**14 Дәріс. Орта мектептегі физика курсындағы "Электродинамика" бөлімін оқыту**

**Жоспар**

1. "Электродинамика" бөлімінің құрылымы.

2. "Электродинамика" бөлімінің ерекшеліктері.

3. "Электродинамика" бөліміндегі негізгі ұғымдарға ғылыми- әдістемелік талдау жасау.

**1. Электродинамикабөлімінің құрылымы.** "Электродинамика" мектептегі физика курсындағы ең күрделі бөлім, мұнда электр және магниттік құбылыстар, электрмагниттік тербелістер мен электрмагниттік толқындар, толқындык оптика,салыстырмалық теориясының элементтері оқытылады.

Қазіргі кездегі физикаға байланысты ұғымдар электромагниттік өріс, электр заряды, электрмагниттік тербелістер, электрмагниттік толқын және оның жылдамдығы енгізіледі. Сондай-ақ электрмагниттік толқындардың қасиеттері, олардың кеңістіктегі тарауы, радиобайланыс принциптері, теледидар қарастырылады.

Оқушылар осы бөлімде Дж.К.Максвеллдің электрмагниттік толқындар теориясымен сапалық түрде танысады.

Электродинамика бөлімінде материяның тағы бір түрі электрмагниттік өріс ұғымын тереңірек оқып үйренді. Негізгі мектепте материяның түрлері зат және өріс ұғымын, оның ішінде электр және магнит өрістері қарастырылған. Бірақ олардың сипаттамасы толық берілмеді. Ал оқушылар жоғарғы сыныптарда электрмагниттік өрістің заттан қандай айырмашылығының барын оқып үйренеді.

Салыстырмалылық теориясын оқып үйренгенде оқушылар қазіргі кездегі уақыт пен кеңістік туралы түсініктермен танысады.

Оқушыларға политехникалық білім беруде электр энергиясын өндіру және қолданулары айтылады. Олар электр құрал-жабдықтарымен жұмыс істеу икемділіктеріне дағдыланады.

Оқушыларды еңбекке баулуда электрдинамиканың алатын орны ерекше, себебі көптеген өндіріс орындарында, ауыл шаруашылығында, балалар электр энергиясының қолданылуымен кездеседі. Білім беруде, халық шаруашылығында, халықтың күнделікті тұрмыс-тіршілігінде, радиобайланыс пен теледидардың алатын орнын көрсету маңызды болып табылады.

Электродинамиканы оқып үйренуде дамыта оқытудың мәселелері логикалық, теориялық, ғылыми-техникалық, диалектикалық ойлау қабілеттерін дамыта оқыту қолданылады. Қорытындысында оқушылардың зердесі және шығармашылық қабілеттері дамып жетіледі. Электродинамикада оқушылардың ой-өрісін кеңейтетін, логикалық ойлау қабілетін дамытатын жалпы танымдық әдістерді (талдау, іріктеу, индукция, дедукция, салыстырымдылык, және баска) колданып түсіндіретін материалдар көп. Электродинамикада теориялық ойлаудың қалыптасуы жалпылауға және идеялауға мүмкіндік туғызады. Оқушылар құбылыстарды оқып үйрену кезінде ең маңыздыларын бөліп алады, абстракциялайды, одан ары керекті корытындылар жасайды, жалпыдан жекеге көшу дағдысы қалыптасады.

Оқушылар электродинамика бөлімінде шығармашылықпен орындалатын эксперименттік тапсырмаларды орындау кезінде және әртүрлі салада электрдинамиканың қолданылуымен танысқанда (түрлі электр қозғалтқыштары, жарықтандырғыштар және т.б.) ғылыми ойлау қабілеттері дамиды. Әлемнің физикалық бейнесін қалыптастыруда да электрдинамиканың алатын үлесі зор.

Оқушыларға әлемнің физикалық бейнесінің дамуын: табиғатты танып білуде механикалық және макроскопиялық электродинамиканың қолданылуының шегі бар екенін түсіндіру қажет. Макроскопиялық электрдинамиканың қолданылу шегін анықтау табиғатты танып білуге көмектеседі және танып білудің шексіз екенін көрсетеді, яғни диалектикалық ойлауды қалыптастырады.

*Электродинамика бөлімінің құрылымы:* электр заряды және электрмагниттік өріс ұғымдарын қалыптастыру; зат пен өрістің өзара әсерін оқып-үйрену; заттың электрлік, магниттік, оптикалық қасиеттері; әр түрлі ортадағы электр тогы; тұрақты ток заңдары; электр тізбектері; арнаулы салыстырмалық теориясының элементтері; электродинамиканың негізгі техникалық құрылғыларда қолданылуы қарастырылады (4-сұлба).

**2. Электродинамика бөлімінің ерекшеліктері.** Электродинамикада ұғымдар абстрактілі және қиын болғандықтан, оларды оқып үйренуде көптеген көрнекіліктерді, сұлбалар мен кестелерді, демонстрациялық экспериментті, әртүрлі үлгілерді, суреттерді қолданады.

Оқушы көптеген электр және магнит құбылыстарын жақсы түсінеді, егерде осы құбылыстарды түсіндіретін теорияны білетін болса. Мұндай теория Максвеллдің математикалық дифференциал теңдеулермен берілген, электрмагниттік өріс теориясы. Орта мектепте окушылардың математикадан дайындығы бұл теңдеулерді шешуге жарамайды. Сондықтан да орта мектепте Максвелл теориясы сапалық деңгейде электрдинамиканың барлық тақырыптарын қамтиды. Яғни электрмагниттік өріс, оның материялылығы, өрістің энергиясы, әсер ету жылдамдығының шектілігі және т.б.

- Электродинамиканы окып үйренуде оқушылардың көңілін іргелі тәжірибелерге аудару керек. Іргелі тәжірибелер оқытуда, ғылымда негізгі болып табылады және олардың рөлі зор.

Электродинамикада іргелі тәжірибелер қатарына:

- Кулон төжірибесі (1785-1788 жж.) екі зарядтың өзара әсерлесуі зарядтардын шамалары мен ара қашықтығына байланысты тағайындалады;

- Эрстед төжірибесі (1820 ж.) электр тогының магнит тілшесіне әсері көрсетіледі;

- Ампер тәжірибесі (1820 ж.) тоғы бар параллель өткізгіштердің өзара әсері;

- Ом тәжірибесі (1826 ж.) ток күші және кернеудің арасындағы байланысты анықтайтын;

- Фарадей тәжірибесі (1831-1837 ж.ж.) электромагниттік индукция құбылысын көрсететін;

- Герц тәжірибесі (1870-1880 ж.ж.) электрмагниттік толқынды шығарып және тарататын толқындық қасиеттерін зерттеуге арналған;

- Милликен және Иоффе (1912-1913 ж.ж.) элементар электр зарядының шамасын анықтайтын;

- Толмен-Стюарт тәжірибесі (1916 ж.) (немесе Мандельштам- Папалекси, 1913 ж.) металдардын электр өткізгіштігі, олардағы еркін электрондардың қозғалысынан болатындығын анықтайтын;

- Майкельсон және Морли тәжірибесі (1881 ж.) айырықша санақ жүйесінің артықшылығы байқалмаған;

- Ремер (1676 ж.), Физо (1849 ж.) және басқа ғалымдардың жарық жылдамдығын өлшеу туралы тәжірибелері;

- Юнг тәжірибесі жарықтың толқындық қасиетін анықтаған және т.б. жатады.

Көріп отырғанымыздай электродинамикада іргелі тәжірибелер өте көп. Келтірілген тәжірибелердің кейбіреулері мектепте демонстрация ретінде көрсетілмейді, оларды сурет немесе компьютерлік үлгілеу арқылы көрсететіп түсіндіруге болады. Мысалы, Иоффе және Милликен, Ремер мен Физо тәжірибелері. Басқалары мектептегі бар құрал жабдықтарды пайдаланып демонстрация жасап көрсетіледі. Мысалы, Эрстед, Фарадей, Ампер және т.б. тәжірибелер жасап түсіндіреді. Бірақ оқушыларға осы тәжірибелер қазіргі кезде оңай жасалынып, түсіндірілгенімен оларды жасауда ғалымдардың қандай қиындықтарға кездескенін және оларды қалай жеңгені туралы әңгімелеп берген дұрыс.

Электродинамикада іргелі тәжірибелерден басқа физикалық ұғымдарды енгізуге арналған тәжірибелер де бар. Оларға электр және магнит өрістерін жекелей көрсетуге, қозғалыстағы зарядтардың айналасында бір мезгілде болатын өрісті көрсететін және т.б. тәжірибелер жатады. Сондай-ақ, шамалардын арасындағы сандық қатынастарды көрсететін тәжірибелер бар. Электродинамикада көрсетілетін тәжірибелердің өту механизмін біз тікелей бақылай алмаймыз. Сондықтан да физикалық құбылысты түсіндіруге үлгі,аналогиялық (салыстыру) ойша эксперимент әдістері электрдинамикада кең қолданылады.

Электродинамика негізін оқып үйренуде келесі үлгілер: еркін электрон (идеал үлгі); электрондық газ үлгісі (идеал үлгі); өткізгіш және жартылай өткізгіштер үлгісі (материалды үлгі); өткізгіштің, диэлектриктің, жартылай өткізгіштің зондық үлгісі (идеал үлгі) жатады.

Электродинамиканы оқып үйренгенде аналогиялық (салыстыру) әдіс кеңінен қолданылады. Мысалы, гравитациялық және электрстатикалық, магнит өрістерін; электр тоғы мен сұйық ағынын өздік индукция және инерция құбылыстарын; термоэлектрондық эмиссия және сұйықтың кебу құбылысын және т.б. салыстыруға болады. Мұнда өтілген материалдарды қайталау кезінде, 1, 2- кестелерді пайдалануға болады.

1-кесте

**Гравитациялық және электростатикалық өрістерді салыстыру.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Негізгі сипаттамалар | Өріс түрлері  Гравитациялық Электрстатикалық | |
| Өзара әсерлесу нысаналары | Барлық денелер және бөлшектер | Зарядталған денелер және бөлшектер | |
| Күш формуласы | F=G | F=k | |
| Кернеулік |  |  | |
| Потенциалдар айырмасы | *=* |  | |
| Дене мен зарядтың орын ауыстырудағы жұмысы | А=mg(  А=mgh | A=  A=qEd | |
| Тұйықталған траекториядағы жұмыс | A=0 | A=0 | |

2-кесте

**Электромеханикалық ұқсастық**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ілгермелі қозғалыс | Айнымалы қозғалыс | Электрмагниттік шамалар |
| Ығысу х | Бұрыштық ығысу | Заряд q |
| Жылдамдық | Бұрыштық жылдамдық | Тоқтың өзгеріс жылдамдығы |
| Үдеу | Бұрыштық үдеу | Тоқтың өзгеріс жылдамдығы |
| Масса m | Инерция моменті j | Индуктивтік L |
| Созылу кезіндегі қатаңдық к | Айналу кезіндегі қатаңдық к | Электр сыйымдылығының кері шамасы |
| Күш F | Күш моменті М | Кернеу U |
| Сұйықтықтың үйкеліс коэффиценті | Сұйықтықтың үйкеліс коэффиценті r | Кедергі R |
| Импульс m | Импульс моменті j | Магнит индукция ағыны Li |
| Жұмыс dA=Fdt | Жұмыс dA=M | Жұмыс dA=Udt |
| Қуат P=F | Қуат P=M | Қуат P=U |
| Кинетикалық энергия | Кинетикалық энергия | Магнит өрісінің энергиясы |
| Потенциалдық энергия | Потенциалдық энергия | Электр өрісінің энергиясы |
| Еркін тербелістің периоды  T=2 | Еркін тербелістің периоды  T=2 | Еркін тербелістің периоды  T=2 |
| Толқындық кедергі p= | Толқындық кедергі p= | Толқындық кедергі p= |

**3. Электродинамика бөліміндегі негізгі ұғымдарга ғылыми-әдістемелік талдау жасау.** Электродинамика бұл электрлік зарядталған денелердің немесе бөлшектердің арасында өзара әсер туғызатын материянын ерекше бір түрінің, электрмагниттік өрістің сырын ашатын зандылықтар мен қасиеттері туралы ғылым.

Табиғатта бір ғана электрмагниттік өріс бар, оның әр түрлі білінуі электр және магнит өрістері. Электродинамиканы оқып үйрену электрмагниттік өрістің осы екі байқалуына негізделіп оқытылады.

**Электр заряды ұғымы.** Қазіргі кездегі көзқарасқа сәйкес заряд элементар бөлшектердің қасиеті болып табылады. Егерде денеде (немесе бөлшекте) заряд шамасы бар болса, онда олар зарядталған басқа денелермен (немесе бөлшектермен) әсерлесе алады, яғни олар электрмагниттік өріс арқылы әсерлеседі. Электр заряды және электрмагниттік өріс бір-біріне өзара байланысты ұғымдар. Демек, электр заряды ұғымын тек электрмагниттік өріс ұғымымен бірге қалыптастыруға болады. Егерде электр зарядын және онымен байланысқан өрісті әртүрлі санақ жүйесінде қарастырсақ, онда заряд бірқалыпты қозғалатын инерциялы санақ жүйесін тауып, тек қана электр өрісі немесе тек кана магнит өрісін анықтауға болады. Ал заряд бірқалыпсыз қозғалса, онда ылғи да электрмагниттік өріс болады, яғни бір мезгілде электр және магнит өрістері бар және әсер етеді. Сондықтан да санақ жүйесін таңдауға байланысты электрмагниттік құбылыстарды сипаттаймыз.

Электр заряды өзгермейді, абсолютті бар және санақ жүйесін тандауға байланысты емес. Қазіргі кезде бұл экспериментте дәлелденген. Атомдар мен молекулалардың электрлік бейтарап екендігі бізге мәлім. Атом қабықшасындағы электронның және ядродағы заряд шамалары бір-біріне тең, таңбалары қарама-қарсы, ал электрондар мен ядроның қозғалыстары мүлдем басқаша. Химиялық реакция кезінде атом қабықшаларындағы электрондардың қозғалысы өзгереді. Егерде заряд бөлшектің қозғалыс жылдамдығына байланысты болса, онда химиялық реакция кезінде артық заряд шамасы пайда болып табылар еді.

Электр заряды ұғымын талдағанда, электрон туралы қарастырылып, онын теріс зарядты, әрі одан ары бөлінбейтін ең кіші бөлігі ретінде алынады.

Зарядтың бөлінгіштігі мен дискреттілігін көрсеткенде электрон ұғымы енгізіледі. Зарядтың бөлінгіштігін негізгі мектептің 8-сыныбында оқушылар зарядталған денеден зарядталмаған екінші денеге бөлініп зарядталуынан біледі. Бұл тәжірибелер қарапайым әрі оны оқушылар жақсы түсінеді.

Электр зарядының дискреттілігі Иоффе және Милликен тәжірибелерінде дәлелденеді, бірақта бұл тәжірибені мектепте көрсетуге мүмкіндік жоқ. Ғылымда Иоффе және Милликен тәжірибесі жоқ. Зарядтың дискреттілігін Иоффе металл тозаңын, ал Милликен май тамшысын алып зарядталған конденсатор астарларындағы электр өрісінде қозғалысын микроскоп арқылы зерттеп, зарядтың бөліну шегі бар екенін, зарядтың дискреттілігін анықтайды.

Иоффе тәжірибесінде зарядтың секірмелі түрде өзгеретінін, яғни дискреттілігін дәлелдейді.

Ал, Милликен тәжірибесінде элементар зарядтың бар екенін, оның шамасын (е = 1,6·10-19 Кл) электронның зарядын анықтайды. Компьютерде көбінесе Милликен тәжірибесінің үлгісі жасалады.

***Электромагниттік өріс ұғымы.*** Электрдинамика макроскопиялық, микроскопиялық және кванттық болып бөлінеді. Орта мектепте макроскопиялық электрдинамиканың элементтері Максвелл электрдинамикасы оқытылады. Максвелл теңдеулері орта мектепте берілмесе де электрдинамикада алатын орны ерекше, механикадағы Ньютон заңдары сияқты. Бұл теңдеу электрмагниттік өрісті сипаттайтын электр өрісінің кернеулілігі - және магнит индукция векторы - арнап жазылған. Максвелл теориясында ортаның қасиеті үш шамамен сипатталады: -диэлектрлік өтімділік, магнит өрісінің өтімділігі - µ және меншікті электрлік өткізгіштік

Жалпы алғанда әр нүктедегі электрмагниттік өріс алты шамамен сипатталады ( және векторларының координат остеріне проекциялары): бұлардың араларында өзара байланыс бар. Заттағы электрмагниттік өріс үшін тағы да екі вектор:

-электрлік ығысу (электрлік индукция), - магнит өрісінің кернеулілігі қолданылады.

Жоғарғы сынып оқушыларына Максвеллдің идеясын қазіргі кезге сәйкес түсінуге оңай түрде жеткізу қажет. Электрмагниттік өріс-дегеніміз зарядталған бөлшектердің өзара әсерлесуінен болатын материяның ерекше бір формасы. Оқушыларға негізгі мектеп бөлімінен белгілі, электр және магнит өрістері, осы электрмагниттік өрістің жеке жағдайлардағы білінуі болып табылатынын жеткізу керек.

Электр және магнит өрістерінің бір-бірімен байланысын оқушыларға электрмагниттік индукция құбылысын мысалға алып түсіндіруге болады.

Электромагниттік өрісті электр зарядына әсері арқылы анықтауға болады. Қозғалыстағы зарядка электр және магнит өрісі тарапынан күш өсер етеді = + (бұл күш Лоренц күші деп аталады). Тыныштықтағы зарядқа электрмагниттік өрістің тек электрлік құраушы күші ғана әсер етеді. Бұл жағдайда = . Демек электрмагниттік өрісте орналасқан нүктелік зарядқа әсер ететін электрмагниттік өрістің күштік сипаттамасы электр өрісінің кернеулік векторы – E= арқылы анықталады.

Электромагниттік өрістің магниттік құраушысының күштік сипаттамасы магнит индукциясының векторы - болып табылады. Магнит өрісі тек қозғалыстағы зарядка әсер етеді. Қозғалыстағы зарядка электрмагниттік өрістің электрлік құраушысы да әсер етеді.

Электромагниттік өрістің зарядқа әсер ететін күштік сипаттамасынан басқа да қасиеттері бар (белгілі энергия қоры бар, инерттік және гравитациялык массасы және т.б.). Кейбір қасиеттері затқа ұқсаса, басқа өрістерден айыруға болатын айырмашылығы да бар. Электрмагниттік өрістің қатысуымен өтетін барлық процестерде келесі негізгі заңдылықтар: импульстың сақталу заңы және импульс моментінің сақталу заңы; электр зарядының сақталу заңы (электрмагниттік өріске ғана тән заң); масса және энергияның өзара байланыс заңы орындалады.

Зат және өріске қатысты сақталу заңдарының орындалуы олардың ішкі бірлігін көрсетеді. Материяның бұл екі түрінің ортақ белгілері бар:

1) зат және өріс материяның екі түрі біздің санамызға байланыссыз өмір сүреді;

2) заттың және өрістің энергиясы бар;

3) оларға толқындық және корпускулалық қасиет тән;

4) өрісте өтетін барлық процестер негізгі сақталу заңдарына бағынады;

5) зат және өріс бір-біріне әсер ете алады. Мысалы, өріс заттың қасиетін өзгертеді (поляризация, магниттелу), ал зат өріске әсер етеді (диэлектрлік және магниттік өтімділіктер);

6) зат пен өрістің бір-біріне айналуы (фотонның есесінен электрон- позитрон жұбының пайда болуы және керісінше процесте электрон- позитрон бірігіп екі гамма кванты түзіледі).

Бірақта электрмагниттік өріс пен затты ажырататын да қасиеттер бар:

1) заттан тұратын нысаналар бір-бірімен тікелей әсерлесе алмайды, әсерлесу бөлшек-өріс-бөлшек сұлбасы арқылы жүреді. Кернеулік үлкен болғанда, өрістің өзара әсерлесетінін қазіргі кездегі теория түсіндіріп, эксперимент дәлелдеп отыр;

2) затқа қарағанда өрістің белгілі бір тарау аймағын көрсету мүмкін емес;

3) белгілі аймақта бір мезгілде екі зат болды мүмкін емес, ал белгілі бір аймақта бірнеше өрістер бола алады;

4) затпен салыстырғанда өрістің энергиясының, тығыздығының,массасының шамасы өте аз;

5) заттың тыныштық массасы бар, ал фотонның (электрмагниттік өрістің кванты) тыныштық массасы нольге тең;

6) зат бөлшектері вакуумдағы жарық жылдамдыгынан аз, кез келген жылдамдықпен қозғала алады, ал электрмагниттік өріс үшін күшті гравитациялық өріс жоқ болса екі жылдамдық: стационар өріс үшін нольге тең де, еркін өріс (электрмагниттік өріс) үшін жарық жылдамдығына тең болады;

7) өріс затпен салыстырғанда санақ жүйесі бола алмайды, себебі оның тарау жылдамдығы қозғалыстағы және тыныныштықтағы нысана үшін тұрақты шама болып табылады.

Электрмагниттік өрісті шартты түрде еркін және байланысқан деп бөледі. Байланысқан өріс бұл электр зарядынан бөліп алуға болмайтын өріс, ал еркін өріс зарядтан бөлініп кеңістікте электрмагниттік толқын ретінде тарайтын өріс.

Қорытындысында электрдинамикада келесі күштер карастырылады:

1. Тыныштықтағы зарядтардың өзара әсерлесу күші F = (вакуум үшін); ол центрлік күштерге жатады, әрі зарядтардың арақашықтығына байланысты, ал жылдамдығына тәуелді емес.

2. Токтың магнит тілшесіне әсер күші (Эрстед тәжірибесі), ол тек әсерлесетін нысаналардың ара қашықтығына ғана емес, ток күшіне, сондай-ақ ток күшінің өзі зарядқа және оның қозғалыс жылдамдығына да байланысты болады.

3. Тоғы бар екі паралллель өткізгіштердің өзара әсерлесу күші, ол центрлік күш емес. Бұл күш өткізгіштегі ток күшіне (демек зарядқа және оның қозғалыс жылдамдығына) және олардың ара қашықтығына кері пропорционал болады.

4. Қозғалыстағы зарядқа магнит өрісі тарапынан әсер ететін күш. Ол заряд шамасына және заряд жылдамдығына байланысты, бірақта центрлік күш емес.

Көріп отырсыздар, электрдинамикада тек қана арақашықтыққа байланысты өзгеретін күштер ғана емес, тандап алған санақ жүйесіндегі зарядтың қозғалыс жылдамдығына да байланысты өзгеретін күштер қарастырылады.

Негізгі ұғымдарға және сұрақтарға ғылыми талдау жасай отырып, қазіргі кездегі "Электрдинамика" физика ғылымында релятивистік бөліміне жатады. Әдетте релятивистік эффектілер нысананың жылдамдығы жарық жылдамдығына жуық жылдамдыкпен (ν→ c) қозғалған кезде білінеді. Бірақ-та релятивистік эффектілер электрдинамикада жылдамдығы ν <<с болғанда да қарастырылады.

**Дәрісті бекіту сұрақтары**

1. Электр және магниттік құбылыстарды оқушыларға қалай түсіндіреміз?
2. Электромагниттік тербелістер мен электрмагниттік толқындар тақырыбы бойынша қандай стимуляторларды қолдануға болады?
3. Толқындык оптика тақырыбын түсіндіруге арналған виртуальды зертханалық жұмыстар жасауға болады?
4. Салыстырмалық теория бөлімін оқушыларға қалай түсіндіреміз?
5. Электрдинамика бөлімінің ерекшеліктерін атаңыз.
6. Кулон тәжірибесін түсіндіріңіз.
7. Эрстед тәжірибесін түсіндіріңіз.
8. Ампер тәжірибесі тәжірибесін түсіндіріңіз.
9. Ом тәжірибесі тәжірибесін түсіндіріңіз.
10. Фарадей тәжірибесі тәжірибесін түсіндіріңіз.
11. Герц тәжірибесі (тәжірибесін түсіндіріңіз.
12. Милликен және Иоффе тәжірибесін түсіндіріңіз.
13. Толмен-Стюарт тәжірибесі тәжірибесін түсіндіріңіз.
14. Майкельсон және Морли тәжірибесін түсіндіріңіз.
15. Ремер (1676 ж.), Физо (1849 ж.) және басқа ғалымдардың жарық жылдамдығын өлшеу туралы тәжірибесін түсіндіріңіз.
16. Юнг тәжірибесін түсіндіріңіз.

**Әдебиеттер:**

1. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е. Теория и методика обучения физике в школе. Оқу құралы. 2000. -368с.

2. Жүсіпқалиева Ғ.Қ., Джумашева А.А., Құбаева Б.С. Мектепте физика курсын оқытудың теориясы мен әдістемесі. Оқу құралы. Орал: М.Өтемісов атындағы БҚМУ редакциялық баспа орталығы, 2012. – 195 б.

3. Акитай Б.Е. Физиканы оқыту теориясы мен əдістемелік негіздері : оқу құралы / Акитай Б.Е. - Алматы: Нур-Принт, 2015. - 236 c.

4. Құдайқұлов М., Жаңабергенов Қ. Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі. Алматы, Рауан, 1998.

5. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / Под ред. В.П.Орехова и А.В.Усовой. М.: Просвещение, 1980.

6. Яворский В.М. Основные вопросы современного школьного курса физики. М.: Просвещение, 1989, 1980.

**Студенттердің өзіндік жұмысына тапсырма:** Электрстатикалық құбылыстар. Электрстатикалық өрістің қасиеттері мен сипаттамасы. Тұрақты электр өрісі. Магнит өрісі және оның ерекшеліктері. Құйынды электр өрісі тақырыптарында "Электрмагниттік өрістің білінуін оқып үйрену" атты семинарлық сабаққа дайындалып келу (студенттер төрт топқа бөлініп, сабақ жоспарын дайындайды және оны іскерлік ойын ретінде өтеді).