

Ташев Б.А., Шилмурзаев Н.А.

**Плазма физикасының
таңдаулы сұрақтары курсы
оқытудағы әдістер**

Мақалада авторлар плазма физикасының таңдаулы курсы оқытудағы әдістер мәселесін қарастырған. Атап айтқанда, жалпы плазма ұғымының мәні мен мазмұны ашылады. Плазманы тәжірибехана жағдайында және техникада алудың қолданбалы әдісіне электрлік газ разрядын қолдану және плазманы тәжірибехана жағдайында алудың негізгі әдісі газдық разряд болатындығы жайлы айтылады. Оқытудың белсенді әдістеріне тоқтала отырып, осы курсты сол әдістермен оқыту мәселесі баяндалады. Сондай-ақ әдістер туралы ұғым талданып, мұғалімдерге нақты әдістерді қолданудың жолы көрсетіледі. Интер-белсенді әдістемелерге кешенді талдау жасалынып, олардың қолданылуының нәтижелілігі зерттелді. «Плазма физикасының таңдаулы сұрақтары» курсы оқытуда қолдануға ұсынылған әдістемедегі білім алушылар жаңа сабақта өздерінің шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал ететіндіктеріне мән берілген. Заманауи оқыту жүйесіне сәйкес жоғарыда аталған курс бойынша оқу-әдістемелік кешен негізінде электрондық оқулық жалалған.

Түйін сөздер: плазма, плазма физикасы, таңдаулы курс, оқыту, әдіс, зат, Дебай радиусы.

Tashev B.A., Shilmurzaev N.A.

**The methods of teaching in the
courses of selected problems of
plasma physics**

In the article the problem of teaching methods in selected courses of plasma physics. The content and value of an understanding of plasma in General. Talks about the problems of the teaching of these courses through online learning. Describes the application of an electric gas discharge for plasma in the laboratory and in applied technical methods is also shown that the gas discharge is the basic method of plasma production in the laboratory. Moreover, examples of application of specific methods and their analysis. Made a comprehensive analysis on interactive methods and investigated their application results. In teaching the courses «Selected issues of plasma physics» focuses on the impact of the development of creative abilities of students in the new lesson. On the basis of educational and methodical complex of the course made the above electronic textbook on the modern system of education.

Key words: plasma, plasma physics, selected course, education, method, thing, the Debye radius.

Ташев Б.А., Шилмурзаев Н.А.

**Методы обучения курсу
избранным вопросам
физики плазмы**

В статье рассматривается проблема методов обучения в избранных курсах физики плазмы. Раскрывается содержание и значение понимание плазмы в общих чертах. Описывается применению электрического газового разряда для получения плазмы в лабораторных условиях и в прикладных технических методах, также показано, что газовый разряд является основным методом получения плазмы в лабораторных условиях. Говорится о проблемах преподавания этих курсов путем интерактивного обучения. Более того, приведены примеры применения конкретных методов и их анализ. Сделаны комплексные разборы на интерактивные методы и исследованы их результаты применения. В методике преподавания курсов «Избранные вопросы физики плазмы» акцентировано внимание на влияние развития творческих способностей обучающихся на новом уроке. На основании учебного методического комплекса вышеуказанного курса сделан электронный учебник по современной системы обучения.

Ключевые слова: плазма, плазма физики, избранный курс, обучение, метод, вещь, радиус Дебая.

**ПЛАЗМА
ФИЗИКАСЫНЫҢ
ТАҢДАУЛЫ
СҰРАҚТАРЫ КУРСЫН
ОҚЫТУДАҒЫ ӘДІСТЕР**

Кіріспе

Қазіргі кезеңде тәуелсіз еліміздің ертеңі – жастардың білімінің тереңдігімен өлшенеді. Білімді, жан-жақты қабілетті ұрпақ – ұлтымыздың баға жетпес қазынасы. Бүгінгі таңда педагогика ғылымының өзекті мәселелерінің бірі – жеке тұлғаны жетілдіруде, жан-жақты дамытуда, білім беруде ғылымның соңғы жетістіктерін қолданып, шығармашылық жұмыстарды жасауға қабілетті, дүниетанымдық көзқарасы кең, рухани бай азаматты дайындау.

Қоғамда болып жатқан жаңа әлеуметтік-экономикалық ұсыныстар толық білім жүйесіне қатысты. Осы орайда ҚР-дың жоғары оқу орындарындағы білікті маман даярлаудағы кәсіби дайындық деңгейі мен қазіргі заманға лайықталған жағдайда өздігімен ойлай және жұмыс істей алу үлкен маңызға ие.

Бүгінде білімі мен ғылымы нақты дамыған елдер барлық жағынан алда болатынына көз жеткіздік. Сондықтан да қазіргі таңда студенттің өз бетімен еңбек етуіне, шығармашылық еркін ой мен іскерлік қабілеттілігін дамытуларына қолайлы жағдайды толыққанды қамтамасыз ету керек.

Жоғары білім берудің мақсаты қоғамның, мемлекеттің және тұлғаның сапалы жоғары білім алуға деген мүдделерін қанағаттандыру, әрбір адамға оқытудың мазмұнын, нысанын және мерзімдерін таңдауға кеңінен мүмкіндік беру.

Негізгі бөлім

Оқыту барысының нәтижелі, жемісті болуы мұғалім әдіс-тәсіміне, шеберлігіне де байланысты. Әдіс-тәсілдер деген не? Оқыту процесінде мынандай екі түрлі қызмет жүзеге асады. Бірінші мәселе – мұғалім оқытуы, екінші мәселе – оқушының оқуы. Мұғалім мен оқушының осы арақатынасы әртүрлі оқу қызметтері оқыту әдістеріне жатады. Сонымен, әдіс-тәсіл оқытушы мен оқушы арасындағы жұмыс түрлеріне байланысты әр түрлі болып келеді [1].

Ұтқырлық мұраты, мұғалімдерден сабақтың мақсатын жинақты түрде айқындап, белгілеп алғаннан кейін, сол мақсатты жүзеге асырудың әдіс-тәсілдерін де таңдап ала білу-

ді талап етеді. Ол үшін әр мұғалім оқыту әдіс-төмесін жете біліп, әрі оны сабақ мақсатына қарай іріктеп алып, шебер пайдалануы керек. Бұл – аса маңызды, мұғалімнен шығармашылық ізденісті, жүйелі, тиянақты жұмысты талап ететін мәселе. Мұғалім әр әдіс-тәсілдің өзіндік ерекшелігін, мүмкіндіктерін де жете білуі қажет. Көпшілік жағдайда мұғалімнің өзінің төселген, дағдыланған әдіс-тәсілі болады. Мұндай мұғалімдер қай тақырып болсын, оны қандай аудиторияға өткізсін, сабақтың негізгі мақсатын да еске алмастан, «дағдыға» айналған әдіс-тәсілмен сабақ жүргізе береді. Мұндай сабақтар тиімді өтеді, ол оқушыларға өз дәрежесінде білім бере алады деп айту қиын-ақ. Оқу-тәрбие жұмыстарының барлық саласын бір өзі шешіп тастайтын әдіс-тәсіл жоқ. Сол себептен де мұғалім әдіс-тәсілдерді жете меңгеріп қоймай, оларды қай жағдайда, қалай пайдалануға болады, соны да ерекше ойлануы керек [2].

Ежелгі грек ғалымы Аристотель әлемде барлық зат төрт кіші элементтен тұрады деп ұйғарған. Олар: жер, су, ауа және от. Одан кейін, ғылымның дамуы ол терминдердің мағынасын толықтырды. Шынында да, зат төрт күйде болады екен. Олар: қатты, сұйық, газ және плазма.

Плазма термині өткен ғасырдың ортасында физиологтар қанның көрінбейтін сұйық құрамын анықтағанда пайда болған. Қан плазмадан (55%) және арнаулы элементтерден (45%) – эритроцит, лейкоцит және тромбоцит тұратын көрінбейтін қызыл сұйыққа ие. Қан плазмасы 90-92% судан және 8-10% органикалық емес және органикалық заттардан құралған.

1929 жылы америкалық физиктер И.Ленгмюр мен Л. Тонкс плазманы иондалған газдың ерекше күйі деп атады. Сонымен «плазма» сөзі алғаш тікелей қазіргі мағынасында 1929 жылы қолданыла бастаған. Бұл терминді Ленгмюр мен Тонкс қолданысқа зарядталған газ толтырылған электрондық лампы зерттеу барысында енгізген. Қазіргі сөзбен айтқанда, Ленгмюр мен Тонкс төмен қысымды газдағы разрядты зерттеген. Ал қан плазмасы түсінігін Ленгмюрден 80 жыл бұрын (шамамен 1848 ж.) чех дәрігері Ян Пуркинье енгізген. Физиктерді плазма алғашында электр тоғының өзіндік өткізгіші ретінде қызықтырды. Қазіргі кезде плазманың физикалық қасиетін басқа қырымен қарастыруда. Біріншіден, заттың жоғары температураға дейін қыздырылған табиғи күйі, екіншіден, ол динамикалық жүйе – электромагниттік күштердің қосымша объекті.

1952 және 1953 жылдары АҚШ-та және КСРО-да алғашқы сутегі бомбасының сынақ

жарылысы болғаннан кейін, синтез реакциясын әлемдік деңгейде жүзеге асыру бойынша жұмыс басталды. Мұндай реакцияны іске асыру үшін, синтез реакциясына түсетін химиялық элементтерден тұратын затты бірнеше жүздеген миллион градусқа дейін қыздыру керек. Сондықтан да, бұл реакцияны ылғи да термоядролық деп атайды. Бұндай жоғары температурада қандай зат болса да сөзсіз плазма күйіне өтеді. Плазманы қыздыру және осындай қызған плазманы ұстап тұру мәселесі – плазма физикасы саласындағы ғылыми зерттеу жұмыстарының тез дамуына түрткі болды.

Басқарылмалы термоядролық синтез бойынша жұмыс 1950 жылдары басталды. Оған себеп болған И.Е. Тамм және А.Д. Сахаровтың ыстық плазманы магниттік ұстап тұрудың көмегімен БТС-ты жүзеге асыруға болатындығы туралы ұйғарымға келуі. Бастапқы сатыда, КСРО бойынша Курчатов институтында Л.А. Арцимовичтың басқаруымен жұмыстар жүргізілді.

Плазма физикасының дамуына түрткі болған тағы бір нәрсе астрофизикалық зерттеулер. Бүкіл әлемдегі заттың 99%-ы плазма күйінде болатындығы туралы жиі естуге болады. Шын мәнінде, жұлдыздар және олардың атмосфералары, газды тұмандықтар және жұлдыз аралық газдың айтарлықтай бөлігі плазма болып табылады.

Идеал газдың зарядталған бөлшектерден тұрмайтынына, яғни оның диэлектрик екеніне көңіл бөлу маңызды. Газдарда электр тоғын тудыру үшін оны иондау қажет, яғни электр зарядын тудырушыларды құру керек. Газдарда – ол электрондар, оң және теріс иондар. Электр тоғының газ арқылы өтуі *газдық разряд* деп аталады.

Плазманың пайда болу процесі тақырыбын тез және кең көлемде қабылдау (түсіну) үшін жеткілікті қарапайым тәжірибеде көрсетуге болады (қыздыру процесі): баяу балкитын материалдан жасалған жабық түтікшеде аз мөлшерде қандай да бір зат болсын делік. Түтікшенің температурасын бірте-бірте көтеріп қыздыруды бастаймыз. Егер бастапқы кезде түтікшенің ішіндегі зат қатты күйде болса, онда ол біраз уақыттан кейін ериді (балкиды), ал одан да жоғары температурада буланады да және сол газ барлық көлемді біркелкі толтырады. Температура жеткілікті жоғары деңгейге жеткенде барлық газ молекулалары (егер молекулалық газ болса) ұсақ құрамдарға бөлініп ыдырайды, яғни жеке атомдарға ыдырайды. Нәтижесінде, түтікшеде элементтердің газдық қоспасынан құралған зат болады. Осы элементтердің атомдары өзара

соқтығысады және тез әрі ретсіз қозғалыста болады.

Осыдан әрине мынадай сұрақ пайда болады: егер қыздыруды жалғастырып, сосын температура мыңдаған градустан асып кетсе заттың қасиеті қалай өзгереді? Әрине, өте баяу балқитын материалдың термиялық тұрақтылығының өзі 3000-4000 градустан көп еместігін ескеріп, өте жоғары температура кезінде баяу балқитын ыдыстағы затты қыздыруды тек теориялық түрде көрсетуге болады. Түтікшенің қабырғалары кез келген жоғары температураға бұзылмай және ешқандай өзгеріссіз төтеп бере алады делік. Сонымен, қыздыру жалғасуда. Олай болса, енді 3000-5000 градуста біз заттың атомының қасиеттерінің өзгерісімен байланысқан жаңа процестің пайда болуын байқауымызға болады.

Білетініміздей, кез келген атом өзінің барлық массасы жинақталған оң зарядталған ядродан және ядроның маңында айналатын және атомның электрондық қабықшасын құратын электроннан тұрады. Осы қабықша атомның сыртқы қабықшасы. Ол ядромен әлсіз әсерлесетін, осал құрылымға ие электроннан тұрады. Атом қандай да бір қозғалыстағы бөлшекпен соқтығысқан кезде атомнан оң зарядталған ионға айналатын электрон жұтылып шығуы мүмкін. Дәл осы иондалу процесі затты қыздырудың неғұрлым сипаттамасы бола алады. Жеткілікті жоғары температурада газ нейтрал болуын тоқтатады: ол жерде атомнан үзілген оң зарядталған иондар мен еркін электрондар пайда болады.

Шарт бойынша, бірнеше он мыңдаған температурадағы қыздырылған зат айналасындағы ортамен (біздің жағдайда идеал түтікшенің қабырғалары) жылулық тепе-теңдікте болса, онда атомның басым бөлігі кез келген газда иондалған және нейтрал атомдар іс жүзінде болмайды. Мысалы, $T = 30000$ градустағы температураның 20000 оң иондарға қатынасында бар болғаны бір нейтрал атом болады.

Сутегі атомының электрондық қабықшасы тек бір электроннан тұрады және сондықтан атомды жоғалтқанда иондалу процесі бітеді. Басқа элемент атомдарының электрондық қабықшалары күрделілеу құрылымға ие. Оның құрамына толықтай атоммен әр түрлі деңгейде байланыса алатын электрондар кіреді. Сыртқы қабықшаға тиесілі электрон салыстырмалы түрде оңай үзіліп шығады. Жоғарыда айтылғандай, 20000 – 30000 градус температурада нейтрал атомдардың қоспасы қалмау керек. Бұл толық газдың иондалуын көрсетеді. Бірақ бұл иондалу процесінің аяқталғанын білдірмейді. Өйткені,

оң иондар аталмыш температура алаңында өздерінің біраз бөліктерін «электрондық киім» сақтайды. Менделеевтің периодты жүйесіндегі элементтердің реттік нөмірі көп болған сайын, атомдардағы электрондардың саны да көп болады. Сондықтан күрделі элементтердің соңғы иондалуы тек өте жоғары температурада болады (ондаған миллион градус). Осыдан иондалу процесі оң және теріс зарядтардың артықшылығын құрмағандықтан газ толығымен нейтрал болып қалады. Осылайша, жылдам қозғалатын атомдар мен молекулалардың соқтығысуының есебінен жеткілікті жоғары температурада газдың иондалуы болады.

Ары қарай плазма түсінігіне анықтама шығаруға болады: *Плазма – ол жартұлай немесе толық иондалған газ, яғни оң және теріс зарядтардың тығыздықтары сәйкес келеді, яғни толығымен плазма электрлік бейтарап жүйе.*

Түгелдей жуық барлық заттың температураларын абсолют нөл температурадан бірте-бірте көтерген кезде келесі күйлерге жалғасып өтіп отырады: *қатты, сұйық, газ және плазма.* Көбіне оқушыларда плазма, яғни өте жоғары температурада болатын, газ молекулалары мен атомдарының ұсақ бөлшектерге бөлініп ыдырауына алып келетін заттың күйі туралы ұйғарымдары қате болады. Дәл осы кемшілікті оқушыларды плазма түсінігімен таныстыру арқылы жеңуге болады. Сонымен, газ иондалуын тепе-тең қыздырумен және құрылған плазма сәулеленудің әртүрлі түрімен немесе газ атомын жылдам бөлшектермен бомбалау арқылы шақырылуы мүмкін. Осыдан төменгі температуралы плазма шығады [3].

Плазма – оң, теріс және нейтрал бөлшектерден тұратын квазинейтрал жүйе. Бұл терминді ғылымға ең алғаш 1929 ж. Ленгмюр мен Тонкс енгізген.

Бірақ кез келген зарядталған бөлшектерден тұратын жүйені квазинейтрал жүйе деп айтуға болмайды, яғни квазинейтралдық шартын қанағаттандыра бермейді. Жалпы зарядталған бөлшектерден тұратын жүйенің квазинейтралдық шарты деп оң және теріс зарядталған бөлшектердің көлемдік тығыздығы шамамен тең болуы ($n_+ \approx n_-$). Ал сол жүйенің квазинейтралдық шартын қанағаттандыруын немесе қанағаттандырмауын анықтау үшін біз плазманың күйін сипаттайтын бірнеше параметрлерді білуіміз керек.

Дебай радиусы ол зарядталған бөлшектерден тұратын жүйенің кеңістік бойынша өзара ажырау масштабы. Дебай радиусы жүйенің квазинейтралды болу шартын анықтайды. Яғни

жүйе квазинейтрал болу үшін сол жүйе алып жатқан көлемнің орташа сызықтық өлшемі L Дебай радиусынан көп үлкен болуы керек, яғни $r_d \ll L$.

Дебай радиусын мына формуламен анықтаймыз:

$$r_d = \sqrt{\frac{k_B T}{4\pi n e^2}}. \quad (1.1)$$

Қарастырып отырған жүйе уақыт бойынша квазинейтрал болу үшін сол жүйеде болып жатқан процестің өтуінің сипаттамалық уақыты T_H , немесе релаксация уақыты деп те атайды, τ_d – уақыттан көп үлкен болуы керек, яғни $\tau_d \ll T_H$. Мұндағы τ_d – зарядтардың өздігінен ыдырау уақыты. Енді τ_d – уақытты анықтаймыз, оны біз Дебай радиусы мен плазманың сипаттамалық жылдамдығының қатынасы арқылы табамыз. Ал плазманың сипаттамалық жылдамдығын мына формуламен:

$$v_{жс} = \sqrt{\frac{k_B T}{m_e}}. \quad (1.2)$$

есептейміз, яғни электронның жылулық қозғалысын алуға болады.

(1.1) және (1.2) формулалардан жоғарыда айтқанымыздай τ_d -ға арналған формуланы шығарып аламыз.

$$\tau_d = \sqrt{\frac{m_e}{4\pi n e^2}}. \quad (1.3)$$

τ -ға кері шама $\omega_{l,c} = \frac{1}{\tau} = \sqrt{\frac{e^2 n}{\epsilon_0 m_e}}$ электрондық тербелістерінің Ленгмюр жиілігі деп аталады.

Жоғарыдағы формулалардан көріп отырғанымыздай плазманы сипаттайтын негізгі параметрлері, олар: концентрацияны n_a , температураны T_a , Дебай ұзындығын (Дебай радиусы) r_d және плазма бөлшектерінің Ленгмюрлік жиілігін $\omega_{l,c}$ айтуға болады. Ленгмюрлік жиілігін кейде плазмалық жиілік деп те атайды. Бұл жерде α – сәйкесінше электронды, ионды немесе атомды көрсетеді.

Плазманың табиғатта кездесуі және оны тәжірибехана жағдайында алудың жолдары: Плазма табиғаттағы ең кең таралған күй деп айтуға болады. Оған дәлел ретінде айтар болсақ плазма ғарыштық кеңістікте кең тараған. Олар планеталардың сақиналарында, кометаның құйрығында, планетааралық бұлттарда, жұлдыздарда тағы сол сияқты. Аспан кеңістігінің

көп бөлігінде кездеседі. Ал жер бетінде, табиғи жағдайда плазма тек найзағай соққанда, яғни бұлттар арасында немесе бұлтпен жер бетіндегі бір дене арасында ұшқынды разряд жүргенде пайда болады. Бұдан басқа, жер атмосферасының жоғарғы қабаты болып есептелетін ионосфера плазма болып табылады [4].

Плазма зат күйінің төртінші түрі деп саналғанмен көп жағдайда газ заңдарына бағынады және өзін газ сияқты ұстайды. Бірақ кей жағдайларда, мәселен, электрлік және магниттік өрістерде ол нейтрал газдан басқаша әсерге ұшырайды. Сондықтан да ол заттың төртінші агрегаттық күйі ретінде қарастырылады. 1879 жылы ағылшын физигі В. Крукс, сиретілген ауа толтырылған трубкадағы электрлік разрядты зерттей келе былай деп жазады: «ауасы сорылған трубкадағы құбылыс физика ғылымын материя төрт агрегаттық күйде бола алатын жаңа әлемге бастайды». Ертедегі философтар әлем төрт заттегінен тұрады деп тұжырымдаған. Олар: жер, су, ауа және от. Бүгінгі таңдағы зерттеу нәтижелеріне сүйенсек, бұл тұжырымның шындыққа жанасымдылығын байқаймыз. Көрініп тұрғандай төртінші зат күйі – от, өз кезегінде плазмаға сәйкес келеді.

Негізінде плазма мен газ күйінің арасында айқын шекара жоқ. Бастапқыда қатты күйде болған кез келген зат температураның артуымен ери бастайды. Ары қарай қыздырғанда буланып газ күйіне өтеді. Егер бұл газ молекулалардан тұрса (мысалы, сутегі, азот), жалғасты қыздыру нәтижесінде газ молекулалары диссоциацияланып дербес атомдарға ыдырайды. Көп жоғары температураға барғанда газ иондалып, оң зарядталған иондар мен теріс заряд тасымалдаушылар – еркін электрондар пайда болады. Еркін қозғалатын электрондар мен иондар электр тоғын тасымалдай алады, сондықтан плазманың тағы бір анықтамасын былай айтуға болады. Плазма – өткізгіш газ. Дегенмен, заттарды қыздыру плазманы алудың бірден бір жолы емес. Және де, бұл әдіс кең таралған әдіске де жатпайды. Себебі, қыздыру жолымен газды толықтай иондау үшін олардың температурасын ондаған, тіпті жүздеген мың градусқа дейін көтеру керек.

Плазманы тәжірибехана жағдайында және техникада алудың қолданбалы әдісіне электрлік газ разрядын қолдану жатады. Газдың – разряд потенциалдар айырымы бар бөлігі газ разряд аралығы болып табылады. Осы аралықта электр өрісінде қозғалатын зарядталған бөлшектер пайда болады да ток пайда болады. Плазмадағы

токты ұстап тұру үшін теріс электрод (катод) плазмаға электрондар жіберіп отыруы керек. Электрондардың эмиссиясын (электрондардың катодтан ұшып шығуын) әртүрлі жолдармен қамтамасыз етуге болады. Мысалы, катодты жеткілікті жоғары температураға дейін қыздыру (термоэмиссия), немесе катодты қандай да бір, электронды металдан жұлып шығара алатындай, қысқа толқынды сәулелермен (рентгендік сәуле, γ -сәулесі) сәулелендіру (фотоэффект). Осындай сыртқы күштердің әсерінен пайда болатын разряд өздік емес разряд деп аталады.

Плазманы тәжірибехана жағдайында алудың негізгі әдісі газдық разряд болатындығын жоғарыда айтып өттік. Солғын разряд жағдайында, оң бағаны айналасындағы аймақ плазмалық күйде болады. Доғалық және ұшқын разрядтардан басқа, плазманы индукциялық разряд (электродсыз) арқылы да алуға болады. Реклама тақтайшаларындағы, қондырғылардағы және басқарылатын термоядролық синтезді (БТС) зерттеуге арналған плазмалар осындай жолмен алынады. Жоғары температуралы плазманы алудың тағы бір қолайлы әдісі затты тікелей күшті лазермен сәулелендіру болып табылады [5].

Оқушылар «плазма» түсінігі туралы анықтамамен танысып және пікірталас көмегімен түсініктерін толықтырғаннан кейін, оған қосып және толықтыру керек. Оны плазма қасиетін көрсету арқылы істеуге болады.

Плазма өзін заттың төртінші күйі ретінде көрсетуге болатындай ерекше күйге ие.

Үлкен қозғалтқыштықтан плазманың зарядталған бөлшектері электр және магнит өрісінің әсерінен оңай жылжиды. Сондықтан бөлшек зарядының бір таңбасымен жиналып шақырылған плазманың жеке аймақтарының электрлік нейтралдылығының кез келген бұзылуы тез жойылады. Пайда болған электр өрісі электр нейтралдылық қайта орнына келіп және электр өрісі жойылғанға дейін зарядталған бөлшектерді ауыстырады.

Молекулалардың өзара арасындағы қысқа әсері бар күшінен бөлек плазманың зарядталған бөлшектерінің өзара арасында кулон күші әсер етеді (сравнительно медленно убывающее с расстоянием). Әр бөлшек айналасындағы бірнеше бөлшектермен бірден әсерлеседі. Осы саптың арқасында плазма бөлшектерінің хаосты жылулық қозғалысы әр түрлі бірыңғай реттелген (коллективті) қозғалысқа қатысады. Плазмада тербелістер мен толқындар оңай ауытқиды. Иондалу процесінің өсуімен плазма жоғарғы өткізгіш-

тікке ие болады. Өте жоғарғы температурадағы плазма толық өткізгіштігімен асыра өткізгіштікке жақындайды [6].

Енді оқушылар плазманың не екенін, оның қасиетін және табиғат пен ғарышта бар екенін білгеннен кейін оларға плазманың өмірдегі қолданысын айту керек. Бұл тақырыпты оқытушының тапсыруымен оқушылардың біреуі реферат немесе баяндама түрінде жасауына болады. Ал бастапқы кезінде балаларға ойлануға және плазманы қолдануға мысал келтіруге мүмкіндік жасау керек.

Плазма жыл өткен сайын техникада жиі қолданылуда. Қолданыстардың бастамасы ретінде дәнекерлеуге арналған плазмалық қыздырғыштар және металдарды кесу, т.б. айтуға болады. Плазма жарықтандыру техникасында кеңінен қолданылады. Қарапайым электрлік лампада қызған метал талшығы жарық шығарады. Ал тұрар-жайларда қолданылатын күндізгі жарық лампасында және көшені жарықтандыруға арналған газразрядтық лампаларда әйнек түтікшеге толтырылған плазма жарық шығарады. Бұдан басқа, әртүрлі газразрядтық приборлардың құрамына: электр тоғын түзеткіш (айнымалы токты тұрақты токқа айналдыратын аспап), кернеу тұрақтандырғыштар, плазмалық күшейткіш және жоғары жиілікті ток генераторы, ғарыштық бөлшектердің санағыштары (счетчик) кіреді. Газдық лазер деп аталатындардың барлығы (гелий-неонды, криптонды, т.б.) іс жүзінде плазмалық (электрлік разрядтармен иондалған газдық қоспалар) болып табылады.

Қорытынды

Плазма ғылым мен техниканың әр түрлі саласында кең ауқымда қолданылады: дейтерий мен тритиден тұратын жоғарғы температуралы плазма, сонымен қатар гелий изотопы – термоядролық синтезді басқарудың негізгі объектісі. Төменгі температуралы плазма газразрядтық жарық көздерінде, газдық лазерлерде, плазмалық дисплейлерде, жылулық энергияны электрлікке термоэмиссиялы түрлендіруде және магнитогидродинамикалық генераторларда қолданылады.

Плазманы келесі екі параметрмен сипаттауға болады: n және kT_e . Әр түрлі қосымшаларда плазма параметрлері n және kT_e өте кең көлемде өзгереді: n шамасы 28 ретке өзгереді ($10^6 - 10^{34} \text{ i}^{-3}$), ал kT_e – жеті ретке. Осы плазманы қолданудың біразын қысқаша төменде талқылаймыз. Плазма тығыздығының үлкен көлемін құндылықтары бойынша

бағалауға болады, егер ауа мен су тығыздығының айырмашылықтары 10^3 рет қана, ал су тығыздығының ақ ергежейлілер затының тығыздығынан айырмашылығы 10^5 рет. Тіпті нейтрондық жұлдыздар судан қарағанда 10^{15} рет ғана тығыздырақ. Дегенмен газдық плазманың кез келген түрін 28 ретке өзгешеленетін тығыздықтың барлық диапазонында бірдей тендеумен сипаттауға болады. Сондықтан, сонымен бірге физиканың тек классикалық заңдары керек (кванттық емес) [7].

«Плазма физикасының таңдаулы сұрақтары» оқу-әдістемелік кешенін жасау мақсатында әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің философия және саясаттану факультетінің педагогика кафедрасының мамандарымен бірлескен жұмыстар жасалынды. Педагогикалық база бойынша қазіргі кездегі техникалық жоғары оқу орындарында кеңінен қолданылып жүрген

оқытудың тиімді әдістемелері бойынша плазма физикасының таңдаулы сұрақтары курсы бойынша тәжірибелік сабақ жоспарлары жасалынды.

Зерттеу-тәжірибелік жұмыстары әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің физикатехникалық факультетінің оқу жүйесі негізінде бакалавр мамандықтары бойынша жасалынды.

Қорытындылай келе, педагог мамандардың кеңесімен жоғарыда келтірілген оқыту әдістерінің ішіндегі түсіндірмелі-иллюстративті, проблемалық және эвристикалық әдістер бойынша лекция және семинар сабақтарына арналған оқу-әдістемелік кешен электронды оқулық түрінде жарық көреді.

«Плазма физикасының таңдаулы сұрақтары» курсының бұл әдістемесінде – білім алушылар жаңа сабақты өздерінің шығармашылық қабілеттерін дамыта отырып меңгереді деген ойдамыз.

Әдебиеттер

- 1 Әлқожаева Н.С, Төлешова Ұ.Б. Жоғары мектептің оқу дәрісінде жаңа педагогикалық технологияларды қолдану: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – 126 б.
- 2 Ахметова Г.К., Исаева З.Ә., Әлқожаева Н.С. Педагогика: оқулық. – Алматы: Қазақ университеті, 2006. – 220 б.
- 3 Мынбаева А.К., Садвақасова З.М. Инновационные методы обучения, или как интересно преподавать: учебное пособие. – 5-е изд., доп. – Алматы, 2011. – 341 с.
- 4 Орлов В.А., Дорожкин С.В. Плазма четвертое состояние вещества: методическое пособие. – М.: Наука, 2005. – 143 с.
- 5 Чен Ф. Введение в физику плазмы / пер с англ. – М.: Мир, 1987. – 398 с.
- 6 Жүсіпқалиева Ф.Қ., Джумашева А.А., Құбаева Б.С. Мектепте физика курсының оқытудың теориясы мен әдістемесі: оқу құралы. – Орал: М. Өтемісов атындағы БҚМУ редакциялық баспа орталығы, 2012. – 195 б.
- 7 Дорожкин С.В. Дифференциация обучения на старшей ступени общеобразовательной школы (на примере элективного курса «Плазма – четвертое состояние вещества»): диссертация кандидат педагогических наук. – Тула, 2004.

References

- 1 Algozhaeva N.C, Toleshova U.B. The application of new pedagogical technologies in educational process of higher school: tutorial. – Almaty: Kazakh University, 2009. – 126 p.
- 2 Akhmetova G.K., Isayeva Z.F., Algozhaeva N.S. Pedagogic: The Textbook. – Almaty: Kazakh University, 2006. – 220 p.
- 3 Mynbayeva A. K., Sadvakasova Z. M. Innovative teaching methods, or as interesting teach: a Training manual. – 5 edition, supplemented. – Almaty, 2011. – 341 p.
- 4 Orlov V. A., Dorozhkin S. V. Plasma the fourth state of matter: methodical textbook. – M.: Nauka, 2005, 143 p.
- 5 Chen F. Introduction to plasma physics: transl. from English. – M.: World, 1987.- 398 p.
- 6 Zhusupkalieva G.K., Jumasheva A.A., Kubayeva B.S. The theory and methods of teaching physics in schools: a Training manual. – Oral: M. Utemisov Editorial-publishing center, 2012. – 195 p.
- 7 Dorozhkin S. V. Differentiation of training at the senior step of the secondary school (on the example of the elective course “Plasma – the fourth state of matter”). Dissertation of candidate of pedagogical Sciences. – Tula, 2004.