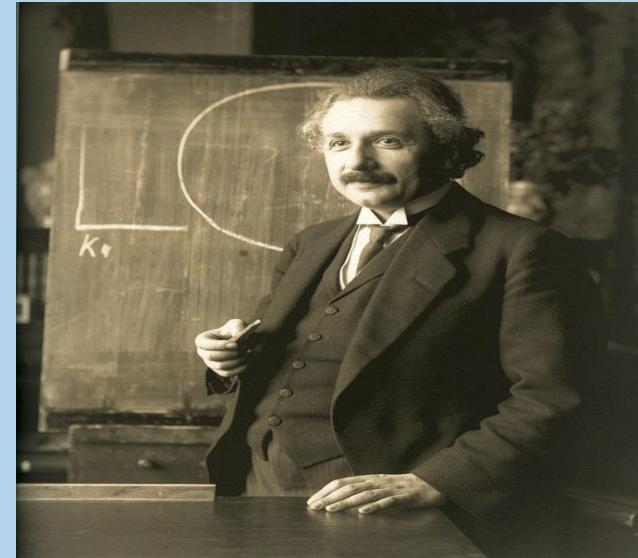




TILAME

Fizika matematika fani o‘qituvchisi

Muxtorov Akbarjon Asqarjon o’g’li



ЭЛЕКТРОСТАТИКА

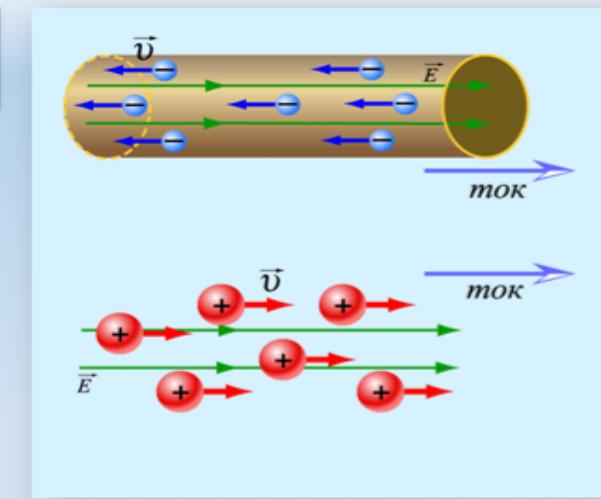
Маъруза режаси

- Электр токи.
- Токнинг кучи ва зичлиги.
- Электр токининг мавжудлик шарти.
- Ом ва Джоул-Ленц қонунларининг интеграл ва дифференциал кўринишлари.
- Гальваник элементли занжир қисми учун Ом қонуни.
- Кирхгоф қоидалари.
- Газларда электр токи.
- Мустақил ва мустақил бўлмаган газ разрядлари.
- Плазма тўғрисида тушунча.

Электр токи

Электр зарядларининг тартибли ҳаракати электр токи деб аталади.

Мұсбат зарядларнинг ҳаракат йүналиши электр токининг йүналиши ҳисобланади.

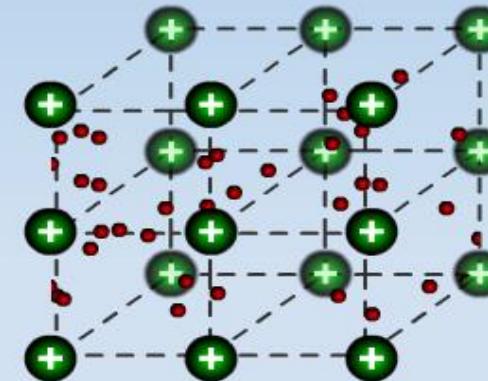
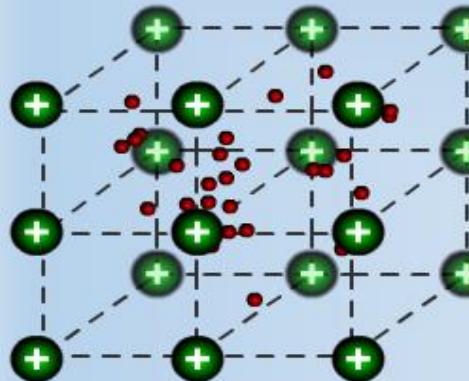


TIAAME

Ток күчи – электр токининг ўлчов миқдоридир – берилған юздан кичик вақт оралиғида күчирилған dq заряднинг шу dt вақт оралиғи нисбатига тенг скаляр физик катталиқдир.

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

Металларда электр токи



$$I = ne \langle v \rangle S$$

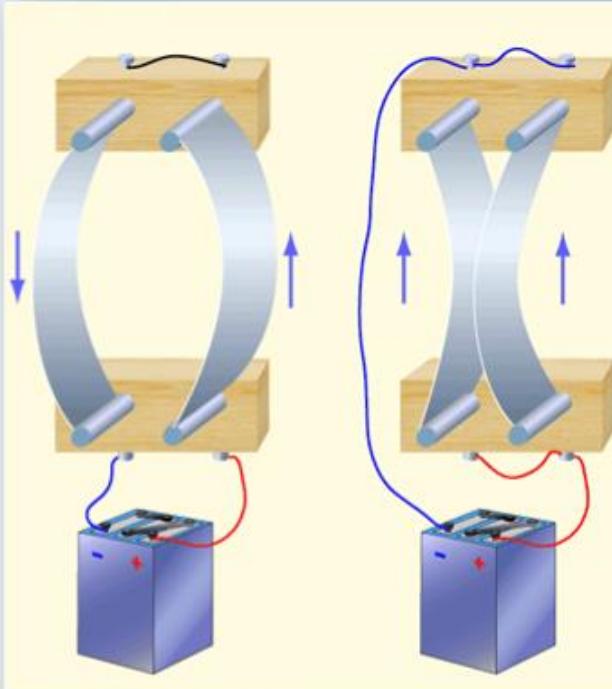
n - концентрация

q - заряд

v - зарядлар тартибли ҳаракатининг
үртаса тезлиги

Ток күчининг бирлиги

$$[I] = [A]$$



Электр токи кучи бирлиги – ампер 1 метрли ўтказгичнинг ҳар бир қисмида $2 \cdot 10^{-7}$ Ньютон таъсир кучи ҳосил қиласидиган, вакуумда 1 метр оралиқда жойлашган, ҳисобга олмайдиган даражада кичик күндаланг кесим юзасига эга бўлган, чексиз узунликдаги тўғри чизиқли параллел жойлашган ўтказгичлардан ўтаётган ўзгармас ток кучига айтилади.



Ток кучи зичлиги



ТПАМЕ

Ток кучининг зичлиги деб, ўтказгичнинг бир бирлик кўндаланг кесим юзасидан dS ўтган dI ток кучига миқдор жиҳатидан тенг бўлган физик катталикка айтилади:

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$$

$$j = \frac{I}{S}$$

$$\vec{j} = ne\langle \vec{v} \rangle$$

$$[j] = \left[\frac{A}{m^2} \right]$$

Иҳтиёрий сиртдан ўтаётган ток кучи ток зичлиги вектори оқими билан аниқланади

$$I = \int_S \vec{j} d\vec{S}$$

Узлуксизлик тенгламаси

$$\oint j dS = \oint \frac{dq'}{dt} = - \oint \frac{dq}{dt}$$

q' ёпиқ сирт билан чегараланган ҳажмдан чиқаётган заряд.



Токнинг мавжуд бўлиш шарти



TPAME

1. *Ток ташувчилар – тартибли ҳаракат қилаоладиган зарядланган заррачаларнинг мавжудлиги.*
2. *Қандайдир усул билан энергияси тикланадиган, электр майдоннинг мавжудлиги.*
3. *Занжирда узлуксиз ўзгармас ток ўтиб туриши учун, Кулон кучидан ташқари потенциаллар фарқини ҳосил қилувчи ташқи ноэлектрик кучлар – электрга ёт кучлар бўлиши мавжудлиги.*

Ток манбаълари орқали зарядларга таъсир қилувчи, ноэлектрик кучлар ташқи кучлар деб аталади.

Ток манбаълари

Ташқи күч хосил қылған майдон таъсирида, ток манбаъи ичида электр зарядлари электростатик майдон күчларига қарши ҳаракатланадилар, занжирнинг учларида потенциаллар фарқи таъминланиб туради, натижада, занжирда доимий электр токи оқади.

Ток үтказилганда электр энергияси манбаъи бўладиган қурилмалар *аккумуляторлар* деб аталади.



Химиявий энергия ҳисобидан электр энергияси манбаъи бўладиган қурилмалар *гальваник элементлар* деб аталади.



Ток таъсири



ТПАМЕ

1. Иссиқлик таъсири. Ток ўтаётган ўтказгич қизийди.

Иссиқлик таъсири деярли доимо намоён бўлади. Ўта ўтказгичларда тоқ ўтганда токнинг иссиқлик таъсири намоён бўлмайди.

2.Химиявий таъсир. Электр токи ўтказгичнинг химиявий таркибини ўзгартиради. Бу ходиса электролитларда ток ўтганда намоён бўлади..

3.Магнит таъсир. Ток қўшни ўтказгичлардан ўтадиган токларга ва магнит жисмларга куч билан таъсир ўтказади. Токнинг магнит таъсири барча ўтказгичларда, химиявий ва иссиқлик таъсиридан фарқли барча ҳолларда намоён бўлади.



Электр юритувчи күч (ЭЮК)



ТПАМЕ

Бирлик мусбат зарядни кўчиришда ташқи кучларнинг бажарган иши билан аниқланадиган физик катталикка занжирнинг *электр юритувчи кучи* деб аталади:

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q_0}$$

Занжирнинг ёпиқ қисмida ташқи кучларнинг бажарган иши

$$A = \oint \vec{F}_{\text{тashки}} \, d\vec{l} = q_0 \oint \vec{E}_{\text{тashки}} \, d\vec{l}$$

Ёпиқ занжирдаги ЭЮК – бу ташқи кучлар майдони кучланганлиги векторининг циркуляциясидир:

$$\mathcal{E} = \oint_{\text{тashки}} \vec{E} \, d\vec{l}$$



Электр юритувчи күч (ЭЮК)



ТПАМЕ

Зарядга бир вақтда ташқи күчлар ва электростатик майдон күчлари таъсир
этганда натижавий күч қуийдагича бўлади:

$$\vec{F} = \vec{F}_{\text{ташқи}} + \vec{F}_e = q_0(\vec{E}_{\text{ташқи}} + \vec{E})$$

Кўчишнинг 1-2 қисмларида натижавий күчнинг бажарган иши:

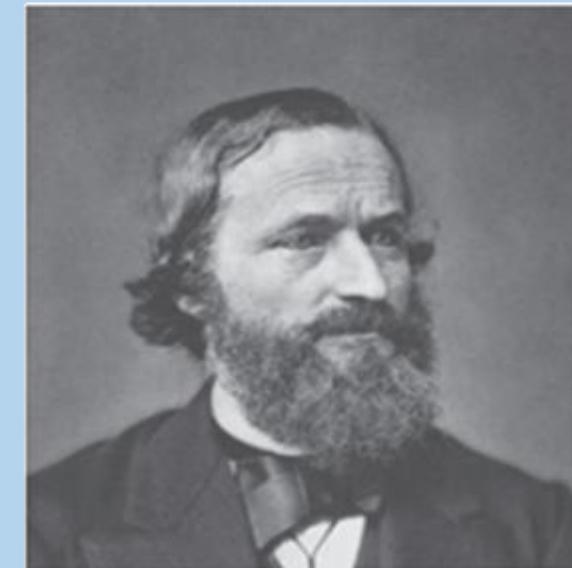
$$A_{12} = q_0 \int_1^2 \vec{E}_{\text{ташқи}} \overrightarrow{dl} + q_0 \int_1^2 \vec{E} \overrightarrow{dl} = q_0 \mathcal{E}_{12} + q_0(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Электростатик күчларнинг ёпиқ занжирда бажарган ишлари нолга teng
бўлгани учун

$$A = q_0 \mathcal{E}$$



Georg Simon Ohm
German physicist (1789–1854)



Gustav Kirchhoff
German Physicist (1824–1887)



TIIAME



Күчланиш



ТПАМЕ

Занжирнинг 1-2 қисмидаги күчланиш тушиши занжирнинг шу қисмида бирлик мусбат зарядни кўчиришда электростатик ва ташқи күчларнинг бажарган ишлари йиғиндисига тенг бўлган физик катталикка айтилади.

$$U_{12} = \frac{A_{12}}{q_0} = \varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12}$$

Электр қаршилиги

Электр токининг ўтишига қаршилик қилувчи ўтказгичнинг хусусияти қаршилик деб аталади.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$[R] = \left[\frac{B}{A} \right] = [O \cdot m]$$



Солишири маңыздылык



ТПАМЕ

Үтказгичнинг солишири маңыздылыги ρ деб үзунлиги 1 м ва юзасининг кўндаланг кесими 1m^2 бўлган үтказгичнинг солишири маңыздылыгига айтилади.

$$[\rho] = [O\text{m} \cdot \text{m}]$$

Электр үтказувчаник

Электр солиширикка тескари бўлган физик катталик үтказгичнинг электр үтказувчанилиги деб аталади.

$$G = \frac{1}{R}$$

$$[G] = [C\text{m}]$$

Солишири маңыздылык

Солишири маңыздылыкка тескари бўлган тескари физик катталикка үтказгич моддасининг солишири маңыздылык электр үтказувчанилиги деб аталади:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

$$[G] = [C\text{m} / \text{m}]$$



Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни



ТПААМЕ

Интеграл кўринишда

Биржинсли металл ўтказгичдан ўтувчи ток кучи ўтказгич учларидаги кучланиш тушишига пропорционалдир

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

Дифференциал кўринишда

Ўтказгич ичидаги исталган нуқтада токнинг зичлиги электр майдонининг кучланганлиги билан қўйидагича боғлангандир.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\frac{U}{l} = E$$

$$\frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} \frac{U}{l}$$

$$\gamma = \frac{1}{\rho} \quad j = \frac{I}{S}$$

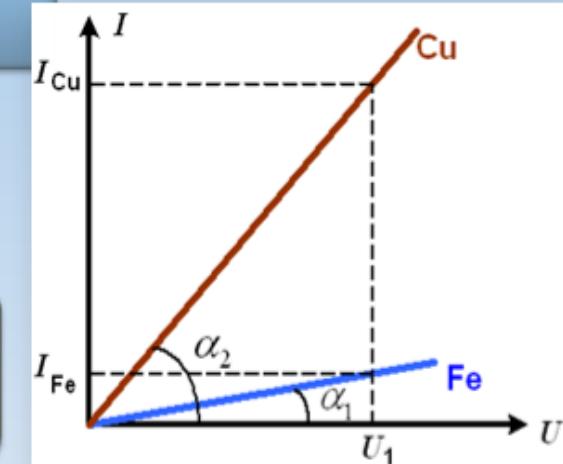
$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

Үтказгичларнинг вольт-ампер характеристикаси

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

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

$$R = ctg\alpha$$

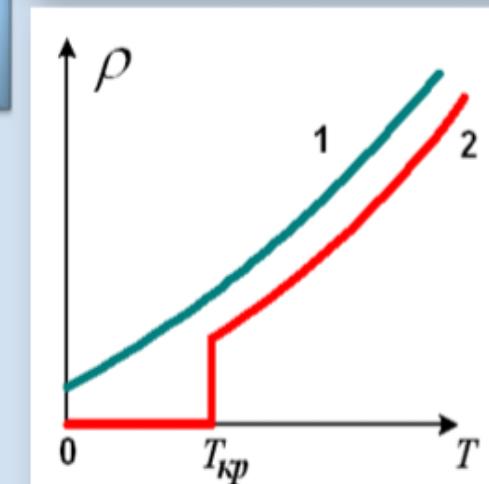


Қаршиликнинг температурага боғлиқлиги

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

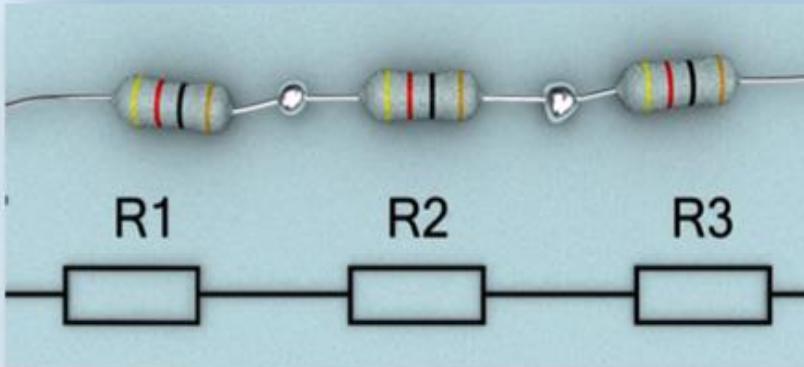
α - қаршиликнинг температура коэффициенти.



Қаршиликтарни кетма-кет улаш



TIAAME



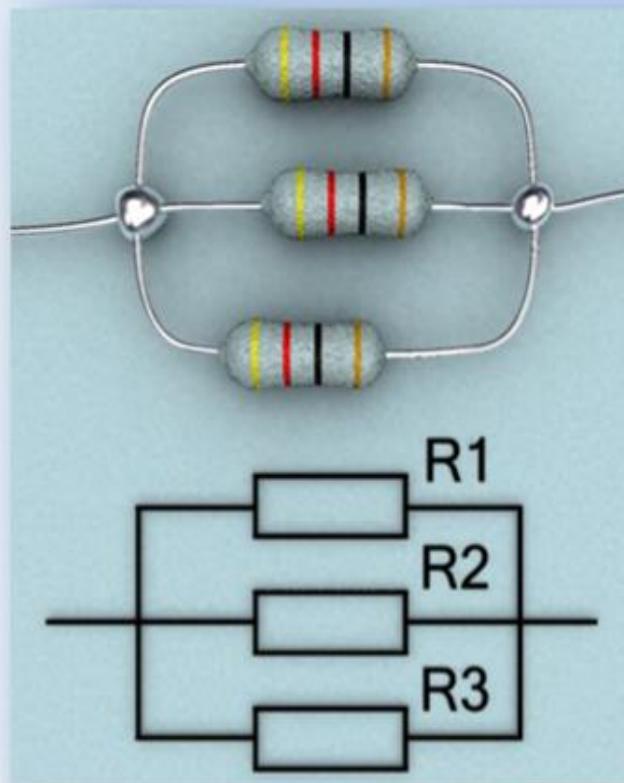
$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R = \sum_{i=1}^n R_i$$

Параллел улаш



$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

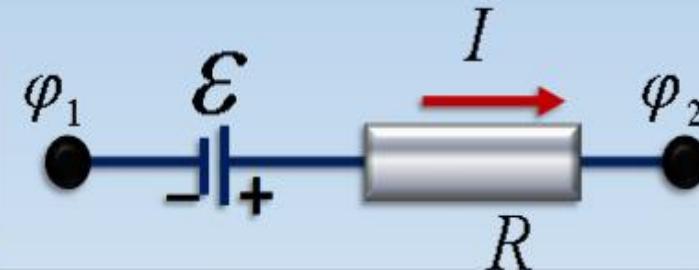
$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

Бир жинсли бўлмаган занжирнинг қисми учун Ом қонуни



TIPAME

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12}}{R}$$



Танланган йўналишда, ЭЮК нинг мусбат зарядлар ҳаракатига имкон берадиган ҳолати $\mathcal{E}_{12} > 0$, қаршилик кўрсатадиган ҳолати эса $\mathcal{E}_{12} < 0$ кўринишда белгиланади.

Ток ташувчилар устидан ташқи ва электростатик кучлар бажарган умумий иш занжирнинг шу қисмida ажралиб чиқсан иссиқлик миқдорига teng.

$$A_{12} = q_0 \mathcal{E}_{12} + q_0 \Delta \varphi$$

$$Q = I^2 R t = IR(It) = IRq_0$$



Ом қонунининг хусусий ҳоллари



ТПАМЕ

1. Занжирнинг берилган қисмида ток манбаи мавжуд бўлмаган ҳолда занжирнинг биржинсли қисми учун Ом қонунига эга бўламиз:

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

2. Агар занжир ёпиқ бўлса ($\Delta\varphi = 0$), у ҳолда Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни қўйидаги кўринишда бўлади

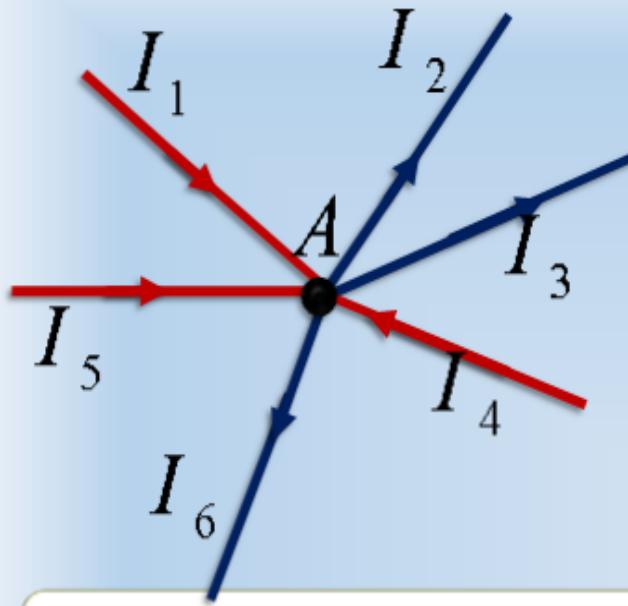
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$$

3. Занжир узилган $I = 0$ ҳолда ва $\mathcal{E}_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$, яъни узилган занжирдаги ЭЮК занжир учларидаги потенциаллар фарқига teng,

4. Ташқи занжирнинг қаршилиги қисқа туташган ҳолда ток кучи фақат ток манбаъининг ички қаршилиги билан чегараланади.

$$R = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r}$$



Кирхгофнинг биринчи қоидаси

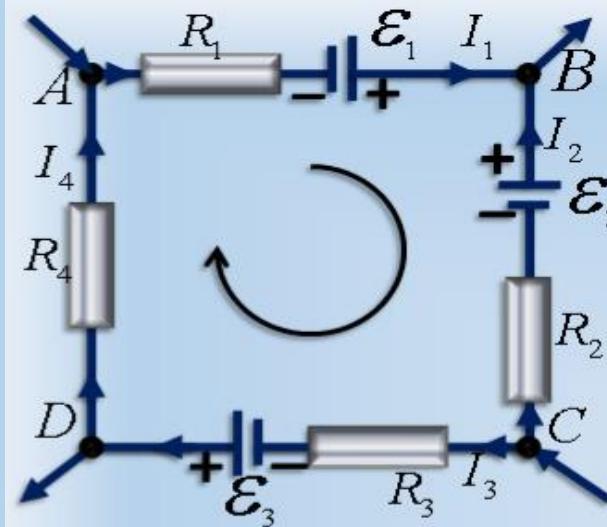
Занжирнинг тугунида
учрашадиган токларнинг
йиғиндиси нолга teng

$$\sum_k I_k = 0$$

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0$$

Занжир тугунига кирувчи ток мұсбат, чиқувчи ток манфий
хисобланади.





ЭЮК берилган йўналишда мусбат зарядларнинг ҳаракатига имкон берган ҳолда

$$E_{12} > 0$$

Қаршилик кўрсатганда

$$E_{12} < 0$$

Кирхгофнинг иккинчи қоидаси

тармоқланган электр занжирининг ихтиёрий ёпиқ контури қисмларидаги ток кучларининг мос равишда қаршиликларга кўпайтмаларининг алгебраик йиғиндиси, шу контурдаги ЭЮКларнинг алгебраик йиғиндисига тенгdir.

$$\sum_i I_i R_i = \sum_k E_k$$

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_2 + E_3$$



Токнинг бажарган иши



ТИАМЕ

Күлон ва ташқи кучлар электр занжири бўйлаб зарядларни кўчиришда иш бажарадилар.

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

$$[A] = [\text{Ж}]$$

Токнинг қуввати

Токнинг қуввати – бирлик вақтда бажарилган ишдир

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

$$[P] = \left[\frac{\text{Ж}}{\text{с}} \right] = [Bm]$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Bm}\cdot\text{с} &= 3600 \text{ Bm}\cdot\text{с} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Ж.} \\ 1 \text{ кBm}\cdot\text{с} &= 1000 \text{ Bm}\cdot\text{с} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ж.} \end{aligned}$$



Джоул-Ленц қонуни



ТПАМЕ

Интеграл күринишда

Занжирнинг бир қисмida доимий электр токи таъсирида ажralадиган иссиқлик миқдори ток кучининг квадратини ток ўтиш вақтига ва занжирнинг шу қисми электр қаршилигига кўпайтмасига тенгdir.

$$Q = \int_0^t I^2 R dt = I^2 R t.$$

Токning солишиштирма иссиқлик қуввати бирлик вақтда бирлик ҳажмда ажralадиган иссиқлик миқдорига тенгdir:

$$w = \frac{dQ}{dVdt} = \rho j^2$$

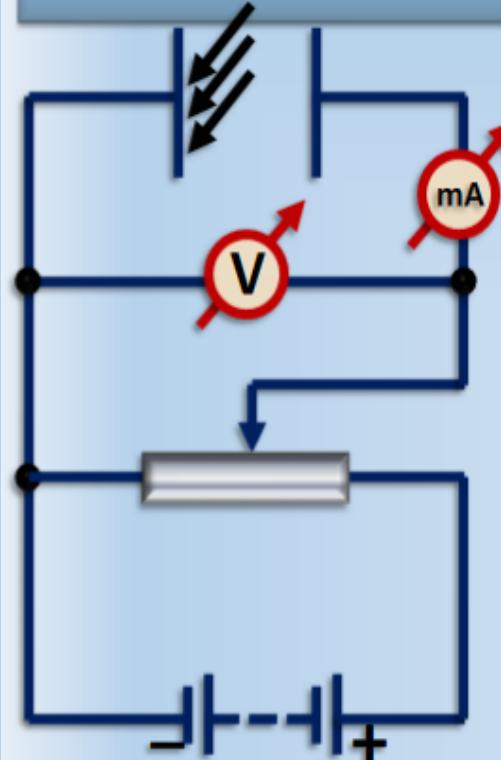
Дифференциал күринишда

$$w = jE = \gamma E^2$$

Газларда электр токи



ТПАМЕ



Ионлашган газ орқали электр токининг ўтиши газ разряди деб аталади.

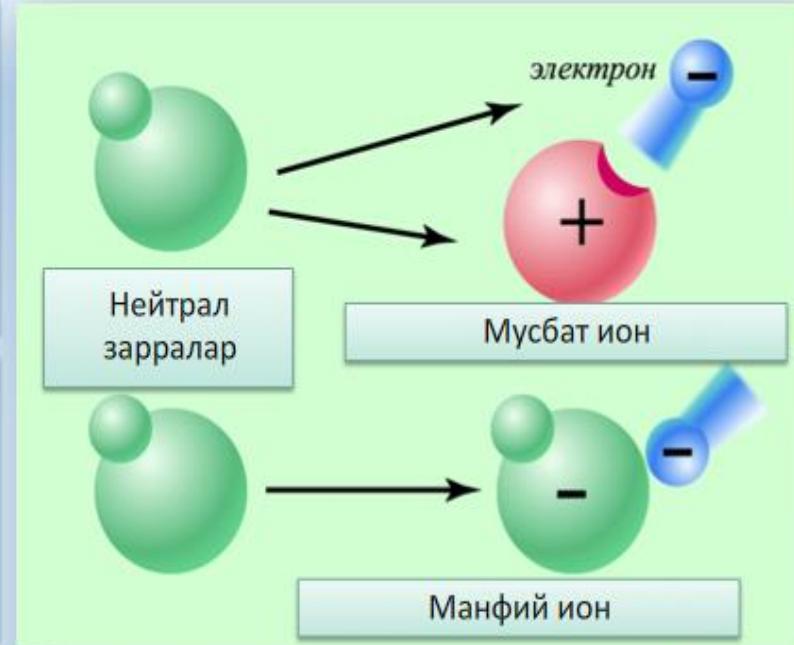
Ташқи ионизаторлар таъсирида мавжуд бўлувчи газ разряди мустақил бўлмаган газ разряди деб аталади.

Ташқи ионизатор таъсири тугагандан сўнг давом этадиган разряд мустақил газ разряди деб аталади.

Газларнинг ўтказувчанлиги

Газлардаги ток ташувчилар:
электронлар, мусбат ва
манфий ионлар.

*Ионизация энергияси – газ
молекуласидан битта
электронни ажратиш учун
сарфланадиган
энергиядир.*



Ионланиш - иситиш ёки нурланиш таъсири натижасида атомнинг мусбат зарядланган ионга ва электронга ажралиш жараёнидир.

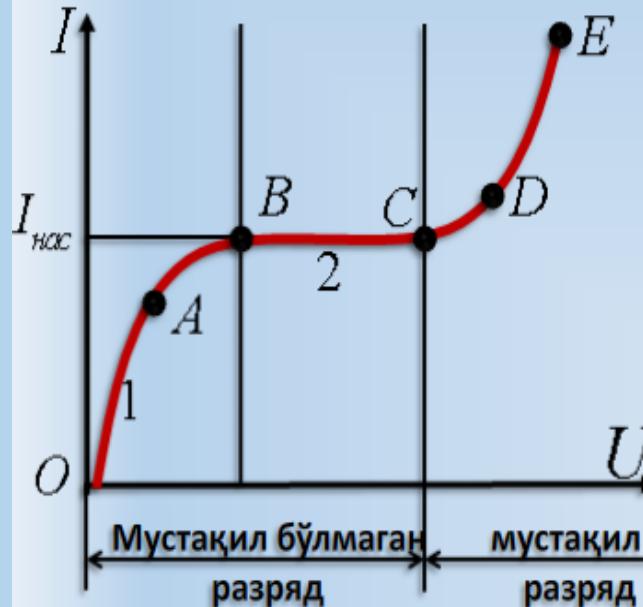
Рекомбинация – ионланиш жараёнига тескари жараёндир: газларда мусбат ва манфий ионлар, мусбат ионлар ва электронлар ўзаро учрашганда нейтрал атомлар ва молекулалар хосил бўлиши жараёнидир.



Газ разрядининг вольт - ампер характеристикаси



TIPAME



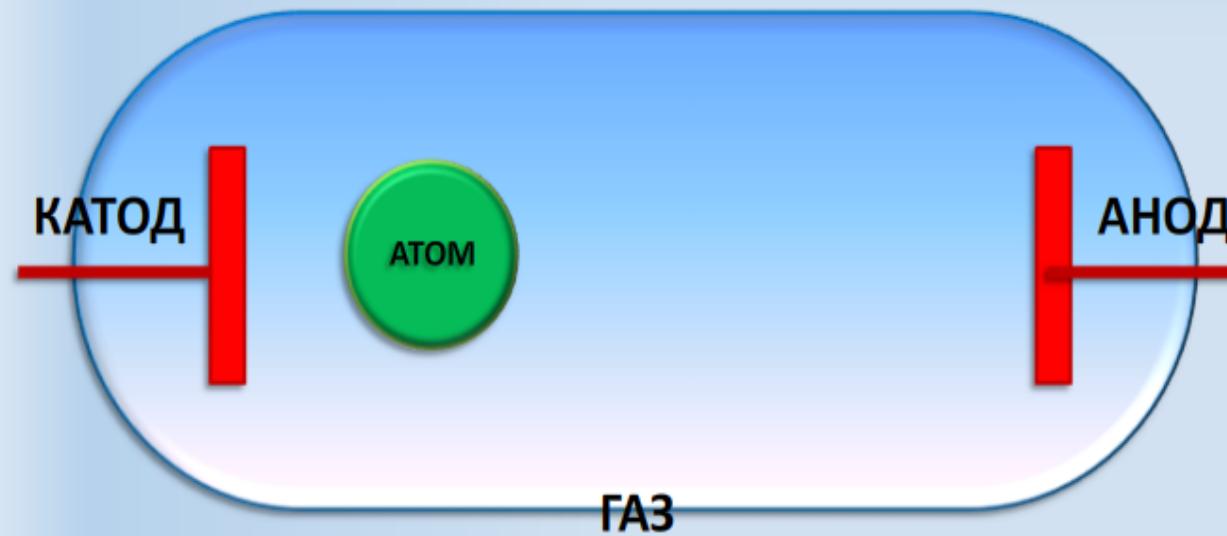
ВАХнинг BC қисмiga тўғри келган ток тўйиниши токи деб аталади, унинг катталиги ионизаторнинг қувватини белгилайди.

ОА қисмида Ом қонуни бажарилади.

AB қисмида ток кучи ўсиши секинлашади.

BC қисмида разряд токи тўхтайди.

Мұстақил бүлмаган газ разряди





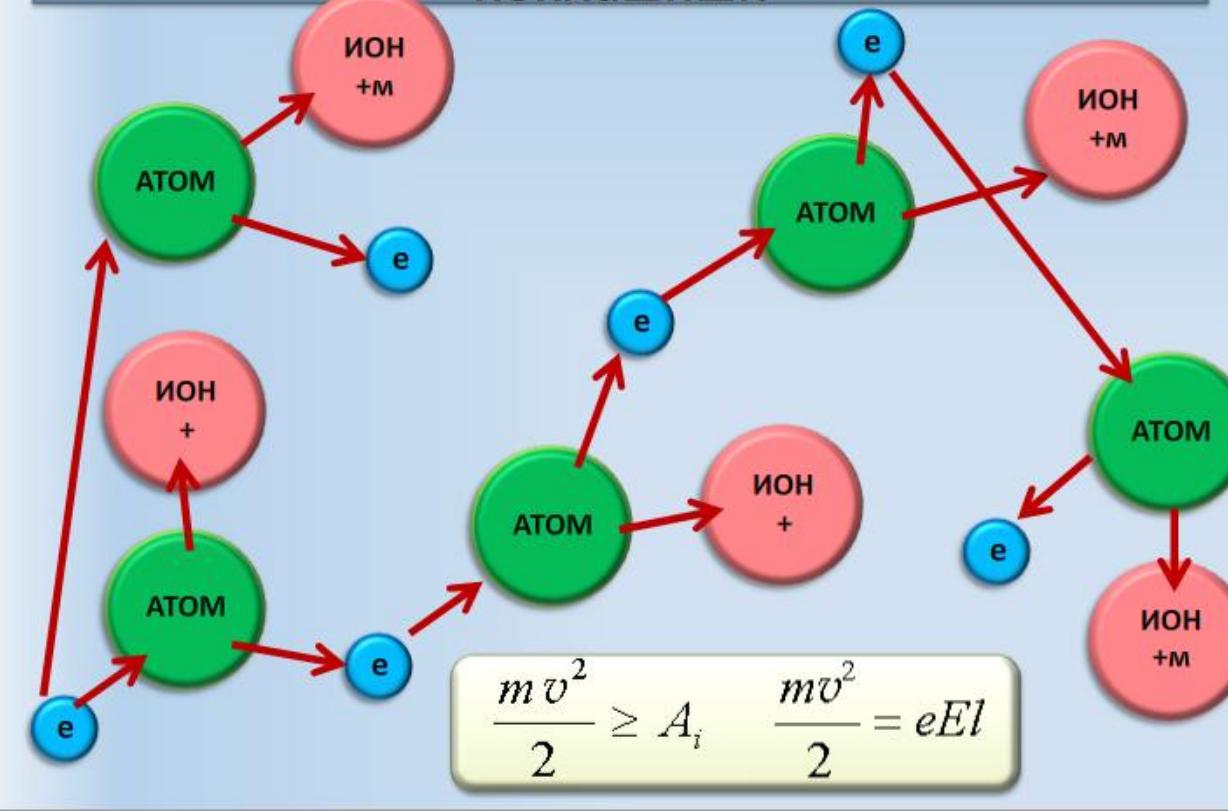
Мустақил газ разряди



ТПАМЕ

Газ үстүнiga қўйилган кучланиш ошганда, ионизатор хосил қилган, электр майдони орқали тезлатилган бирламчи электронларнинг урилиши натижасида газ молекулаларини ионлаштириб, иккиламчи электронлар ва ионлар хосил қиладилар. Электронлар ва ионларнинг умумий миқдори анодга яқинлашишида лавинага ўхшаб ошади. Шу жараён газ разрядининг вольт-ампер характеристикасининг CD қисмида токнинг ошишига сабаб бўлади ва у урилиш ионлашиши деб аталади.

Электронларни атомлар билан урилишидаги ионлашиши





Катоддан электронларнинг эмиссияси

Термоэлектрон эмиссия деб қиздирилган катоддан электронларнинг сочилиш жараёнига айтилади.

Сезиларли кучланишларда газ бўшлиқлари орасида электр майдони орқали тезлатилган мусбат ионлар етарлича энергияга эга бўлганда ионлар лавинасини келтириб чиқаради.

Электронлар лавинаси билан бирга ионлар лавинасининг хосил бўлиши ток кучи кучланиши ортмасдан бирдан ошаборади (газ разряди вольт – ампер характеристикасининг DE қисми).



ТПАМЕ



Мустақил разрядларнинг турлари

- *Тутовчи разряд – паст босимларда хосил бўлади.*
- *Учқунли разряд – атмосфера босими остида бўлган газларда электр майдон кучланганлиги катталигига пайдо бўлади.*
- *Ёйли разряд – шу ҳолларда кузатилади:*
 - а) Кучли манбаъ орқали учқунли разряд ёнганидан сўнг электродлар орасидаги масофа камайтирилганда;
 - б) учқун босқичини ўтганда, электродларни яқинлаштириб бир-бирига текказилгандан сўнг ажратилганда.
- *Тожли разяд - катта сирт эгриликлариiga эга бўлган электродлар атрофидаги кучли биржинсли бўлмаган майдонда катта босим мавжудлигига.*



TIPAME



Плазма



TIPAME

Плазма – бу қисман ёки тўла ионлашган газ бўлиб, унда мусбат ва манфий зарядлар зичлиги мос бўлади.

Плазма электр нейтрал тизим бўлади. Ионлашган даражаси ҳар хил бўлиши мумкин. Тўла ионлашган плазмада нейтрал атомлар бўлмайди.

Газларни иситишдан ташқари, турли нурланиш ва тезлатилган зарядланган заррачалар билан бомбардировка қилинганда ҳам плазма хосил бўлиши мумкин. Ана шу плазма паст температурали плазма деб аталади.



Foydalanilgan adabiyotlar



TILAME

1. Douglas C, Giancoli. "PHYSICS". PRINCIPLES WITH APPLICATIONS. Pearson.2014, 1079 page.
2. Абдураҳмонов К.П., Эгамов У. "Физика курси". Дарслик. Тошкент. 2011. 508 б.
3. Musayev R.X. "Statik fizika va termodinamika". Darslik. O'zbekiston. 2008. 252 б.
4. Sultonov V.A. "Fizika kursi". Darslik. Fan va texnologiya. 2007. 297 б.
5. Ахмаджонов О.А. "Физика курси". Дарслик. 1-3қ. Тошкент. Ўқитувчи. 1988-1989. 254 б, 206, 270.
6. Qodirov O va boshqalar. "Fizika kusri". O'quv qo'llanma. Fan va texnologiya. 2005.231 б.
7. Karimov Z., Baxromov X. Umumiy fizika kusridan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. TIMI. 2008. 166 б.
8. Toshxonova J.A va boshqalar. Fizikadan praktikum. O'quv qo'llanma. O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2006. 267б, 269б.
9. B.A.Mirsalixov, M.Yu. Mansurova. Mexanika, molekulyar fizika va elekrodinamika. Amaliy mashg'ulotlarni bajarishga doir uslubiy qo'llanma. TTYMI. 2015. 90 б.