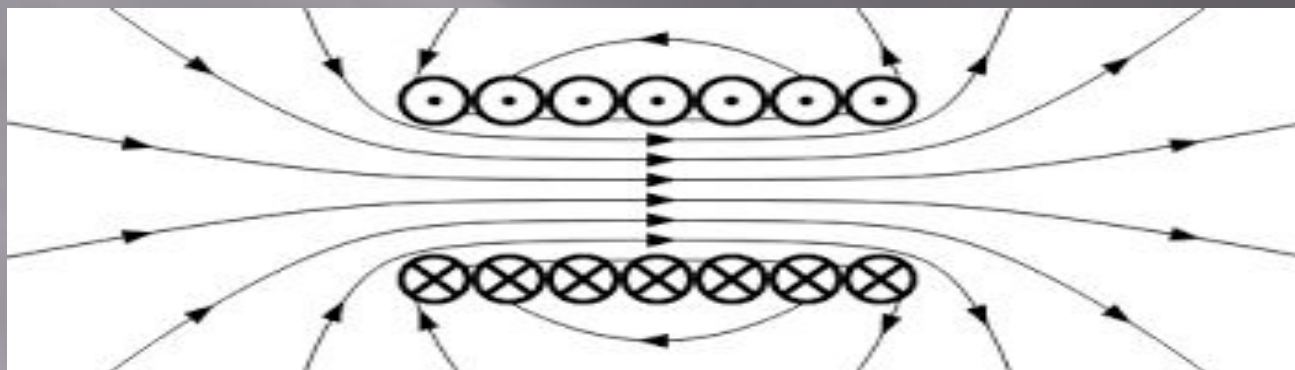


ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕСИТЕТІ

ТАҚЫРЫБЫ: ЭЛЕКТРОСТАТИКА



Орындаған: Өжетов
Қуат
Тексерген:

Жоспары:

1. Электр зарядтарының өзара әсерлесуі және сақталу заңы.
2. Электрстатикалық өріс.
3. Электрстатикалық өрістің сипаттамалары мен кернеулігі.
4. Суперпозиция принципі.
5. Кернеулік векторының ағыны.
6. Гаусс теоремасы.

- Электр заряды – денелердің немесе бөлшектердің электромагниттік әрекеттесу қабілетін сипаттайтын физикалық шама.
- Элементар заряд шамасы электронның зарядына тең кішкентай оң немесе тең заряд ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$).
- Электр зарядтарының қасиеттері:
- Электр зарядының екі түрі бар, оң және теріс. Атмас зарядтар бір-бірінен тебіледі, әр атмас зарядтар бір-біріне тартылады.
- Электр заряды инвариантты, яғни санақ жүйесінен тәуелсіз.
- Электр заряды дискретті, яғни кез келген дененің немесе элементар бөлшектің заряды элементар зарядқа бүтін еселі болады.
- Электр заряды аддитивті, яғни денелердің (бөлшектердің) кез келген тұйық жүйесінің заряды осы жүйеге кіретін бөлшектердің зарядтарының алгебралық қосындысымен

Электростатика. Ағылшын физигі
У. Гильберттің (1544-1603) пікірі
бойынша кейбір денелерде үйкелгеннен
кейін ұсақ бөлшектердің өзіне тарту қасиеті
байқалған, ол электрлену құбылысы



деп аталады. Француз ғалымы Дюфе электр заряды екі түрлі болатынын тұжырымдаса, американ ғалымы Франклин шартты түрде оң және теріс деп аталатын екі түрлі электр зарядтарының бар екенін айтты. Ағылшын ғалымы Грей 1729 жылы бірінші рет электрленген денелердің өткізгіш және өткізбейтін болып бөлінетінін тапқан. Көптеген тәжірибелердің қорытындыларынан ағылшын физигі М.Фарадей табиғаттың негізгі бір заңы — зарядтардың сақталу заңын ашты. Кез келген тұйықталған жүйеде электр зарядтарының алгебралық қосындысы әруақытта өзгеріссіз қалып отырады, яғни

$$\sum_{i=1}^n q_i = \text{const}$$

XVIII ғасырдаға дейін электр құбылыстары тек сапалық тұрғыдан ғана зерттеліп келді. 1875 жылы Ш.Кулон нүктелік зарядтардың өз ара әсер күші бағынатын заңды ашты. Нүктелік заряд деп осы дененің электр зарядтарын тасымалдайтын басқа денелерге дейінгі қашықтықпен салыстырғанда өлшемін ескермеуге болатын зарядталған денені айтады.

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{12} \text{ Ф/м}$$

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2};$$

Зарядқа әсер етуші күштің сол зарядтың шамасына қатынасы электростатикалық өрістің кернеулігі деп аталады. Оны E әріпімен белгілейді, сонда

$$E = F / q_0$$

Егер электростатикалық өрісте бірнеше нүктелік заряд берілсе, онда олардың бір нүктедегі қорытқы кернеулігі жеке зарядтардың сол нүктеде тудыратын кернеуліктерінің векторлық қосындысы болып табылады.

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n = \sum E_i$$

Бұл электр өрістерінің суперпозиция принципі деп аталады.

Енді суперпозиция принципін электр дипольдың өріс кернеулігін табу үшін қолданамыз.

Электр диполь деп шамалары жағынан тең, жүйе өрісі анықталатын нүктеге қарағанда ара қашықтығы l едәуір аз әр аттас екі нүктелік зарядтан құралған жүйені айтады. Зарядтар арқылы жүргізілген түзу диполь осі деп аталады. Дипольдер осі бойынша теріс зарядтан оң зарядқа қарай бағытталған және зарядтың ара қашықтығы l тең вектор диполь иіні деп аталады.

Диполь моменті деп оң заряд шамасының зарядтар ара қашықтығына көбейтіндісі және диполь иінінің бағытымен бағыттас векторды айтады.

$$E = E_1 + E_2 + E_2 + \dots$$

$$\vec{P} = q\vec{l}$$

Әрбір нүктедегі өріс нүктелік зарядтар $(+q, -q)$ туғызатын E_+ және E_- өрістердің суперпозициясы бойынша табылады. Диполь өріс кернеулігіне тән, ол дипольді туғызатын зарядтар шамасы арқылы емес, диполь моменті ($P=q\vec{l}$) арқылы анықталады.

Сөйтіп, диполь өріс кернеулігі: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P}{r^2}$;

Потенциалық энергияның сыншы зарядтың шамасына қатынасын потенциал деп атайды.

$$\varphi = \frac{E_n}{q_0}; \quad \text{немесе} \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r};$$

Потенциал – электр өрісінің өрнектейтін физикалық шама, яғни электр өрісінің энергетикалық сипаттамасы. Екі нүктенің арасындағы потенциалдар айырмасы деп заряд осы екі нүктенің арасында тасымалданғанда істелінетін жұмыстың заряд шамасына қатынасын айтады:

$$\varphi_B - \varphi_C = U = \frac{A}{q};$$

Екі нүктенің потенциалдар айырмасын **кернеу** деп атайды.

Остроградский – Гаусс теоремасы кез келген тұйық беттен өтетін электр ығысуы ағынының сол беттің ішіндегі электр зарядының арасындағы байланысты көрсетеді.

$$\Phi = \oint E dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

Осы формула вакуумдағы электростатикалық өріс үшін Гаусс теоремасы болып есептеледі.

Өлшемі бірдей екі түрлі өткізгіш алып, мөлшері бірдей электр зарядымен зарядтасак, олардың потенциалдары әр түрлі болады, себебі ол өткізгіштің сыйымдылық деп аталатын физикалық қасиетіне байланысты. Электр сыйымдылықтың өлшем бірлігі – фарад (Ф), ол

$$C = \frac{Q}{U};$$

Өткізбейтін ортада жақын орналасқан екі өткізгіш жүйесін конденсатор деп атайды. Егер жазық конденсатордың екі пластинкасын бір-бірімен өткізгішпен жалғасак, онда бір пластинкадағы зарядтар екінші пластинкаға қарай қозғала бастайды.

Конденсатор разрядталады. Зарядтарды қозғалысқа келтіру үшін жұмыс жасау керек. Бұл жұмысты электр өрісі атқаратындықтан, ол электр өрісінің энергиясы десе де болғандай. Сонда

$$W_{эл} = A = \frac{q^2}{2C}; \quad q = CU; \quad W_{ээ} = \frac{C^2 U^2}{2C} = \frac{CU^2}{2};$$

Электр тогы тұрақты болу үшін өткізгіштің ұштарындағы потенциалдар айырымы тұрақты болуы керек. Өткізгіштердің тұрақты кернеуі болуын қамтамасыз ету үшін белгілі бір энергия қоры керек. Зарядтарды тасымалдау жұмысын жасайтын бөгде күштерді, әдетте электр қозғаушы күштер деп атайды. Сонымен ток көздерінің э.к.к. көздері дейді де, оны

$$\varepsilon = A/q ;$$

Өткізгіштің бөлігіндегі кернеу осы бөліктің көлденең қимасы арқылы заряд орын ауыстырғанда істелетін жұмыстың заряд шамасына қатынасына тең болады. Ұзындығы L өткізгіш ұштарындағы потенциалдар айырымы немесе кернеуі:

$$U = (\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon$$

▣Полярзациялану векторы шексіз аз көлемді диэлектриктің толық дипольдік моментінің осы көлемге қатынасына тең, тұтас диэлектриктің полярзациялану дәрежесін сипаттайтын физикалық шама:

$$\vec{p} = \frac{\vec{p}_V}{\Delta V} = \frac{\sum_{i=1}^N \vec{p}_i}{\Delta V}$$

p_i – диэлектриктің i – ші молекуласының дипольдік моменті,

$\vec{p}_V = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i$ – сыртқы электр өрісіндегі диэлектриктің дипольдік моменті.

Изотропты диэлектрикте полярзациялану: $\vec{p} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}$. Диэлектриктің ε өтімділігі мен χ алғырлығы арасындағы байланыс $\varepsilon = 1 + \chi$

■ Ортаның диэлектрлік өтімділігі – диэлектрик орналасқанда өрістің қаншалықты әлсірейтінін және диэлектриктің поляризациялану қасиетін сандық сипаттайтын өлшемі жоқ шама:

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E}.$$

Электр ығысу - изотропты ортада еркін зарядтардың электростатикалық өрісін сипаттайтын векторлық шама:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

Электрлік ығысу векторының элементар ағыны беттің өте аз ауданшасынан өтетін ығысу сызықтарының саны: $d\Phi_D = \vec{D} d\vec{S} = D_n dS$