

**НҰРТАНОВА**

**АСҚАДЗАТ**



**ДИПЛОМДЫҚ  
ЖҰМЫС**

*ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК  
ӨРІС ЖӘНЕ ОНЫ  
ОРТА МЕКТЕПТЕ  
ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ*

## *Мазмұны*

### *Кіріспе*

#### *I-тарау. Электромагниттік өріс*

- 1.1. Электр өрісі туралы түсінік
- 1.2. Магнит өрісі туралы түсінік
- 1.3. Электромагниттік өріс туралы ұғым
- 1.4. Электромагнит көздері

#### *II-тарау. Электромагниттік өрістің энергиясы және тығыздығы*

- 2.1. Электр өрісінің энергиясы, тығыздығы
- 2.2. Магнит өрісінің энергиясы, тығыздығы
- 2.3. Электр-магниттік өрістің энергиясы және оның тығыздығы
- 2.4. Умов-Пойнинг векторы

Электромагниттік өріс ағынының таралуы

#### *III-тарау. Электромагниттік өрісті оқыту әдістемесі*

- 3.1. Электромагниттік өрісті орта мектепте оқыту әдістемесі

**ҚОРЫТЫНДЫ**

# Кіріспе

**Зерттеудің басты мақсаты:** оқушылардың электр және магнит өрістері туралы білімін мазмұнын теориялық және әдіснамалық тұрғыда негіздеу және әдістемелік жүйесін жасау.

**Жетекші идея:** оқушылардың өрістер туралы білімділігі,оның мектепте меңгерген жүйелі білім мазмұнының сапасына байланысты.

**Зерттеу әдістері:** зерттеу жұмыстарын жүзеге асыруда теориялық (аналитикалық - синтетикалық,салыстырмалы,индуктивті-дедуктивті талдау), эмперикалық (сұрау, бақылау, педагогикалық іс-тәжірибелер), социологиялық әдістері қолданылды.

**Зерттеудің мынадай қағидалары ұсынылады:**

- Оқушылардың өрістер туралы білім мазмұнының әдіснамалық-теориялық негізі айқындалды.
- Оқушылардың өрістер туралы білім мазмұнының алғы шарттары айқындалды.

**Зерттеудің практикалық мәні:** мектепте электр,магнит өрістерін оқытуға байланысты әдістемелік ұсыныстар енгізілді.

Француз ғалымы Ш.Кулон 1785ж тәжірибе жүзінде вакуумдегі нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу заңын ашқаннан кейін, XVIII ғасырдың соңына қарай электр құбылыстарын сандық жағынан зерттеу басталды. Нүктелік заряд ұғымы материялық нүкте ұғымы тәрізді ыңғайлы абстракциялау болып табылады.

*Өлшемдері өзара әрекеттесетін денелердің арақашықтығынан бірнеше есе кіші болатын денеде орналасқан зарядты нүктелік заряд деп атайды .*

Бір-бірімен қашықтықта орналасқан екі нүктелік зарядтардың өзара әсерлесу күші сол зарядтардың көбейтіндісіне тура және олардың арақашықтығының квадратына кері пропорционал.

$$F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / \epsilon \epsilon(0) r^2$$

Мұндағы:  $\epsilon$  - ортаның салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі,  $k$  - бірлік жүйесін

таңдауына байланысты пропорционалдық коэффициент.

(СГС жүйесінде  $R=1$ , ал СИ-де  $k = 8.99 \cdot 10^9$  .  $\epsilon(0)$  - электрлік тұрақты;



**Ш.Кулон  
(1736-1806)**

# Электр өрісі

*Электр өрісі* – электрмагниттік өрістің дербес бір түрі. Ол электр зарядының айналасында немесе бір уақыт ішіндегі магнит өрісінің өзгерісі нәтижесінде пайда болады. Электр өрісінің магнит өрісінен өзгешелігі – ол қозғалатын да, қозғалмайтын да электр зарядтарына әсер етеді. Электр өрісінің бар екендігін оның қозғалмайтын зарядқа әсер ететін күші бойынша байқауға болады.

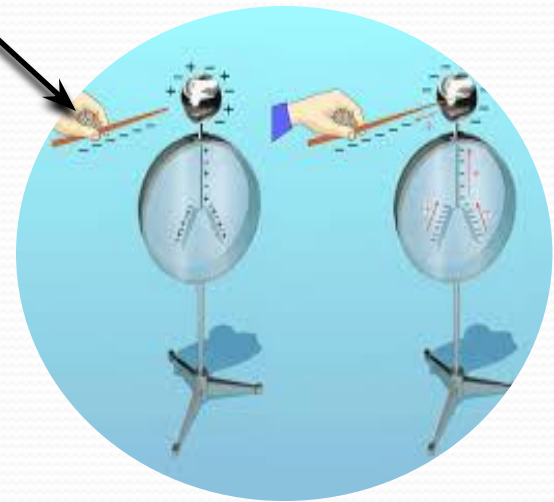


*Майкл Фарадей*

*Электр өрісі ұғымын ағылшын ғалымдары М.Фарадей мен Дж.Максвелл енгізді.*



*Электр  
өрісіне  
тәжірибелер*



# Электр өрісінің кернеулігі

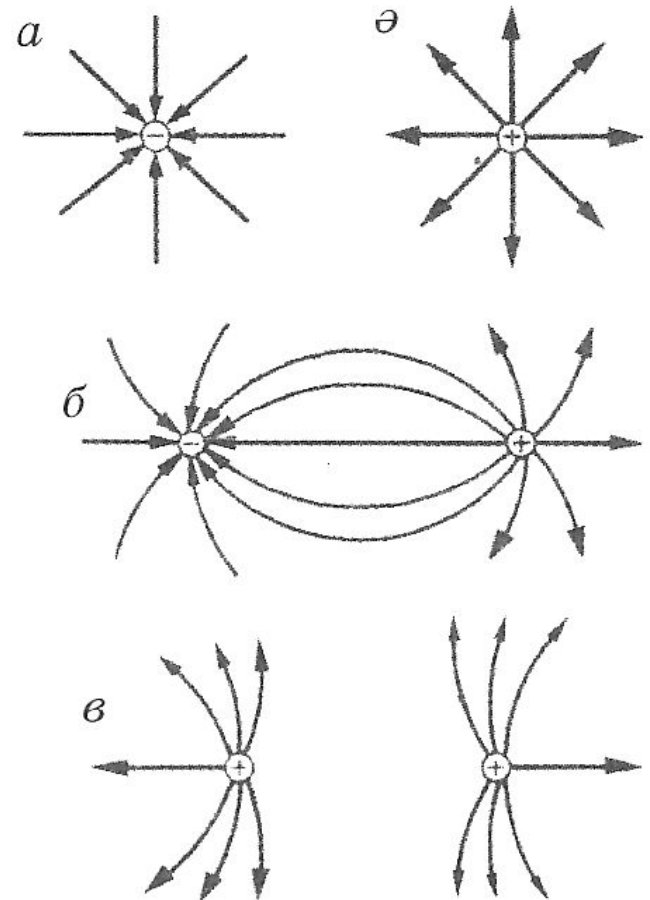
Заряд бірлігіне әрекет ететін күшке тең  $F/q$  қатынасы электр өрісінің күштік сипаттамасы болып табылады және осы нүктедегі электр өрісінің кернеулігі деп аталады.

## Нүктелік зарядтардың кернеулік сызығы.

Күш сызықтарының міндетті түрде басы мен аяғы болады немесе шексіздікке кетеді. Электр өрісінің күш сызықтары оң зарядтан теріс зарядқа бағытталған, яғни оң зарядтан шығып, теріс зарядқа кіреді. б (а)-суретте теріс зарядталған дене тудыратын өрістің күш сызықтары, ал оң зарядталған дененің күш сызықтары б (ә)-суретте кескінделген.

## Нүктелік екі зарядтардың кернеулік сызықтары.

б(б)-суретте екі әр аттас зарядтар тудыратын өрістің күш сызықтары, ал б(в)-суретте бірдей зарядтар тудыратын күш сызықтары бейнеленген. Әр нүктеде модулі мен бағыты бойынша кернеулігі тұрақты электр өрісін *біртекті* деп атайды. Біртекті электр өрісіндегі кернеулік сызықтары бір-біріне параллель. Электр өрісінің кернеулік сызықтары тұйықталған, үздіксіз және қиылыспайды.





Зарядқа әсер етуші  $F$  күштің сол зарядтың  $q$  шамасына қатынасы, яғни  $F/q$  зарядтың шамасына байланысты болмай, тек өрістің берілген нүктесін сипаттайды. Сөйтіп, өрістің барлық нүктесі үшін өрістің белгілі бір объективті қасиеттерінің физикалық сипаттамасын береді. Осы қатынас **электр өрісінің кернеулігі** деп аталады, оны  $E$  әріпімен белгілейді.

$$E = F/q \quad \text{немесе} \quad F = Eq_c$$

Электр өрісін графикпен кескіндеу үшін, өрістің әр нүктесі арқылы осы нүктедегі электр өрісі. Кернеулігінің шамасы мен бағытын көрсететін стрелка жүргізілсе болар еді. Сондықтан ағылшын физигі Фарадей өрісті сызықтар мен кескіндеуді ұсынды. Осы сызықтардың әр нүктесіндегі жанамалар сол нүктедегі өрістің кернеулігін векторымен дәл келетін болуы керек (4-сурет). Мұндай сызықтар **өрістің күш сызықтары** немесе **кернеулік сызықтар** деп аталады.



Сөйтіп, кернеулік сызығы өзі басып өтетін әрбір нүктеде  $E$  өріс кернеулігінің бағытын, демек сол нүктеде орналастырылған оң  $+q$  зарядқа әсер ететін күштің бағытын көрсетеді.

# Магнит өрісі

**Магнит өрісі** — қозғалыстағы электр зарядтары мен магниттік моменті бар денелерге (олардың қозғалыстағы күйіне тәуелсіз) әсер ететін күштік өріс. Магнит өрісі магниттік индукция векторымен ( $B$ ) сипатталады.  $B$ -ның мәні магнит моменті бар қозғалыстағы электр зарядына және денелерге өрістің берілген нүктесінде әсер етуші күшті анықтайды.

**Электр өрісі** –қозғалмайтын нүктелік зарядтар айналасында болса, ал **магнит өрісі**-қозғалыстағы зарядтар айналасында болады.

Электрлік және магниттік құбылыстардың өзара байланысын бірінші рет 1820 жылы дат физигі **Эрстед** ашқан болатын.

Яғни тогы бар өткізгішке магнит стрелкасын жақындатқанда, стрелканың ток бағытына қарай бағытын біршама өзгерткендігін байқаған. Ал бұл магнит өрісінің бар екендігін дәлелдейді. Магнит өрісін өткізгіштен өтетін электр зарядтары туғызады.

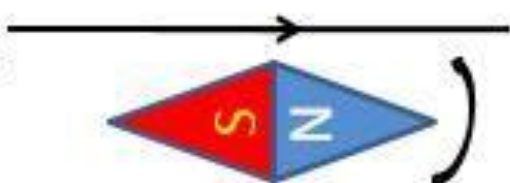


# Магнит өрісі

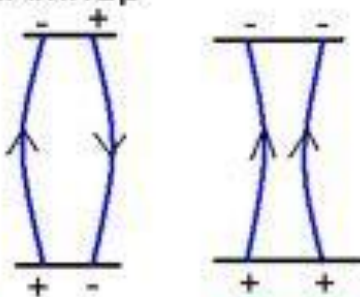
Магнит өрісі – материяның ерекше түрі.

1820 жылы

Г. Эрстед



А.Ампер

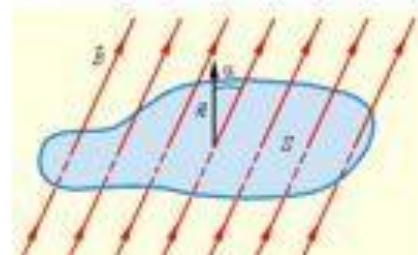
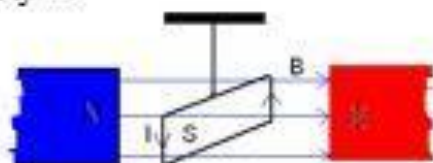


**Магнит өрісінің негізгі қасиеттері:**

- электр тогы (қозғалыстағы электр заряды) тудырады;
- токқа әсерімен байқалады;
- күшпен қозғалыстағы электр зарядтарына әсер етеді.

**Магнит индукциясының векторы  $B$  - магнит өрісінің күштік сипаттамасы**

Магнит индукциясы векторының модулі



$$M - I; B = \frac{M}{I \cdot S}$$

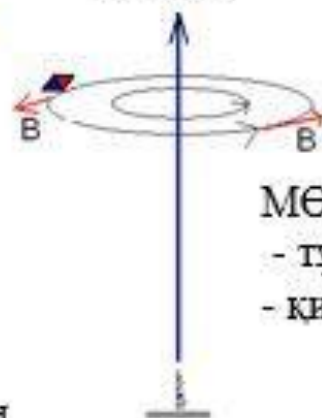
$$[B] = 1 \frac{H \cdot m}{A \cdot m^2} = 1 Tл$$

Магнит ағыны-МӨ кеңістіктің барлық нүктелерінде сипаттайды

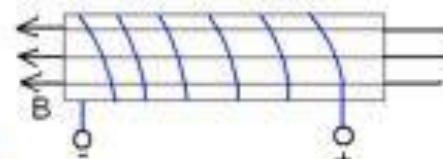
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$[\Phi] = 1 Tл \cdot m^2 = 1 Bб$$

Тогы бар түзу өткізгіш



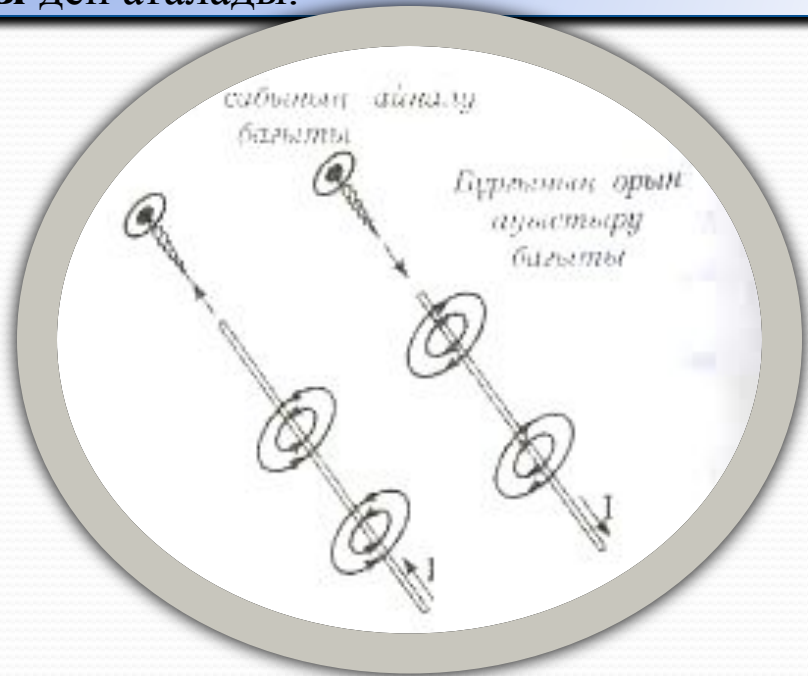
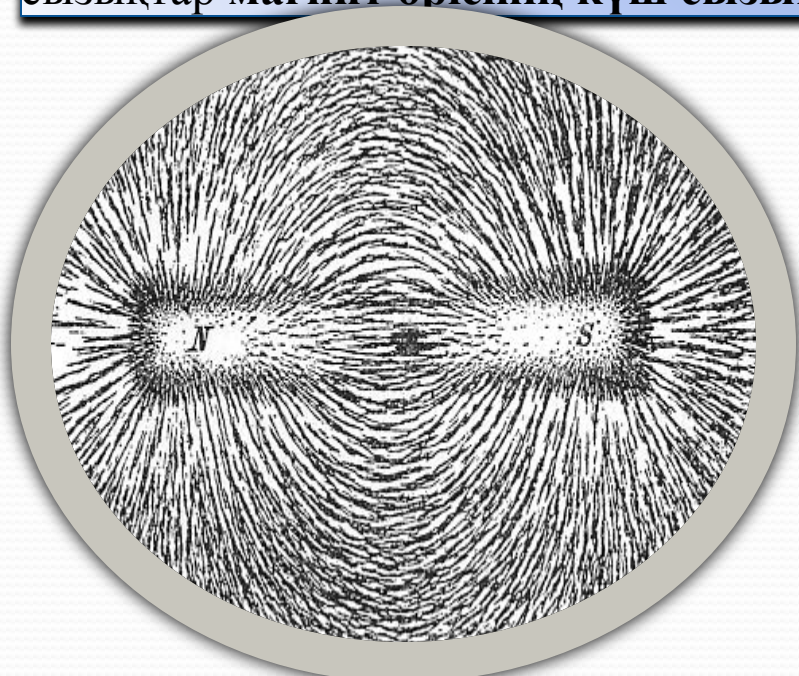
Соленоид



- МӨ күш сызықтары:
- тұйықталған(МӨ-құйынды);
  - қиылыспайды

# Магнит өрісінің күш сызықтары

Өрістің кез келген нүктесіне жүргізілген жанама осы нүктедегі магнит күшінің (магнит индукция векторының) бағытымен сәйкес келетін көрнекті сызықтар. Магнит өрісінің күш сызықтарын бақылау үшін келесі тәжірибені қолдануға болады. Қағаздың бетіне темір үгінділерін төгіп, оның ортасына өткізгіш қоямыз. Өткізгіштің бойында ток жоқ кезде ешқандай өзгеріс балқалмайды, ал өткізгіш бойынан ток өткенде темір үгінділері шеңбер бойымен реттеліп орналасады. Себебі ток туғызған магнит өрісінде темір үгінділері магниттеледі де бір-біріне тартылады. Магнит өрісінде кішкентай магнит тілшелерінің осьтерін бойлай орналасқан сызықтар **магнит өрісінің күш сызықтары** деп аталады.



# Электромагниттік өріс

Электромагниттік өріс дегеніміз-көптеге техникалық және физикалық қондырғылар да энергияны және сигналдарды түрлендіру және алысқа берудің негізгі физикалық көзі электромагниттік өріспен байланысты процесстерге тән қасиет электромагниттік өрісті уақыт және кеңістікке байланысты сипаттауды қажет етеді. Бұл қажеттілік электромагниттік өріс теориясының әдістерін жетілдіруді талап етеді.

*Электромагниттік өрістің белгілі бір ерекшеліктері* байқалатын қондырғыларды электр тізбегінің элементтері есебінде пайдалана отырып , онан да гөрі күрделі приборлардың және қондырғылардың электрлік тізбегінің теориясын жасауға пайдалануға болады.

Электромагниттік құбылыстарды сипаттау үшін, механикалық құбылыстарды сипаттағанда пайдаланылған масса ұзындық және уақыт ұғымынан басқа жаңа ұғымдар енгізу керек. Бұл, облысты келешекте “бостық” деп белгілейміз. Кей жағдайларда “бостық” деген ұғымды ұқсас жағдайда пайдалану үшін “ваккум” деген ұғым енгізіледі.

Электромагниттік өрістің зарядталған бөлшектерге күштің әсерінің векторлық сипаты бар және бөлшектердің қозғалыс жылдамдығына және электрлік зарядына байланысты. Осыған байланысты мынадай анықтама беруге болады:

**Электромагниттік өріс дегеніміз** - оның екі жағынан сипаттайтын “Электрлік және магнит өрісі деп аталатын” екі векторлық шамамен анықталынатын зарядталған бөлшектерге олардың жылдамдығына және зарядына байланысты болатын күштік әсер жасайтын материяның ерекше түрі.

**Элементар электр заряды дегеніміз** – электронның және протонның меншікті электр өрісімен өзара байланысын сипаттайтын, электрон мен протон үшін абсолют жағынан тең, таңбалары қарама-қарсы сан мәндерімен анықталынатын ерекше қасиеті бар бөлшек. Кез-келген электромагниттік құбылыс толығымен алғанда бір-бірімен тығыз байланысты магниттік және электрлік жағынан сипатталады. Электромагниттік өріс екі бір-бірімен байланысқан электр және магнит өрісінен тұрады. Зарядталған қозғалмайтын өткізгіш денелер маңайында тек электр өрісі болады, осыған ұқсас, кеңістіктің қозғалмайтын тұрақты магнитті қоршаған бөлігінде тек магнит өрісі болады, осыған ұқсас, кеңістіктің қозғалмайтын тұрақты магнитті қоршаған бөлігінде тек магнит өрісі болады. Дегенмен бұл жағдайда құбылысты толығымен қарастырсақ, оның электрлік және магниттік жақтарын байқауға болады.

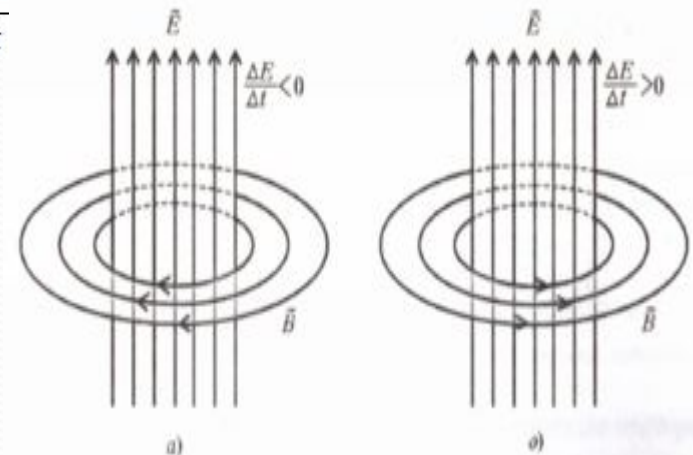
# Электромагниттік өрістің көздері

1863 жылы Джеймс Максвелл электр өрісінің өзгеру магнит өрісінің пайда болуына әкеліп соғу мүмкін деген жорамалды, кеңінен дәлелдейді.

Сонымен электромагниттік индукция құбылысы мынадай екі құбылысты қамтиды.

1) Кеңістіктің бір нүктесіндегі магнит өрісі кернеулігінің ( $H$ ) өзгеру көршілес нүктелерде кернеулігі өзгеріп отыратын құйынды электр өрісінің ( $E$ ) пайда болуына себепші болады. Электр өрісінің күш сызықтары магнит өрісінің күш сызықтарын орап алады да және оның жазықтығына перпендикуляр орналасады. Құйынды электр өрісі векторлық шамамен сипатталады, оны өріс құйыны немесе өріс роторы ( $\text{rot } E$ ) деп атайды.  $\text{rot } E = -\mu_0 \frac{\partial H}{\partial t}$

2) Кеңістіктің бір нүктесіндегі электр өрісінің кернеулігінің өзгеруі көршілес нүктелерде кернеулігі өзгеріп отыратын құйынды магнит өрісінің ( $H$ ) пайда болуына себепші болады. Магнит өрісінің күш сызықтары орап алып, оның жазықтығына перпендикуляр орналасады.



# Электромагниттік өріс

Құйынды болған магнит өрісінің роторы ( $\text{rot}B$ )  $\text{rot}H = \text{ток өткізбейтін ортада тура пропорционал болады, яғни кеңістіктің бір нүктесінде айнымалы магнит өрісі немесе электр өрісі бар болса, онда айнымалы құйынды электр және магнит өрісінің туғызылуын қамтамасыз етеді. Міне осы өрісті электромагниттік өріс деп атайды.$

Электромагниттік өрістің бірден-бір көзі ретінде тербелмелі контурды алуға болады. Индуктивтілігі  $L$  катушқадан сыйымдылығы  $C$  конденсатордан және кедергісі  $R$  резистордан тұратын электор тізбегін тербелмелі контур деп атайды.

Егер кедергіні ескермесек , онда тербелмелі контур катушка мен конденсатордан тұрады.



# Электр өрісінің энергиясы, тығыздығы

Егер де осы зарядтар жүйесіне тағы да басқа бірнеше  $n$  зарядтарды жақындатсақ, Онда барлығының әсерлесуі кезіндегі толық энергия мынаған тең

$$E(\text{тол}) = \frac{1}{2} \sum q(i)\phi(i)$$

Енді өріс біртекті болғанда, ондағы энергия кеңістікте тұрақты  $\omega$  тығыздықпен тарайды деп, өрістің энергиясын сол өріс толып тұрған көлемге ( $V$ ) бөлсек:

$$\omega = E(p)/V = \epsilon\epsilon(0)E^2/2$$

Электрлік ығысу векторының мәнін, яғни  $D = \epsilon\epsilon(0)E$  ескеріп, тығыздықты басқа түрге көрсетейік:

$$\omega = (DE/2)$$

# Магнит өрісінің энергиясы, тығыздығы

Магнит өрісінің энергиясы

$$A=W(\tau)$$

$$W(\tau)=\frac{2}{1}LI^2(2)$$

Магнит өрісінің тығыздығы  $\omega=W(\tau)/V=\frac{2}{1} LI^2(2)/V$

## Умов - Пойттинг векторы. Электромагниттік өріс ағынының таралуы

**Пойнтинг векторы** — электр-магниттік энергия ағынының шамасы мен бағытын анықтайтын тығыздық векторы. Ол ағылшын физигі Дж. Г.Пойнтингтің (1852 — 1914) есімімен аталады. Пойнтинг векторының модулі электромагниттік толқынның таралу бағытына перпендикуляр бірлік бет арқылы бірлік уақытта тасымалданатын электромагниттік энергияға тең. Пойнтинг векторы бірліктердің СГС жүйесі түрінде, ал бірліктердің халықаралық (СИ) жүйесінде  $\mathbf{P} = [\mathbf{E}\mathbf{H}]$  түрінде жазылады;

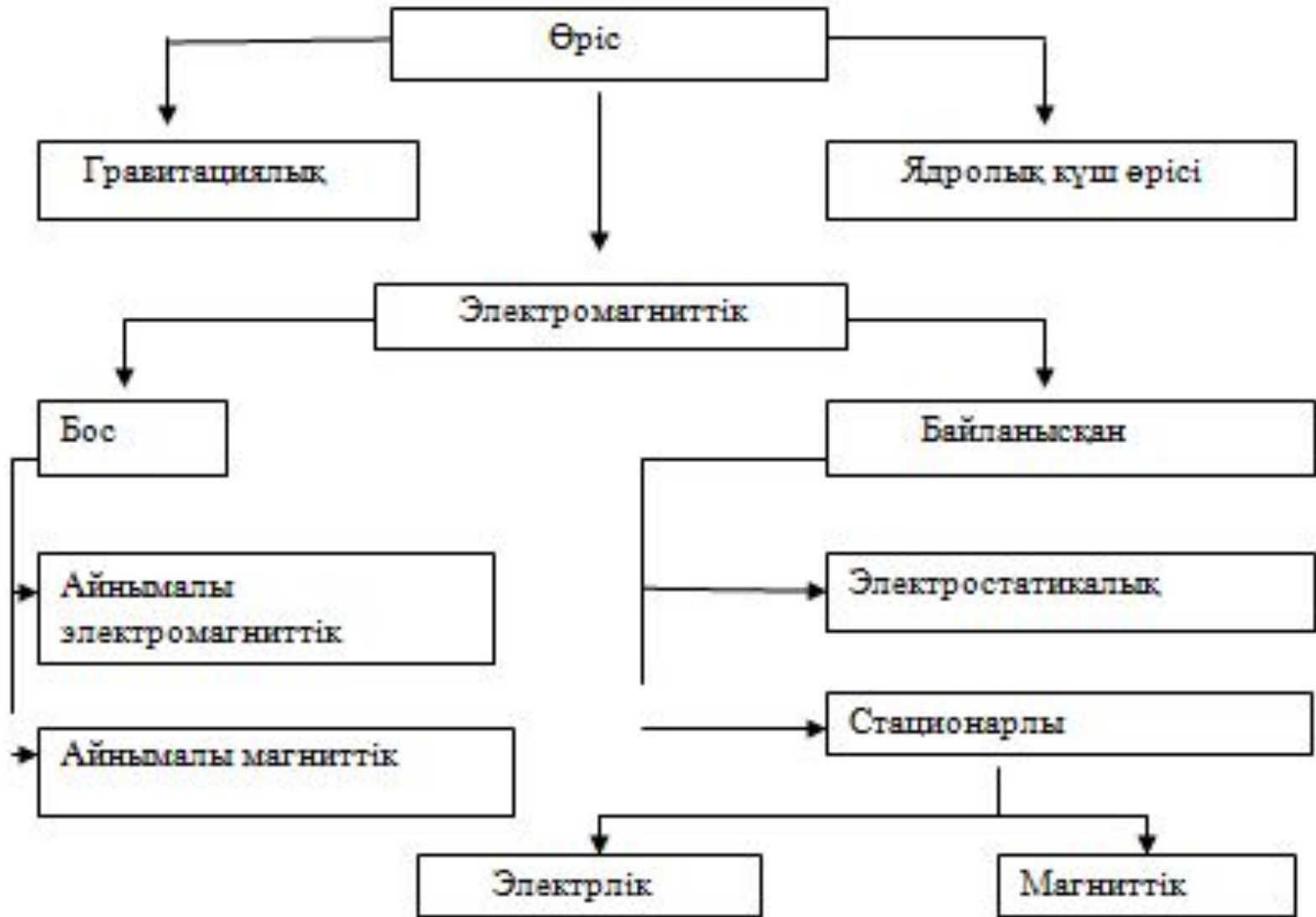
*мұндағы*  $[\mathbf{E}\mathbf{H}]$  — электр және магнит өрістері кернеуліктерінің векторлық көбейтіндісі,  $c$  — жарықтың вакуумдағы жылдамдығы.  $\mathbf{E}$  мен  $\mathbf{H}$  векторлары өзара перпендикуляр және электр-магниттік толқынның таралу бағыты мен Пойнтинг векторымен бағыттас.

# ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

Электродинамикада макро микроскопиялық және кванттық электродинамикада бір-бірінен ажыратылады. Орта мектепте Максвелл электродинамикасын оқыту нәтижесінде, макро микроскопиялық электродинамика элементтері оқытылады.

Электродинамикадағы Максвелл теңдеулері, механикада Ньютон заңдары және термодинамикада термодинамика бастамаларының рөлін атқарады. Бұл теңдеулер  $E$  электр өрісінің кернеулік және  $B$  магнит индукция векторлары арқылы сипатталатын электромагниттік өріске арналған Максвелл теоремасы бойынша ортаның ерекшелігі үш шамамен сипатталады:  $\epsilon$ -салыстырмалы диэлектрлік өтімділік,  $\mu$ -салыстырмалы магнит өтімділігі және  $\delta$ -меншікті өткізгіштігімен.

# Өріс классификациясы



# ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

Электрлік және магниттік өрістер әртүрлі жағдайдағы біртұтас (электромагниттік) өріс электр зарядына күштік әсерімен байқалады. Қозғалыстағы зарядқа өрістің электрлік те, магниттік те құраушылары тарапынан күштер әсер етеді .

$$F = F(\text{нег}) \cdot F(\text{ж})$$

Магнит индукциясының  $B$  векторы электромагниттік өрістің магниттік құраушысының күштік сипаттамасы. магнит өрісі тек қозғалыстағы зарядқа әсер етеді. Электромагниттік өрістің магниттік құраушысының әсерін байқау үшін ( $E=0$ ) электрлік өріс жоқ болатын, тек магниттік өрісі болатын санақ системасын таңдап алуымыз қажет. Осы мақсатпен тыныштықтағы тұрақты магнит немесе тогы бар өткізгіш әсерін пайдаланамыз. Сонда қозғалыстағы сыншы зарядқа әсер ететін күш арқылы электромагниттік өрістің магниттің құраушысының күштік системасын анықтауға болады.

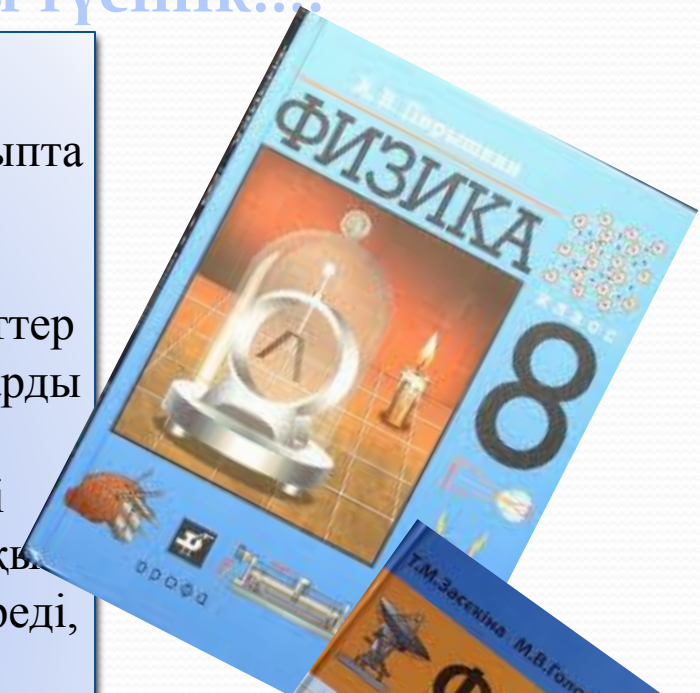
## Электромагниттік өріс пен заттың бір-бірінен ажырататын бірнеше қасиеті бар:

- 1) Заттың объектілері бір-бірімен тікелей әсерлеспейді, әсерлесу мына жолмен, яғни бөлшек-өріс бөлшек болып жүреді. Үлкен кернеулікте өрістер арасында әсерлесу болатынын осы заманғы теория көрсетіп ;эксперимент дәлелдеп отыр;
- 2) Өрістің кеңістіктегі шекарасын, затқа қарағанда дәл көрсету мүмкін емес;
- 3) Кеңістіктің бір көлемін бір мезетте әртүрлі заттық объектілер алу мүмкін емес. Ал бір көлемде бірнеше түрлі өзгерістердің өмңр сүруі мүмкін.
- 4) Заттың тыныштық массасы бар фотонның(электромагниттік өріс кванты) тыныштық массасы нольге тең;
- 5) Зат бөлшектері вакуумдағы жарық жылдамдығынан аспайтын кез-келген жылдамдықпен қозғала алады.

## Электромагниттік өріс туралы түсінік...

### Электромагниттік өріс түсінігін

калыптастыру орта мектеп физика курсына 8 сыныпта басталып 11 сыныпта аяқталады. 8 сыныпта электромагниттік құбылыстар жайында кіріспеде, элементар магнит өрістері жайында алғашқы мәліметтер беріледі, ал 10 сыныпта электромагниттік құбылыстарды сандық жағынан оқытады. Осында электромагниттік өрістің жеке жағдайын қарастырады, оның ерекшелігі мен сипатын, электромагниттік толқын тақырыбын оқы барысында еркін электромагниттік өріс түсінігін ендіреді, толқындық оптика мен кванттық физиканы оқу барысында, электромагниттік өріс жөніндегі білімдерін кеңейтеді және қорытындылайды. Әдетте электр өрісі түсінігін, электростатикалық құбылысты оқығанда ендіреді, оны тыныштықтағы зарядпен байланыстырады, ал магнит өрісі түсінігін тұрақты токты оқығанда ендіреді және токпен немесе қозғалыстағы зарядпен байланыстырады.







Назарларыңызға рахмет