



ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасы



ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ

Дәріс 4.

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

қауымдастырылған профессор: Туреханова К.М.

e-mail: turekhanova.kunduz@kaznu.kz

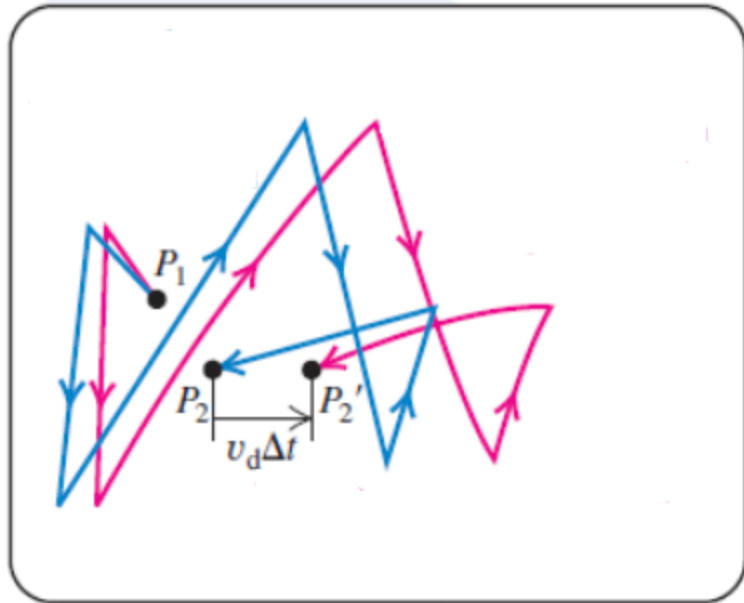


Дәріс мақсаты: Тұрақты электр тоғы. Электрқозғаушы күш. Ом заңы. Джоуль-Ленц заңы. Тармақталған тізбектер, Кирхгоф ережелері тақырыптарын бір жүйеге келтіріп түсіндіру.

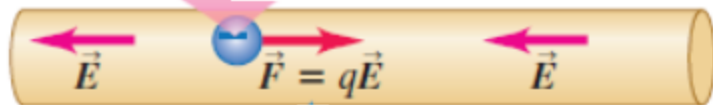
Қарастырылатын мәселелер: Тұрақты электр тоғы. Электрқозғаушы күш (ЭҚК) және ток көзі Ом заңы. Джоуль-Ленц заңы. Тармақталған тізбектер, Кирхгоф ережелері

Ток

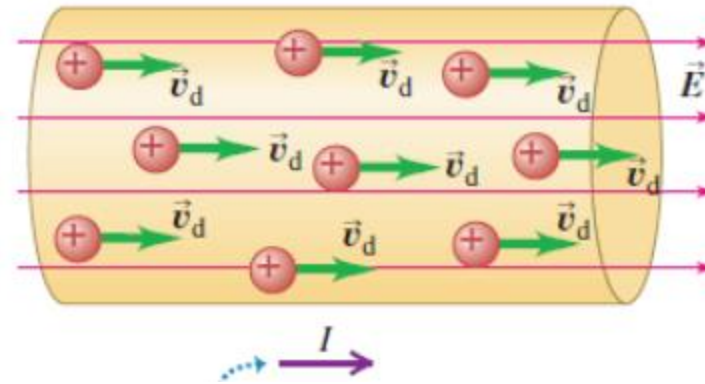
Ішкі электр өрісі жоқ кездегі өткізгіш



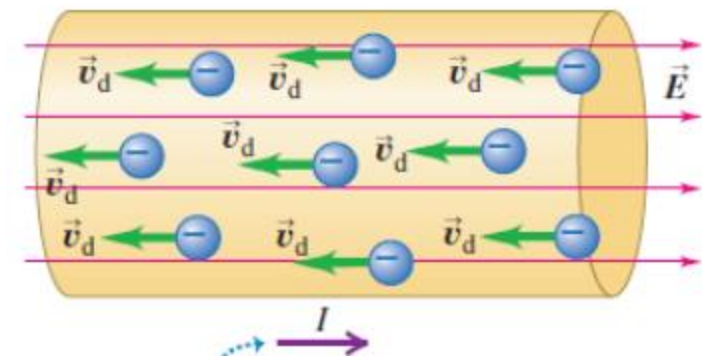
Ішкі электр өрісі бар өткізгіш



(a)



(b)



Тұрақты электр тогы

Электр тоғы – өткізгіштің қимасы арқылы зарядтың бағытталған қозғалысы.

Ток күші:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

мұндағы dq – уақыттың dt аралығында қимадан өткен заряд. Өлшем бірлігі – ампер (А).

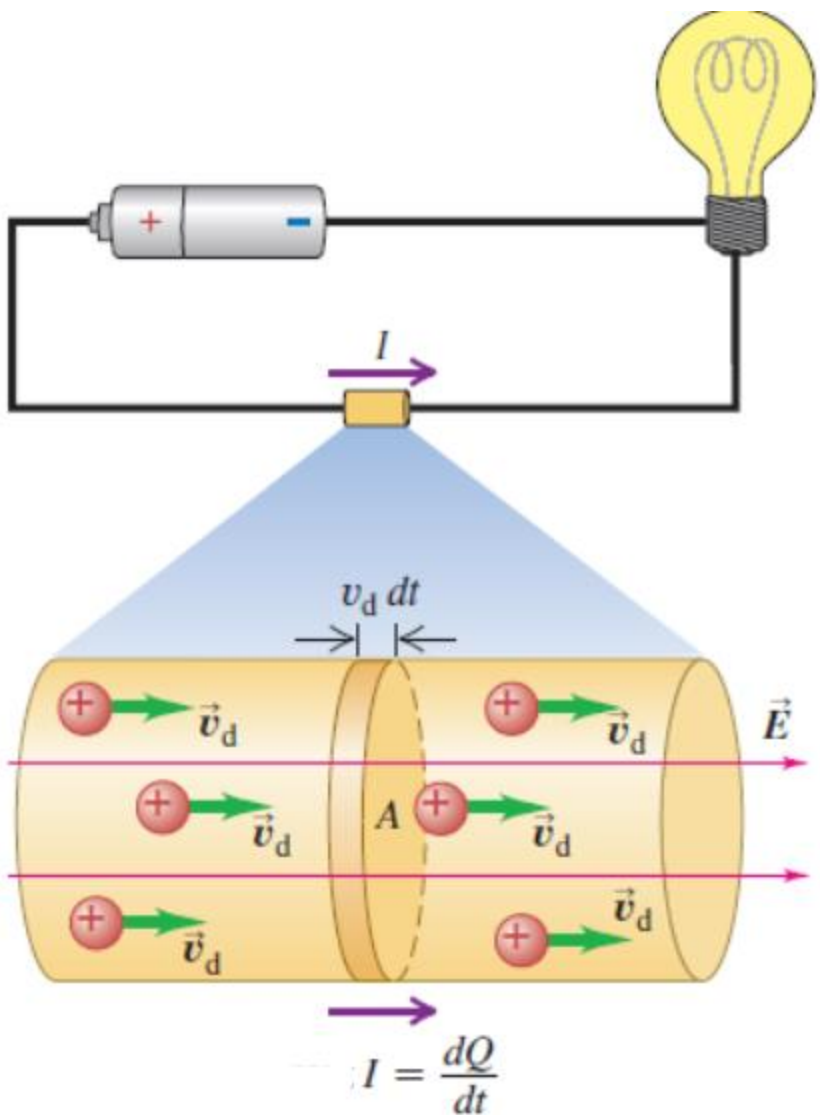
Тұрақты ток – уақыт бойынша өзгермейтін ток:

$$I = \text{const}$$

Токтың пайда болуы үшін үш шарт қажет:

1. Еркін заряд тасымалдаушылар (электрондар, иондар);
2.
Электр өрісі (кернеу көзі);
3.
Тұйықталған тізбек.

Токтың бағыты: оң зарядтың қозғалыс бағытына қарай деп алынады (тарихи анықтама).



Көлденең қима арқылы өткен ток бірлік уақытта аудан арқылы өтетін зарядтар шоғыры екенін анықтаймыз. Сондықтан егер dt уақытта ағатын заряд шоғыры dQ болса, Онда аудан арқылы өткен I ток:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Электр тогының анықтамасы

$$dQ = q(nAv_d dt) = nqv_d A dt$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A$$

$$J = \frac{I}{A} = nqv_d$$

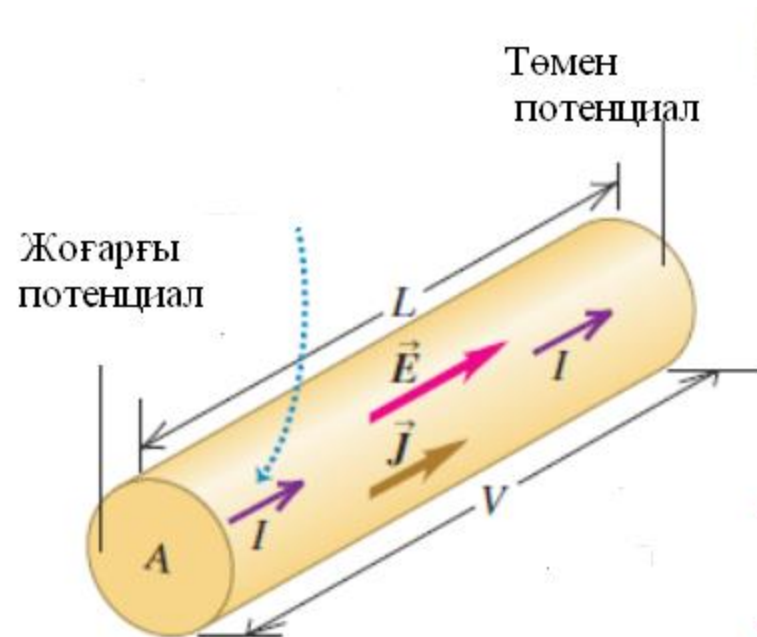
$$I = \frac{dQ}{dt} = n|q|v_d A$$

$$J = \frac{I}{A} = n|q|v_d$$

Электр ток тығыздығы

$$\vec{J} = nq\vec{v}_d$$

Кедергі



$$\vec{E} = \rho \vec{J}$$

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho I}{A} \quad \text{or} \quad V = \frac{\rho L}{A} I \quad \rightarrow \quad R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Ток, кернеу және кедергі арасындағы байланыс

$$V = IR$$

Электрқозғаушы күш (ЭҚК)

Тұрақты токты ұзақ уақыт бойы ұстап тұру үшін тек кернеу жеткіліксіз. Тізбекте зарядтарды «айдайтын», яғни оларды төмен потенциалдан жоғары потенциалға дейін тасымалдайтын **ток көзі** қажет.

Электрқозғаушы күш (ЭҚК) – ток көзіндегі бөгде күштердің (химиялық, механикалық, жарықтық және т.б.) зарядты тұйықталған тізбек бойымен қозғағанда істеген жұмысының бірлік зарядқа қатынасы:

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{бөгде}}}{q}$$

Өлшем бірлігі де – вольт (В).

Ток көзінің **ішкі кедергісі** r – көздің ішінде зарядтардың қозғалысына кедергі жасайтын факторларды сипаттайды.

Көздің қысқаша белгіленуі: ε , r .

Клеммалардағы кернеу (сыртқы тізбек ұшындағы кернеу):

$$U = \varepsilon - Ir$$

Тұрақты ток үшін Ом заңы:

өткізгіш бөлік арқылы өтетін ток күші осы бөліктің ұштарындағы кернеуге тура пропорционал, ал кедергісіне кері пропорционал:

$$I = \frac{U}{R}$$

Графикалық түрде (металл өткізгіш үшін) $I(U)$ сызықты тәуелділік, ноль арқылы өтетін түзу.

Көлбеулік бұрышын $1/R$ сипаттайды.



Толық тізбек – сыртқы кедергіден R және көздің ішкі кедергісінен r тұратын тізбек.

Тұйықталған тізбек үшін Ом заңы:

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

Клеммадағы кернеу:

$$U = IR = \varepsilon - Ir$$

Арнайы жағдайлар:

- Ток жоқ ($I = 0$): ашық тізбек, $U = \varepsilon$.
- Қысқа тұйықталу ($R \rightarrow 0$):

$$I_{\text{к.т.}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

өте үлкен ток, қауіпті режим.

Толық тізбек – сыртқы кедергіден R және көздің ішкі кедергісінен r тұратын тізбек.

Тұйықталған тізбек үшін Ом заңы:

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

Клеммадағы кернеу:

$$U = IR = \varepsilon - Ir$$

Арнайы жағдайлар:

- **Ток жоқ** ($I = 0$): ашық тізбек, $U = \varepsilon$.
- **Қысқа тұйықталу** ($R \rightarrow 0$):

$$I_{\text{к.т.}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

өте үлкен ток, қауіпті режим.

Өткізгіш арқылы ток өткенде, зарядтар кристалдік тор атомдарымен соқтығысып, өздерінің кинетикалық энергиясының бір бөлігін оларға береді. Нәтижесінде өткізгіш қызады.

Джоуль–Ленц заңы:

өткізгіш арқылы ток өткенде бөлінген жылу мөлшері ток күшінің квадратына, өткізгіштің кедергісіне және токтың өту уақытына тура пропорционал:

$$Q = I^2 R t$$

Сондай-ақ, Ом заңы мен қуат байланысын ескеріп:

$$Q = U I t = \frac{U^2}{R} t$$

Электр қуаты:

$$P = \frac{dA}{dt} = U I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

Өлшем бірлігі – ватт (Вт).

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 9th ed. – Cengage Learning, 2014. – 1622 p.