УМУМИЙ ЎРТА ТАЪЛИМ МАКТАБЛАРИДА АТОМ ФИЗИКАСИНИ ЎҚИТИШДА ИЗЧИЛЛИК ТАМОЙИЛИНИ ҚЎЛЛАШ

М.Джораев, Ш.А.Бабаев

Мақолада умумий ўрта таълим мактабларида атом физикасини ўқитишда изчиллик тамойили ҳамда унинг методологик асослари баён этилган.

***Калит сўзлар**: изчиллик тамойили, мослик принципи, классик ва квант назария, дидактика, нисбийлик назарияси.*

В статье освещен принцип преемственности при изучении атомной физики в общеобразовательной школе, а также его методологические основы.

***Ключевые слова**: принцип преемственности, принцип соответствия, классическая и квантовая теория, дидактика, теория относительности.*

The article deals with the prinsiple of consistency and its methodological foundations in teaching atom physics at secandary schools.

***Key words**: consistency principles, correspondence principles, classic and quant theory, methodology of teaching physics, didactics, theory of relativity.*

Мураккаб тузилишга эга атомнинг кашф этилиши замонавий физиканинг пайдо бўлиши ва ривожланишида алоҳида ўрин тутади. Атом тузилишининг миқдорий назариясини яратиш жараёнида атом спектрларини тушунтиришга имконият яратилди, микрозарралар ҳаракатининг янги қонунлари – квант механиканинг қонунлари кашф қилинди.

Физика ўқув предметининг мазмуни бевосита физика фанининг ривожланишига боғлиқ. Қолаверса, ўқитиш методикасининг вазифаларидан бири физиканинг ютуқлари билан ўқувчиларни таништириб боришдан иборат. Фан ва техника ютуқларини физикани ўқитишда қўллашга бўлган талаб доимо ортиб борган ва бундан кейин ҳам ортиб бораверади. Физика курсида атом тузилиши ва ядро физикасига оид материалларни ўрганишга бўлган заруратнинг ортиб борганини физика ўқитиш тарихидан кўриш мумкин.

Фаннинг ривожланиши, табиат ҳодисаларини ўрганишга бўлган қизиқишларнинг ошиб бориши ва фан ютуқларининг амалиётда қўлланиши натижалари – электроника равнақи асосида микроэлектроникадан наноэлектроникага ўтилаётган бир пайтда атом тузилиши ҳақидаги билимлар мажмуини умумтаълим мактаб ўқувчиларига ўргатиш тақозо қилинади.

9-синфда атом тузилиши ҳақида берилган дастлабки тушунчалар кенгайтирилади, атомнинг Томсон модели, Резерфорд тажрибаси янада чуқурлаштирилади [1]. Квант физикаси бўлимига катта эътибор берилган бўлиб, бунда микрозарраларнинг хоссалари, де Бройль тўлқини, зарра тўлқин дуализми, элементар зарралар «боғи» ҳақида (кварк-лептон симметрияси, электрозаиф ва кучли ўзаро таъсир тушунчалари) ҳозирги замон тасаввурлари асосида таништирилади.

Дастурни тузишда умумий ўрта таълим мактабларининг 6-9 синфларида физикадан ўтилаётган материаллар ҳажми, савияси ҳисобга олинган. 7-9 синф кимё дарсликларида атомларнинг электрон қобиғи, ядро, электрон булут, атом орбиталлари ҳақидаги тушунчалар ўрганилади. Атом ва ядро физикаси ҳақидаги материалларнинг физика ва кимё курслари таркибида берилишини қуйидагича икки гуруҳга бўлиб ўрганиш тақозо қилинади:

1. Атом тузилиши ва атомнинг электрон қобиқлари хоссасига доир материаллар физика ва кимё курсларида ўрганилади.

2. Атом ядроси таркиби ва унинг хоссаларига доир материаллар физика курсида ўрганилади.

Атом ва ядро тузилишлари асосида ўрганиладиган жуда кўп физик ҳодисалар кимёвий элементлар даврий қонуни билан бевосита боғланган.

Шунинг учун ўқувчиларга элементлар даврий системасининг моҳияти, элементлар ўртасидаги ички боғлиқлик ва муҳим фарқлар, элементлар ядроларининг заряд сони ва бошқа катталикларнинг маъноси ўргатилади.

Умуман олганда, атом ва ядро физикасига тааллуқли материаллар физика ва кимё дарсликларида ўзаро боғланмаган ҳолда баён қилинган. Бундан ташқари, бу бўлимлар дарсликларда ҳам илмий-методик жиҳатдан ҳозирги замон талаби асосида ёритилмаган. Бу эса махсус илмий-мето-

дик кўрсатмаларни яратиш лозимлигини кўрсатади. Бошқача айтганда, ушбу материалларни баён қилишда предметлараро изчилликни амалга оширишни тақозо қилади. Ўрта умумтаълим мактаби ва касб-ҳунар коллежлари физика курсида атом ва ядро физикасига оид материалларни ўрганишда изчиллик тамойилини қўллаш зарурлиги 1-жадвалда келтирилган.

Ўрта умумтаълим мактаб физика курсида дастлаб радиоактивлик тўғрисида тушунчалар берилиб, кейин радиоактив емирилиш қонуни баён қилинади.

Атом тузилишини ўрганишда дастлаб биринчи элементар зарра электронни кашф қилган Ж.Ж.Томсон таклиф қилган атом модели тўғрисида тўхталиб ўтишни фойдали деб ҳисоблаймиз.

1908-1911 йилларда инглиз физиги Эрнест Резерфорд юпқа олтин пластинкани α – зарралар билан бомбардимон қилиш бўйича тажрибалар ўтказган, мақсади атомнинг Томсон модели қанчалик ҳақиқатни акс эттиришини кўрсатмоқчи бўлган ҳамда α – зарраларнинг сочилишига қараб, атомдаги мусбат заряднинг ва унинг массасини тақсимланишини аниқлаган. Резерфорд пластинкадан ўтаётган α – зарраларнинг бир қисми (тахминан йигирма мингдан биттаси) 90 градусдан катта бурчакларга оғишини аниқлаган.

Резерфорд тажрибалари натижасидан атомнинг планетар модели бевосита келиб чиқади. Марказда атомнинг деярли бутун массаси йиғилган мусбат зарядли ядро жойлашган. Атом тўла ҳолда қаралганда нейтралдир. Шунинг учун атомдаги электронлар сони, ядронинг заряди сингари, элементнинг даврий системадаги тартиб номерига тенг. Равшанки, электронлар атомда тинч ҳолатда тура олмайди, чунки бунда улар ядрога қулаб тушган бўлар эди [3,4]. Улар ядро атрофида, худди қуёш атрофида планеталар айлангани сингари, ҳаракатланади. Электронлар ҳаракатининг бундай тавсифи ядро томонидан уларга Кулон кучининг таъсир этиши билан аниқланади.

Лекин бу модель атомнинг турғунлигини тушунтириб беришга қодир эмас эди. Атом назариясида ҳосил бўлган ушбу аҳволдан қутулиш йўлини 1913 йили даниялик физик Нильс Бор атом табиатидаги жараёнлар ҳақидаги квант тасаввурларни янада ривожлантириш натижасида кўрсатиб берган. Лекин у классик физика йўл қўядиган ҳаракатларга баъзи чеклашларни қўйган. Н.Бор ўзининг постулатларини таклиф этган, Бу постулатлар квант

1-жадвал

Умумтаълим мактаб физика курси	Умумтаълим мактаб кимё курси.	Касб-ҳунар коллежлари физика курси
Атом физикаси асослари боби	Атом тузилиши боби	Квант физика асослари боби
Атом тузилиши, Томсон модели. Резерфорд тажрибаси, лазерлар ва уларнинг қўлланиши. Ядро тузилиши. Радиациянинг биологик таъсири ва ундан ҳимояланиш. Ядро энергияси ва ундан фойдаланиш. Ўзбекистонда ядро физикаси соҳасида олиб борилаётган ишлар.	Атом молекуляр таълимот. Атом ва молекулаларнинг реаллиги. Атомнинг таркиби. Унинг ядроси таркибидаги протон ва нейтронлар сонига қараб тоифаланиши. Кимёвий элемент, кимёвий белги. Атомларнинг ўлчами, нисбий ва абсолют массаси. Изотоп ва изобарлар. Молекулаларнинг ўлчами, нисбий ва абсолют массаси. Кимёвий модда – атом ва молекулалар уюшмаси. Атом ядросининг таркиби. Нейтрон ва протонлар: заряди ва уларнинг массаси. Изотоплар - кимёвий элементларнинг массаси билан фарқланадиган атомлар тури. Атом ядроси ва ионланиш энергияси. Атомларда электронлар ҳаракати. s, p, d – электронлар булути ҳақида тушунча..	Атом тузилиши. Резерфорд тажрибаси. Атомнинг ядровий модели. Борнинг квант постулатлари. Ёруғликнинг квант манбалари - лазерлар, улардан фан-техникада ва халқ хўжалигида фойдаланиш. Атом ядросининг таркиби. Изотоплар. Атом ядроларининг боғланиш энергияси. Ядро реакциялари. Радиоактивлик. Альфа, бетта ва гамма нурланишлар. Элементар зарраларни кузатиш ва қайд қилиш усуллари. Радиоактив айланиш. Радиоактив емирилиш қонуни. Элементар зарралар ва уларнинг хоссалари. Позитроннинг кашф этилиши. Зарралар ва антизарралар. Зарралар ва электромагнит нурланиш.

механиканинг яратилишига олиб келган ва улар қуйидагилардан иборат:

Борнинг биринчи постулатига кўра атом системаси ҳар бирига муайян E_n энергия мос келадиган алоҳида стационар ёки квант ҳолатлардагина бўла олади. Атом стационар ҳолатда ёруғлик чиқармайди.

Борнинг иккинчи постулатига мувофиқ, атом юқори энергияли E_n стационар ҳолатдан кам энергияли E_m стационар ҳолатга ўтганида, ёруғлик нурланади. Нурланган фотоннинг энергияси стационар ҳолатлар энергияларининг фарқига тенг бўлади: h $V_{nm} = E_n - E_m$ Бундай нурланиш частотасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h} = \frac{E_n}{h} - \frac{E_m}{h}$$

Нур ютилганда атом кичик энергияли стационар ҳолатдан катта энергияли стационар ҳолатга ўтади. Ньютон механикаси қонунлари ва мумкин бўлган стационар ҳолатларни танлаб олишга имкон берувчи квантлаш қоидасини қўллаб, Бор электроннинг мумкин бўлган орбиталарининг радиуслари ҳамда стационар ҳолатларнинг энергияларини ҳисоблашга эришди. Натижада водород атоми нурланиш спектрига мос ҳолда ҳисобланган тўлқин узунликлар қийматлари тажрибада топилган қийматларга мос келиши кузатилиб, Бор назарияси атом тузилишини тўғри тушунтирувчи назария сифатида шакллантирилгани аниқ бўлиб қолди.

Ҳозирги кунда атом тузилишини ва унинг турғунлигини тушунтиришда айрим қийинчиликлар юзага келиши натижасида атом тўғрисида икки хил тасаввур шаклланиб қолмоқда. Жумладан, «водород атомини қандай тасаввур қиласиз?» деган савол берилса, физика йўналишидаги ўқувчилар мусбат зарядли ядро атрофида манфий зарядга эга бўлган электрон стационар орбита бўйлаб айланади дейишса, кимё йўналишидаги ўқувчилар кимёвий боғланишларни тушунтиришда физика курсида берилаётган тушунчалардан «воз кечиб» электрон ядро атрофида s, p, d, f … каби квант сонлари орқали аниқланадиган орбиталлар кўринишида бўлади деб тушунтирадилар Бу ерда қуйидагича савол туғилади: атом тузилиши ва унинг турғунлигини қандай асослаш ҳамда физика ва кимё предметларини ўқитишда ягона атом моделини ўқувчиларда шакллантиришга эришиш учун нима қилиш керак?

Бунинг учун атомдаги электроннинг ҳолати қай тарздаги шаклларда бўлишини кўрсатувчи ягона атом моделини таклиф қилиш ва унинг турғунлиги заминида эҳтимолий-статистик қонуниятлар ётишини кўрсатиш мақсадга мувофиқ бўлади. Ҳақиқатан, ядро атрофидаги стационар орбитада электрон айланади деб эътироф этилса, унда нима учун нурланмаслиги ва энергиясини йўқотиб, ядрога қулаб тушмаслигини тушунтириб бўлмайди. Буни тушунтиришда микрообъектнинг тўлқин табиатига эгалиги асосида келиб чиқадиган хулосаларга таяниш керак. Маълумки, микрообъект учун $\lambda = \frac{h}{m\upsilon}$ де Бройль тўлқини мавжудлиги узил-кесил исботланган. Бу эса λ ёки x координата ва импульсни бир вақтда аниқлаб бўлмасликка олиб келади. Чунки x нуқтада λ нинг қиймати нечага тенг дейилишининг ўзи мантиққа зид. Демак, λ ва x бир вақтда аниқланмаса, координата ва импульс ҳам бир вақтда аниқланиши мумкин эмас. Демак, траекторияни ҳам кўрсатиш мумкин эмас. x ва p нинг бир вақтда аниқланиш даражаси эса h – Планк доимийси билан чекланган бўлиб, Гейзенберг ноаниқлик муносабати орқали қуйидагича аниқланади $\Delta x \Delta p_x \geq h$.

Ушбу муносабат электроннинг ядро атрофидаги ҳаракати учун траектория тушунчасини киритиб бўлмаслиги ва унинг ҳаракати эҳтимолий-статистик тушунчалар орқали баҳоланиши, атомнинг турғунлигини ҳам тушунишга имкон беради [2].

Шундай қилиб, Гейзенбергнинг ноаниқлик муносабати электроннинг ядрога «қулаши» масаласини йўққа чиқариш билан бирга, атом ядросида электрон бўлиши мумкин эмаслигини ҳам таъкидлайди. Шу нарсани ёдда тутиш керакки, ҳозирги кунда замонавий тасаввурлар асосларига таянадиган бўлсак, унда эҳтимолий қонуниятлар орқасида динамик қонуниятлар ётмаслиги ва, аксинча, улар тасодифнинг зарурият билан диалектик муносабатини ўрнатувчи фундаментал тавсифга эга бўлган қонуният эканини кўриш мумкин.

Амалга оширилган илмий-методик тадқиқотлар натижаларини таҳлил қилиш асосида юқорида қайд қилинган камчиликларни бартараф қилиш учун қуйидагиларни таклиф қиламиз:

- атом физикасини ўқитишни такомиллаштириш учун қуйидаги эҳтимолий-статистик ғоя ва тушунчаларни киритиш: де Бройль тўлқини, микрозарраларнинг корпускуляр-тўлқин дуализми, микрозарра ҳаракатининг ўзига хослиги, ноаниқлик муносабатлари, электрон булут ва сифат жиҳатдан квант сонлари;

- дедуктив нуқтаи-назардан бўлимлар тузилишини изчиллик тамойилини қўллаш асосида такомиллаштириш учун математика дарсликларига эҳтимолликнинг геометрик таърифини киритиш,

кимё дарсликларидаги атом тузилишига оид материалларни физика дарсликларидаги тушунчаларга мослаштириш;

- юқорида баён қилинган эҳтимолий-статистик ғоя, тушунча ва қонуниятлар бўйича миқдорий ва сифат жиҳатдан хулосалар чиқариш учун уларни бир-бирига мос кетма-кетликда ўрганиш, эҳтимоллик тушунчасини квант назариянинг фундаментал тушунчаларидан эканлигини шакллантириш.

Ўқувчиларнинг физикадан билим сифатини оширишда муҳим тамойиллардан бири изчиллик тамойили ҳисобланади. Бу тамойил ўқув материалини ўқитишнинг турли босқичлари бўйича тўғри тақсимлашни, таълимнинг турли босқичлари орасидаги зарурий боғланишларни амалга оширишни ҳамда уларнинг босқичма-босқич ривожланишини кўрсатади.

Кўринадики, айрим мавзуларнинг номи деярли бир хил, улар бир-биридан баён қилиниш чуқурлиги ва кенглиги билан фарқ қилади. Уларнинг босқичма-босқич ривожланишини эса изчиллик тамойили кўрсатиб беради.

Ёруғликнинг атомларда ютилиши ва нурланиш механизми қуйидагича тушунтирилади: атом ёруғликни ютгач, энергияси катта бўлган ҳолатга ўтади, нурланиш юз бергандан кейин эса энергияси кичик ҳолатга ўтади. Бу ерда нурланган ва ютилган ёруғликнинг частотаси атом энергиясининг ўзгариши $h\nu = E_p - E_k$ билан боғлиқ. Ёруғликнинг атомларда нурланиш ва ютилиш эҳтимоллари, ёруғликнинг нурланишига олиб келувчи сабаблар каби муҳим масалалар мактаб физика курсида ўрганилмайди. Бунинг асосий сабаби, уларни ўқувчиларда ўрганиш методикасининг ишланмаганидадир.

Методик адабиётларда ёруғликнинг атомларда нурланиши ва ютилишига тааллуқли энергетик ўтишлари турлича: ё орбиталар (Резерфорд-Бор модели) асосида, ёки энергетик сатҳлар асосида қаралади. Ҳозирги замон физикасида улар атом энергетик сатҳлари асосида баён қилинади. Биринчидан, бундай талқин қилиш умумий, иккинчидан, ҳақиқатда электрон орбиталар мавжуд эмас, ўқувчилар бу нарсани кимё курсидан билишади. Шунинг учун биз ёруғликнинг атомлар билан ўзаро таъсирини тушунтиришда энергетик сатҳлардан фойдаланишни таклиф қиламиз.

Ўқувчилар шу вақтгача ўрганган барча назариялар, яъни механика, электродинамика, молекуляр-кинетик назария ва тебранишлар назарияси бир-бирига зид келмай, аксинча, бирининг натижаси иккинчисини тўлдириб, унга асосланар эди. Атом назарияси бўлган квант механикада эса аҳвол бошқача. Унинг микродунёда катталикларнинг дискретлиги, сабаб-оқибат боғланишларнинг эҳтимолий тавсифга эгалиги, атомнинг турғунлиги, зарраларнинг координата ва импульсини бир вақтда аниқ ўлчаш мумкин эмаслиги каби хулосалари классик назарияларнинг постулат ва хулосаларидан кескин фарқ қилади.

Атом физикасига тааллуқли, ўқувчиларнинг диққатини тўплаш талаб қилинадиган материалнинг муҳим томонлари қуйидагилардан иборат:

- Резерфорднинг ядро модели альфа зарраларнинг моддаларда сочилишини яхши тушунтириб беради, лекин атомнинг турғунлигини тушунтирмайди;

- физикларга XX аср бошларида маълум бўлган чизиқли спектрларни Н.Бор атомнинг Резерфорд модели ва М.Планкнинг квант гипотезаси асосида қуйидаги постулатлар орқали тушунтиришга муваффақ бўлди:

1. Атом системаси сезиларли вақт давомида фақат махсус стационар ҳолатларда бўлиши мумкин, уларнинг ҳар бирига дискрет E_n энергия мос келади. Атом бу ҳолатларда энергия ютмайди ҳам, чиқармайди ҳам.

2. Атом E_n энергияли бир стационар ҳолатдан E_k энергияли иккинчи стационар ҳолатга ўтганда, $h\nu = E_n - E_k$ ($E_n > E_k$ бўлса) энергияли квант чиқаради ёки ($E_n < E_k$ бўлса) шундай квантни ютади.

Бор постулатларини классик электродинамика ва механикадан келтириб чиқариш мумкин эмас. Бор постулатларини атомнинг турғунлиги ва унинг нурланиш билан ўзаро таъсир хусусиятларини тушунтиришга муваффақиятли татбиқ қилиниши, классик механика ва электродинамиканинг қўлланиш чегарасини кўрсатиб беради.

Микродунё масштабида уларни эҳтиётлик билан қўллаш лозим. Атом назарияси (квант механика) дастлаб Бор постулатларига асосланган бўлишига қарамасдан, жуда кўп ҳодисаларни, масалан, чизиқли спектрларнинг ҳосил бўлишини ва ўз-ўзидан ҳамда мажбурий нурланишларнинг хусусиятларини тушунтиради.

Ўқувчилар шуни яхши ўзлаштириб олишлари керакки, ҳар бир микросистема (атом, молекула, ион) ўзига хос ички энергиянинг қийматига эга. Шунинг учун ҳар бир микросистеманинг чиқариш ва ютилиш спектрлари ўзига хос бўлиб, фақат ўзига тааллуқлидир.

2. Атом энергетик сатҳлари диаграммасидан фойдаланиб, чиқариш ва ютилиш спектрларининг ўрни бир хил эканлигини тушунтиринг.

Бу масалаларни ҳал қилиш жараёнида ўқувчиларнинг ўзлари атом чиқарадиган ва ютадиган ёруғлик спектрининг чизиқли эканлигини тушунти-

ришади. Уларнинг диққатини Бор постулатларининг қуйидаги учта муҳим асосини – Планк гипотезаси, атомнинг Резерфорд модели ва атом спектрларининг чизиқли эканини мослаштиришга қаратиш лозим. Бор назариясигача уларни мослаштириш мумкин эмас деб қаралар эди. Бор орбиталарининг радиусларини ва атом стационар ҳолатларининг энергияларини ҳисоблаш формулалари асосий, барча ўқувчилар томонидан ўзлаштириш мажбурий бўлган ўқув материали қаторига киритилмаган.

Ўқувчилар онгида динамик қонуниятларга ортиқча баҳо бериш, эҳтимолий-статистик ғоя ва тушунчалар ҳамда қонуниятларни етарлича баҳоламаслик замонавий физика нуқтаи назаридан тўғри эмас, бошқача айтганда, жиддий илмий-методик камчилик ҳисобланади. Ушбу камчиликни бартараф қилмасдан туриб, умумтаълим мактабларда молекуляр физика ва атом физикасини ўқитиш сифатини замон талаблари даражасида амалга ошириш мумкин эмас.

Адабиётлар:

1. Хабибуллаев П.К., Байдедаев А., Баҳрамов А., Йўлдошева М.К. Физика. 9-синф учун дарслик. – Т., 2010
2. Джораев М. Формирование вероятностно-статистических идей и понятий при подготовке учителя физики.- Ош: КУУ, 2003
3. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе.- М.: Просвещение, 1990
4. Джораев М. Физика ўқитиш методикаси (Умумий масалалар)- Т., 2015

Тошкент давлат педагогика университети,
2018 йилда қабул қилинган
(Тақризчи: академик С.Зайнобидинов)