ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ
NATURAL SCIENCES

CENTRAL ASIAN SCIENTIFIC JOURNAL
ISSN 3135-3061
2026. №4 (32), 3-том. 91–95 б.
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.24552565
Журнал сайты: https://cajournal.kz

ӘОЖ 537.2

ЭЛЕКТР ӨРІСІ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗГІ СИПАТТАМАЛАРЫ: ТЕОРИЯЛЫҚ-МАТЕМАТИКАЛЫҚ АППАРАТЫ, ОРТАДАҒЫ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫЛУЫ

А.Е. Нургельдина, Ә.Н. Қылышбаев
Қостанай өңірлік университеті», Қостанай, Қазақстан

Нургельдина Асель Ермековна — математика және физика, кафедрасының аға оқытушысы, КЕАҚ «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы, Қостанай өңірлік университеті», Қостанай, Қазақстан.

Қылышбаев Әли Нұрғисаұлы — 6В05301-Физика ББББ 2 курс студенті, КЕАҚ «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы, Қостанай өңірлік университеті», Қостанай, Қазақстан.

© А.Е. Нургельдина, Ә.Н. Қылышбаев, 2026

Аңдатпа: Мақалада электр өрісінің физикалық табиғаты, негізгі сипаттамалары және классикалық электродинамикадағы орны қарастырылады. Электр өрісінің кернеулігі, суперпозиция принципі, электр ағыны, Гаусс теоремасы және электр потенциалы өзара байланыста түсіндіріледі. Сонымен қатар диэлектриктердің поляризациясы, конденсаторларда энергияның жинақталуы және электр өрісінің техникадағы қолданылуы сипатталады.

Түйін сөздер: электр өрісі, кернеулік, потенциал, Гаусс теоремасы, диэлектрик, поляризация, конденсатор.

КІРІСПЕ

Электр өрісі — электр зарядтарының өзара әсерін сипаттайтын материяның ерекше түрі. Классикалық физикада зарядтардың бір-біріне әсері олардың айналасында пайда болатын өріс арқылы түсіндіріледі. Өріс кеңістіктің әр нүктесінде белгілі бір физикалық сипаттамаға ие және сол аймаққа енгізілген зарядқа күшпен әсер етеді. И. В. Савельевтің «Курс общей физики» оқулығында электр өрісі, оның кернеулігі, потенциалы және диэлектриктердегі қасиеттері электродинамиканың іргелі бөлімдері ретінде қарастырылған [1, 11–27-бб.; 60–83-бб.].

Электр өрісін зерттеу қазіргі ғылым мен техника үшін маңызды. Электр энергетикасында өріс кернеулігі оқшаулағыштардың қауіпсіздігін есептеуге көмектеседі. Электроникада конденсаторлар энергияны электр өрісі түрінде сақтайды, ал жартылай өткізгіш құрылғыларда ішкі өрістер заряд тасымалдаушылардың қозғалысына ықпал етеді. Өлшеу техникасында сыйымдылық сенсорлары қоршаған ортаның немесе нысанның өзгерісін электрлік сигналға айналдырады [1, 84–97-бб.; 2, 18–173-бб.].

Мақаланың мақсаты — электр өрісінің негізгі физикалық сипаттамаларын қарапайым әрі ғылыми түрде түсіндіру, олардың математикалық байланысын көрсету және теориялық заңдардың практикалық маңызын сипаттау. Жұмыста орыс тіліндегі оқу әдебиеттері негізге алынып, мазмұн қазақ тілінде жинақталып баяндалды.

1. ЭЛЕКТР ӨРІСІНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ МӘНІ

Электр заряды — электромагниттік өзара әсерге қатысатын физикалық шама. Зарядтың екі түрі бар: оң және теріс. Бір аттас зарядтар тебіледі, әр аттас зарядтар

тартылады. Бұл қарапайым бақылау электр құбылыстарын зерттеудің бастапқы нүктесі болып табылады. Зарядтардың өзара әсер күші олардың шамаларына және арақашықтықтарына тәуелді [1, 11–19-бб.].

Электр өрісі зарядтың айналасындағы кеңістіктің физикалық күйін сипаттайды. Өріс тікелей көзге көрінбейді, бірақ оның әсерін басқа зарядқа түсіретін күш арқылы байқауға болады. Сондықтан өрісті анықтау үшін кеңістіктің зерттелетін нүктесіне шағын оң сынақ заряд енгізіледі. Сынақ зарядтың өз өрісі бастапқы жүйеге елеулі өзгеріс енгізбейтіндей аз болуы қажет. Осы тәсіл өрістің күштік сипаттамасын анықтауға мүмкіндік береді [1, 16–19-бб.].

Электр өрісін енгізу зарядтардың бір-біріне алыстан әсер етуін жүйелі түрде түсіндіреді. Әр заряд алдымен өз маңында өріс тудырады, ал басқа заряд сол өріспен әрекеттеседі. Бұл түсінік тек теориялық модель емес: электромагниттік құбылыстарды сипаттауда өріс ұғымы негізгі орын алады. Өріс тәсілі зарядтардың күрделі жүйелерін талдауды жеңілдетеді, себебі кеңістіктің әр нүктесіндегі әсерді жеке қарастыруға болады [2, 18–173-бб.].

Электр өрісі электростатикалық және уақыт бойынша өзгеретін өріс ретінде қарастырылуы мүмкін. Электростатикада зарядтар тыныштықта немесе уақыт бойынша өзгермейтін таралуда болады. Мұндай жағдайда электр өрісі мен потенциал арасындағы байланыс қарапайым түрде беріледі. Ал уақыт бойынша өзгеретін электромагниттік процестерде электр және магнит өрістері өзара байланысады. Бұл мақалада негізінен электростатикалық өрістің қасиеттері қарастырылады [1, 11–27-бб.; 2, 18–173-бб.].

2. КУЛОН ЗАҢЫ ЖӘНЕ ӨРІС КЕРНЕУЛІГІ

Кулон заңы нүктелік зарядтардың өзара әсер күшін сипаттайды. Вакуумда екі заряд арасындағы күш зарядтардың шамаларының көбейтіндісіне тура, ал олардың арақашықтығының квадратына кері пропорционал. Күш зарядтарды қосатын түзу бойымен бағытталады. Зарядтардың таңбалары күштің тартылу немесе тебілу сипатын анықтайды. Бұл заң электр өрісінің сандық сипаттамаларын құруға негіз болады [1, 11–16-бб.].

Электр өрісінің кернеулігі — өрістің күштік сипаттамасы. Ол белгілі бір нүктеде тұрған оң сынақ зарядқа әсер ететін күштің заряд шамасына қатынасымен анықталады. Кернеулік векторлық шама, сондықтан оның модулі мен бағыты бар. Өлшем бірлігі ньютон/кулон немесе вольт/метр. Оң зарядқа әсер ететін күш кернеулік бағытымен сәйкес келеді, ал теріс зарядқа әсер ететін күш оған қарама-қарсы бағытталады [1, 16–19-бб.].

Нүктелік зарядтың өрісі зарядтан алыстаған сайын әлсірейді. Егер зарядтан қашықтық екі есе артса, кернеулік төрт есе азаяды. Бұл тәуелділік зарядтың айналасындағы өрістің радиал бағытта таралатынын көрсетеді. Нүктелік заряд моделін өлшемі қарастырылатын қашықтықпен салыстырғанда өте кішкентай денелерге қолдануға болады. Үлкен денелердің өрісін есептегенде оларды көптеген шағын зарядтардың жүйесі ретінде қарастыруға болады [1, 16–19-бб.].

Кернеулік тек бір зарядқа ғана емес, кеңістіктегі кез келген зарядтар жүйесіне қатысты анықталады. Егер бірнеше заряд бір мезгілде әсер етсе, әр заряд жеке өріс тудырады, ал қорытқы өріс осы жеке өрістердің векторлық қосындысына тең болады. Бұл суперпозиция принципі деп аталады. Ол зарядтардың күрделі таралуын есептеуде маңызды, өйткені әр үлесті бөлек анықтап, кейін олардың бағыттарын ескере отырып қосуға мүмкіндік береді [1, 16–19-бб.; 2, 18–173-бб.].

Өріс сызықтары кернеулік векторының бағытын көрнекі түрде көрсетеді. Олардың әр нүктесіндегі жанама кернеулік бағытымен сәйкес келеді. Сызықтар оң зарядтан шығып, теріс зарядта аяқталады. Сызықтардың жиілігі өрістің салыстырмалы күшін көрсету үшін пайдаланылады. Алайда өріс сызықтары нақты жіптер емес, физикалық өрісті бейнелеуге арналған графикалық тәсіл екенін ескеру керек [1, 16–19-бб.].

3. ЭЛЕКТР АҒЫНЫ ЖӘНЕ ГАУСС ТЕОРЕМАСЫ

Электр ағыны өрістің белгілі бір бет арқылы қаншалықты өтетінін сипаттайды. Егер біртекті өріс жазық бетке әсер етсе, ағын өріс кернеулігіне, беттің ауданына және өріс бағыты мен бет нормалі арасындағы бұрышқа тәуелді болады. Өріс бетке перпендикуляр бағытталғанда ағын ең үлкен мәнге ие, ал бетке параллель болғанда ағын нөлге тең. Бұл ұғым өріс сызықтарының бет арқылы өтуін сандық сипаттауға мүмкіндік береді [2, 18–173-бб.].

Гаусс теоремасы тұйық бет арқылы өтетін толық электр ағыны сол беттің ішіндегі қорытқы зарядпен анықталатынын көрсетеді. Теорема электр өрісінің негізгі заңдарының бірі болып табылады. Оның басты артықшылығы — симметриялы жүйелердегі өрісті есептеуді жеңілдетуі. Мысалы, нүктелік зарядты қоршаған сфераның барлық нүктесінде өріс кернеулігінің модулі бірдей болады. Сондықтан тұйық бет арқылы өтетін ағынды есептеу қарапайым өрнекке келеді [2, 18–173-бб.].

Гаусс теоремасын қолданғанда гаусстық бет деп аталатын ойша тұйық бет таңдалады. Бұл бет міндетті түрде нақты материалдық қабық болуы керек емес. Оның мақсаты — есептеуді жеңілдету. Зарядтар сфералық симметриямен таралса, сфералық бет ыңғайлы; ұзын цилиндрге ұқсас жүйеде цилиндрлік бет таңдалуы мүмкін. Симметрия дұрыс анықталса, кернеуліктің кейбір компоненттері бірін-бірі жояды [2, 18–173-бб.].

Электростатикалық тепе-теңдіктегі өткізгіштің ішіндегі электр өрісі нөлге тең болады. Егер өткізгіштің ішкі бөлігінде өріс сақталса, еркін зарядтар қозғалысқа келіп, тепе-теңдік бұзылар еді. Сондықтан артық заряд өткізгіштің бетінде орналасады. Бұл құбылыс электростатикалық экрандаудың негізінде жатыр. Дұрыс жобаланған өткізгіш қабық ішкі кеңістікті кейбір сыртқы электр әсерлерінен қорғауға мүмкіндік береді [1, 84–91-бб.].

Гаусс теоремасының маңызы тек есеп шығарумен шектелмейді. Ол электр заряды мен өріс арасындағы жалпы байланысты көрсетеді. Өрістің қайдан пайда болатынын және зарядтардың кеңістікте қалай таралғанын талдағанда осы заң қолданылады. Сонымен қатар ол электромагниттік теорияның іргелі теңдеулерінің бірі болып саналады [2, 18–173-бб.].

4. ЭЛЕКТР ПОТЕНЦИАЛЫ ЖӘНЕ ПОТЕНЦИАЛДЫҚ ЭНЕРГИЯ

Электр өрісін күштік сипаттамамен қатар энергетикалық сипаттамамен де түсіндіруге болады. Өрістегі зарядты бір нүктеден екінші нүктеге ауыстырғанда электр күші жұмыс атқарады. Электростатикалық жағдайда бұл жұмыс бастапқы және соңғы нүктелерге тәуелді, ал қозғалыс траекториясына тәуелді болмайды. Осы қасиет электр потенциалы ұғымын енгізуге мүмкіндік береді [1, 20–27-бб.].

Электр потенциалы бірлік оң зарядқа сәйкес келетін потенциалдық энергияны сипаттайды. Екі нүктенің потенциалдар айырымы кернеу деп аталады. Потенциал скаляр шама болғандықтан, оның тек сандық мәні мен таңбасы бар. Бірнеше заряд тудырған толық потенциал жеке потенциалдардың алгебралық қосындысымен анықталады. Бұл кейбір есептерде векторлық кернеулікті қосуға қарағанда ыңғайлы [1, 20–27-бб.].

Электр өрісі потенциал азаятын бағытқа қарай бағытталады. Біртекті өрісте потенциалдың өзгерісі нүктелер арасындағы қашықтықпен және өріс бағытымен байланысты. Потенциалды пайдалану электр өрісіндегі жұмысты, зарядтың энергиясын және өткізгіштер арасындағы кернеуді есептеуге мүмкіндік береді. Савельевтің оқулығында потенциал мен кернеулік арасындағы байланыс жеке қарастырылып, олардың әртүрлі есептердегі қолданылуы түсіндіріледі [1, 20–27-бб.].

Электр потенциалы практикалық өлшеулерде маңызды. Вольтметр электр тізбегінің екі нүктесі арасындағы потенциалдар айырымын өлшейді. Электрондық құрылғыларда кернеу зарядтардың қозғалысын анықтайтын негізгі параметрлердің бірі болып табылады. Сондықтан потенциал ұғымын түсіну электр тізбектерін зерттеуге және өріс теориясын меңгеруге көмектеседі [1, 20–27-бб.; 2, 18–173-бб.].

5. ДИЭЛЕКТРИКТЕР ЖӘНЕ ПОЛЯРИЗАЦИЯ

Диэлектриктер — электр тогын нашар өткізетін материалдар. Оларға шыны, керамика, ауа және көптеген полимерлер жатады. Диэлектрикте еркін заряд

тасымалдаушылардың қозғалысы шектеулі болғанымен, сыртқы электр өрісі әсерінен молекулалар ішіндегі оң және теріс зарядтар аздап ығысуы мүмкін. Кейбір молекулаларда оң және теріс зарядтардың орталықтары бастапқыдан сәйкес келмейді, сондықтан олар электр диполі ретінде сипатталады [1, 60–64-бб.].

Поляризация деп сыртқы электр өрісінің әсерінен диэлектриктегі дипольдердің бағытталуын немесе байланысқан зарядтардың бір-біріне қатысты ығысуын айтады. Поляризацияланған материалда беткі және көлемдік байланысқан зарядтар пайда болуы мүмкін. Олар бастапқы өріске әсер етіп, материал ішіндегі қорытқы өрісті өзгертеді. Бұл құбылыс диэлектриктердің электрлік қасиеттерін түсіндіру үшін қажет [1, 60–73-бб.].

Диэлектриктің маңызды сипаттамаларының бірі — салыстырмалы диэлектрлік өтімділік. Ол материалдың электр өрісіне қалай жауап беретінін сипаттайды. Әртүрлі материалдардың өтімділігі бірдей емес, сондықтан бірдей геометриядағы конденсатордың сыйымдылығы қолданылған диэлектрикке байланысты өзгереді. Бұл қасиет электрондық компоненттерді жобалауда маңызды рөл атқарады [1, 60–73-бб.; 2, 18–173-бб.].

Диэлектрик конденсатор пластиналарының арасына енгізілгенде оның сыйымдылығы әдетте артады. Егер конденсатор электр көзінен ажыратылған болса, оның заряды сақталып, кернеуі өзгеруі мүмкін. Ал электр көзіне қосулы тұрса, кернеу тұрақты болады да, пластиналардағы заряд өзгереді. Осы айырмашылық электр өрісінің энергиясын есептегенде міндетті түрде ескерілуі керек [1, 87–97-бб.].

Диэлектриктің электрлік беріктігі де маңызды. Өріс шамадан тыс жоғары болғанда оқшаулағыш материалдың қасиеті бұзылып, электрлік тесіп өту болуы мүмкін. Бұл құбылыс жоғары кернеулі жабдықтарда қауіпті, сондықтан оқшаулағыштарды таңдағанда тек диэлектрлік өтімділік емес, олардың тесіп өтуге төзімділігі, температураға тұрақтылығы және ылғалға сезімталдығы да ескеріледі [1, 60–83-бб.].

6. КОНДЕНСАТОРЛАР ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ӨРІСІНІҢ ЭНЕРГИЯСЫ

Конденсатор электр зарядын және энергияны уақытша жинақтауға арналған құрылғы. Оның негізгі бөліктері — бір-бірінен оқшаулағышпен немесе ауа қабатымен бөлінген екі өткізгіш. Өткізгіштерге кернеу берілгенде бір пластинада оң, екіншісінде теріс заряд жиналады. Пластиналар арасындағы электр өрісі зарядтардың өзара орналасуымен байланысты энергияны сақтайды [1, 87–97-бб.].

Конденсатордың сыйымдылығы оның заряд жинақтау қабілетін сипаттайды. Сыйымдылық пластиналардың ауданына, арақашықтығына және олардың арасындағы материалдың диэлектрлік қасиеттеріне тәуелді. Пластина ауданы үлкейгенде сыйымдылық артады, ал арақашықтық көбейгенде азаяды. Бұл тәуелділіктер конденсатордың қажетті параметрлерін таңдауда қолданылады [1, 87–91-бб.].

Конденсаторда сақталған энергия электр өрісінің энергиясы ретінде қарастырылады. Құрылғының энергиясы зарядқа және пластиналар арасындағы кернеуге байланысты. Конденсаторлар қуат көздеріндегі кернеу тербелістерін азайтуда, сигналдарды сүзуде, уақытша энергия жинауда және электрондық тізбектерде кең қолданылады. Әртүрлі қолданылу салаларына қарай сыйымдылық, жұмыс кернеуі, өлшемі және температуралық тұрақтылығы таңдалады [1, 92–97-бб.].

Электр өрісінің энергиясын түсіну тек конденсаторларды зерттеу үшін ғана емес, жалпы электромагниттік процестерді түсіндіру үшін де маңызды. Өріс кеңістікте белгілі бір энергия тығыздығына ие бола алады. Бұл идея электромагниттік энергияның таралуын, сақталуын және басқа энергия түрлеріне айналуын талдауға мүмкіндік береді [1, 92–97-бб.; 2, 18–173-бб.].

7. ЭЛЕКТР ӨРІСІНІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Электр өрісінің заңдары электр энергетикасында кеңінен қолданылады. Жоғары кернеулі желілерді жобалағанда өткізгіштердің пішіні, олардың арақашықтығы және оқшаулағыш материалдардың қасиеттері ескеріледі. Өткір ұштардың жанында өріс кернеулігі артуы мүмкін, сондықтан электрлік разрядтың алдын алу үшін жабдықтың геометриясы мен оқшаулағыш құрылымы дұрыс таңдалуы керек [1, 84–91-бб.; 2, 18–173-бб.].

Электроникада электр өрісі заряд тасымалдаушылардың қозғалысын басқарады. Конденсаторлар энергияны сақтайды, ал жартылай өткізгіш құрылғыларда ішкі электр өрістері токтың пайда болуы мен өзгеруіне ықпал етеді. Диодтар мен транзисторлардың жұмысын түсіну үшін зарядтардың таралуын, өрістің бағытын және материалдардың электрлік қасиеттерін білу қажет [2, 18–173-бб.].

Өлшеу техникасында сыйымдылық сенсорлары электр өрісінің өзгерісін пайдаланады. Нысан сенсорға жақындағанда немесе ортаның ылғалдылығы мен диэлектрлік қасиеттері өзгергенде электродтар арасындағы сыйымдылық өзгереді. Электрондық схема осы өзгерісті өлшеп, оны пайдалы сигналға айналдырады. Мұндай принцип сенсорлық экрандарда, деңгей өлшегіштерде және өндірістік бақылау құрылғыларында кездеседі.

Электр өрісі зертханалық тәжірибелерде де маңызды. Өлшеу барысында аспаптың дәлдігі, өлшеу диапазоны және қоршаған ортаның әсері ескерілуі тиіс. Теориялық есептеулерде көбіне идеал модельдер қолданылады, алайда нақты құрылғыларда шеткі әсерлер, материалдың біртекті болмауы және температура өзгерісі нәтижеге ықпал етуі мүмкін. Сондықтан тәжірибелік нәтижелерді теориямен салыстыру физикалық заңдардың қолданылу шегін анықтауға көмектеседі.

Қауіпсіздік талаптары электр өрісімен байланысты барлық тәжірибелерде сақталуы қажет. Жоғары кернеулі жабдықты арнайы дайындықсыз қолдануға болмайды. Оқшаулағыштың зақымдануы немесе ылғалдың болуы электрлік тесіп өту қаупін арттыруы мүмкін. Осы себепті электр өрісін есептеу мен өлшеу техникалық сауаттылықтың маңызды бөлігі болып саналады [1, 60–83-бб.].

ҚОРЫТЫНДЫ

Электр өрісі электр зарядтарының өзара әсерін сипаттайтын негізгі физикалық ұғым болып табылады. Оның кернеулігі өрістің күштік әсерін көрсетеді, ал потенциал энергиямен байланысты сипаттама береді. Суперпозиция принципі бірнеше заряд тудырған өрістерді біріктіруге мүмкіндік береді. Электр ағыны мен Гаусс теоремасы өрістің тұйық бет арқылы таралуын сипаттап, симметриялы жүйелердегі есептеулерді жеңілдетеді [1, 11–27-бб.; 2, 18–173-бб.].

Диэлектриктердің поляризациясы ортаның электр өрісіне әсерін түсіндіреді және конденсаторлардың сыйымдылығын өзгерте алады. Конденсаторларда энергия электр өрісі түрінде сақталып, көптеген электрондық құрылғылардың жұмысын қамтамасыз етеді. Электр өрісінің заңдары энергетикада, электроникада, сенсорлық жүйелерде және зертханалық өлшеулерде кеңінен қолданылады [1, 60–97-бб.; 2, 18–173-бб.].

Осылайша, электр өрісін меңгеру формулаларды жаттап алумен шектелмейді. Физикалық шамалардың мағынасын, олардың өлшем бірліктерін, қолданылу шарттарын және нақты құрылғылардағы ерекшеліктерін түсіну қажет. Орыс тіліндегі іргелі оқулықтарда баяндалған теориялық қағидаларды жүйелі талдау электр құбылыстарын тереңірек түсінуге және практикалық есептерді дұрыс шешуге негіз болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. — 4-е изд. — М.: Наука, 1988. — 496 с. Раздел «Электрическое поле в вакууме», с. 11–59; «Электрическое поле в диэлектриках», с. 60–83; «Проводники в электрическом поле», с. 84–91; «Энергия электрического поля», с. 92–97.

2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 3: Электричество. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. Бөлімдері: электр өрісі, электр потенциалы, Гаусс теоремасы және диэлектриктердің поляризациясы.