

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Физика-техникалық факультеті**

**Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика  
кафедрасы**

**Туреханова К.М.**

**ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ**

пәні бойынша дәрістер жинағы

«6B05306 Физика және астрономия» білім беру бағдарламасы  
бойынша білім алушы студенттерге арналған

Алматы, 2025

*Дәріскер: Туреханова К.М. [turekhanova.kunduz@kaznu.kz](mailto:turekhanova.kunduz@kaznu.kz)*



## ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ

### Дәріс 4.

**Тұрақты электр тоғы. Электрқозғаушы күш. Ом заңы. Джоуль-Ленц заңы. Тармақталған тізбектер, Кирхгоф ережелері.**

**Дәріс мақсаты:** Тұрақты электр тоғы. Электрқозғаушы күш. Ом заңы. Джоуль-Ленц заңы. Тармақталған тізбектер, Кирхгоф ережелері тақырыптарын бір жүйеге келтіріп түсіндіру.

**Қарастырылатын мәселелер:** Тұрақты электр тоғы. Электрқозғаушы күш (ЭҚК) және ток көзі Ом заңы. Джоуль-Ленц заңы. Тармақталған тізбектер, Кирхгоф ережелері

### Қысқаша конспект:

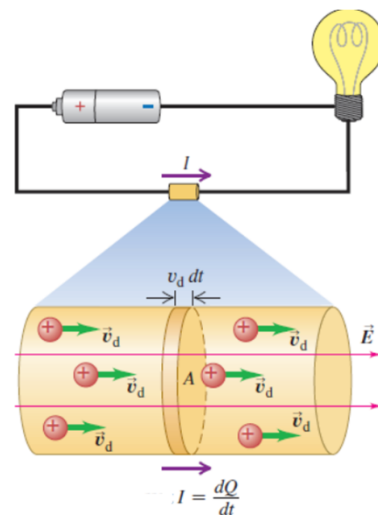
Зарядталған бөлшектердің қозғалысы ток деп аталады. Электр тогын сан жағынан сипаттайтын шама - өткізгіштің көлденең қимасы арқылы бірлік уақытта ағып өтетін зарядтың шамасымен анықталатын ток күші  $I = \frac{dq}{dt}$ . Егер өткізгіштің кез келген көлденең қимасы арқылы бірдей уақыт аралығында бірдей зарядтар ағыны өтсе, ол тұрақты ток болып табылады. Тұрақты ток үшін  $I = \frac{q}{t}$ . Ток күшінің бірлігі Ампер деп атайды.

Өткізгіш ішіндегі ток тығыздығы нөлге тең болмаса, яғни өрістің кернеулігі де нөлге тең болмайды. Ом заңының дифференциалдық түрі:

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

Тұрақты электр өрісінің көзі зарядтар болып табылады. Ол зарядтар ток жүргізетін өткізгіштің бетінде орналасқан.

Ом заңының интегралдық түрі:  $I = U/R$  байқағанымыздай мұндағы барлық шамалар өткізгіштің макроскопиялық бөлігіне қатысты анықталады.



Өткізгіште электростатикалық өріс тудырса, ондағы еркін зарядтардың қайта таралуы нәтижесінде  $\tau = \frac{\varepsilon_0}{\gamma}$  уақыт аралығында электр өрісінің кернеулігі нөлге айналады да, өткізгіштің барлық нүктелерінде потенциал бірдей болады. Сондықтан электростатикалық өрісте орналасқан тұйық өткізгіш арқылы ток жүрмейді. Тұйықталған тізбек арқылы ток жүру үшін оны белгілі бір бөліктерінде немесе оның өне бойында табиғаты электростатикалық күштерден өзге күштер әсер етуі керек. Осы күштерді бөгде күштер - ток көздері деп аталады. Ол бірлік оң зарядты тұйық тізбек бойымен тасымалдаған кезде атқаратын жұмыспен сипатталады.

Ток жүрген кезде атқарылатын жұмыс:  $dA = IUdt$

Токтың қуаты:  $P = dA/dt = IU$

Джоуль Ленц заңының интегралдық түрі:  $P = IU = I^2 R$

Қуатты бірлік көлем бойынша  $P_V = \gamma E^2$  көрсетсек, онда ол Джоуль Ленц заңының дифференциалдық түрі болып табылады.

Егер оқшауланған тұйық тізбекте бір ғана ЭҚК (электр қозғаушы күші) көзі болса, онда сыртқы кедергі мен ток көзінің ішкі кедергісінде түскен кернеулердің қосындысы сол бір ғана ЭҚК-іне тең болуы керек.

Көптеген жағдайларда электр тізбектері оқшауланбайды, тармақталған болады. Мұндай тізбектер ең қарапайым екі элементтен тұрады: түйіндер және тұйық контурлар.

Тұйық тізбектегі ток күші тізбектегі ЭҚК-ке пропорционал да, ал сыртқы және ішкі кедергілердің қосындысына кері пропорционал.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Кирхгоф ережесі:

1. Түйінде тоғысқан ток күштерінің алгебралық қосындысы нөлге тең болады:

$$\sum_k I_k = 0.$$

2. Тармақталған тізбекке кіретін тұйық контур кедергілеріндегі түскен кернеулердің алгебралық қосындысы осы контурдағы электр қозғаушы күштерінің алгебралық қосындысына тең болады.

$$\sum_k (\pm) I_k R = \sum_i (\pm) \varepsilon_i$$

Токтар көлденең қимасының ауданы өте аз сымдармен ғана емес, тұтас және көлемі өте үлкен денелер арқылы да жүре береді. Мысалы, дымқыл топырақ электр тогын өткізеді, өте үлкен тұтас метал бөлігі арқылы токты жіберуге болады. Осындай жағдайларда ортаның кедергісі анықтауға тура келеді. Ток күшінің анықтамасы және Гаусс теоремасы бойынша:

$$I = \oint \vec{j} d\vec{S} = \gamma \oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0} \rightarrow R = U / I = \varepsilon_0 / (\gamma C)$$

### Бақылау сұрақтары:

1. Токтың, ток күшінің, ток тығыздығының анықтамасын беріңіз.
2. Тогы бар кездегі зарядтың сақталу заңын өрнектеңіз.
3. Электр қозғаушы күші қалай анықталады?
4. Кирхгоф ережелерін түсіндіріңіз.

### Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Бәйімбетов Ф.Б., Рамазанов Т.С. Электр және магнетизм. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 199 б.
2. Бәйімбетов Ф.Б., Аймауытов Д., Құрманбеков А. Физика есептері (Электр және магнетизм). – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 216 б.
3. Архипов Ю.В. Краткий конспект лекций по курсу "Электричество и магнетизм" : учеб.-методическое пособие КазНУ 2009
4. Габдуллина Г.Л., Қисан А., Абыканова Б.Т. Электр және магнетизм курсы бойынша қысқаша дәрістер мен есептер жинағы : оқу-әдістемелік құрал, Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. - 161 б.
5. Туреханова К.М. Электр және магнетизм курсы бойынша есептер жинағы/ Оқу құралы, әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. – 191 б.
6. Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9<sup>th</sup> ed. – Cengage Learning, 2014. – 1622 p.