

3.2 Электр өрісі және оның кернеулігі. Суперпозиция принципі

Электр өрісі материяның ерекше бір түрі. Электрлік зарядталған денелер тікелей өзара әрекеттеспейді, олар өздерінің төңірегінде электр өрісін тудырады және сол арқылы басқа электрленген денелермен әрекеттеседі. Зарядталған бөлшектердің өзара әсерлесуі олардың айналасындағы электр өрісі арқылы болады. Кез-келген жерде электр өрісінің бар – жоғын сол нүктеге қойылған сыншы заряд арқылы анықтаймыз. Өріс сыншы зарядқа белгілі бір күшпен әсер етеді. Сыншы зарядтың шамасы, сол нүктедегі өрісінің шамасын өзгерте алмайтындай өте кішкентай болу керек. Сонымен, зарядталған дененің айналасында электр өрісі болағандықтан, қозғалмайтын зарядтың айналасындағы өрісі **электростатикалық өріс** деп аталады. Электростатикалық өрістің күйін анықтайтын негізгі шаманың бірі – өрістің **кернеулігі**.

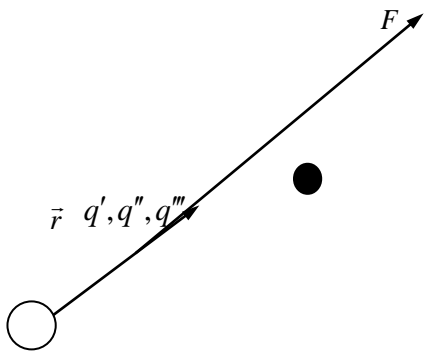
Электр өрісінің кернеулігі \vec{E} – электр өрісінің күштік сипаттамасы, векторлық физикалық шама. Нүктелік оң таңбалы зарядқа әсер еткен күштің осы заряд мөлшерінің қатынасына тең. $[E] = \text{в/м}$, *вольт* бөлу метрге. $1\text{В/м} = 1\text{Н/Кл}$.

Енді, электр өрісінің кернеулігі \vec{E} кернеулігін анықтайық, q – зарядының одан r арақашықтықтағы нүктесіндегі өрісінің кернеулігін анықтайық.

Ол сол нүктеге q', q'', q''' сыншы зарядтарына кезекпе – кезек қойып, әр сыншы заряд үшін Кулон күшін жазайық.

$$F = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad \frac{F_1}{q'} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad F_2 = \frac{qq''}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad \frac{F_1}{q''} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2};$$

$$F_3 = \frac{qq'''}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad \frac{F_1}{q'''} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \quad (3.5)$$

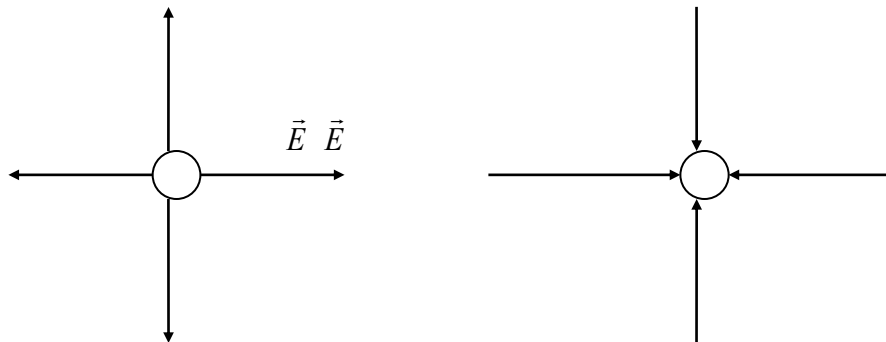


3.2-сурет

Сонда

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}; \vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r};$$

\vec{E} – электр өрісінің алынған нүктесіндегі кернеулігі, кернеулік векторлық шама.

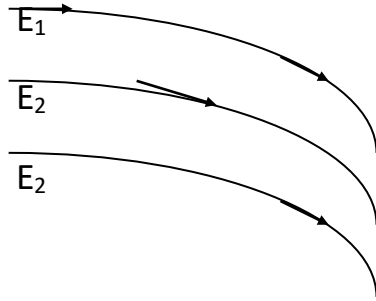


3.3-сурет

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}; \quad E = \frac{H}{Kл} = \frac{B}{m}; \quad (3.6)$$

Өрісті көрнекті ету үшін Фарадей күш сызықтары деген ұғым енгізген. Күш сызықтарының әрбір нүктесіне жүргізілген жанама, сол нүктедегі өрістің кернеулігінің бағыты мен шамасын көрсетеді.

Өрістің күш сызықтарының жолына перпендикуляр қойылған бір өлшем ауданнан өтетін күш сызықтарының санын, күш сызықтарының тығыздығы дейді. Ол модуль жағынан сол жердегі өрістің кернеулігінің шамасына тең болады.



3. 4-сурет

$$N = E \cdot dS \quad (3.7)$$

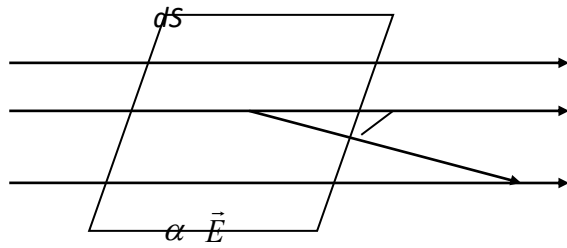
мұндағы N , dS ауданды қиып өтетін күш сызықтарының саны.

Егер өрістің кернеулік күш сызықтары dS ауданына тұрғызылған (\vec{n}) нормаль мен α бұрышын жасайтын болса онда

$$N = EdS \cos \alpha = E_n dS \quad (3.8)$$

E_n – өрістің нормальға түсірілген проекциясы.

E_n



3.5-сурет.

dS – ауданды қиып өтетін барлық күш сызықтарының санын, сол аудан арқылы өтетін кернеулік векторының ағыны дейді.

$$d\Phi_E = E_n dS = \vec{E} dS; \quad (3.9)$$

Кернеулік ағынының өлшем бірлігі $B \cdot m$.

Жалпы алғанда кез-келген тұйық контурды қиып өтетін кернеулік векторының ағынын былай анықтаймыз:

$$\Phi_E = \oint_S E_n dS = \oint_S \vec{E} dS; \quad (3.10)$$

Әруақытта есте болатын жағдай: оң зарядтың кернеулігінің күш сызықтары зарядтан шығып жатады, ал теріс зарядтың кернеулігінің күш сызықтары зарядқа еніп жатады.

Электростатикалық өрістің суперпозициялық принципі. Диполь. Бірнеше $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ зарядтардың бір сынақшы q_0 заряд тұрған нүктесіндегі өрістің кернеулігі, сол нүктедегі әрбір зарядтың кернеулігінің геометриялық қосындысына тең. $E = \sum E_i$ осыны өрістің суперпозициялық принципі дейді.

Басқаша айтқанда кеңістіктің бір нүктесінде бірнеше өріс кездесе, олардың бір–бірімен беттесуін (қосылуын) айтамыз. Бұл принцип барлық өрістерге тән қасиет.

Шамалары жағынан тең, таңбалары қарама-қарсы екі заряд системасын электрлік диполь дейді. ℓ – дипольдің өсі.

$\vec{P} = |q|\ell$; диполь моменті. Мұндағы ℓ – дипольдің иіні делінеді. Электр өрістерінің **суперпозиция** немесе **қабаттасу принципі** зарядтардың кез келген жүйесінің өріс кернеулігін есептеп табуға мүмкіндік береді.

Өрістің суперпозициялық принципі бойынша дипольдің айналасындағы кез-келген нүктедегі дипольдің өрісінің кернеулігі $\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$ оның оң және теріс зарядтарының сол нүктедегі кернеуліктерінің қосындысына тең. **Электр өрістерінің суперпозиция принципі**: N нүктелік зарядтар жүйесінің электр өрісінің кернеулігі әрбір жеке заряд тудырған өріс кернеуліктерінің векторлық қосындысына тең

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i \quad (3.11)$$

Барлық нүктелердегі кернеулігінің шамасы мен бағыты бірдей болатын өріс біртекті өріс деп аталады. Біртекті өріс – электр өрісінің ең қарапайым, бірақ іс жүзінде жиі кездесетін өте маңызды түрі. Электр өрісін графикпен кескіндеу өте көрнекі болғандықтан, мұндай әдіс көбінесе электротехника саласында қолданылады.