшаят. Нурлардын

кыйшаюусунун багыты магнит же электр талаасынын багытына жана заряддын бөлүкчөлөрүнүн белгилеринен көзкаранды болот. Бул текшерүүлөр радиоактивдүү нур чыгаруунун табиятынын татаал экендигин көрсөткөн. Күчтүү магниттин уюлдарынын аралыгындагы радиактивдүү нурлардын ичке тобу солго, тик жогору жана оңго кеткен үч топко бөлүнүшөт (2.44-сүрөт). Түз кетүүчү нурлар *гамма-нурлары* деп аталат. Аларга рентген нурлары сыяктуу эле, магнит талаасы таасир кылбайт. Магнит талаасынын аракети астында, терс заряддалган бөлүкчөлөрдүн багыты жака ийилген нурларды *бета-нурлары* деп атайбыз. Бета-нурлары кыйшайган жакка карама-каршы кыйшайган нурларды, *альфа-нурлары* деп атайбыз.



2.44-сүрөт. Магнит талаасында нурлардын ажырашы.

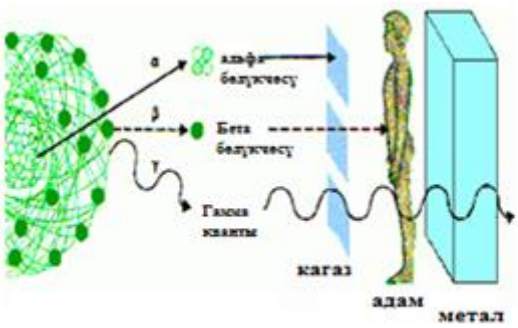
Альфа-бөлүкчөнүн жаратылышын 2.45-сүрөттө көрсөтүлгөн Э.Резерфорд жана Т.Ройстор тарабынан жүргүзүлгөн тажрыйбанын жардамында окуучуларга түшүндүрүү оңой. Радондун ажыроосунан альфа-бөлүкчөлөр чыгып, трубканын ичке дубалынан өтөт. Бул жерде пайда болгон газдар разряддоочу трубкага сымапты сүрүп чыгарат. Электрдик разрядда газ жаркырайт жана анын спектринен бул гелий газы экендиги аныкталган. Демек, радондон чыккан альфа-бөлүкчө гелийдин ядросу болуп саналат.

2.45-сүрөт. Э.Резерфорд жана Т.Ройс жүргүзгөн тажрыйбанын схемасы.

Бета-бөлүкчөлөр өздөрүн электрондор сыяктуу көрсөтөөрү байкалган. Анын *e* заряды өлчөнүп, андан кийин магнит талаасындагы кыйшаюусунун e/m салыштырмалуу заряды табылган. Чындыгында ядролордо электрондор болбойт. *Анда алар кайдан алынат?* Энергиясын жоготуп жаткан ядролордо, нуклондору башка нуклондорго айлануу процесси жүрүшү мүмкүн деген гана жалгыз божомол айтылат. Эгерде, нейтрон протого айланса, анда электрдик заряддын сакталуу

законуна ылайык, ядродон (масса покоя) массалык саны өтө кичине болгон терс заряддалган бөлүкчө, б.а., электрон учуп чыгат.

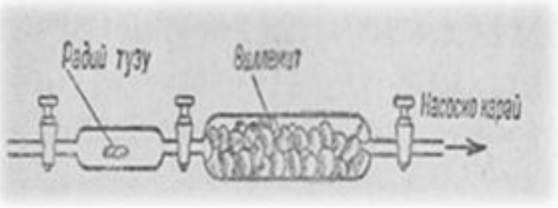
Гамма-нурларынын, магнит талаасында кыйшайбагандыгын, биз жогоруда көрсөткөнбүз. Алар мейкиндикте жарыктын ылдамдыгы менен, башкача айтканда секундасына 300 миң километр ылдамдык менен таралат. Гамма-нурлары касиеттери жагынан рентген нурларына окшош болот, бирок алар көп өтүп кетүүчү жөндөмдүүлүккө ээ. Көбүрөөк өтүп кетүүчү гамма-нурларын толук сиңирүү үчүн калыңдыгы 15—20 сантиметр болгон коргошундун катмары талап кылынат. Гамма нурлары жандуу клеткаларды бузуп жиберет, ошондуктан алар менен узак убакыт жарык кылуу организм үчүн зыяндуу болот. Адамдарды гамма-нурларынын таасиринен сактоо үчүн, радийдин препараттарын калың стенкалуу атайын жасалган коргошун идишке жайгаштырышат (2.46-сүрөт). Гамма нурларынын интенсивдүүлүгү аралыкка карай өтө күчтүү кемийт. Радийдин препаратынан аралык эки эсе көбөйсө гамма-нурларынын таасири төрт эсе кемийт, ал эми аралык беш эсе көбөйсө 25 эсе кемийт.



2.46-сүрет. Адамга α-, β-бөлүкчөлөрүнүн жана γ-квантынын таасир этүүсүнүн модели.

Альфа-бөлүкчөлөрүнүн массалык саны 4кө барабар. Ошол эле чоңдуктагы массалык сан женил газдын - гелийдин атомдорунан да табылган. Ошондуктан радиоактивдүү атом тарабынан чыккан альфа-бөлүкчөлөрү эки электронду кошуп алуу менен, гелийдин кадимки атомуна айланат деген ойлор келип чыкты. Мария Кюри, андан кийинки жана башка окумуштуулар радиоактивдүүлүк боюнча болгон иштин башталышында эле, радийге же торийге жакын жайланышкан нерселердин радиоактивдүү болуп кала тургандыгын байкашкан. Бул кубулуш *туудуруучу радиоактивдүүлүк* деп аталган. Бул кубулуштун себептерин ачуу үчүн, Содди радийди курчап турган абаны жыйнап алып, “*ал аба радиоактивдүүлүк касиеттерге ээ боло алабы же жокпу?* – деген суроону тажрыйбада аныктоого аракеттенген. Бул

абанын радиоактивдүүлүгүн табуу үчүн, радиоактивдүү нур чыгаруунун таасири астында жарык чыгаруу жөндөмдүүлүгүнө ээ болгон виллемит (цинк силикатын) минералын колдонгон (2.47-сүрөт). Радийи бар айнек түтүкчөнү виллемиттин кесекчелери толтурулган краны бар түтүкчөгө бириктирген. Кранды ачып, биринчи түтүктөн абаны насостун жардамы аркылуу виллёмити бар түтүкчөгө өткөрүшкөн. Аба киргизилгенден кийин ошол эле замат виллемиттин кандайча жарык чыгара баштаганы караңгыда абдан даана көрүнгөн. Байкоолорду улантуу менен, окумуштуулар өтө маанилүү кубулушту билишкен: виллемиттин жарык чыгаруусу туруктуу болуп кала алган эмес, ал убакытка жараша байкалардык түрдө азая берген. Бул, түтүктүн ичиндеги абанын радиоактивдүүлүгүнүн дагы азайгандыгын билдирген. Радийи бар түтүктөн абаны насос менен сордургандан кийин, ошол эле заматта виллемит жарык чыгарбаган. Түтүк радийи менен бир нече күн жабык тургандан кийин гана жарык пайда болгон. Демек, радийди курчап турган абанын ичинде, виллемиттижарык чыгарууга алып келген радиоактивдүү газ жыйналат. Радий - газ абалындагы радиоактивдүү жаңы заттын булагы болуп эсептелет жана ал аба менен бирге түтүктүн ичине кирип, виллемитти жарык чыгарууга алып келет деп ой жорушкан. Бул радиоактивдүү газ, *радийдин эманациясы* деген наамды алды, радий тарабынан бөлүнүп чыгарылуучу дегенди билдирет (бул газды ошондой эле *радон* деп да аташат).

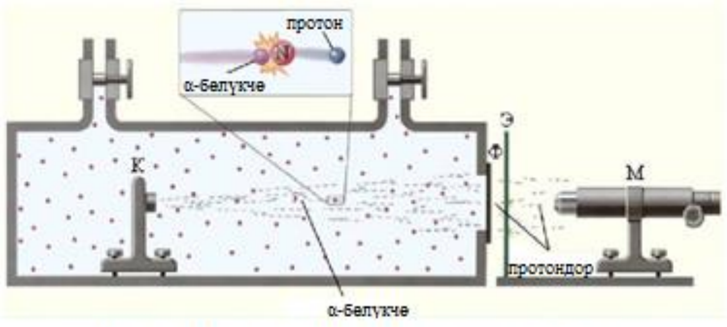


2.47-сүрөт. Соддинин тажрыйбасынын схмасы.

Радиоактивдүүлүк атомдордун ажырашы менен жана алардын башка заттардын атомдоруна айланышы менен байланыштуу деген ой келип чыкты. Бул жаңы идея болуп далилдөөнү талап кылган. Бирок, ал мезгилде бир элементтин атому башка элементтин атомуна айлана албайт деп эсептешкен. Радийдин эманациясы башка элементтер менен болгон кошулмага кирбей тургандыгын көрсөтүштү. Мындай касиетке, *инерттүү*

деп аталган газдар ээ болот. Кыргызстанда раиактивдүүлүктү алдын алуу боюнча аткарылган жумуштар боюнча [141] эмгегинен пайдаланса болот.

Протон жана нейтрондун ачылышы. Атом ядросунун түзүлүшү. Атомдун оң заряддалган бөлүгүн Резерфорд атом ядросу деп атагандыгынан сабакты баштоо максатка ылайыктуу болот [136]. Ушунун негизинде 1911-жылы атомдун ядролук модели түзүлүп, радиактивдүүлүктүн табиятын түшүнүүгө мүмкүнчүлүк ачылган. Атом ядросу жөнүндөгү окуунун өнүгүшүнүн негизги этабы болуп 1919-жылы Резерфорд тарабынан, азоттун ядросу менен α-бөлүкчөсү кагылышканда, азоттун атомунун курамынан суутектин атомунун ядросу – протон бөлүнүп чыгаарын тажрыйбада байкашы эсептелет. 2.48-сүрөттө Э.Резерфордун тажрыйбасынын модели көрсөтүлгөн. Мында К – α-бөлүкчөлөрдүн булагы. М – цинктин сульфиди капталган тунук экран. Идиш газ түрүндөгү азот менен толтурулган. Булактан чыккан α-бөлүкчөлөр экранга жетпей калган, бирок экранда жарыктуулук байкалган.



2.48- сүрөт. Э.Резерфорддун тажрыйбасынын модели.

Англис физиги Ж.Чедвик тарабынан жаңы элементардык бөлүкчөнүн, нейтрондун ачылышы атом ядросунун физикасындагы эң ири жаңылыктардан болуп калган. Бул бөлүкчөлөр протондун массасына дээрлик барабар массага ээ болушат жана алардын электрдик заряды жок болот. Ушул эле жылы белгилүү совет окумуштуусу Д.Д.Иваненко жана немец физиги В.Гейзенберг тарабынан атомдун ядросунун протон-нейтрондук модели сунушталган. Атомдун ядросунун касеттерин туура түшүндүрө албаган ядронун электрон-протондук моделинен айрымаланып, протон-нейтрондук модели тажрыйбадан алынган фактылар менен туура келген.

Атом ядросунун түзүлүшү боюнча кыскача тарыхый маалыматтарга токтолгондон кийин атом ядросунун курамын кароо пайдалуу болот. Эң жөнөкөй атом – суутектин атомунун ядросу протон деп аталган бир

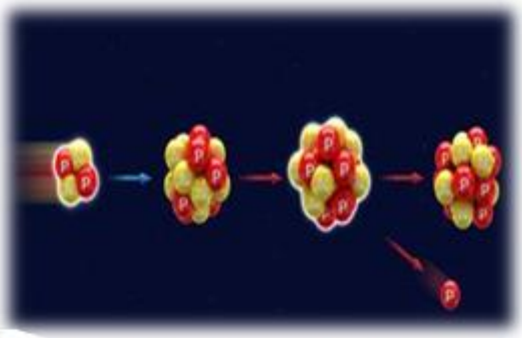
элементардык бөлүкчөдөн турат. Калган атомдордун ядролорунун бардыгы эки түрдөгү бөлүкчөлөрдөн – протондордон жана нейтрондордон турат. Бул бөлүкчөлөр нуклондор деп аталышат. Эркин протон - туруктуу бөлүкчө. Нейтрондун массасы протондун массасына караганда 0,14% га же $2{,}5m_e$ ге чоң. Ушуга байланыштуу нейтрон эркин абалда протонго, электронго жана электрондук антинейтриного ажырайт:

$$n \to p + e^- + \bar{\nu}_e \quad (2.2.14)$$

Нейтрондун орточо жашоо убактысы 15,3 минутага жакын. Ошондуктан нейтрон элементардык бөлүкчө катарында эмес, курамдуу бөлүкчө катары карала тургандай көрүнөт. Бирок, ядронун ичинде протон эркин эмес болот да, өзүн нейтронго, позитронго жана электрондук нейтриного төмөнкүдөй ажырап:

$$p \to n + e^+ + \nu_e \quad (2.2.15)$$

курамдуу бөлүкчө катарында алып жүрөт (2.49-сүрөт).



2.49-сүрөт. Ядродо протондун ажырашы.

Изотоптор. Изотоптор менен окуучулар биринчи жолу химия курсунан таанышышат. Радиактивдүүлүктү окуу бул ачылыш кандай болгондугун түшүнүүгө мүмкүнчүлүк берет. Атомдодун массасын аныктоо методу табылгандан кийин гана (тактап айтканда иондордун), изотоптордун бар экендиги тастыкталган. Муну өлчөө биринчи болуп Томсон тарабынан сунушталган, масс-спектрографдын жардамында жүргүзүлөт. Бул прибордун жардамында Томсон, атомдук массалары 20 жана 22 болгон неондун туруктуу 2 изотобун тапкан. Масс-спектрограф кийинчерээк Астон жана башка физиктер тарабынан өркүндөтүлгөн.

Нейтрондун ачылышы жана элементардык бөлүкчөлөрдүн айланышы боюнча изилдөөлөр (нейтрон жана протондордун да), ядронун түзүлүшү боюнча протон-нейтрондук гипотезасын бекитти. Бул моделди биринчилерден болуп бири-биринен көз карандысыз Д.Д.Иваненко жана В.Гейзенбергдер ачышкан.

Окуучулар атомдун курамын, анын атомдук номери Z жана массалык саны A $(A = Z + N)$ (2.2.16) боюнча аныкташты үйрөнүшү керек. Мындан сырткары, заманбап физикадагы негизги түшүнүктөрдүн бири болгон изотопторторду өздөштүрүшү керек. Элементтин изоптоптук курамын окуу үчүн, өтө сезгич заманбап курал масс-спектрограф колдонулат. Масс-спектрографтык анализ үчүн 10^{-6} грамм гана зат жетиштүү.

Масс-спектрометрикалык изилдөөлөрдүн жардамында мезгилдик системадагы 92 элементтен 320 изотоп аныкталган. Алардын ичинен 280 ни туруктуу изотоптор. Ядролук реакциянын жардамында практика жүзүндө, бардык элементтерден жасалма жол менен жаңы радиактивдүү элементтерди алууга болот (азыркы убакта алардын саны 1000 ден ашты).

Изотоптордон сырткары, бирдей массалык санга ээ, *изобаралар* деп аталган кээ бир элементтердин ядролору да кездешет (б.а., ядродо бирдей сандагы нуклондору менен). Изобараларга вольфрам -184 жана осмий -184 мисал боло алат. Буга окшогон мисалдар, элементтерди системалаштыруунун негизине ядронун массасын эмес, Д.И.Менделеевдин талицасындагы элементтин номерин аныктоочу алардын зарядын коюу керек.

Класстан тышкаркы сабак үчүн кызыктуу тема катары изотоптордун массасын жана алардын бөлүнүшүн аныктоо суроосу боло алат. Изотоптордун ажыроосу, заманбап өнөр жайларга өтө татаал жана абдан зарыл маселелерди коет. Ядролук энергетикадагы урандын изотопторунун ажырашы, буга жакшы мисал болот. Ядролук реакторлордо байытылган (обогащенный) уран колдонулат, анын составы ^{238}U - 96,8%, ^{235}U - 3,2% (табигый уранда алардын катышы 99,2% жана 0,7%). Изотопторду ажыратуу менен байланышкан өндүрүштүн масшабын карасак, дүйнөлүк энергетика жылына 4000т ашык байытылган уранды иштетет. Бул көлөмдөгү уранды алуу үчүн 6 млн тонна кенди иштетиш керек.

Бөлүкчөлөрдү каттоо. Эсептегичтер. Бул эсептөөчү методдордун негизинде бөлүкчөлөрдүн заттар менен аракеттешүүсү жатат. Бөлүкчөлөр өтө чоң энергияга ээ болгондуктан, кээ бир бөлүкчөлөрдү каттоого жана эсептөөгө

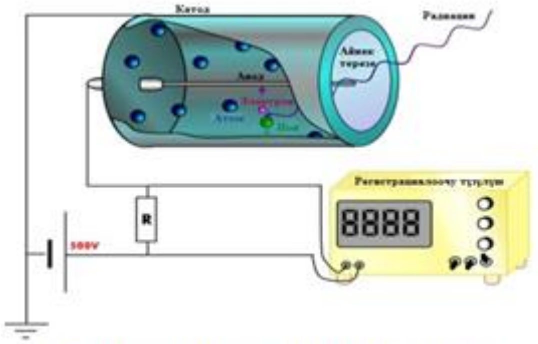
болот. Көпчүлүк детекторлордо заряддалган бөлүкчөлөрдүн иондоштурулган аракеттери жана γ-кванттар колдонулат. Акыркысы фотоэффектин, комптон эффектин натыйжасында ионизацияны пайда кылат. Аягында электрон-протондук жуп пайда болот.

Нейтрондор электрдик зарядка ээ болбогондуктан, өздөрү иондошууну пайда кылышпайт. Бирок алар кээ бир элементтердин ядросу менен эффективдүү аракеттенишет (мисалы, бор менен). Ядролук реакциянын жыйынтыгында α-бөлүкчөлөр жаралып газ эсептегичин иондоштурушат. Нейтрондорду эсептегичтин беттерин бор менен каптап же жумушчу газды киргизишет.

Иондоштуруудан башка, кээ бир элементтердин атомдорунун дүүлүккөн заряддалган бөлүкчөлөрү да пайдаланылат. Ал люминесценциялык жарыктуулукту чыгарат. Булар заманбап фотокөбөйтүүчү приборлордо регистрацияланат.

Илимге жана ядролук техникага өтө көп салым кошкон катары черенковдун эсептегичи саналат, анда Вавилов-Черенковдун нурдануусу колдонулат.

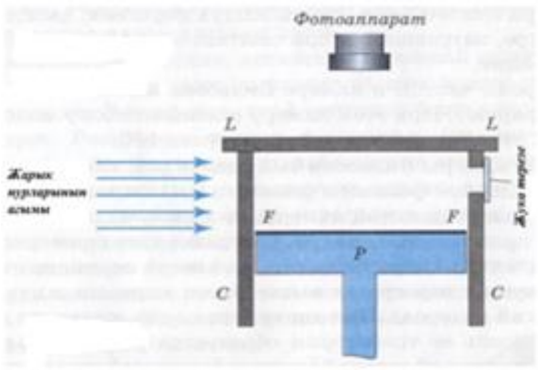
Бардык бөлүкчөлөрдү байкоочу жана эсептөөчү методдорду төмөндөгүдөй эки группага бөлүүгө болот: эсептөөчү жана тректик. Биринчисине мисал катары Гейгер-Мюллердин эсептегичин (2.50-сүрөт) жана сцитиляцияланган Черенковдук эсептегичтерди киргизсек болот. Экинчисине Вильсондун камерасы (2.51-сүрөт) жана көбүктүү жана искралуу камералар, калың катмарлуу фотоэмульсиялар кирет.



2.50-сүрөт. Гейгер-Мюллердин эсептегичи.

Төмөнкү моделдүү тажрыбанын жардамында бөлүкчөнүн зат менен аракеттешүүсүн түшүндүрүү пайдалуу болот. Жалпак ачык кюветке (чукурга) проенцирлөө үчүн диаскопту (же кодоскопту) жайгаштырабыз. Чукурдун түбүнө суунун бир нече тамчысын куюп жана өтө чоң эмес шарикти

жайгаштырабыз (чукур идиштин (кюветтин) ордуна броун бөлүкчөсүн моделдештирүүчү приборду колдонсо болот, анын өйдөнкү крышкасын алып таштоо гана керек). Шарикти түртүп, анын изине байкоо жүргүзүп, анын зат менен – суунун тамчысы менен аракеттешүүсүн эсептейбиз. Шарик өз жолундагы тамчынын осколкаларын тартып кетет жана ал орунда из (трек) калат. Тамчылардын өлчөмдөрүн жана алардын арасындагы аралыктарды тандоо менен, шарикти изи ар түрдүү болоорун жана анын жүрүшү ылдамдыгынан көз каранды экендигин оңой эле көрүүгө болот. Шариктин жолуна кыймылдабоочу нерседен, бөлүкчөлөрдүн кагылышуусунан вилка пайда болоорун көрөбүз. Мындай демонстрация бөлүкчөлөрдүн издери боюнча Вильсондун камерасынын жана башка из түшүрүүчү колдонмолордун иштөө принциптерин түшүнүүгө мүмкүндүк берет.



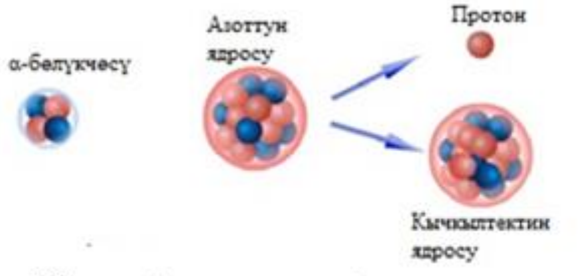
2.51-сүрөт. Вильсондун камерасынын түзүлүшү.

Бул темада “Элементардык бөлүкчөлөрдү каттонун эксперименталдык методдору” кинофильмин көрсөтүү максатка ылайыктуу болот.

Атом ядросунун жасалма айланышы. Деффект масса. Радиоактивдүүлүк ачылгандан кийин көп узабай эле Мария Кюри жана башка изилдөөчүлөр туруктуу элементтердин атомдорун бузуу үчүн альфа-бөлүкчөлөрүн пайдаланууга аракет жасагандыгынан сабакты баштоо максатка ылайыктуу болот [136].

Андан кийин атом ядросунун түзүлүшү темасында өтүлгөн Резерфорддун тажрыйбасын эстөөнү сунуштайт. Окуучулар менен аңгемелешүүдөн кийин 2.52-сүрөттү пайдаланып, азоттун ядросун α-бөлүкчөсү менен бомбалоодо андан протондор ажырап кычкылтектин ядросунун изотобуна айлангандыгын көрсөтүү максатка ылайыктуу. Ошол мезгилде башка окумуштуулар фтордун, натрийдин жана алюминийдин ядролордагы айланууларды байкашкан. Менделеевдин мезгилдик системасынын акырында жайгашкан элементтердин

электрдик заряды чоң болгондуктан α-бөлүкчөлөрүн түртүп аракеттешүү болбогондуна да токтолуп кетүү керек.



2.52-сүрөт. Азоттун ядросун α-бөлүкчөсү менен бомбалоодо андан протондор ажырап кычкылтектин ядросунун изотобуна айланышы.

Резерфорддун бул тажрыйбасы илимдин жаңы барагын - атомдордун жасалма түрдө айланышын ачкан.Табигый радиоактивдүү атомдор айланган убакта, аны менен кошо энергия да чыгат. Мына ошондуктан радиоактивдүү заттардын температурасы курчап турган чөйрөнүн температурасынан жогору болот. Атомдордун жасалма түрдө айланышында энергия бөлүнүп чыгабы же жокпу? - деген маселе эрксизден келип чыккан. Бирок ошол убакта иш жүзүнө ашырылган атомдордун жасалма түрдө айланган учурларынын бардыгында энергия бөлүнүп чыкпастан, сиңирилген. Энергияны бөлүп чыгаруудагы алгачкы жасалма түрдөгү ядролук реакция алюминийдин ядросун альфа-бөлүкчөлөрү менен бөлүү болгон. Мында массалык саны 30 болгон кремнийдииизотобу жана протон пайда болот:

$$ {}^{27}_{13}Al + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{28}_{14}Si + {}^{1}_{0}n \qquad (2.2.17) $$

Көп лабораторияларда 20 жыл бою альфа-бөлүкчөлөрү менен атомдорду бөлүү боюнча иштер жүргүзүлүп келген. Бирок ошондой болсо да ийгилик анчалыкболгон эмес. Андан аркы ядролук физиканын өнүгүшү үчүн нейтрондордун, башкача айтканда протондун массасына дээрлик барабар, бирок электр заряды болбогон массасы бар бөлүкчөлөрдүн ачылышы чоң мааниге ээ болгон.1930-жылы бериллийди радий тарабынан нурланып чыгарылган альфа-бөлүкчөлөрү менен аткан убакытта, изилдөөчүлөр укмуштуу касиеттерге ээ болгон жаны шооланы (нурду) байкашкан. Бул шооланын энергиясы өтө көп болгон: аларды алгачкы кезде “бериллий нурлары” деп аташкан, алар рентген нурлары да, гамма нурлары да өтө албаган коргошундун калың катмары аркылуу өткөн. Кийинчерээк, 1932-жылы бериллий шооласы ылдам учуучу нейтрондордун агымынан тургандыгын далилдешкен.

Нейтрондордун ачылышы изилдөөчүлөргө атом ядросун атуу үчүн кубаттуу снаряддарды берген. Бирок, радийдин альфа-бөлүкчөлөрүнүн жардамы менен жетишерлик көп сандагы нейтрондорду алуу мүмкүн эмес.

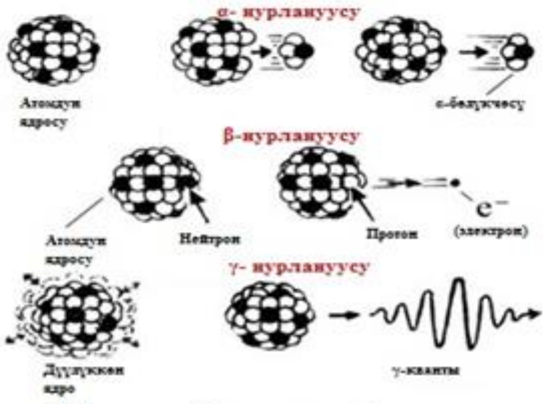
Нейтрондорду алуунун жаңы жолдорун издөө 1934-жылы жасалма радиоактивдүүлүктүн ачылышына алып келген. Париждеги Радий институтунун лабораториясында жубайлар Фредерик менен Ирен Жолио-Кюрилержана кызы Мария Кюриге радиоактивдүү атомдорду жасалма жол менен даярдоого мүмкүндүк болгон. Алар Мария Кюри тарабынан даярдалган таза полонийдин өтө активдүү препараты менен иштешкен. Полонийдин альфа-нур чыгаруусунун өтө сонундугу, ал бардык пайда болгон нурларды байкоого тоскоолдук келтирген радийдики сыяктуу гамма-нурларын чыгарбагандыгында болот. Нейтрондорду алууга алып келген реакцияларды изилдөөлөрдө, окумуштуулар ар түрдүү заттарды альфа-бөлүкчөлөрү менен бомбалаган. Бута болуп алюминий пластинкасы кызмат кылган убакта чындыгында нейтрондорду табышкан. Алюминийдин атомдорун альфа-бөлүкчөлөрү менен бомбалаганда кандай бөлүкчөлөрдүн бөлүнө тургандыгын толугураак изилдөө үчүн, жубайлар Жолио-Кюрилер Вильсон камерасын колдонушуп, электрондордуку сыяктуу, ошондой эле массасы бар жеңил бөлүкчөлөрдүн издерин табышкан.

Бул бөлүкчөлөрдүн зарядын аныктоого, Вильсон камерасынын ичинде магнит талаасын түзүүгө сунуш кылган совет окумуштуусу Д.И.Скобельцындын методу жардам берген. Магнит талаасындагы жеңил бөлүкчөлөрдүн багыттарынын өзгөрүшү, алардын оң заряддалганын көрсөткөн. Электрондун массасындай болгон, бирок он заряды бар позитрон деп аталган мындай бөлүкчө1934-жылы Ирен менен Фредерик Жолио-Кюрилер тарабынан радиоактивдүү атомдор жасалма жол менен биринчи ирет алынган.

Альфа-бөлүкчөлөрдүн булагын алып таштаганда, нейтрондор ошол эле замат жок болуп кеткен, бирок да позитрондор бөлүнүүнү уланта беришип, алардын саны барган сайын кемий берген. Так ченөөлөр,

позитрондордун санынын убакытка жараша азайышы, табигый радиоактивдүү атомдордун санынын азайышына мүнөздүү болгон закон боюнча өтө тургандыгын көрсөтүштү. Позитрондордун саны 2,5 минуттун ичинде эки эсе азайган. Табигый радиоактивдүү элементтердин изотопторунун бир да бири жарым ажыроонун мындай мезгилине ээ боло албайг. Табигый радиоактивдүүлүктөн алюминийдин радиоактивдүүлүгүнүн пайда болушунун айырмасы эгерде нур чыгарууну альфа-бөлүкчөлөрү менен кайталаса, аны кайрадан пайда кылууга болот. Алюминийди альфа-бөлүкчөлөрү менен нурландырганда позитронду нурландырып чыгарган кандайдыр бир жасалма радиоактивдүү элементтин пайда болгону ачык болгон.

Жасалма радиоактивдүүлүктүн ачылышы биздин кылымдагы өтө маанилүү ачылыштардын бири болуп саналат. Бул ачылыш мезгилдик системанын бардык элементтеринин радиоактивдүү изотопторун алууга мүмкүндүк берген. Альфа-бета, жана гамма-нурларын бөлүп чыгаруу менен башка элементтерге айланышкан радиоактивдүү элементтерди жасалма жол менен алышкан (2.53-сүрөт).



2.53-сүрөт. α, β, γ -нурларын бөлүп чыгаруу менен башка элементтерге айланышы.

Масс-спектрограф методу менен ядронун массасын изилдөө ядронун байланыш энергиясын баалого мүмкүндүк берет. Окуучулар байланыш энергиясын, ядронун сакталган энергиясы менен алмаштыруудан өтө чоң катачылыктарды кетиришет. Окуучуларга байланыш энергиясы, аракеттенишкен бөлүктөрдөн пайда болгон объектен чыгаарын түшүндүрүп кетүү максатка ылайыктуу. Буга мисал катары төмөндөгүлөрдү айтсак болот: буудан суюктуктун пайда болушу (буу пайда болуунун жылуулугу чыгат); буунун же суюктуктун молекулаларынан кристаллдын пайда болушу (эрүүнүн жылуулугу чыгат; газдык разрядагы газдын ионунун жана электронунун рекобинациялоодо (мында байланыш энергиясы кванттык

нурлануу түрүндө чыгат). Горизонталдык магниттик эмес стерженге катырылган, эки керамикалык магнит менен моделдүү тажрыйбаны да көрсөтүүгө болот. Эгерде магниттерди бири-бирине тартыша турган кылып жайгаштырсак, анда аларды ажыратуу үчүн байланыш энергиясын коротуу керек болот. Же тескерисинче, алар ажыраган абалда болсо, аларды жакындаш үчүн тартылуу күчү керектелет, бул учурда байланыш энергиясы чыгат. Тажрыйбалардын кайсыл учурунда байланыш энергиясы чыгып жаткандыгын талкуулоо максатка ылайыктуу. (Жооп: кагылышуудан кинетикалык энергия ички энергияга айланат да жылуулук берүүнүн натыйжасында айлана-чөйрөгө тарайт). Ядронун туруктуулугу өтө чоң тартылуу күчүнүн бардыгын тастыктайт. Демек, айрым бөлүкчөлөрдөн түзүлгөн ядролордон энергия бөлүнөт. Муну ядролордун массасын өлчөө көрсөтөт. Деффект массаларды иллюстрациялоо үчүн окуучуларга, эркин нейтрондор менен протондордун массаларын ядролук массалар менен салыштыруу мисалын көрсөтөбүз.

Бир нуклонго туура келүүчү, ядронун энергиясынын масссалык сандан көз карандылыгынын графигин көрсөтүү да пайдалуу. Ал атомдордун электрондору сыяктуу эле, ядронун нуклондору да потенциалдык чукурда болоорун тастыктайт. Окуучулар орто массалык санга ээ ядронун нуклондору (темир, никель, ж.б), оор ядролордун нуклондоруна карганда тереңирээк чукурда олтургандарын көрүшөт.

Графиктин жардамы менен байланыш энергиясынын маңызын түшүндүрүү да ыңгайлуу: ядродон нуклонду бошотуу үчүн кошумча энергия керек (бул атомду иондоштуруу энергиясына окшош) [100].

Ядролук күчтөр. Ядролук реакция. Д.Д.Иваненко жана И.Е.Таммдар тарыбанан 1934-жылы ядролук күчтөрдүн теориясы сунуш кылынган. Бул теория боюнча ядролук күчтөрдү ташыгычтар болуп электрон, позитрон, нейтрино жана антинейтринолор сыяктуу жеңил бөлүкчөлөр эсептелет. Бирок булардын теориясы тажрыйба менен дал келбей калган. Бирок бул теориянын негизги идеяларын колдонуу менен, япон окумуштуусу Х.Юкава ядролук аракет этишүүнү туура түшүндүрө алган.

Юкава ядролук күчтөрдүн өзгөчө талаасы болот деп болжолдогон. Анын теориясы боюнча, бул талаанын кванттары болуп нуклондордун ортосундагы аракет этишүүнү камсыз кылган бөлүкчөлөр эсептелет.

Мындан кийин окуучулар менен биргеликте ядролук күчтөрдүн касиеттеринин айрымдарын кароо максатка ылайыктуу болот. Мисалы:

1) Ядролук күчтөр – электромагниттик аракеттешүүлөрдөн артыкчылыкка ээ, нуклондордун ортосундагы тартылуу күчү. Чындыгында, протондордун электрдик түртүлүүсүнө карабастан, нуклондор ядродо ядролук аракеттешүүнүн натыйжасында кармалып турушат.

2) Ядролук күчтөр – кыска аракеттенишет. 10^{-12} см ден ашык аралыктарда ядролук күчтөр аракеттенишпейт.

3) Ядролук күчтөргө каныгуу мүнөздүү. Бул касиет химиялык байланыштардын валенттүүлүгүнө окшош. Ушул касиетке ылайык бир нуклон ядродогу нуклондор бардыгы менен эмес, бир нече кошуналары менен гана аракеттенишет.

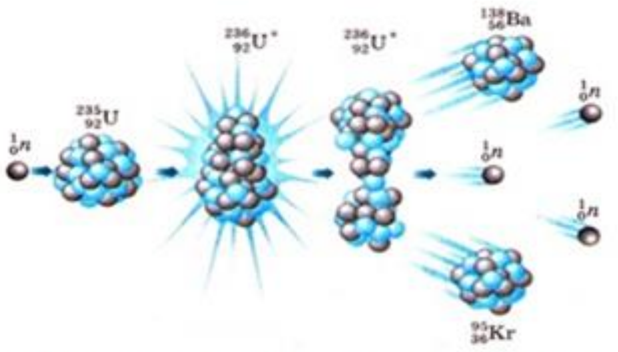
4) Ядролук күчтөр нуклондордун электрдик заряддарынан көз каранды эмес.

Ядролук реакциялар деп, башка ядролор жана элементардык бөлүкчөлөр менен өз ара аракеттешүүсүнүн натыйжасындагы ядролук айланууларды айтабыз (өз алдынча ядролордун – табигый жана жасалма радиактивдүүлүктөрдү – ядролук реакциялар деп эсептешпейт). Азыркы мезгилде 10000 ден ашуун ядролук реакциялар жасалган. Ар түрдүү классификациядагы ядролук реакциялар бар.

Окуу китебинде заряддалган бөлүкчөлөрдүн жана нейтрондордун аракеттеринен келип чыккан ядролук реакциялар каралат.

Биринчи ядролук реакция 1919-жылы ишке ашырылган. 1932-жылга чейин α-бөлүкчөлөрдүн аракетинен пайда болуучу ядролук айлануулар гана каралып келген.

Материянын түзүлүшүн изилдөөнүн жаңы этабы 1932-жылдан башталган. Бул жылда ядролук физикада үч өтө чоң ачылыш болгон: нейтрондун ачылышы, биринчи антибөлүкчө позитрондун ачылышы жана Д.Кокрофтом жана Э.Уолтондор тарабынан күчөткүчтүн жардамында алынган протон менен биринчи ядролук реакциянын ишке ашырылгандыгы. Кийинки ядролук физиканын өнүгүшү төмөндөгүдөй эки реакциянын негизинде уланган: ядро менен күчөткүчтүн жардамында алынган өтө чоң энергияга ээ заряддалган бөлүкчөлөрдүн ортосундагы реакциялар жана ядролор менен нейтрондордун ортосундагы реакциялар. 1939-жылы немец окумуштуулары О. Ган жана Ф. Штрассмандар тарабынан урандын ядросунун бөлүнүшү табылган. Алар уранды нейтрон менен бомбалоодо мезгилдик системанын ортосунда жайгашкан барий жана криптондун радиактивдүү изотоптору пайда болоорун аныкташкан (2.54-сүрөт).



2.54-сүрөт. Уранды нейтрон менен бомбалоодо барий жана криптондун радиактивдүү изотопторунун пайда болушу.

Бардык ядролук айлануулрда нуклондордун саны жана электрдик заряд сакталат. Окуучулар бул закондорду ядролук реакциялардын мүнөзүн аныктоодо колдоно билиши керек. Бул жерде белгисиз бир ядрону табуу үчүн, ядролук реакциялардын схемасы жазуу боюнча көнүгүүнү иштетүү пайдалуу болот.

Ар түрдүү бөлүкчөлөрдүн аракеттешүүсүнүн натыйжасында пайда болгон ядролук айлануулардын мисалдарын карап жатканда, нейтрондордун жана заряддалган бөлүкчөлөрдүн ядролорунун аракеттешүүлөрүнүн айрымалангандыгына токтолуп кетүү керек. Муну ядронун потенциалдык энергиясынын бөлүкчө менен аралыктан аракеттешүүсүнөн көз карандылыгынын жардамында түшүндүрүү ыңгайлуу болот. Система үчүн “ядро – заряддалган бөлүкчө (протон, α-бөлүкчө, оң заряддалган ион)”. Оң заряддалган бөлүкчө ядро тарабынан түртүлөт, ошондуктан ядрого жакындаш үчүн ал кулондук тоскоолдуктан өтүшү керек. Бул үчүн бөлүкчө жетишээрлик

кинетикалык энергияга ээ болушу шарт. Кээ бир учурларда мындай энергия заряддалган бөлүкчөлөрдүн күчөткүчтөрүнөн алынат. r_0го барабар аралыкта ядролук тартылуу күчтөрүнүн аракеттеништери башталат жана бөлүкчө потенциалдык чукурга түшүп – ядрого тутулат.

Нейтрон үчүн башкачараак болот. Нейтрондо заряд болбогондуктан кулондук тоскоолдук да болбойт, ошондуктан өтө акырын кыймылдаган нейтрондор да ядро тарабынан кармалат жана ядролук айланууларды пайда кылат. Ядро бөлүкчөнү жуткандын натыйжасында, өзүнүн ички энергиясына ээ (бул кармалган бөлүкчөнүн байланыш жана кинетикалык энергиялары, б.а., чукурга түшүүчү энергия) “составдык ядро” пайда болот. Мындай ядро стабилдүү эмес болот жана кандайдыр бир бөлүкчөлөрдү чыгарып, башка ядрого айланат. Нейтрондодун аракеттенишүүсүнөн болуучу реакцияларга мисал катарында, ядролук отунду алуунун жана ажыроо реакцияларын көрсөтүүгө болот.

Ядролук реакциялардан пайда болгон ядролордун көпчүлүгү радиактивдүү болушат. Мындай ядролор туруксуз болушунун элементардык себебин окуучуларга түшүндүрүү керек. Ядролордун туруктуулугун протондор жана нейрондордун сандарынын ортосундагы аныкталган катышы камсыздайт. Берилген A да, ядро максималдуу туруктуулукта боло турган, протон жана нейтрондордун сандарынын ортосунда оптималдык катыш болот. Протондордун азайышы кулондук түртүлүүнүн натыйжасында байланыш энергиясын азайтат. Нейтрондордун азайышы ядронун размеринин чоңоюшуна алып келет. Протондору азайган ядролор көбүнчө β^+ - радиактивдүү болушат, ал эми нейтрондору азайган ядролор β^- - радиактивдүү болот. Стабилдүү ядролорго бөлүкчөлөрдү аракеттендирип, алардын составын өзгөртүп жана жасалма радиактивдүүлүктү жасаса болот.

Сабактын аягында ядролук реакцияларды жүргүзүү үчүн ар түрдүү бөлүкчөлөр: α-бөлүкчөлөрү, протондор, нейтрондор, дейтрондор, электрондор, фотондор, оор иондор, пиондор, нейтринолор, мюондор, каондор, гиперондор, антинуклондор пайдаланылгандыгы жана бута катары жетишерлик узак

жашаган каалагандай ядролор, ошондой эле протондор колдонулаары боюнча маалымат берип кетүү пайдалуу болот.

Өзүн-өзү кармап турган термоядролук реакцияны жүргүзүүнүн үч ыкмасын көргөзүүгө болот:

1) Күндүн жана башка жылдыздардын түпкүрүндө өзүнөн-өзү жүрүүчү жай термоядролук реакция.

2) Өзүн-өзү кармап турган, тез өтүүчү, суутек бомбасын жардырганда жүрүүчү башкарылбаган мүнөздөгү термоядролук реакция.

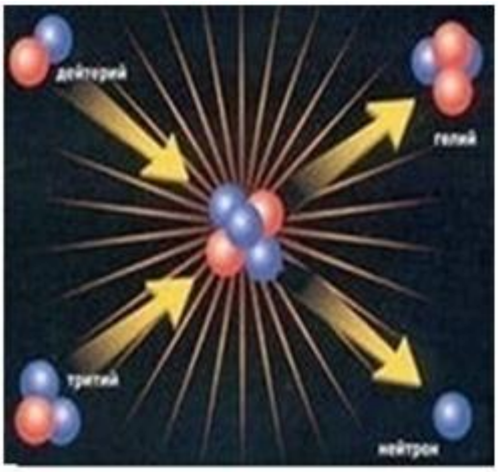
3) Башкарылуучу термоядролук реакция.

Биринчи учурда реакцияга кирген заттардын саны ушунчалык чоң болгондуктан, ал плазманын жеке бөлүкчөлөрүнүн аракет эткен гравитациялык күчтөр тарабынан кармалып жана өтө чоң тыгыздыка чейин ныкталып (Күндүн борборунда 100 $г/см^3$ ка чейин) турат. Күндүн термоядролук реакциясы $15\,000\,000^0C$ ка жакын температурада жүрүп турат. Байланыш энергиясын бөлүп чыгаруу менен коштолгон бул реакциянын акырында төрт протон гелийдин ядросуна эки протонго жана эки нейтриного өзгөртүлүп түзүлөт (2.55-сүрөт).

2.55-сүрөт. Күндөгү термоядролук реакция.

Ушул жерде мугалим 70-жылдын ортосуна чейин суутектин ядролорунан гелийдин ядролорунун синтезделиши талашсыз болуп келгендигине, мындай реакциянын негизинде протондордун синтезделиши нейтринону пайда болушу менен коштолгондугуна токтолуп, нейтрино боюнча маалыматтарды берип кетсе пайдалуу болот. Пайда болгон нейтринонун санын аныктоого болоорун, бирок эсептөөлөр Күндөн бөлүнүп чыккан нейтринонун саны өтө аз экендигин көргөзгөнүн, ушуга байланыштуу Күн энергиясынын жаратылышы жөнүндө суроо ачык бойдон тургандыгын окуучуларга жеткирүү керек.

Экинчи, суутектик бомба жарылган учурда 10^7K тартибиндеги температура пайда болот. Мындай температура суутек бомбасынын дүрмөттөрү дейтерий менен тритийдин реакцияга киришине өбөлгө түзөт да, натыйжада өтө кичине убакытта реакция жүрүп, жарылуу пайда болот (2.56-сүрөт). Суутектик бомбаларды өркүндөтүү менен эффективдүүлүгү кадимки жарылуучу заттын 100 000 000 тоннасына эквиваленттүү болгон термоядролук бомбалар жасалгандына токтолобуз. Ушундан соң мугалим окуучулар менен аңгемелешүү аркылуу, атомдук куралдардын адам баласынын өмүрүнө жана жашоосуна тийгизе турган зыяндуулуктары боюнча талкуулоо максатка ылайыктуу.



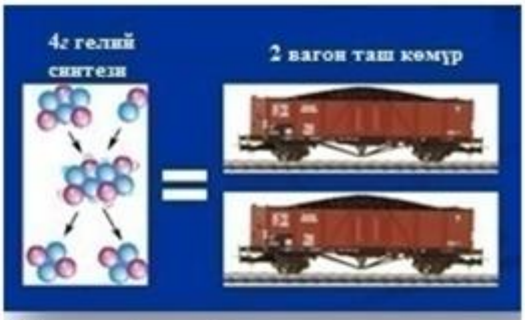
2.56-сүрөт. Суутек бомбасынын реакциясы.

Башкарылуучу термоядролук реакция азырынча алына элек. Себеби, мында пайда болгон кыйынчылыктар жер шартында тыгыз (10^{16} ядро/см^3) жана өтө ысык (~200 миллион градус) плазманы алуунун зарылчылыгы жана анын термоядролук түзүлүштүн ички беттери менен тийишпестен узак жана туруктуу абалда болушу менен шартталат.

Акырында окуучуларга ядролук аракеттешүүлөрдүн жаратылышы – заманбап физиканын фундаменталдык проблемаларынын бири экендиги боюнча айтуу керек. Бул табият таануунун жаңы багыты – элементардык бөлүкчөлөрдүн физикасы тарабынан изилденет.

Ядролук энергетика. Радиациянын биологиялык аракеттери. Урандын бөлүнүшүнүн реакциясынын ачылышына кыскача токтолуу менен бул реакциянын энергетикалык чыгышын аныктайбыз. Бул жыйынтыкты отунду күйгүзүүдөн алынган энергия менен салыштырабыз. Аңгемелешүүдөн окуучулар ядрону бөлүү реакциясы отунду күйгүзүү реакциясына караганда миллиондор эселүү эффективдүү болооруна ынанышат (2.57-сүрөт).

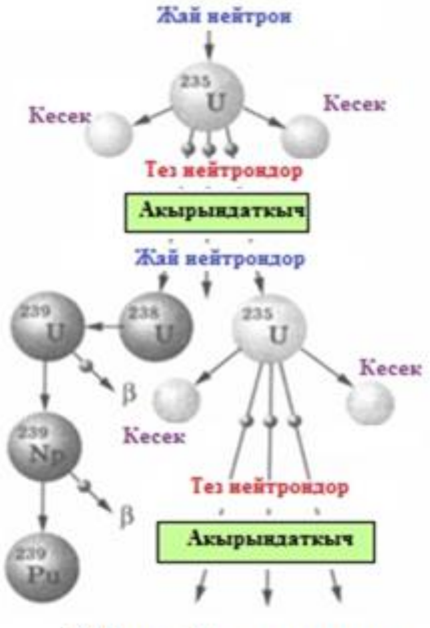
Андан кийин ядронун тамчы моделинин негизинде бөлүнүү механизмин түшүндүрөбүз. Я.И.Френкель жана Н.Бор ядрону суюк заряддалган тамчы сыяктуу деген көз караште элестетишип ядрону бөлүүнүн теориясын иштеп чыгышкандыгына кыскача токтологондон кийин жаңы темага боюнча маалыматтарды берүүгө өтөбүз.



2.57-сүрөт. Ядрону бөлүү реакциясы менен отунду күйгүзүү реакциясынын салыштырылышы.

Жаратылышта уланма реакцияны өткөрүүгө жөндөмдүү ядронун бир эле сорту – урандын изотобу ^{235}U гана бар. Бирок уран рудасында ал 0,7% процентти гана түзөт. Ошондуктан калган кошулуучу заттар жасалма жол менен алынат. Окуучулардын көңүлүн 2.58-сүрөттү пайдаланып уланма реакциянын жүрүшүнө бурабыз.

Андан кийин ядролук реактордун иштөө принцибин карайбыз. Ядролук реакторлордо нейтрондорду акырындатуу ядролук отундан сыркары жүрөт. Бул болгон ^{238}U ядролуру тарабынан нейтрондорду жутуп алышынан качууга мүмкүнчүлүк берет. Акырындаткычка жакындаганда (суу, графит) нейтрондор жылуулук чыгаруучу болушат. Уран стержендерине түшкөндөн кийин алардын затты жасоочу ядролор тарабынан тутуулусунун ыктымалдуулугу жогору болот.

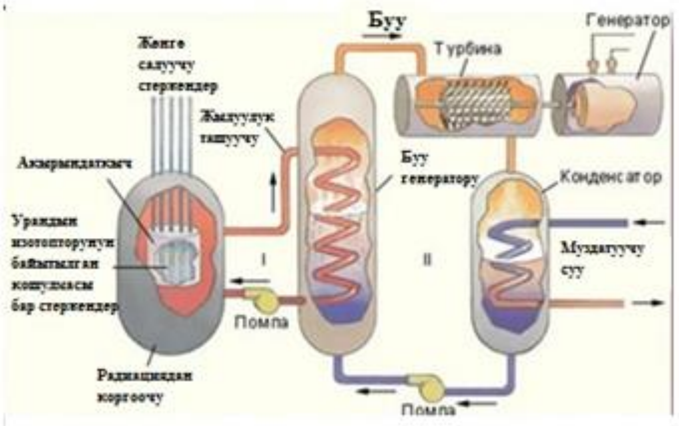


2.58-сүрөт. Уланма реакциянын жүрүшүнүн схемасы.

Нейтрондорду эффективдүү кармап калуучулардын мисалында уланма реакцияны башкаруу принцибин түшүндүрүүдө, кечигүүчү нейтрондордун ролун белгилейбиз. Анткени, коркунучтуу нормадан нейтрондордун саны ашып баратса, реактордун автоматтык түзүштөрү аларды жутуучуларды реактордун активдүү зонасына киргизип турат. Демек, экинчи жолу алынган нейтрондордун кечирээк пайда болушу бул процессти башкарып турууга

мүмкүнчүлүк түзүп берет. 2.59-сүрөттүн жардамында АЭСтин түзүлүшүн көрсөтүү да пайдалуу болот.

Атомдук энергетиканын азыркы жана келечектеги энергетикалык проблемаларды чечүүдөгү маанисин ачып берүү да максатка ылайыктуу. Анда АЭС дын курулушунун тарыхы, азыркы мезгилде өндүрүлгөн энергиянын канча пайызын түзөөрү боюнча жана алардын келечеги боюнча маалыматтарга токтолгондон кийин радиациянын биологиялык аракеттери боюнча маалымат берүүгө өтөбүз.



2.59-сүрөт. Атом электр станциясынын ички түзүлүшү.

Заттардын радиактивдүү нурлануусу тирүү организмдерге өтө чоң таасирин тийгизет. Салыштырмалуу өтө аз нурлануу да организ тарбынан жутулса температураны жогорулатып, клеткалардын түзүлүшүн бузат. Бул ар түрдүү оорулардын пайда болушуна алып келет. Өтө чоң интенсивдүүлүктөгү нурланууда тирүү организмдер өлөт. Азыркы мезгилде обьектерге нурлануунун тийгизген биологиялык механиздери толук изилдене элек.

Андан кийин мугалим маалымат булактарынан алынган маалыматтарга таянып радиация, радиациялык доза жана андан коргонуу боюнча маалыматтарга токтолот.

Элементардык бөлүкчөлөр. Элементардык түшүнүгү, материянын ар кыл өнүгүү этаптарындагы заттын түзүлүшү боюнча билимдердин тереңдешине ылайык өзгөрүп келет. Физиканын өнүгүшү элементардык бөлүкчөлөрдөн турган, атом ядросунун татаал түзүлүшүн, бөлүкчөлөрдүн ачылышына алып келди. Бирок булардын структурасы белгисиз бойдон калууда. Азыркы физикага 200 дөн ашык элементардык бөлүкчөлөр жана дүүлүккөн абалдар белгилүү. Жаңы элементардык бөлүкчөлөр ачылуусу уланууда. Азыркы убакта: “*Суббөлүкчөлөр барбы, б.а., белгилүү болгон элементардык бөлүкчөлөр мындан*

да кичине болгон бөлүкчөлөрдөн турбайбы?” – деген суроого жооп табууга аракеттер жүрүүдө.

Элементардык бөлүкчөлөрдүн түзүлүшү жогорку энергиядагы бөлүкчөлөрдү кагыштыруу методу менен изилденүүдө. Анткени энергиянын жогорулашы өтө жакын аралыкта болуучу кубулуштарды жана процесстерди изилдөөгө мүмкүндүк берет.

Бөлүкчөлөрдүн өзү алардын заттар менен конденцирленген абалда аракеттенишинен же ушундай аракеттенишүүлөр коштолгон (бөлүкчөлөрдүн Вильсондун камерасындагы издери, Гейгер-Мюллердин эсептегичиндеги импульс разряддары, Калың катмарлуу фотоэмульсиядагы тактар ж.б) башка бөлүкчөлөр менен аракеттешүү кубулуштары аркылуу аныкталат.

Азыркы убакта электрондор, протондор, нейтрондор жана башка микро объектер толкундук касетке ээ экендиги так далилденген, б.а., ар бир бөлүкчө толкундук жана корпускулалык касиеттердин бирдиктүүлүгүнө ээ. Мындан элементардык бөлүкчөлөр менен аныкталган көрүнгөн образды салыштыруу болбойт деген жыйынтык келип чыгат. Алдыга коюлуучу пландын шартына жараша, же толкундук, же корпускулалык касиеттер каралат.

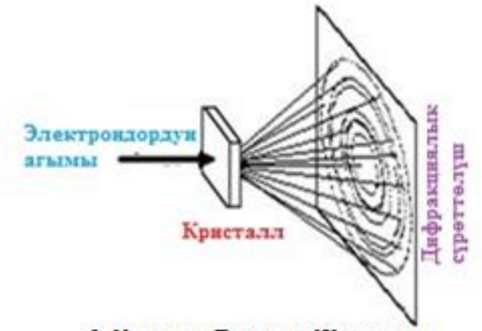
Азыркы учурда чыныгы элементардык бөлүкчөлөр катары лептондор, кварктар, фотондор жана бозондор кабыл алынгандыгы боюнча маалымат берүү пайдалуу болот. Бирок, кварк жана лептондор алардан да фундаменттүүрөк бөлүкчөлөр преондордон турат деген божомол айтылып жүргөндүгүн белгилей кетишибиз керек.

Бүгүнкү күндө жогорку энергиядагы заряддалган бөлүкчөлөрдүн булагы болуп, негизинен, ылдамдаткычтар эсептелет. Ошондуктан элементардык бөлүкчөлөрдүн физикасын жогорку энергиялардын физикасы деп аташат.

Элементардык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиеттери. Бул теманы өтүү үчүн окуучуларга Де Бройлдун гипотезасын жана аны эксперименталдык жактан далилдеген Девисон жана Жемердин тажрыйбасы, бул гипотезаны өнүктүрүүгө чоң салым жасашкан Шредингер жана Гейзенбергдердин эмгектери жөнүндө көбүрөөк маалымат берүү керек.

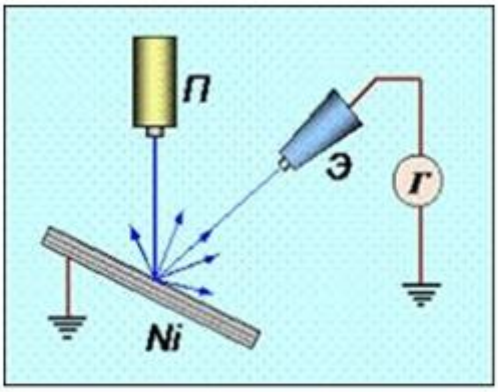
Сабакты гипотезаны тажрыйбада ырастаган Девиссон жана Жермердин тажрыйбасынын сүрөттөрүн көрсөтүү аркылуу окуучуларга түшүндүрүү жеңил болот. Алар төмөнкүдөй эки методду пайдаланышып, криссталдардан чагылган электрондордун дифракция кубулушуна ээ экендигин байкашкан.

Биринчи методдо монокристаллга белгилүү энергиядагы электрондордун агымы жиберилген. Андан кийин крисссталдан чачыраган электрондор үчүн дифракциялык бурчту аныкташкан. Рентген нурунун дифракция кубулушундагы Вульф-Бреггдердин формуласын пайдаланышып, электрондун толкун узундугун аныкташкан. (2.60-сүрөт). Бирок, бул тажрыйба анча ишенээрлик болгон эмес. Себеби, жогорку ылдамдыктагы электрондор никелдик криссталдык торчого келип тийгенде, ылдамдыгы төмөндөп рентген нурун пайда кылышы мүмкүн. Ал эми экрандагы сүрөттөлүш бул рентген нурунан пайда болгон деген ойлор жаралган.



2.60-сүрөт. Девиссон-Жермердин тажрыйбасынын схемасы.

Бул тажрыйбанын экинчи вариантында, электрондорду кабыл алгыч катарында Фарадейдин цилиндирин колдонушкан (2.61-сүрөт). Фарадейдин цилиндири заряддалган электрондорду гана кабыл алат. Бул тажрыйбанын негизинде электрондордун дифракциялык кубулушу так аныкталган. Дифракциялык бурчтун белгилүү маанилеринде чынжырдагы ток максимумга ээ болгон. Бул бурчтун маанилерин рентген нурлары үчүн Вульф-Бреггдердин формуласына коюп, электрондун толкун узундугу аныкталган (2.62-сүрөт).

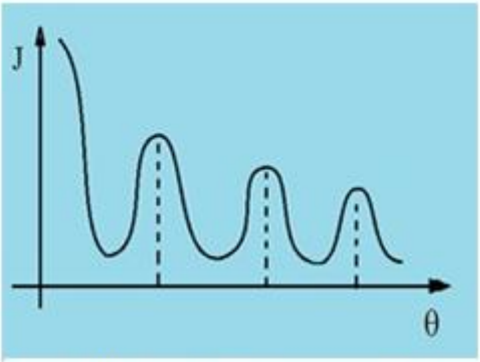


2.61-сүрөт. Фарадейдин цилиндринин жардамы менен электрондордун дифракциялык кубулушун аныктоо.

Де Бройлдун гипотезасы Томсон тарабынан жогорку ылдамдыктагы, Л.С.Тартаковский тарабынан төмөнкү ылдамдыктагы электрондор үчүн

текшерилген. Кийинчерээк дифракциялык касиетке протондор, нейтрондор, α-бөлүкчөлөр, атомдор жана башка бөлүкчөлөр дагы ээ болоору аныкталган.

Микробөлүкчөнүн толкундук касиети бир убакытта бөлүкчөнүн координатын жана импульсун, ошол координат боюнча түзүүчүсүн так аныктоого мүмкүн эмес экендигине алып келет, б.а., микробөлүкчөнүн координатын так аныктаган учурда, анын импульсун так аныктай албайбыз. Муну *Гейзенбергдин аныксыздыгы* деп атайбыз.



2.62-сүрөт. Рентген нурлары үчүн электрондун толкун узундугунун аныкталган жыйынтыгынын графиги.

Бул касиет микродүйнөгө таандык болгон касиет. Нильс Бор толкун-бөлүкчө карама-каршылыгын чечүү үчүн кошумчалык принцибин киргизген. Бул принциптин негизинде бир тажрыйбада толкундук да, корпускулярдык да касиеттерди аныктоого мүмкүн эмес. Буларды аныктоо үчүн эки тажрыйба жүргүзүү керек болот.

3-глава. ПЕДАГОГИКАЛЫК ЭКСПЕРИМЕНТ ЖАНА АНЫН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

§3.1. Педагогикалык экспериментти уюштуруу

Эксперименттин жүрүшү үч этапты камтыды: аныктоочу (2012-2014-жж), изденүүчү (2014-2016-жж), окутуучу (2016-2018-жж).

Педагогикалык экспериментти уюштурууда төмөндөгүдөй максаттар коюлду:

1. Кванттык физика боюнча окуучулардын билимдеринин, билгичтиктеринин жана көндүмдөрүнүн деңгээлин аныктоо (аныктоочу эксперимент).
2. Кванттык физикага байланышкан окуу материалдарын кабыл алууда жана өздөштүрүүдө окуучуларга кыйынчылык келтирген факторлорду аныктоо (аныктоочу эксперимент).
3. Кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү түшүнүктөрдүн удаалаштыгын жана өз ара байланышын аныктоо, негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасын иштеп чыгуу, сынактан өткөрүү (изденүүчү эксперимент).
4. Иштелип чыккан методиканы эксперименталдык окутуу аркылуу текшерип, текшерилген методикага айрым түзөтүүлөрдү киргизүү менен аларды мугалимдердин колдонуусуна сунуштоо (окутуучу эксперимент).

Эксперименттин жүрүшү үч этапты камтыды: аныктоочу (2012-2014-жж), изденүүчү (2014-2016-жж), окутуучу (2016-2018-жж).

I этап - 2012-2014-жж. – аныктоочу эксперимент. Бул этапта кванттык түшүнүктөрдү негизги мектептин окуучуларында калыптандыруунун проблемалык абалы изилденди. Бул проблеманы чечүүгө арналган изилдөөлөрдүн теориялык булактары иликтенди жана анализденди.

II этап — 2014-2016-жж. – изденүүчү эксперимент. Бул этапта негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасы негизделип, иштелип чыгылды жана толук эмес сыноодон өткөрүлдү. Биринчи эле тажрыйбадан,

бул методиканы колдонуу максатка ылайыктуу жана эфективдүү болооруна ынандык.

III этап — 2016-2018-жж. – окутуучу эксперимент. Бул этапта толук масштабда окутуучу эксперимент жүргүзүлдү. Эксперименттик окутууга 4 мугалим жана 84 окуучу катышты.

3.1-таблица. Педагогикалык эксперимент боюнча маалымат.

Этап	Эксперименттик база	Негизги максат	Колдонулган методдор
Аныктоочу 2012-2014- жж.	Ош жана Баткен областарынан Кара-Кулжа районунун К.Жантөшев, Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев, Кадамжай районунун И.Мадарипов, Манас-Ата, Кызылкыя шаарынын № 4, 7, 9	Негизги мектепте кванттык физика бөлүмүнүн окутулушунун практикалык абалын аныктоо.	Окуу процессине байкоо жүргүзүү. Окутуучулардан анкета алуу. Окутуучулар жана окуучулар менен аңгемелешүү.
Изденүүчү 2014-2016- жж.	Кара-Кулжа району К.Жантөшев Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев, Кадамжай району И.Мадарипов, Манас-Ата, (5 окутуучу жана 102 окуучу)	Негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасын иштеп чыгуу.Методиканы апробациялоо.	Тажрыйбалуу окутуу. Байкоо. Окутуучулар менен аңгемелешүү. Жетишүүнү диагностикалоо. Изденүүчү этаптагы жыйынтыктарды
Окутуучу 2017-2018- жж.	Кара-Кулжа району К.Жантөшев Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев, Кадамжай району И.Мадарипов, Манас-Ата, (4 окутуучу жана 298 окуучу)	Иштелип чыккан методиканын эффективдүүлүгүн аныктоо.	Тажрыйбалуу окутуу. Салыштырма эксперименти. Эксперименттин жыйынтыктарын

Аныктоочу эксперименттин (2012-2014-жж.) негизги милдеттери катары төмөнкүлөр белгиленген:

- кванттык физика боюнча окуучулардын билимдеринин, билгичтиктеринин жана көндүмдөрүнүн деңгээлин аныктоо;

- кванттык физикага байланышкан окуу материалдарын кабыл алууда жана өздөштүрүүдө окуучуларга кыйынчылык келтирген факторлорду аныктоо.

Коюлган милдеттерге жараша алгач аныктоочу эксперимент жүргүзүлдү . Экспериментке Баткен областынын Кызыл-Кыя шаарынын № 4 А.С.Пушкин, № 7 Т.Иметов, № 9 Г.Гулматов, Кадамжай районундагы И.Мадарипов, Манас-Ата, Ош областынын Кара-Кулжа районунун К.Жантөшев, Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев атындагы орто мектептеринин 9-классты бүтүп жаткан 227 окуучу катышты. Кванттык физика боюнча окуучулардын билимдерин баалоого мүмкүндүк түзүүчү, өтө деле татаал эмес 10 суроо берилди. Алар фотон, атом модели, Бордун постулаттары, фотоэффект кубулушунун түшүндүрүлүшү жана колдонулушу, жарыктын басымы, радиактивдүүлүк, изотоптор, ядролук жана термоядролук реакциялар, элементардык бөлүкчөлөр түшүнүктөрүнүн маңызын ачып берүү эле. Текшерүү иштин жыйынтыгы кадимки эле 5 баллдык шкала менен бааланып, негизги мектептеги окуучулардын кванттык физика боюнча билим деңгээли 60% тен төмөн экендиги аныкталды.

Мугалимдердин ойлорун билүү максатында, респонденттерге кыскача анкета сунушталды. Анкетанын жыйынтыктарын тактоо максатында жана кошумча маалыматтарды алуу үчүн аңгемелешүүлөр өткөрүлдү. Анкета өткөрүүнүн жыйынтыгын анализдөө төмөндөгүдөй тыянак чыгарууга жардам берди:

- Көпчүлүк мугалимдер (81%) кванттык физика боюнча окуу материалдарын үстүртөн гана кабыл алышаарын белгилешкен.

- Мугалимдер кванттык кубулуштарды окутууда окуучулардын аңдап сезүүсүн активдештирүү жана жаңы маалыматтык технологияларды колдонуу керек деп эсептешет, бирок бардык эле мугалимдер заманбап технологияларды колдонуу ыкмасына ээ болушкан эмес. Мектептин материалдык-техникалык базасы да ага жооп бербейт.

- Жогорку жыйынтыкка кантип жетсе болот? – деген суроого мугалимдердин көпчүлүгү, мугалим менен окуучулардын бирдиктүү иш аракеттери аркылуу, илюстрациялап-түшүндүрүү методунан сырткары продуктивдүү, интерактивдүү методдорго басым жасоо аркылуу деген жоопторду беришкен.

- Кванттык физиканы негизги мектепте окутуудагы кыйынчылыктарга методикалык колдонмонун жоктугун (кыргыз тилинде 94%) жана программада каралган сааттын аздыгын (72%) көрсөтүшкөн.

Мугалимдер менен аңгемелешүүдөн да көп маалыматтарды алдык. Мугалимдер кванттык түшүнүктөрдү калыптандырууну жакшыртуу максатында өз алдынча иштелмелерди түзүшөт (издөөлөрдү көбүнчө кээ бир учурларда гана жүргүзүшөт жана эмпирикалык түрдө түзүшөт). Мындан сырткары, кванттык кубулуштарды калыптандырууну иш аракет катары эмес, анын жыйынтыгы катары эсептешет. Көпчүлүк учурда мугалимдер окутуу процессин уюштурууда кайсы теорияга, кайсы технологияга таянуу керектигин билишпейт, ага маани да беришпейт.

Негизинен, аныктоочу эксперименттин жыйынтыктары төмөндөгүдөй кемчиликтердин бардыгын көрсөттү:

- табигый илимдерге карата, өзгөчө физика-математикалык багыттагы илимдерге окуучулардын бүгүнкү күндөгү кызыгууларынын начарлап баратышы;

- окуучулардын кванттык физика боюнча билимдери формалдуу мүнөзгө ээ. Ал негизинен окуу материалындагы айрым фактыларды атоо, түшүнүктөрдүн маңыздуу эмес, сырткы гана белгилерин мүнөздөө, кубулуштардын жүрүү механизмдерин так элестете албоо, атомдук жана ядролук физиканын турмуштук колдонулушуна анча маани бербестен абстракттуу гана билим катары мамиле жасоо менен аныкталат;

- кванттык физиканы окутуу боюнча мугалимдер өз алдынча иш алып барышат, бирок чыгармачылык менен изденүү эпизоддук түрдө гана жүрөт.

Булардын бардыгы негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун

методикасынын толук кандуу иштелип чыкпагандыгы менен аныкталат.Мына ушул жыйынтыктар изилдөөбүздүн актуалдуу экендигин практикалык жактан далилдеди десек болот.

Биз изилдөөбүздүн изденүүчү этабында (2014-2016-жж.) келип чыккан проблемаларды чечүүнүн жолдорун аныктоого кириштик. Изденүүчү эксперимент төмөнкү милдеттерди чечүүгө багытталды:

- кванттык физика боюнча окуу материалдарын өздөштүрүүдө окуучулардын кетирген типтүү каталарын жана жогоруда белгиленген кыйынчылыктарды жоюунун жолдорун изилдөө;
- кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү түшүнүктөрдүн удаалаштыгын жана өз ара байланышын аныктоо;
- негизги мектепте кванттык физиканы окутуунун методикасын иштеп чыгуу;
- иштелип чыккан методиканы окутуу аркылуу текшерүү;
- тажрыйбада текшерилген методикага айрым түзөтүүлөрдү киргизүү менен аларды экспериментатор мугалимдердин колдонуусуна сунуштоо;
- алынган жыйынтыктын негизинде изилдөөнүн кийинки этабын ишке ашырууну пландоо.

Белгиленген кыйынчылыктарды жоюу менен бирге кванттык физиканы окутуунун методикасын жакшыртуунун жолдору 1.3-параграфта каралды.

Мында кванттык физика боюнча билимдердин бүгүнкү күндөгү ордунун жана маанисинин такталышы, аларды жаңы стандарт жана программа боюнча окутуунун өзгөчөлүктөрү, кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү түшүнүктөрдүн такталган курамы, алардын илимдин акыркы жетишкендиктерине ылайык мүнөздөмөлөрү, кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү түшүнүктөрдү калыптандыруунун методдору, каражаттары, кванттык физиканы окутууда окуучуларга политехникалык, экологиялык тарбия берүүнүн, окуучулардын дүйнөгө болгон көз караштарын

калыптандыруунун жолдору ж.б. иштелип чыгылы. Алар эл аралык жана республикалык илимий конференцияларда, семинарларда талкууланды.

Иштелип чыккан методикалык көрсөтмөлөр алгач 2014 -2015-окуу жылында Ош областынын Кара-Кулжа районунун К.Жантөшев орто мектебинде окутулду жана текшерилди, андан кийин Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев, Кадамжай району И.Мадарипов, Манас-Ата, орто мектептеринин окуучуларынын (жалпы саны 84) катышуусу менен 2015 - 2016-окуу жылынын 2-жарымында 9-класста эксперименттик окутуу өткөрүлдү.

§ 3.2. Педагогикалык эксперименттин жыйынтыгы жана методикалык сунуштар

Эксперименттик изилдөөнүн **изденүүчү** этабында, иштелип чыккан методиканын эффективдүүлүгүн аныктоо максатында иштер жүргүзүлдү. Иштелип чыккан методика 2014-2015-, 2015-2016-окуу жылдарында Кара-Кулжа районунун К.Жантөшев, Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев Кадамжай районунун И.Мадарипов, Манас-Ата атындагы орто мектептеринин физика мугалимдери К.Кайназаров, Т.Ташполотов, Азиз уулу У., К.Сейдахматоваларга пайдаланууга сунуштадык. Окутуу процесси жүрүп жаткан учурда алардын сабактарына байкоо жүргүзүп жана алардын айткан сунуштары боюнча кээ бир татаал материалдар алынып салынды, алардын орду башка материалдар менен толукталып турду. Ар бир бөлүм окутулуп бүткөндөн кийин, сунушталган методика экпериментатор мугалимдердин, окуучулардын көз караштарын эске алуу менен толукталып, жыйынтыктары илимий конференцияларда талкууланып, апробацияланды.

Ошентип, изденүүчү эксперименттин натыйжасында баштапкы гипотезанын тууралыгы бекемделип, айрым түзөтүүлөр, толуктоолор киргизилди. Негизги мектепте кванттык физиканы окутууну жакшыртуунун жолдору дагы такталды.

Окутуучу эксперимент (2016-2018-жж.). Изденүүчү эксперимент учурунда иштелип чыккан методиканын натыйжалуулугуна ишенич пайда болгон соң, изилдөөнүн гипотезасынын тууралыгын, сунуш кылынган методикалык көрсөтмөлөрдүн натыйжалуулугун далилдөө жана изилдөөнүн жыйынтыктарын республиканын мектептерине жайылтуу мүмкүндүгүн аныктоо үчүн 2016-17-, 2017-18-окуу жылдарында окутуучу эксперимент жүргүзүлдү. Мында да эксперименттик жана контролдук топтор белгиленди. Алдын ала мугалимдер менен аңгемелешүүлөр, семинарлар өткөрүлүп, эксперименттик материалдар менен тааныштырылып, даярдоолор жүргүзүлгөндөн кийин окутуучу эксперимент Ош областынын Кара-Кулжа районунун К.Жантөшев, Ноокат районунун Э.Эргешов, Ж.Бөкөнбаев, Кадамжай району И.Мадарипов, Манас-Ата мектептеринде уюштурулуп өткөрүлдү.

Биз сунуштаган методиканын натыйжалуулугун аныктоо үчүн төмөнкү критерийлер тандалып алынды:

1. Кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү түшүнүктөрдүн окуучулар тарабынан өздөштүрүлүшүнүн толуктугу.

2. Аларды ар түрдүү жагдайларда (маселе чыгарууда, кубулушту түшүндүрүүдө ж.б.) колдоно билүүчүлүгү.

3. Кванттык түшүнүктөрдүн ар биринин илимий түшүнүк катары маңызын ачып бере алуучулугу.

Эксперименттик окутууда алынган жыйынтыктарга ылайык, окучулардын кванттык физика боюнча билимдеринин сапатын сан жагынан баалоо үчүн төмөнкү сандык көрсөткүчтөр колдонулду:

1. Окуучулардын түшүнүктөрдүн мазмунун өздөштүрүүсүнүн толуктук коэффициенти А.В.Усова тарабынан иштелип чыккан төмөнкү формула боюнча эсептелди: $К = \frac{1}{nN}\sum_{i=1}^{N} n_i$, мында n-окутуунун берилген моментинде окуучулар өздөштүрүүгө тийиш болгон түшүнүктөрдүн элементтеринин жалпы саны, N - экспериментке катышкан окуучулардын

жалпы саны, $n_i - i$-окуучу туура өздөштүргөн белгилеринин саны (i = 1, 2, 3, … N). K нын максималдык мааниси 1 ге барабар.

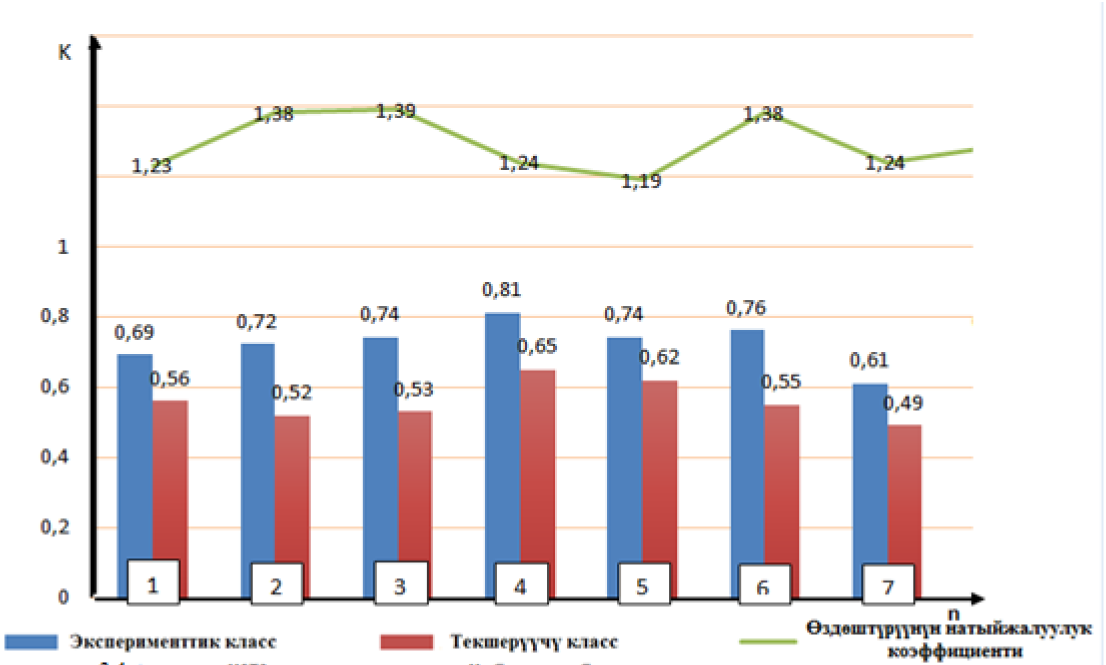
2. Колдонулган методиканын натыйжалуулук коэффициенти эксперименттик жана контролдук класстардын окуучуларынын түшүнүктөрдү өздөштүрүүсүнүн толуктук коэффициенттеринин катышы менен аныкталат. Башкача айтканда, $\eta = \frac{К_э}{К_т}$. Эгер, $\eta = 1$шарты орундалса, анда эксперименттик окутууда колдонулган методика традициялык окутуудагыга караганда бир кыйла натыйжалуу экендигин түшүнүүгө болот.

Эксперименттик окутуунун жыйынтыгы тиешелүү тема өтүлгөндөн кийин чыгарылып турду, б.а., кванттык физика бөлүмүн окуу китебиндеги 3 бөлүктүн ар бири бүткөндө жана аягында жыйынтыктоочу текшерүү иштерин жүргүздүк. Туура жооптордун критерийлери катары ар бир түшүнүктүн маңыздуу белгилери, берилген түшүнүктү өз алдынча окуп үйрөнүүнүн жана ал боюнча суроолорго жооп берүүнүн жалпыланган планы колдонулду. Алар кванттык кубулуштарды мүнөздөөчү конкреттүү түшүнүктөр үчүн иштелип чыгылды.

Эксперименттин жыйынтыгы 12-, 13-, 14-таблицаларда 1-, 2-, 3-гистогаммаларда көрсөтүлдү. Алынган текшерүү иштеринин жыйынтыктары.

3.3-таблица. Жарыктын аракеттери бөлүмү боюнча текшерүү ишинин жыйынтыгы

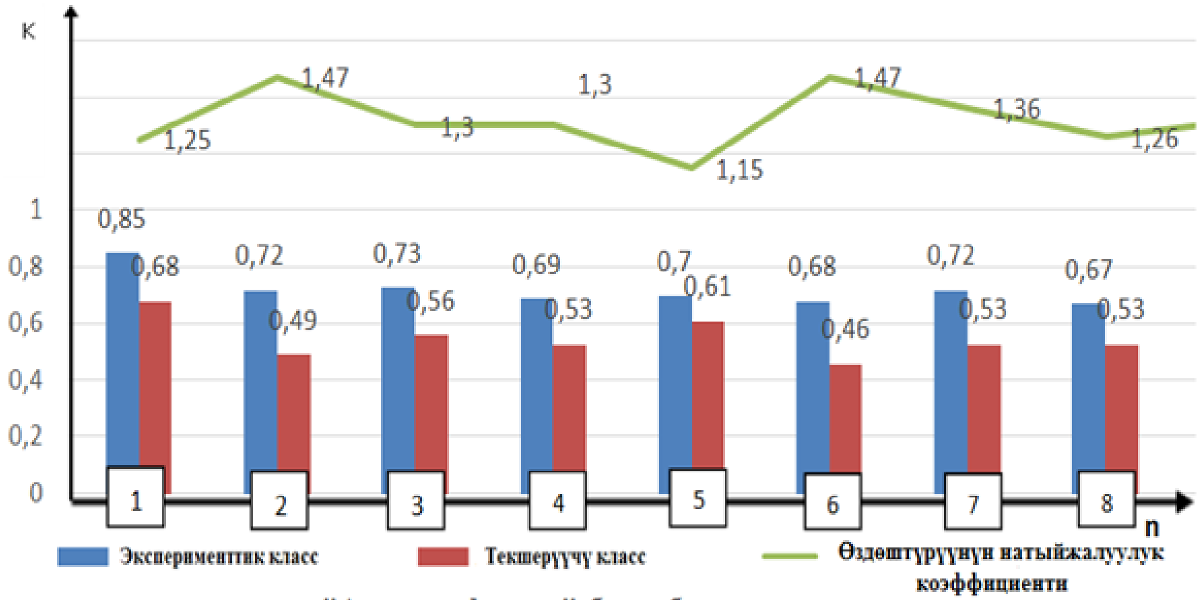
№	Негизги түшүнүктөр	К		η
		э	т	
1.	Фотоэлектрдик эффект	0,69	0,56	1,25
2.	Фотоэффектин закондору	0,72	0,52	1,24
3.	Фотоэффектин колдонулушу	0,74	0,53	1,27
4.	Фотоэлементтер	0,75	0,55	1,30
5.	Комптон эффекти	0,62	0,50	1,12
6.	Жарыктын басымы	0,73	0,55	1,28
7.	Жарыктын химиялык аракеттери	0,61	0,49	1,10



3.1 -сүрөт. **"Жарык аракеттери"** бөлүмү боюнча алынган текшерүү иштеринин гистограммасы

3.4-таблица. Атомдук физика бөлүмү боюнча текшерүү ишинин жыйынтыгы.

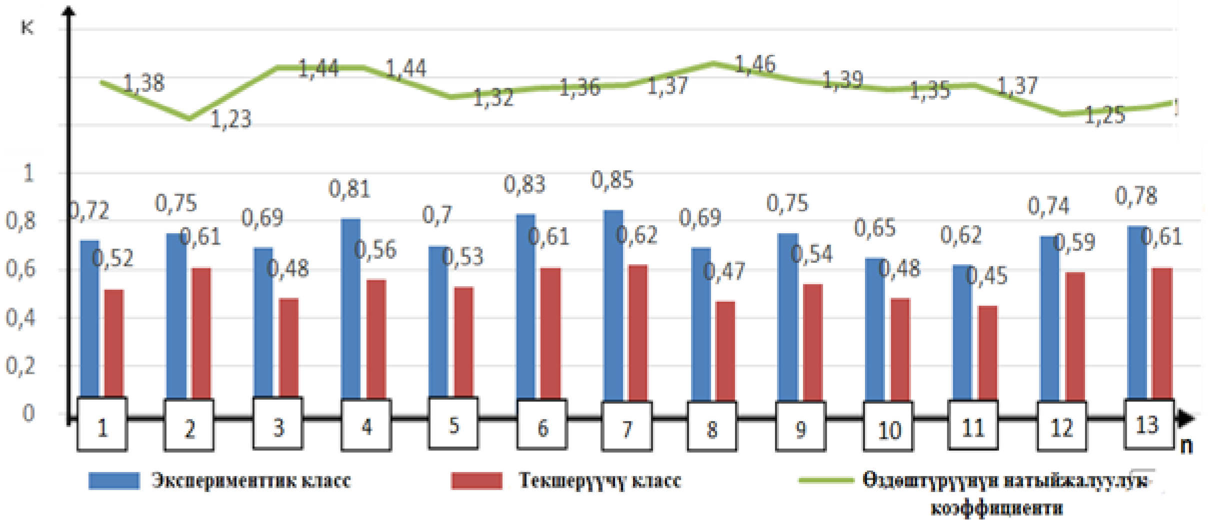
№	Негизги түшүнүктөр	К		η
		э	т	
1.	Атом	0,72	0,55	1,27
2.	Атомдун модели	0,69	0,51	1,20
3.	Бор постулаттары	0,73	0,51	1,24
4.	Атомдун нурланышы	0,65	0,47	1,12
5.	Суутек атомунун спектри	0,66	0,61	1,27
6.	Атомдун түзүлүшү	0,69	0,51	1,20
7.	Лазер нуру	0,74	0,56	1,30
8.	Рентген нуру	0,64	0,53	1,17



3.2-сүрөт. **"Атомдук физика"** блогу боюнча алынган текшерүү иштеринин гистограммасы

3.5-таблица. Ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөр бөлүмү боюнча текшерүү ишинин жыйынтыгы.

№	Негизги түшүнүктөр	К		η
		э	т	
1.	Атом ядросунун түзүлүшү	0,63	0,50	1,13
2.	Радиактивдүүлүк	0,71	0,52	1,23
3.	Радиактивдүү нурлар	0,69	0,48	1,17
4.	α-, β-, γ- нурларынын жаратылышы	0,68	0,51	1,19
5.	Ядродогу ички айланыштар	0,67	0,48	1,15
6.	Бөлүкчөлөрдү каттоо. эсептегичтер	0,71	0,52	1,23
7.	Изотоптор	0,69	0,51	1,20
8.	Атом ядросунун жасалма айланышы	0,61	0,42	1,03
9.	Ядронун байланыш энергиясы. Деффект масса	0,60	0,36	0,96
10.	Ядролук реакция	0,64	0,51	1,15
11.	Термоядролук реакция	0,62	0,49	1,11
12.	Элементардык бөлүкчөлөр	0,61	0,42	1,03
13.	Элементардык бөлүкчөлөрдүн толкундук касиети	0,64	0,51	1,15



3.3-сүрөт. **"Ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөр"** блогу боюнча алынган текшерүү иштеринин гистограммасы

Жогоруда берилген таблицаларда жана гистограммаларда көрсөтүлгөндөй “Жарык аракеттери” бөлүмү боюнча өздөштүрүүнүн толуктук коэффициентинин орточо мааниси $\overline{K_э}$=0,72, $\overline{K_т}$=0,56. Эксперименттик класстын окуучуларынын жетишкендиктеринин айрымасы 0,16. Эгер бул маанини процент менен туюнсак өсүш 16% ти түзөт. Атомдук физика бөлүмү боюнча өсүш (0,72-0,55 = 0,17) 17%, ал эми ядролук физика жана элементардык бөлүкчөлөр бөлүмү боюнча мындай өсүү (0,74-0,54 = 0,20) 20% ти түздү. Алынган жыйынтыкты билимдин элементтери боюнча талдаганда төмөнкүлөр белгилүү болду. Эксперименттик класстын окуучулары «Бөлүкчөлөрдү каттоо. Эсептегичтер.», «Изотоптор» түшүнүктөрүн 83-85% ке, «Фотоэлементтер», «α, β, γ нурларынын жаратылышын» 81% ке өздөштүрүшкөн. Текшерүүчү класстарда бул көрсөткүчтөр 61-62% жана 56-65% ке барабар. Биз аныктаган билимди өздөштүрүүнүн толуктук коэффициентинин төмөнкү маанилери «Жарыктын химиялык аракеттери» (0,61), «Ядролук реакция» (0,65), «Термоядролук реакция» (0,62) темаларына туура келет. Мындан ушул темаларды окутууга өзгөчө мамиле жасоо талабы келип чыгат. Жетишилген ийгиликтин дагы бир жагдайы физика менен химиянын, биологиянын байланыштарын ачып

көрсөтүүнүн негизинде пайда болду деп айтууга мүмкүндүк берет.

Таблицаларда жана гистограммаларда эффективдүүлүк коэффициентинин маанилери берилген жана алардын салыштырмалуу абалдары гистограммада график аркылуу көрсөтүлгөн. 12-13-сүрөттөрдө алардын маанилери кескин айрымаланган учурлар кездешет. Мисалы, 12-сүрөттө 2,3,6-суроолор боюнча жогору болсо, 4,5-суроолор боюнча деңгээли төмөн. Ал эми 13-сүрөттө 2,6-суроолор боюнча η = 1,47 болсо, 5-суроо боюнча η = 1,15. Бул албетте жогорку көрсөткүч эмес. Мындан «Комптон эффекти», «Суутек атомунун спектри», «Радиоактивдүүлүк» темаларын окутуу боюнча дагы да изденүү керектиги талап кылынат. Жыйынтыктап айтканда эксперименттен алынган натыйжалар изилдөөдө коюлган максаттын ийгиликтүү аткарылгандыгын, биз койгон илимий-методикалык божомолубуздун тууралыгын далилдейт.

ЖАЛПЫ КОРУТУНДУ

1. Кванттык физика бөлүмүнүн илимий мазмуну тарыхый өнүгүү аспектисинде талданып, алардын илимий-техникалык прогресске жана адамзаттын турмушуна тийгизген практикалык таасири аныкталды. Фотоэлектрдик эффект, атомдук жана ядролук энергияларды алуунун жолдору, аларды пайдалануунун оң жана терс жактары энергоукладдык жана экологиялык аспектинде талданды.

2. Кванттык физика боюнча билимдерди мектеп программасына киргизүүнүн жана окутуунун тарыхы үйрөнүлдү. Аныктоочу эксперименттин жыйынтыктары окуучулардын кванттык физика боюнча билимдеринин жогорку деңгээлде эмес экендигин көрсөттү. Ошонун негизинде 9-класста кванттык физиканы окутууну өркүндөтүүнүн методикалык шарттары иштелип чыкты. Анын алгачкы кадамы катары 9-класстын физика боюнча программасынын кванттык физика бөлүмүнө айрым өзгөртүүлөр киргизилди.

3. Негизги мектепте кванттык физика бөлүмүн окутуунун теориядагы жана практикадагы абалы талданып, айрым типтүү кемчиликтер аныкталды. Алардын пайда болуу себептери талкууланды жана аталган бөлүмдү окутууда өнүктүрүп окутуу идеясын жана жаңы маалыматтык технологияларды колдонуу боюнча сунуштар даярдалды. Мында өзгөчө көңүл окуучулардын кванттык физика боюнча түшүнүктөрүн калыптандыруунун психодидактикалык маселелерине бурулду. Алар изилдөөнүн изденүүчү этабында окумуштуулардын, экспериментатор мугалимдердин, окуучулардын көз караштарын эске алуу менен технологиялык жактан толукталды.

4. Окутуучу педагогикалык эксперименттин жыйынтыктары 9-класста кванттык физика боюнча окуу материалдарынын жаңыдан түзүлгөн удаалаштыгынын жана айрым абстракттуу деп эсептелген темаларды окутууда колдонулган жаңы технологиялардын эффективдүүлүгүн көрсөттү. Ал болсо изилдөөнүн максатына жараша коюлган илимий божомолдун

тууралыгын, изилдөө методдорунун адекваттуу тандалгандыгын жана алардын орду менен колдонулгандыгынын далили экендигин ырастады.

Практикалык сунуштар

1. Кванттык физиканын илимий мазмунунун системага келтирилиши, 9-класстын окуучуларына сунуш кылынуучу окуу материалдарынын удаалаштыгы окуу программаларынын жана окуу китебинин авторлоруна жардам берет деп ишенебиз.

2. Кванттык физиканы окутуунун методикалык системасына киргизилген өзгөртүүлөр, технологиялык көрсөтмөлөр мугалимдердин иш аракетин өркүндөтүүгө тийиштүү деңгээлде жардам берет деген ойдобуз.

3. Изилдөөдөн алынган илимий жоболорду жана практикалык сунуштарды ЖОЖдордо физика багытында окуган студенттерди мугалимдикке даярдоодо жана мугалимдердин билимин өркүндөтүүдө колдонууга болот.

Чындыгында биздин изилдөөбүз каралып жаткан проблеманын бардык маселелерин чечти деген ойдон алыспыз. Орто мектепте, башталгыч, орто жана жогорку кесиптик билим берүү уюмдарында кванттык физиканы окутуунун мазмунун жана жана окутуу технологияларын өркүндөтүү боюнча максаттуу изилдөөлөрдүн системалуу жүргүзүлүшү зарыл деп эсептейбиз.

Колдонулган адабияттар

1. 2018-2040-жылдарга Кыргыз Республикасын өнүктүрүүнүн улуттук стратегиясы. – Б.: 2018. – 17-19- бет.

2. Авотин, Ю. П. Учение о строении атома в школьном курсе физики [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Ю. П. Авотин. – М, 1961. – 18 с.

3. Александров, Г. Н. Компьютер в структуре педагогической деятельности преподавателя [Текст] / Г.Н.Александров // Вопросы психологии. 1986. - № 5. – 74 с.

4. Алиев, Н. А. Содержание элементов квантовой механики в курсе физики средней школы и методика их изучения [Текст] : автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Н. А. Алиев. – Баку, 1982. – 16 с.

5. Арапов, Б. Кванттык механиканын негиздери [Текст]: / Б. Арапов, Т. Б. Арапов. – Ош: Билим, 2006. – 148 б.

6. Байсеркеев, А.Э. Жаңы типтеги мектептерде физиканы окутууда окуучулардын чыгармачылык жөндөмдүүлүктөрүн өнүктүрүү технологиясы: Пед. ил. канд. ... дис. автореф. – Бишкек, 2010. – 23 б.

7. Баранов, А.Ф. Пропедевтика квантово-механических представлений в курсах физики и химии 7- 10 кл. [Текст]: / А. Ф. Баранов, А. А. Пинский. // Новые исследования пед. наук. - № 1. – М .: Педагогика, 1980. – С. 39-43.

8. Батюкова, З. И. Научно-методические подходы к созданию и использованию обучающих программ с условно - символической наглядностью по физике [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / З. Н. Батьюкова. – Москва, 1991. – 18 с.

9. Бершадский, М. Е. Методика формирования теоретических обобщений квантовой механики у учащихся средней профильной школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / М. Е. Бершадский.: – Москва, 1993.

10. Билолов, И. Методика проведения лабораторных занятий в процессе обучения физике с применением ЭВМ (в Узбекистане) [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.02 / И. Билолов.: – Ташкент, 1992. – 18 с.

11. Богоявлинский, Д. Н. Психология усвоения знаний в школе [Текст] / Д. Н.

Богоявлинский, Н. А. Менчинская . – М .: АПН РСФСР, 1959. – 346 с.

12. Бугаев, А. И. Тенденции развития обучения физике в современной общеобразовательной школе: Дис. ... д-ра пед. наук в форме науч. докл. / А. И. Бугаев. – Москва, 1983. – 48 с.

13. Бугубаева, В. Т. Негизги мектепте физикалык эксперименттерди компьютердик технологиянын негизинде жүргүзүү методикасы [Текст]: пед. ил. канд. дис. … автореф.: 13.00.02 / В. Т. Бугубаева. - Бишкек, 2013. – 24 б.

14. Будный, Б. Е. Развитие квантовых представлений учащихся при изучении физики в средней школе [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Б. Е. Будный. – Киев, 1986. – 16 с.

15. Ванеев, А. А. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе [Текст] /А. А. Ванеев, Э. Г. Дубицкая, Е.Ф. Ярунина // под ред. А. А. Покровского (ч. I-II). –М,1978. -176 с.

16. Ванеев, А. А. Преподавание физики в 10 кл. средней школы [Текст] / А.А. Ванеев и др. – М .: Просвещение, 1984. – 176 с.

17. Верзилин, Н. М. Проблема развития понятий в процессе обучения [Текст] / Н. М. Верзилин // Советская педагогика. – М., 1986. – № 12. – С . 48-56.

18. Вильке, Г. И. Приставка к кодоскопу для создания воздушной подушки и некоторые опыты с ней [Текст] / Г. И. Вильке // Физика в школе. – 1977 . – № 4. – С 16-17.

19. Всесвятский Б. В. Системный подход к биологическому образованию в средней школе [Текст] / Б. В. Всесвятский. – М .: Просвещение, 1985. – 143 с.

20. Выготский, Л. С. Собрание сочинений [Текст] : В 6 т-х. Детская психология / Л. С. Выготский; под ред. Д. Б. Элконина. – М.: Педагогика, 1984. – Т. 4. – 432 с.

21. Гальперин, Л. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий [Текст] / Л. Я. Гальперин // Психологическая наука в СССР. – М .: Из-во АПН РСФСР, 1959. – Т. 1. – С. 145-156.

22. Глазунов, А.Т. Методика преподавания физики в средней школе. Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика [Текст] / А. Т. Глазунов, И. И. Нурминский, А. А. Пинский. – М .: Просвещение, 1989. – 272 с.

23. Глетсон, Г. Атом. Атомное ядро. Атомная энергия [Текст] / Г. Глетсон. – М.: Наука, 1967, – 102 с.

24. Голубева О. В. Реализация динамического принципа при изучении элементов квантовой механики в курсе средней школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / О. В. Голубева. – Москва, 2008. – 174 с.

25. Гребнев, И. В. Использование школьных ПЭВМ для формирования важнейших понятий молекулярной физики [Текст] / И. В. Гребнев // Физика в школе. – 1991. – № 6. – С. 42-44.

26. Давыдов, В. В. Научное обеспечение образования в свете нового педагогического мышления [Текст] / Давыдов, В. В. // Новое педагогическое мышление . Под ред. А.В.Петровского. – М.: Педагогика, 1989. – 278 с.

27. Джораев, М. Методологические и дидактические основы формирования вероятностно-статистических идей и понятий (на примере обучения физике в высшей и средней школе) [Текст]: автореф. дис ... д-ра пед. наук.: 13.00.02 / М. Джораев. – Ташкент, 1993. – 44 с.

28. Дурасевич, Ю. Е. Методика формирования представлений о корпускулярно-волновой природе света в курсе физики средней школы [Текст]: автореф. дис. ...канд. пед. наук.: 13.00.02 / Ю. Е. Дурасевич. – Москва, 1962. – 23 с.

29. Ефименко В.Ф. Методологические вопросы школьного курса физики [Текст] / В.Ф. Ефименко. – М .: Педагогика, 1976. – 224 с.

30. Заборенко, К. Б. Радиактивдүүлүк [Текст] / К. Б. Заборенко; которгон Р. Суртаев . – Фрунзе, 1954. – 128 б.

31. Зверева, Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики [Текст] / Н.М.Зверева. – М .: Просвещение, 1980. – 113 с.

32. Зисман, Г. А. Атом дүйнөсү [Текст] / Г.А.Зисман; которгон А. Токомбаев. – Фрунзе, 1952 . – 66 б.

33. Знаменский, П. А. Физика боюнча суроолор жана маселелер жыйнагы. Орто мектептин 9-10-класстары үчүн. [Текст] / П. А. Знаменский, С. С. Мошков, М. Ю. Пистровский, П. А. Рымкеевич. – Фрунзе, 1961. – 192 б.

34. Знаменский, П. А. Методика преподавания физики в средней школе . [Текст] / П. А. Знаменский – М .: Учпедгиз, 1955. – 552 с.

35. Зуева, А. Л. Формирование методологических знаний в курсе физики основной школы на основе историко-научного подхода [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02. / А.Л.Зуева. - Москва, 2002. - 155 с.

36. Иванов, С. И. Важнейшие помехи - полноценному формированию физических понятий [Текст] / С. И. Иванов // Совершенствование процесса обучения физике в средней школе. – Челябинск, 1975. Вып. 2. – С. 140-145.

37. Кабаканова, С. Ш. Преемственность в формировании квантовых представлений у учащихся общеобразовательной школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02. / С. Ш. Кабаканова. – Москва, 1994. – 116 с.

38. Кабанова-Меллер . Психология формирования знаний и навыков у школьников [Текст] / Кабаканова-Меллер. – М .: АПН РСФСР, 1962. – 376 с.

39. Кальней, В. А. Технология мониторинга качества обучения в системе «учитель-ученик» [Текст] / В. А.Кальней, С. Е.Шишов. – М.: Пед. о-во России, 1999. – 86 с.

40. Каменецкий, С. К. Методика решения задач по физике в средней школы [Текст] / С. К. Каменецкий, В. П. Орехов . – М .: Просвещение, 1987. – 448 с.

41. Карасова, Л. В. Проблемы взаимосвязи содержательной и процессуальной сторон обучения при изучении фундаментальных физических теорий [Текст] / Л. В. Карасова. – Челябинск, 1997. – 360 с.

42. Кидибаев, М. М. Жалпы физика курсу. Ядролук физика [Текст] / М. М. Кидибаев, К. Шаршеев. – Б.: Илим, 2006. 6-т. – 495 б.

43. Кириллова, Г.Д. Особенности урока в условиях развивающего обучения [Текст] / Г.Д.Кириллова. – Л.: ЛГПИ, 1976. – 147 с.

44. Кляус, Е. М. Нильс Бор [Текст] / Е. М. Кляус, У. И. Франкфурт, А. М. Френк. – М.: Наука, 1977. – 384 с.

45. Косихина, О. С. Системно-структурный подход к усвоению знаний в средней школе [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / О. С. Косихина. –

Барнаул, 2006. – 171 с.

46. Косолапова, А. В. Элементы квантовой механики в школьном курсе физики [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / А. В. Косолапова. – Москва, 1965. – 16 с.

47. Крутецкий, В. А. Психология обучения и воспитания школьников [Текст] / В. А. Крутецкий. – М.: Просвещение, 1976. – 303 с.

48. Крючкова, Н. Н. Изучение оптических явлений в основной школе в условиях социально-психологической поддержки [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / Н. Н.Крючкова. – Москва, 2002. – 135 с.

49. Ксензова, Г. Ю. Перспективные школьные технологии [Текст] / Г. Ю. Ксензова. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 224 с.

50. Кудрявцев, П. И. История физики [Текст] / П.И.Кудрявцев. – М.: Учпедгиз, 1956. – Т. 3. – С. 154-158.

51. Кудрявцев, П. С. Курс истории физики [Текст] / П. И. Кудрявцев. – М.: Просвещение, 1974. – 145 с.

52. Кузьмин, А. С. Система заданий по физике как средство управления познавательной деятельностью учащихся основной школы [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / А. С. Кузьмин. – Москва, 2004. – 21 с.

53. Кулаков, В. Е. Элементы квантовой механики в курсе физики в средней школе [Текст]: автореф. дис. ...канд. пед. наук.: 13.00.02 / В. Е. Кулаков. – Ленинград, 1965. – 20 с.

54. Кыргыз Республикасында билим берүүнү 2020-жылга чейин өнүктүрүү концепциясы. – Б.: 2012. – 9 бет.

55. Кыргыз Республикасынын «Билим берүү жөнүндөгү» мыйзамы. - Б., 1992.

56. Кыргыз Республикасынын билим беүү уюмдарынын 7-9-класстары үчүн “Физика” боюнча предметтик стандарты. – Б.: 2017. – 37 бет

57. Кыргыз Совет энциклопедиясы [Текст] / [Кыргыз ССР илимдер академиясы]. – Ф.: Кыргыз совет академиясынын башкы редакциясы, 1980. – Т. 2. – 442 б.

58. Кыргыз Совет энциклопедиясы [Текст] / [Кыргыз ССР илимдер академиясы]. – Ф.: Кыргыз совет академиясынын башкы редакциясы, 1980. – Т. 3. – 634 б.

59. Кыргыз Совет энциклопедиясы [Текст] / [Кыргыз ССР илимдер академиясы]. – Ф.: Кыргыз совет академиясынын башкы редакциясы, 1980. – Т. 5. – 139 б.

60. Кыргыз Совет энциклопедиясы [Текст] / [Кыргыз ССР илимдер академиясы]. – Ф.: Кыргыз совет академиясынын башкы редакциясы, 1980. – Т. 6. – 550 б.

61. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики [Текст] / Г. С. Лансберг. − М.: Наука, 1975. − 527 с.

62. Леднев, С. В. Содержание образования: сущность, структура, перспективы [Текст] / С. В. Леднев // 2-е изд., перераб. – М .: Высш. шк., 1991. – 224 с.

63. Малафеев, Р. И. Проблемное обучение физике в средней школе [Текст] / Р. И. Малафеев. – М.: Просвещение, 1980. – 127 с.

64. Мамбетакунов Э., Мурзаибраимова Б. Кыргыз Республикасында жалпы билим беруучу мектептеринде табигый билим берүүнүн концепциясы жөнүндө /КУУнун жарчысы. – Б, 2014. 284-287 бб.

65. Мамбетакунов, У. Э. Изучение истории открытия естественно-научных законов в средней школе [Текст]: монография / У. Э. Мамбетакунов. – Б.: КНУ, 2006. – 198 с.

66. Мамбетакунов, Э. Диссертационные исследования по теории и методики преподавания физики в Кыргызстане // Вестник КГНУ. Серия 3. Естественные науки. – Вып. 4. Физика и физическое образование: Материалы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 70 летию факультета физики и электроники КНУ им. Ж.Баласагына. – Б.: КНУ, 2003. –302 с.

67. Мамбетакунов, Э. Система упражнений как средство повышения качества усвоения учащимися физических понятий. (На материале курса физики 6 кл.) [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / Э. Мамбетакунов. – Ташкент,

1978. – 24 с.

68. Мамбетакунов, Э. Физика боюнча окуучулардын өз алдынча иштерин уюштуруу технологиялары [Текст] / Э. Мамбетакунов, А. С. Дөөлаталиева. – Бишкек: Бийиктик, 2012. – 194 б.

69. Мамбетакунов, Э. Азыркы табият таануунун концепцияларынын негиздери [Текст] / Э. Мамбетакунов, С.Тоялиев, А. С. Дөөлөталиева. – Бишкек, Бишкектранзит, 2010. – 323 б.

70. Мамбетакунов, Э. Дидактические основы формирование естественнонаучных понятий у школьников на основе межпредметных связей [Текст]: дис. … доктора. пед. наук.: 13.00.01 / Э. Мамбетакунов. – Ташкент, 1992.

71. Мамбетакунов, Э. Кыргызстанда физикалык билим берүү маселелери жөнүндө. // Ж.Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин жарчысы: – Бишкек, 2005. - 24 б.

72. Мамбетакунов, Э. Кыргызстанда физикалык билим берүүнүн абалы жана өнүктүрүү келечеги. / Вестник КНУ, -Бишкек, 2015. - 7 б.

73. Мамбетакунов, Э. Мугалимдердин окуучулардын физикалык түшүнүктөрүн калыптандыруу компетенттүүлүктөрү [Текст] / Э. Мамбетакунов, Р. У. Исаева. – Бишкек: Университет, 2015. – 266 б.

74. Мамбетакунов, Э. Орто мектепте заттардын электромагниттик касиеттерин окутуу методикасы (8-класс) [Текст]: мугалимдер үчүн методикалык колдонмо. / Э. Мамбетакунов, Б. Б. Мурзаибраимова. – Бишкек, Педагогика, 2001. – 52 б.

75. Мамбетакунов, Э. Орто мектепте табигый илимдер боюнча билим берүүнү модернизациялоо. / Весник КНУ, -Бишкек, 2010. С. 5-7.

76. Мамбетакунов, Э. Педагогикалык изилдөөнүн методологиясы жана технологиясы [Текст] / Э. Мамбетакунов. – Бишкек, Техник, 2015. – 128 б.

77. Мамбетакунов, Э. Психодидактиканын очерктери [Текст] / Э. Мамбетакунов. – Бишкек, 2014. – 170 б.

78. Мамбетакунов, Э. Табият жөнүндөгү илимий билимдердин эволюциясы [Текст] / Э. Мамбетакунов, Г. Д. Исмаилова. - Бишкек, 2011. –12 б.

79. Мамбетакунов, Э. Физиканы окутуу теориясы жана практикасы [Текст] / Э. Мамбетакунов. – Бишкек: МОК, 2004. – 490 б.

80. Мамбетакунов, Э. Формирование естественнонаучных понятий у школьников на основе межпредметных связей. – Бишкек, Илим, 1991. - 240 с.

81. Марипов, А. Кванттык физиканын башаты [Текст] / А. Марипов. – Бишкек, Полиграфбумресурс, 2008. – 220 б.

82. Меретукова, З. К. Теоретические и практические основы развивающего обучения [Текст] / З. К. Меретукова. – Майкоп : Изд-во Адыг. гос. ун-та, 1994. – 225 с.

83. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] / под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой. – М., 1980. – Т. 2. – 287 с.

84. Михайлова, В. В. Сочетание коллективной, индивидуальной и групповой форм организации обучения физике в основной школе [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / В. В. Михайлова. – Москва, 1998. – 223 с.

85. Мощанский, В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики [Текст] / В. Н. Мощанский. – М.: Просвещение, 1989. – 178 с.

86. Мощанский, В. Н. История физики в средней школе. [Текст] / В. Н. Мощанский, Е. Савелова. – М.: Просвещение, 1981. – 206 с.

87. Мултановский, В. В. Проблема теоретических обобщений в курсе физики средней школы [Текст]: автореф. дис. … док. пед. наук.: 13.00.02 / В. В. Мултановский. – Москва, 1979. – 44 с.

88. Мухина, В. С. Возрастная психология: феноменология развития, детство, отрочество [Текст]: Учебник для студ. вузов / В. С. Мухина // 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский цент «Академия», 1998. – 456 с.

89. Немых О. А. Формирование квантовых представлений учащихся основной школы на основе идей развивающего обучения [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / О. А. Немых. – Москва, 2008. – 218 с.

90. Оконь, В. Введение в общую дидактику [Текст] / В. Оконь; пер. с польск. Л. Г. Кашкуревича, Н. Г. Горина. – М.: Высш. шк., 1990. – 382 с.

91. Осмоналев, Нанотехн. стат

92. Оценка качества подготовки выпускников основной школы по физике [Текст]. – М.: Дрофа, 2000. – 69 с.

93. Өскөнбаев М. Ч., Курбаналиев М. Б. Атомдук жана ядролук физикадан практикум [Текст] / М. Ч. Өскөнбаев, М. Б. Курбаналиев. – Ош, 2002. – 54 б.

94. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии [Текст] / С. А. Смирнов, И. Б. Котова, Е. Н. Шиянов, Т. И. Бабаева и др.; Под ред. С. А. Смирнова // 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 544 с.

95. Пекшиева, И. В. Изучение теоретических моделей атома и атомного ядра в курсе физики основной школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / И. В. Пекшиева. - Москва, 2002. – 122 с.

96. Перкалькис Б. Ш. Использование современных научных средств в физических демонстрациях [Текст] / Б. Ш. Перкалькис. – М.: Наука, 1966. – 131 с.

97. Перышкин А. В. Физика курсу 9-10 [Текст] / А. В. Перышкин, В. В Краукликс. – М.: 1964.

98. Перышкин А. В. Физика курсу. 3-бөлүк [Текст] / А. В. Перышкин. – Ф.: Мектеп, 1971. – 427 б.

99. Песочина Л. Т. Использование средств ВТ для анализа в решении некоторых задач управления учебной работой вуза [Текст]: автореф. дис. … канд. тех. наук.: 13.00.02 / Л. Т. Песочина. – Москва, 1969. – 20 с.

100. Погонец Г. К. Изучение энергии связи [Текст] / Г. К. Погонец. – Физика в школе, 1977, №2. – 8 с.

101. Попова, О. Н. Обучение учащихся выявлению устойчивых связей и отношений между физическими величинами [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / О. Н. Попова. – Москва, 1999. – 16 с.

102. Протасова, М. А. Взаимосвязь эмпирического и теоретического методов исследования природы в процессе изучения электродинамики курса физики основной школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / М. А. Протасова. – Москва, 2004. – 220 с.

103. Пурышева Н. С. Методические основы дифференцированного обучения физике в средней школе [Текст]: дис. д-ра пед. наук.: 13.00.02 / Н. С. Пурышева. – Москва, 1995. – 558 с.

104. Пурышева, Н. С. Дифференцированное обучение физике в средней школе [Текст] / Н. С. Пурышева. – М.: Прометей, 1993. – 161 с.

105. Разумовский, В. Г. Творческие задачи по физике [Текст] / В. Г. Разумовский. – М.: Просвещение, 1966. – 156 с.

106. Разумовский, В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике [Текст] / В. Г. Разумовский. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.

107. Резерфорд, Э. О физике XX века [Текст] / Э. Резерфорд. – М.: Знание, 1971. – 68 с.

108. Резников, Л. И. Графические упражнения и задачи по физике [Текст] / Л. И. Резников. – М.: Просвещения, 1960. – 140 с.

109. Резников, Л. И. О прогнозировании физического образования в средней школе на ближайшие десятилетия [Текст]: метод рекомендации. Вып. 2. / Л. И. Резников. – М., 1973. – 178 стр.

110. Репкина, Н. В. Что такое развивающее обучение? (научно-популярный очерк) [Текст] / Н. В. Репкина. – Томск: Пеленг, 1993. – 64 с.

111. Рубинштейн, Д. Х. Формирование фундаментальных естественнонаучных понятий у учащихся средней школы [Текст]: автореф. дис. … д-ра пед. наук.: 13.00.02 / Д. Х. Рубинштейн. – Москва, 1982. – 38 с.

112. Рубинштейн, С. Л. Проблемы общей психологии [Текст] / С. Л. Рубинштейн. – М.: Педагогика, 1976. – 416 с.

113. Рымкеевич, А. П. Сборник задач по физике для 8-10-классов [Текст] / А. П. Рымкеевич, П. А. Рымкеевич. – М.: Просвещение, 1978. – 158 с.

114. Савьелев, И. В. Курс общей физики [Текст] / И. В. Савьелев. – М.: Наука, 1970. – Т. 3. – 587 с.

115. Садритдинов, Н. Система знаний о строении атома в курсе физики средней школы [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Н.

Садритдинов. – Ташкент, 1971. – 18 с.

116. Сауров, Ю. А. Проблема организации учебной деятельности школьников в методике обучения физике [Текст]: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Ю. А. Сауров. – Киров, 1990. – 22 стр.

117. Сауров, Ю. А. Учебные задания по квантовой физике для учащихся 10 кл. [Текст] / Ю. А. Сауров, В. В. Мултановский. – М., 1985.- 77с.

118. Селевко, Г. К. Энциклопедия образовательных технологий [Текст] / Г. К. Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. – Т. 2. – 816 с.

119. Сияев, Т. М. Научно-метологические основы модернизации физического образования в средних школах Кыргызской Республики: автореф. дис. … д-ра. пед. наук [Текст].: 13.00.02 / Т. М. Сияев. – Бишкек, 2005. – 20 с.

120. Скаткин , А. В. Проблемы современной дидактики [Текст] / А. В. Скаткин // 2-е изд. – М.: Педагогика, 1984. – 95 с.

121. Славгородская, Г. П. Развитие квантовых представлений в курсе физики средней школы [Текст]: автореф. дис. ... кан. пед. наук.: 13.00.02 / Г. П. Славгородская. – Москва, 1970. – 20 с.

122. Соколов, И. И. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] / И. И. Соколов. – М.: Учпедгиз, 1951. – 389 с.

123. Соколов, И. И. Физика боюнча жумушчу китеп [Текст] / И. И. Соколов. – М.: Учпедгиз, 1925.

124. Соколов, И. И. Физика курсу 8-10 класс [Текст] / И. И. Соколов. – М.: Учпедгиз, 1951.

125. Талызина, Н. Ф. Управление процессам усвоения знаний [Текст] / Н. Ф. Талызина. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 343 с.

126. Ташкенбаев, К. Т. Атом жана мезгилдик закон [Текст] / К. Т. Ташкенбаев, А. Ш. Бугубаев. – Бишкек, 1994.

127. Ташходжаев , Ш. А. Совершенствование методики преподавания молекулярной физики на основе компьютерных средств обучения в общеобразовательных школах [Текст]: автореф. дис….. канд. пед. наук.: 13.00.02 / Ш. А. Ташходжаев. – Ташкент, 1998. – 16 с.

128. Темирбаев, М. М. 9-класста “Фотоэффект кубулушун” окутуу методикасы [Текст] / М. М.Темирбаев // Ж.Баласагын атындагы КУУ жарчысы. 11-республикалык илимий-практикалык конференция. Профессор М.К.Койчумановдун 80 жашына карата атайын чыгарылыш (15-ноябрь 2014-ж.). – Бишкек, 2014. 155-156 бб.

129. Темирбаев, М. М. 9-класста «Лазер нуру» темасын окутуунун методикасы [Текст] / М. М. Темирбаев, А. Ж. Кошуев // Актуальные научные исследования в современном мире, №11. – Переяслав-Хмельницкий, 2018. – С. 156-161.

130. Темирбаев, М. М. Атомдун моделдери жана алардын эксперименталдык негизделиштери [Текст] / М. М. Тайиров, У. К. Мамытбеков, М. М. Темирбаев, З. Н. Максутов, М. Е. Касымалиев // Физика твердого тела, функциональные материалы и новые технологии. Материалы XIV международной научной конференции посвященной 80-летию проф. Т.А.Кукетаева (1-4 августа 2018 г.). – Караганда, 2017 . – С. 158-160

131. Темирбаев, М. М. Атомдун нурланышы боюнча Бордун постулаттары темасын окутуунун методикасы [Текст] / М. М. Темирбаев, А. Ж. Кошуев, З. Н. Максутов, Т. Т. Ташполотов // Ж.Баласагын атындагы КУУ жарчысы. –Бишкек, 2020. 161-163 бб.

132. Темирбаев, М. М. Квант физикасын негизги мектепте окутууну жакшыртуу шарттары [Текст] / Э. Мамбетакунов, М. М. Темирбаев // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2013. - № 5. 155-156-бб.

133. Темирбаев, М. М. Квант физикасынын негизги идеялары жана принциптери [Текст] / М.М.Темирбаев // Ж.Баласагын атындагы КУУ жарчысы. 12-республикалык илимий-практикалык конференция. Профессор Э.Мамбетакуновдун 70 жашына карата атайын чыгарылыш (6-ноябрь 2015-ж.). – Бишкек, 2015. 411-415-бб.

134. Темирбаев, М. М. Квант физикасынын орто мектепте окутулуш тарыхы жана азыркы учурдагы абалы [Текст] / М. М.Темирбаев // Ж. Баласагын атындагы КУУнун жарчысы. Академик А. В. Усованын 95-жылдыгына

арналган 13 - эл аралык илимий-практикалык конференциянын материалдары (11-ноябрь 2016-ж.). – Бишкек, 2016. 179-182-бб.

135. Темирбаев, М. М. Методические условия совершенствования квантовой физики в основной школе Кыргызстана [Текст] / М.М.Темирбаев // Педагогика. – Ташкент, 2018. – С. 57-63.

136. Темирбаев, М. М. Негизги мектепте атомдун жасалма айланышы, деффек масса темасын окутуунун айрым жолдору [Текст] /М.М.Темирбаев // Ж.Баласагын атындагы КУУ жарчысы. –Бишкек, 2020.158-161 бб..

137. Темирбаев, М. М. Негизги мектепте кванттык физиканы окуп-үйрөнүүнүн мааниси жана аны окутуу методикасынын айрым проблемалары [Текст] / М. М.Темирбаев // И.Арабаев атындагы КМУ жарчысы. – Бишкек, 2013. 190-193-бб.

138. Темирбаев, М. М. Некоторые пути совершенствования квантовой физики в основной школе Кыргызстана [Текст] / М. М. Темирбаев // Физика твердого тела, функциональные материалы и новые технологии. Материалы XIV международной научной конференции посвященной 80-летию проф. Т. А. Кукетаева (1-4 августа 2018 г.). – Караганда, 2017. – С.164-168.

139. Темирбаев, М. М. Некоторые пути совершенствования квантовой физики в основной школе Кыргызстана [Текст] / М. М. Темирбаев // Актуальные научные исследования в современном мире, № 7. – Переяслав-Хмельницкий, 2018. – С. 150-156.

140. Темирбаев, М. М. Окуучулардын физикага болгон кызыгуусун артырууда физиканын тарыхынын орду [Текст] / А. Ж. Кошуев, М. М. Темирбаев, Т. А. Орунбаев // ОшМУнун илимий-методикалык конференциясынын материалдары. – Ош, 2017. - бб.

141. Темирбаев, М. М. Определение радиационного риска, обусловленного естественными источниками радона на юге Кыргызстана [Текст] / М. М. Тайиров, У. К. Мамытбеков, М. М. Темирбаев, М. Е. Касымалиев // Актуальные научные исследования в современном мире. – Переяслав-Хмельницкий, 2018. – С. 90-94.

142. Темирбаев, М. М. Орто мектепте кванттык физиканы окутуу маселелери [Текст] / М. М. Темирбаев // Известия вузов Кыргызстана, №5. – Бишкек, 2017. 94-98- бб.

143. Темирбаев, М. М. Орто мектепте радиактивдүүлүк темасын окутуунун айрым маселелери [Текст] / М. М. Темирбаев, А. Ж. Кошуев // Известия вузов Кыргызстана, №5. – Бишкек, 2017. 75-78-бб

144. Темирбаев, М. М. Өнүктүрүп окутуу идясынын негизинде кванттык физиканы окутуунун айрым жолдору [Текст] / М. М. Темирбаев // Ж. Баласагын атындагы КУУ жарчысы. – Бишкек, 2019. 158-161-бб.

145. Темирбаев, М. М. Фотон жана анын касиеттерин окутуунун методикасы [Текст] / М. М. Темирбаев // Ж.Баласагын атындагы КУУнун жарчысы. Академик А. В. Усованын 95-жылдыгына арналган 13 - эл аралык илимий-практикалык конференциянын материалдары (11-ноябрь 2016-ж.). – Бишкек, 2016. 176-179-бб.

146. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера. – М.: Педагогика, 1983. – 352 с.

147. Теория и методика обучения физике в школе [Текст]. Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская и др. // Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

148. Тимченко, И. И. Моделирование при изучении квантовой физики в средней школе [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / И. И. Тимченко. – Москва,1988. – 16 с.

149. Умарова, Г. А. Совершенствование и методики преподавания квантовой физики на основе компьютерных технологий в общеобразовательной школе [Текст]: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02 / Г. А. Умарова. – Ташкент, 2008. – 20 с.

150. Усова, А. В. Влияние системы самостоятельных работ на формирование у учащихся научных понятий [Текст]: дис. … д-ра пед. наук.: 13.00.02 / А. В. Усова. – Ленинград, 1970.

151. Усова, А. В. Теория и методика обучения физике. Общие вопросы [Текст] / А. В. Усова. – Санкт-Петербург: Медуза, 2002. – 21 с.

152. Усова, А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения Текст] / А. В. Усова. – М.: Педагогика, 1986. – 174 с.

153. Учителям и родителям о психологии подростка / Г. Г. Аракелов, Н. М. Жариков, Э. Ф. Зеер и др. // Под ред. Г. Г. Аракелова. – М .: Высш. шк., 1990. – 304 с.

154. Фейнман, Р. Феймановские лекции по физике [Текст / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М.: Мир, 1965-1967, вып. 3-9.

155. Физика [Текст]: 11-класс үчүн окуу китеби / [М. Г. Мякишев, Б. Б. Буховцев]. – Фрунзе, Мектеп, 1988. – 344 б.

156. Физика [Текст]: 9-класс үчүн окуу китеби / [Э. Мамбетакунов, Т. Карашев, М. Токтогулов]. – Бишкек, Инсанат, 2008. – 240 б.

157. Физика 11 [Текст] : 11-класс үчүн окуу китеби / [Н. М. Шахмаев, С. Н. Шахмаев, Д. Ш. Шодиев]. – М.: 1991.

158. Физика 11 [Текст] : 11-класс үчүн окуу китеби / Ө. Шаршекеев. – Б.: 2011. – 211 б.

159. Физика 11. Учебник для 11 класса средней школы [Текст] / [Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев] – М.: Просвещения, 1987. – 321 с.

160. Физика 11. Учебник для 11 класса средней школы [Текст] / [Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев]. – М.: Просвещения, 1976. – 325 с.

161. Физика: Жалпы билим берүүчү уюмдардын VII-IX класстары үчүн программа. – Б.: 2006. – 35 бет.

162. Физика: Жалпы билим берүүчү уюмдардын VII-IX класстары үчүн программа. – Б.: 2017. – 35 бет.

163. Физиканы окутуунун методикасы: Мугалим. үчүн метод. курал / Э. Мамбетакунов, М. Койчуманов, С. Жумабаев, Д. Бабаев // Э. Мамбетакуновдун ред. менен. – Б.: Мектеп, 1991.

164. Франкфурт, У. И. У истоков квантовой теории [Текст] / У. И. Франкфурт, А. М. Френк. – М.: Наука, 1975. – 168 с.

165. Чекирова Г. Физика боюнча негизги мектептер үчүн электрондук окуу-методикалык комплексинин дидактикалык негиздери [Текст]: пед .ил. канд. … дис. автореф.: 13.00.02 / Г. Чекирова. – Бишкек, 2009. – 22 б.

166. Шаповаленко, С. Г. Методика обучения химии в 8-летней и средней школе [Текст] / С. Г. Шаповаленко, П. А. Глориозов. – М .: Учпедгиз, 1963. – 668 с.

167. Шаронова, Н. В. Формирование и развитие представлений о непрерывности и дискретности в школьном курсе физики [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Н. В. Шаронова. – Москва, 1980. – 16 с.

168. Школьникам о современной физике. Физика твердого тела [Текст] / А. Андреев, В. Беляков, М. Каганов, Ю. Гурвич, В. Смилга, В. Кресин. – М.: Просвещение, 1975. – 160 с.

169. Шпольский, Э. В. Атомная физика [Текст] / Е. В. Шпольский. – М.: Наука, 1984. – Т. 1. – 552 с.

170. Щукюров, Р. Ю. Применение ВТ как средство активизации познавательной деятельности школьников на уроках физики [Текст]: автореф. дис. … канд. пед. наук.: 13.00.02 / Р. Ю. Щукюров. – Баку, 1989. – 19 с.

171. Эйнштейн, А. Испускание и поглошения света по квантовой теории: Сборник научных трудов [Текст] / А. Эйнштейн . – М., 1966. –Т. 3. – С. 386-392.

172. Юськович, В. Ф. Обучение и воспитание учащихся на основе курса физики средней школы [Текст] / В. Ф. Юськович. – М.: Учпедгиз, 1963. – 188 с.

173. Яворский Б. М., Л. И. Резников, В. Ф. Юськович, Э. Е. Эвенчик «Методика преподавания физики в школе», т. I—IV (Изд-во АПН РСФСР). - М.:1963.

174. Яворский Б.М. Роль исследования спектра водорода в развитии боровской теории атома. – Физика в школе, 1976, № 2.