



ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА КИШЛОК
ХУЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

МТУ



**УЗГАРМАС ЭЛЕКТР
ТОКИ**

Доцент в.б. З.Ф. Бекназарова



ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА КИШЛОК ХУЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

MTU



Ом ва Джоул-Ленц қонунларининг
интеграл ва дифференциал кўриниши.
Гальваник элементли занжир қисми учун
Ом қонуни. Кирхгоф қоидалари.

ДОЦ.В.Б З.Ф. Бекназарова

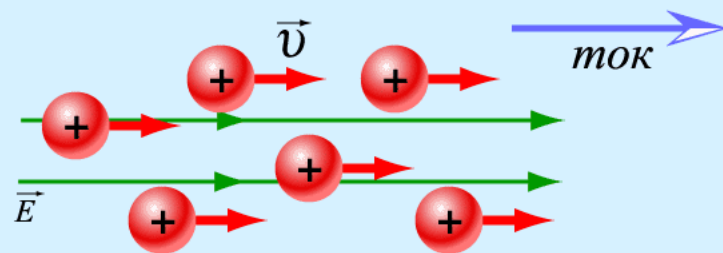
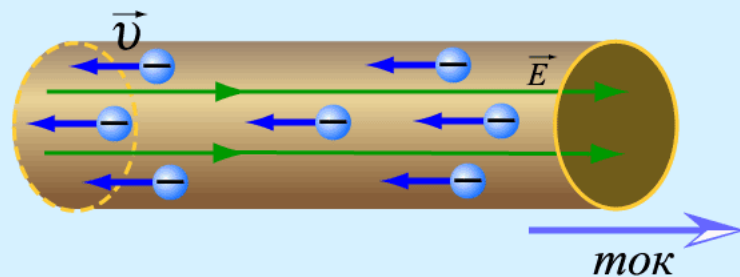
Маъруза режаси

- **Электр токи.**
- **Токнинг кучи ва зичлиги.**
- **Электр токининг мавжудлик шарти.**
- **Газларда электр токи.**
- **Мустақил ва мустақил бўлмаган газ разрядлари.**
- **Плазма тўғрисида тушунча.**

Электр токи

Электр зарядларининг тартибли ҳаракати *электр токи* деб аталади.

Мусбат зарядларнинг ҳаракат йўналиши электр токининг йўналиши ҳисобланади.

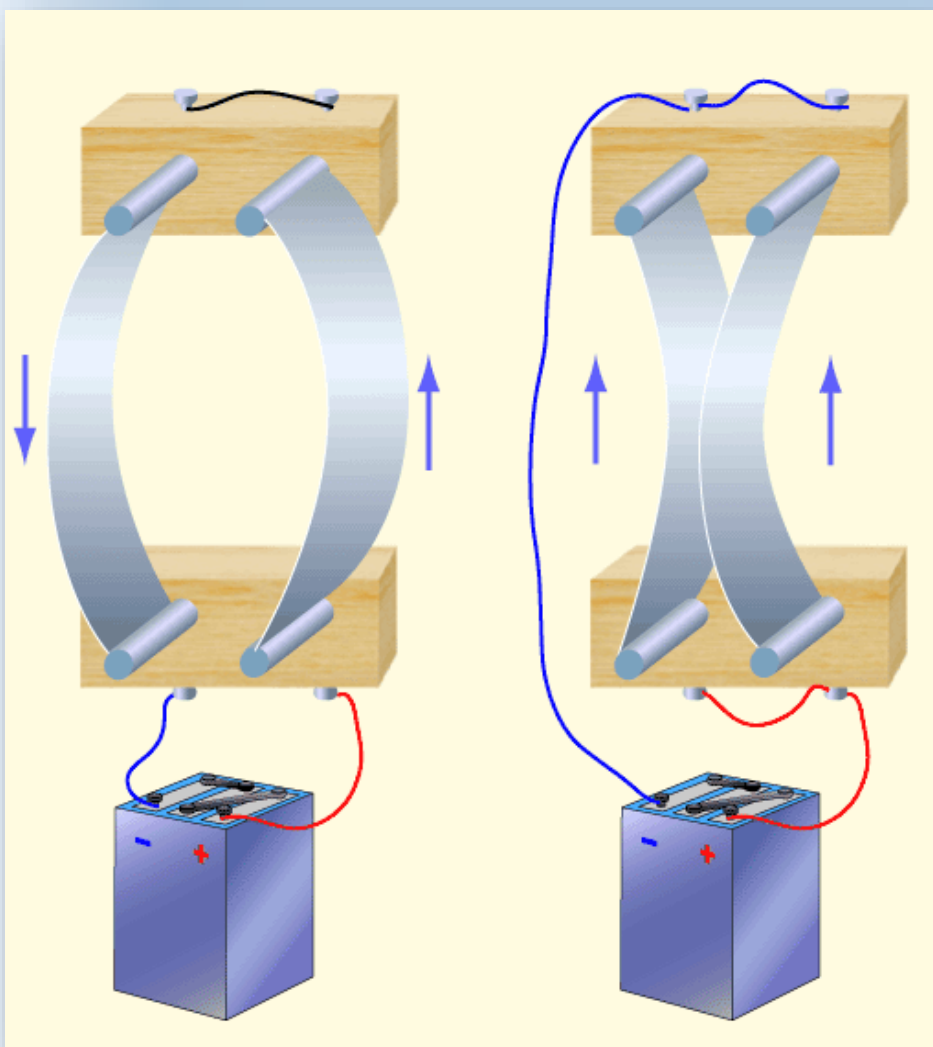


Ток кучи – электр токининг ўлчов миқдоридир – берилган юзадан кичик вақт оралигида кўчирилган dq заряднинг шу dt вақт оралиги нисбатига тенг скаляр физик катталиқдир.

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

Ток кучининг бирлиги

$$[I] = [A]$$



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

Ток кучи зичлиги

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

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

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

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

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

Ихтиёрий сиртдан ўтаётган ток кучи ток зичлиги вектори оқими билан аниқланади

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

Узлуксизлик тенгламаси

$$\oint \vec{j} d\vec{S} = \oint \frac{dq'}{dt} = - \oint \frac{dq}{dt}$$

q' ёпиқ сирт билан чегараланган ҳажмдан чиқаётган заряд.

Токнинг мавжуд бўлиш шарти

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 куч хосил қилган майдон таъсирида, ток манбаъи ичида электр зарядлари электростатик майдон кучларига қарши ҳаракатланадилар, занжирнинг учларида потенциаллар фарқи таъминланиб туради, натижада, занжирда доимий электр токи оқади.

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



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

Ток таъсири

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 тоқларга ва магнит жисмларга куч билан таъсир ўтказади. Токнинг магнит таъсири барча ўтказгичларда, химиявий ва иссиқлик таъсиридан фарқли барча ҳолларда намоён бўлади.

Электр юритувчи куч (ЭЮК)

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

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

Занжирнинг ёпиқ қисмида ташқи кучларнинг бажарган иши

$$A = \oint \vec{F}_{\text{тaшқи}} \cdot d\vec{l} = q_0 \oint \vec{E}_{\text{тaшқи}} \cdot d\vec{l}$$

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

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E}_{\text{стор}} \cdot d\vec{l}$$

Электр юритувчи куч (ЭЮК)

Зарядга бир вақтда ташқи кучлар ва электростатик майдон кучлари таъсир этганда натижавий куч қуйидагича бўлади:

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

Кўчишнинг 1-2 қисмларида натижавий кучнинг бажарган иши:

$$A_{12} = q_0 \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} \cdot d\vec{l} + q_0 \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = q_0 \mathcal{E}_{12} + q_0 (\varphi_1 - \varphi_2)$$

Электростатик кучларнинг ёпиқ занжирда бажарган ишлари нолга тенг бўлгани учун

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

Кучланиш

Занжирнинг 1-2 қисмидаги *кучланиш тушиши* занжирнинг шу қисмида бирлик мусбат зарядни кўчиришда электростатик ва ташқи кучларнинг бажарган ишлари йиғиндисига тенг бўлган *физик катталikka* 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.

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

$$[R] = \left[\frac{B}{A} \right] = [Om]$$

Солиштирама қаршилиқ

Ўтказгичнинг солиштирама қаршилиги ρ деб узунлиги 1 м ва юзасининг кўндаланг кесими 1 м^2 бўлган ўтказгичнинг қаршилигига айтилади.

$$[\rho] = [Oмгм]$$

Электр ўтказувчанлиқ

Электр қаршилиқка тескари бўлган физик катталиқ ўтказгичнинг электр ўтказувчанлиги деб аталади.

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

$$[G] = [Cм]$$

Солиштирама электр ўтказувчанлиқ

Солиштирама қаршилиқка тескари бўлган тескари физик катталиққа ўтказгич моддасининг солиштирама электр ўтказувчанлиги деб аталади:

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

$$[G] = [Cм / м]$$

Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни

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 қуйидагича боғлангандир.

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

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

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

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

$$j = \gamma E$$

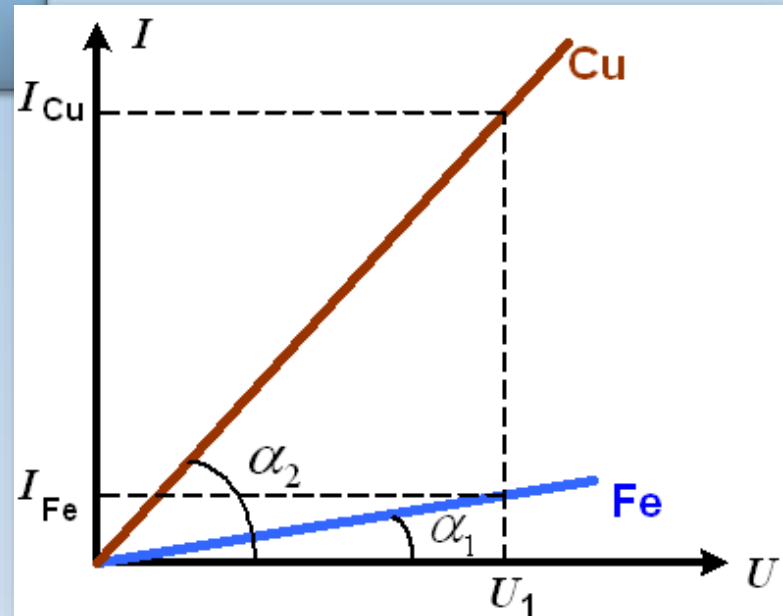
Ўтказгичларнинг вольт-ампер характеристикаси

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



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

$$R = ctg \alpha$$

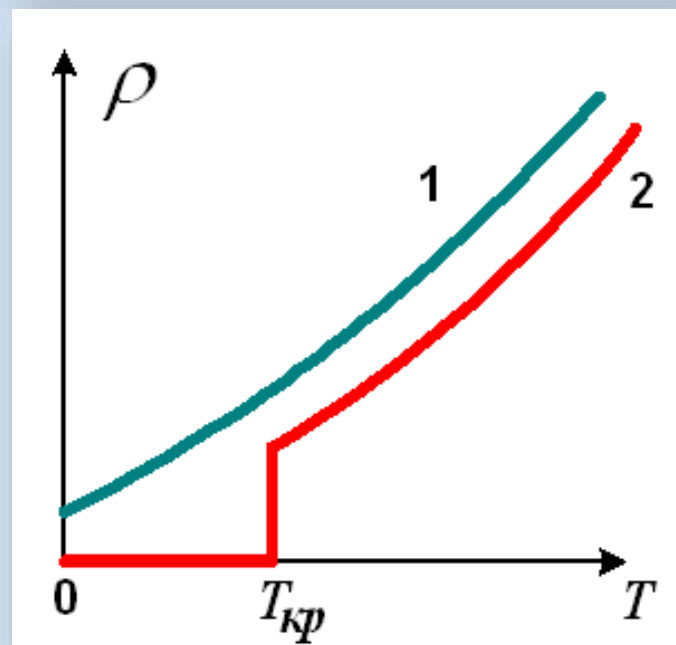


Қаршиликнинг температурага боғлиқлиги

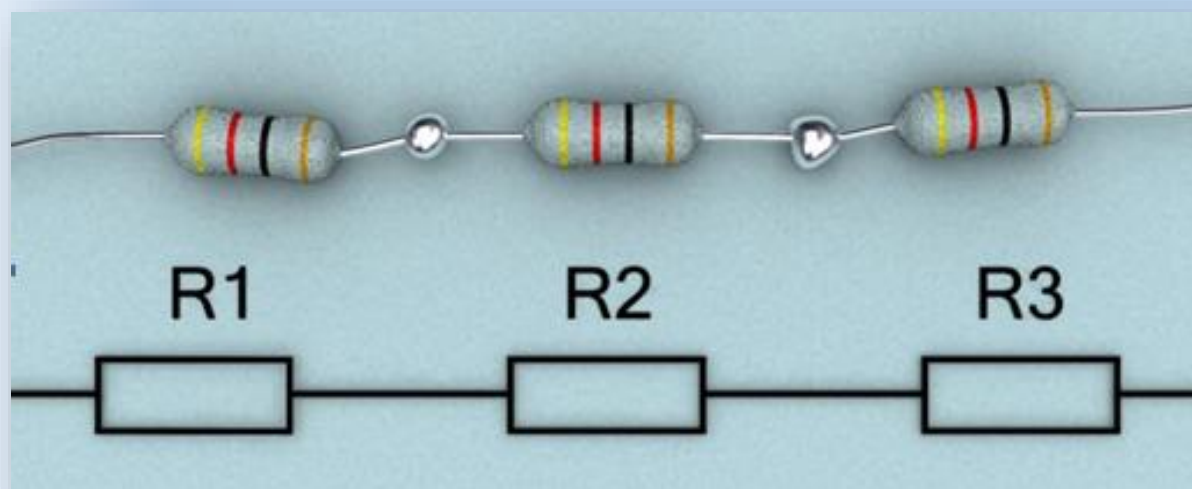
$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

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

α - қаршиликнинг температура
коэффициенти.



Қаршиликларни кетма-кет улаш

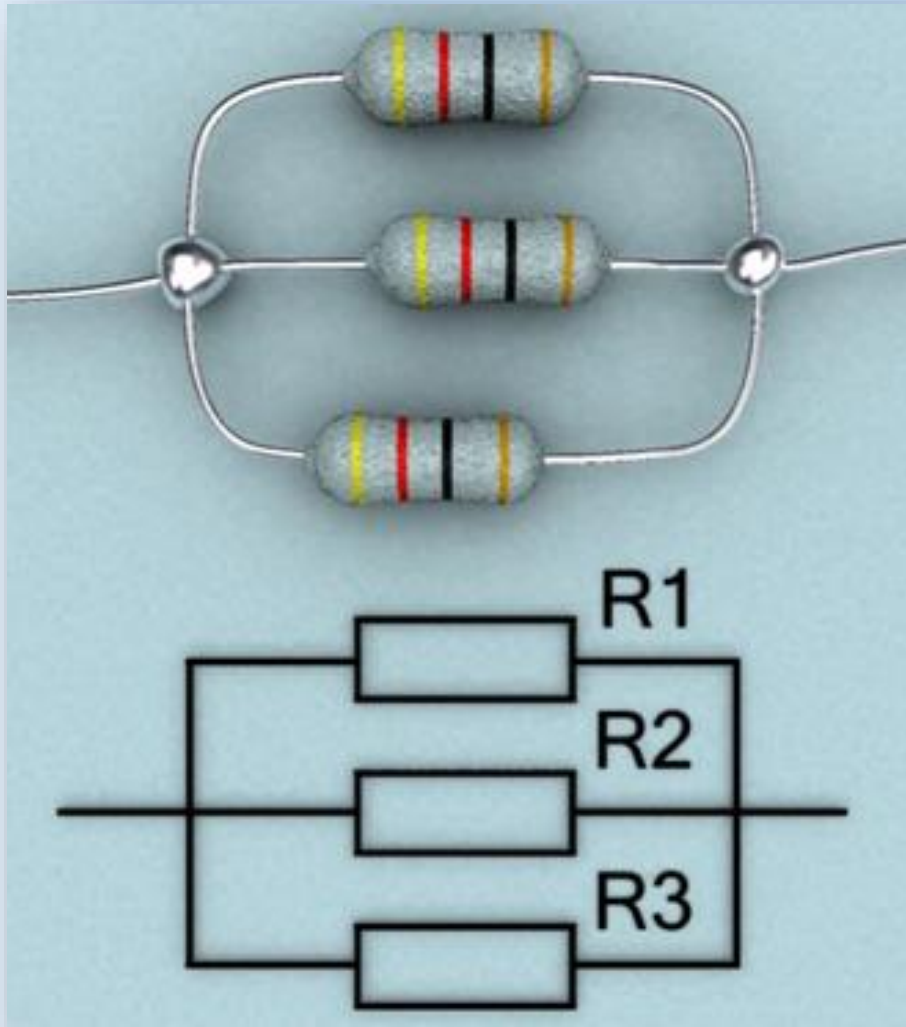


$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

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

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad R = \sum_{i=1}^n R_i$$

Параллел улаш



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

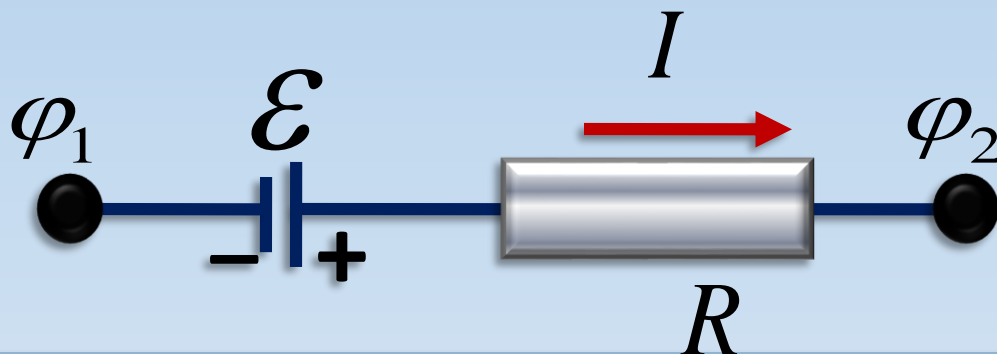
$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

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

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

Бир жинсли бўлмаган занжирнинг қисми учун Ом қонуни

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



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 қисмида ажралиб чиққан иссиқлик миқдорига тенг.

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

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

Ом қонунининг хусусий ҳоллари

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

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

1. Агар занжир ёпиқ бўлса ($\Delta\varphi = 0$), у ҳолда занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни қуйидаги кўринишда бўлади

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{r_{\text{внутр}} + R_{\text{внеш}}}$$

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

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

$$R_{\text{внеш}} = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r_{\text{внутр}}}$$

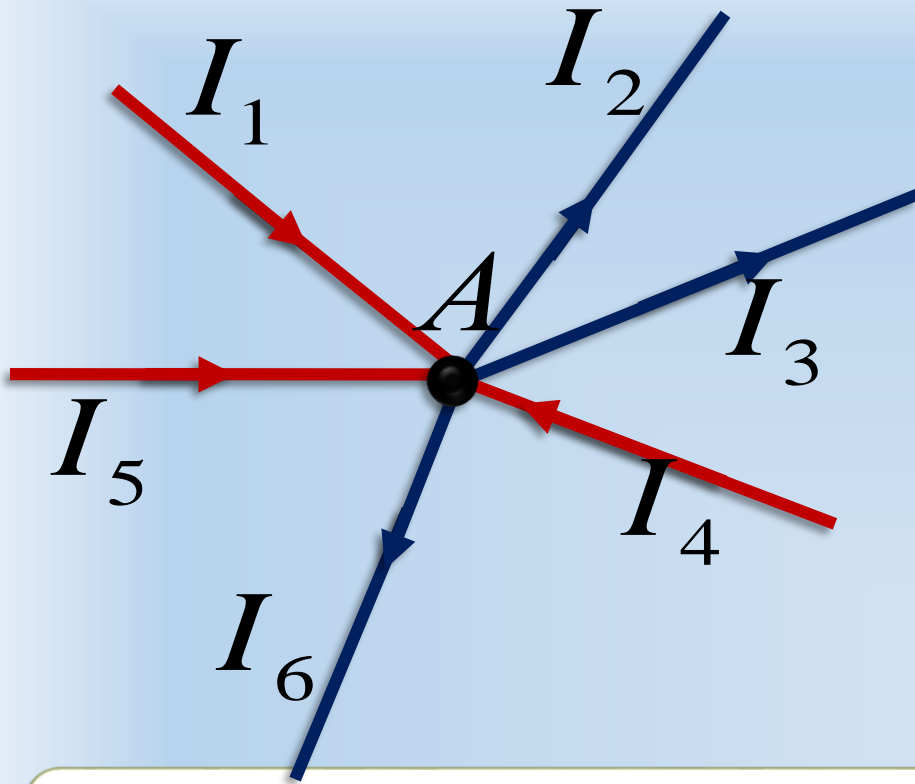
Кирхгофнинг биринчи қоидаси

Занжирнинг тугунида
учрашадиган тоқларнинг
йиғиндиси нолга тенг

$$\sum_k I_k = 0$$

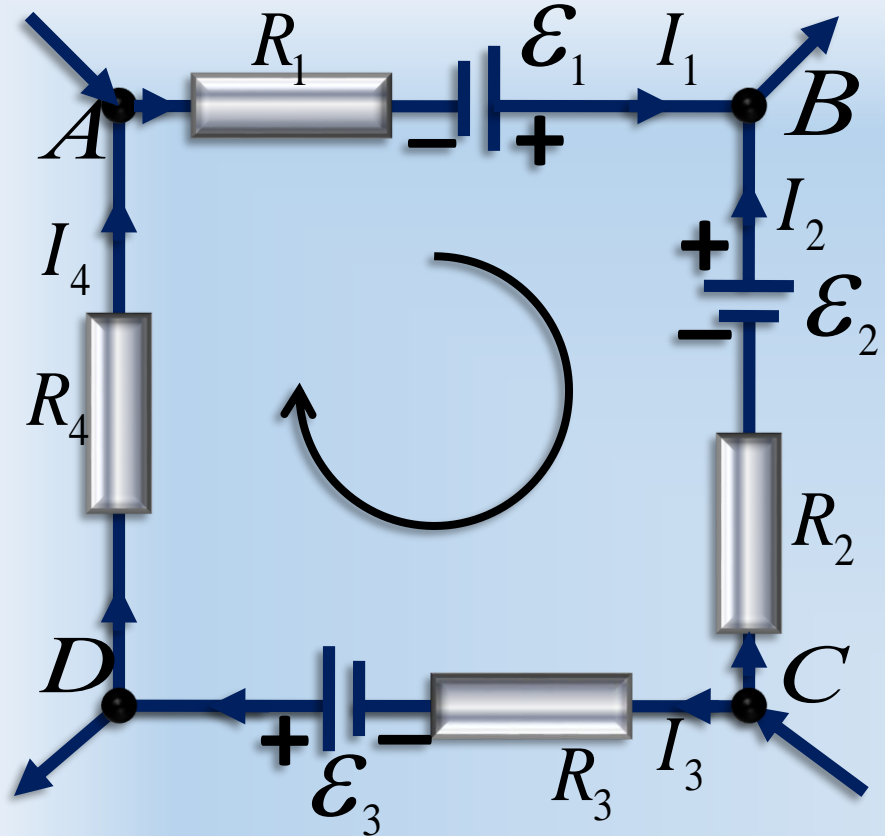
$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0$$

Занжир тугунига кировчи ток мусбат, чиқувчи ток манфий ҳисобланади.



Кирхгофнинг иккинчи қонуни

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



ЭЮК берилган йўналишда мусбат зарядларнинг ҳаракатига имкон берган ҳолда

$$\mathcal{E}_{12} > 0$$

Қаршилик кўрсатганда

$$\mathcal{E}_{12} < 0$$

$$\sum_i I_i R_i = \sum_k \mathcal{E}_k$$

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$$

Токнинг бажарган иши

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

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

$$[A] = [\text{Дж}]$$

Токнинг қуввати

Токнинг қуввати – бирлик вақтда бажарилган ишдир

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

$$[P] = \left[\frac{\text{Дж}}{с} \right] = [\text{Вт}]$$

$$1 \text{ Вт} \cdot с = 3600 \text{ Вт} \cdot с = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$$
$$1 \text{ кВт} \cdot с = 1000 \text{ Вт} \cdot с = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Джоул-Ленц қонуни

Интеграл кўринишда

Занжирнинг бир қисмида доимий электр токи таъсирида ажраладиган *иссиқлик миқдори* ток кучининг квадратини ток ўтиш вақтига ва занжирнинг шу қисми электр қаршилигига кўпайтмасига тенгдир.

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

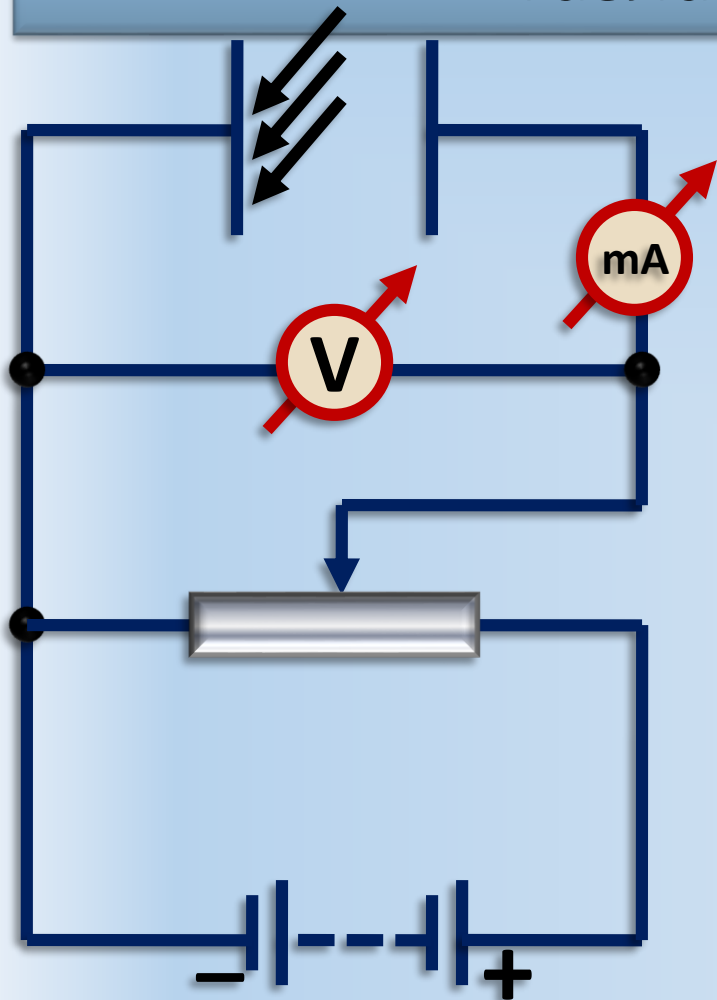
Токнинг солиштирама иссиқлик қуввати бирлик вақтда бирлик ҳажмда ажраладиган иссиқлик миқдорига тенгдир:

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

Дифференциал кўринишда

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

Газларда электр токи



Ионлашган газ орқали электр токининг ўтиши *газ разряди* деб аталади.

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

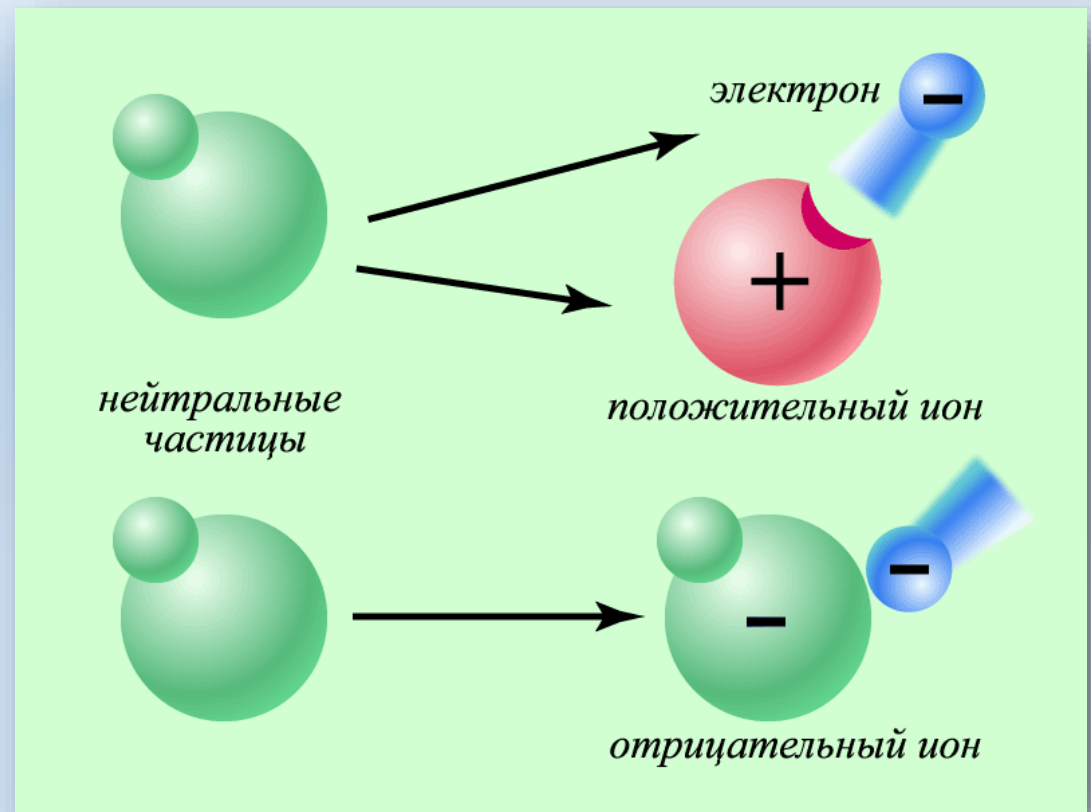
Ташқи ионизатор таъсири тугагандан сўнг давом этадиган разряд *мустақил газ разряди* деб аталади.

Газларнинг

ўтказувчанлиги

Газлардаги ток ташувчилар:
электронлар, мусбат ва
манфий ионлар.

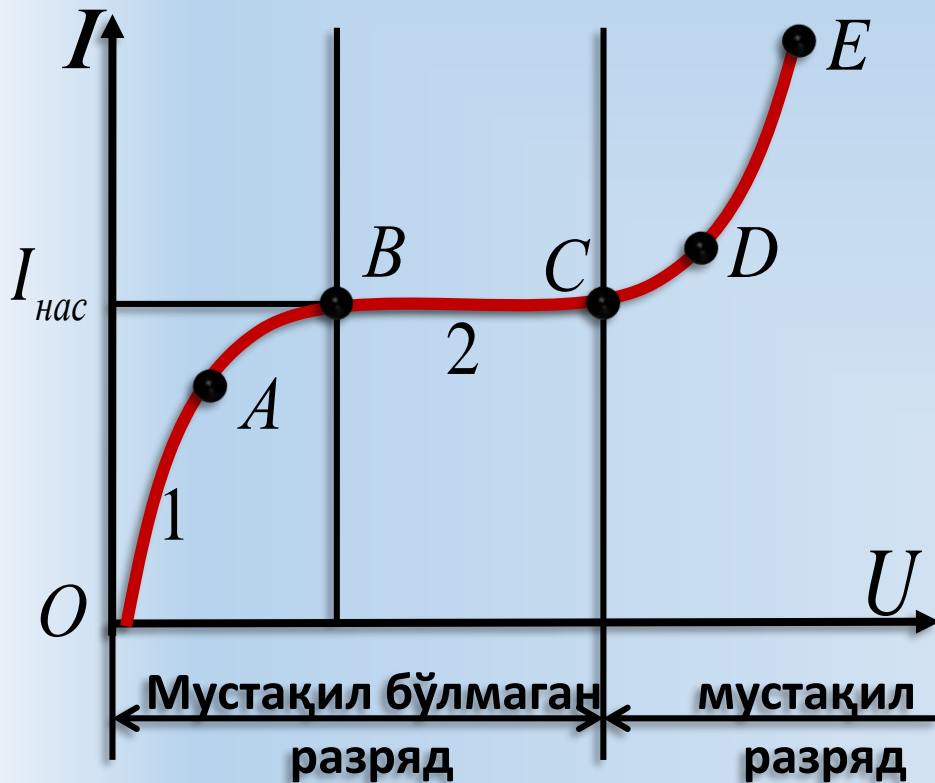
Ионизация энергияси – газ
молекуласидан битта
электронни ажратиш учун
сарфланадиган
энергиядир.



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



ВАХнинг BC қисмга тўғри келган ток *тўйиниш токи* деб аталади, унинг катталиги ионизаторнинг қувватини белгилайди.

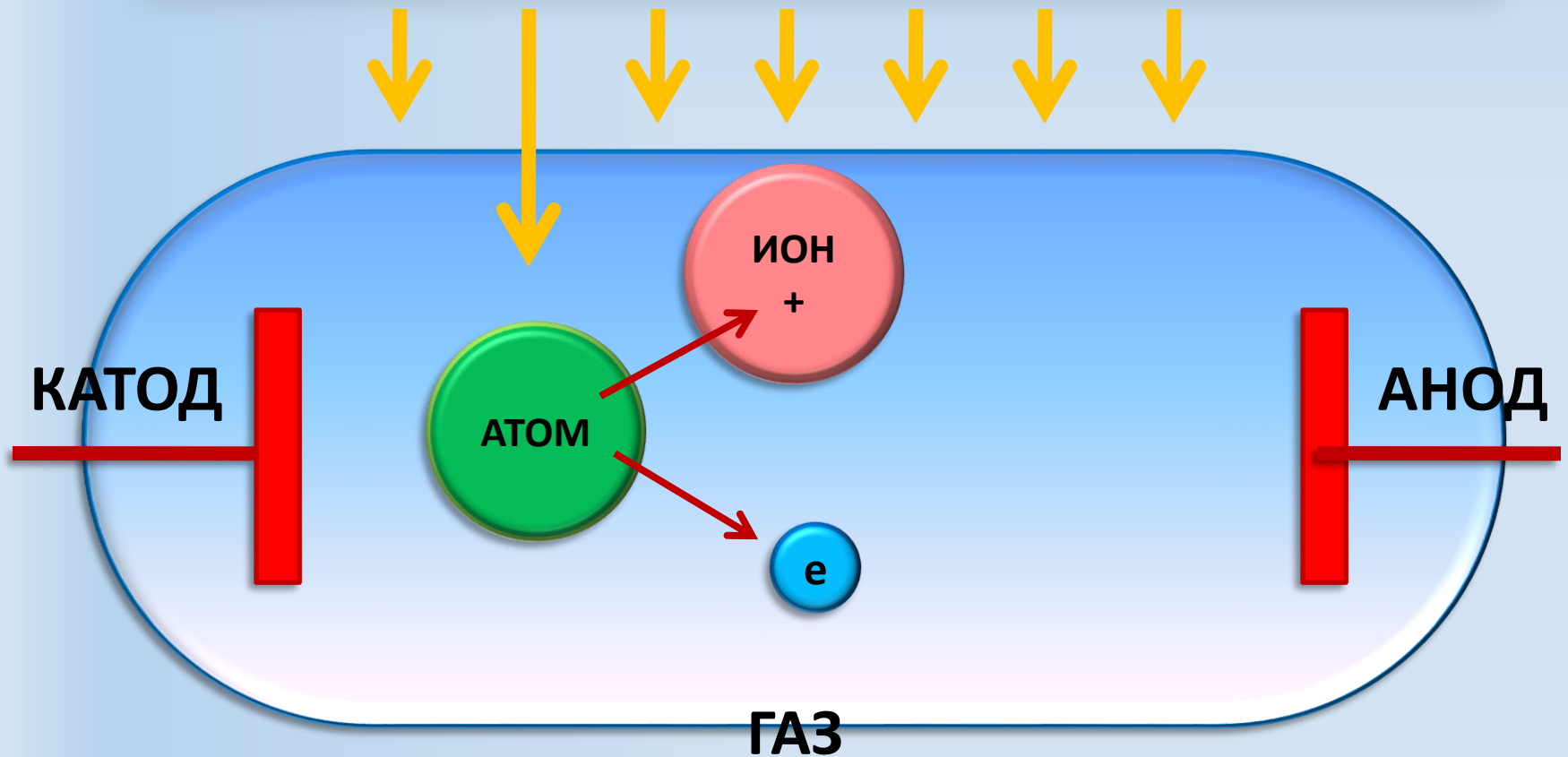
OA қисмида Ом қонуни бажарилади.

AB қисмида ток кучи ўсиши секинлашади.

BC қисмида разряд токи тўхтайдди.

Мустақил бўлмаган газ разряди

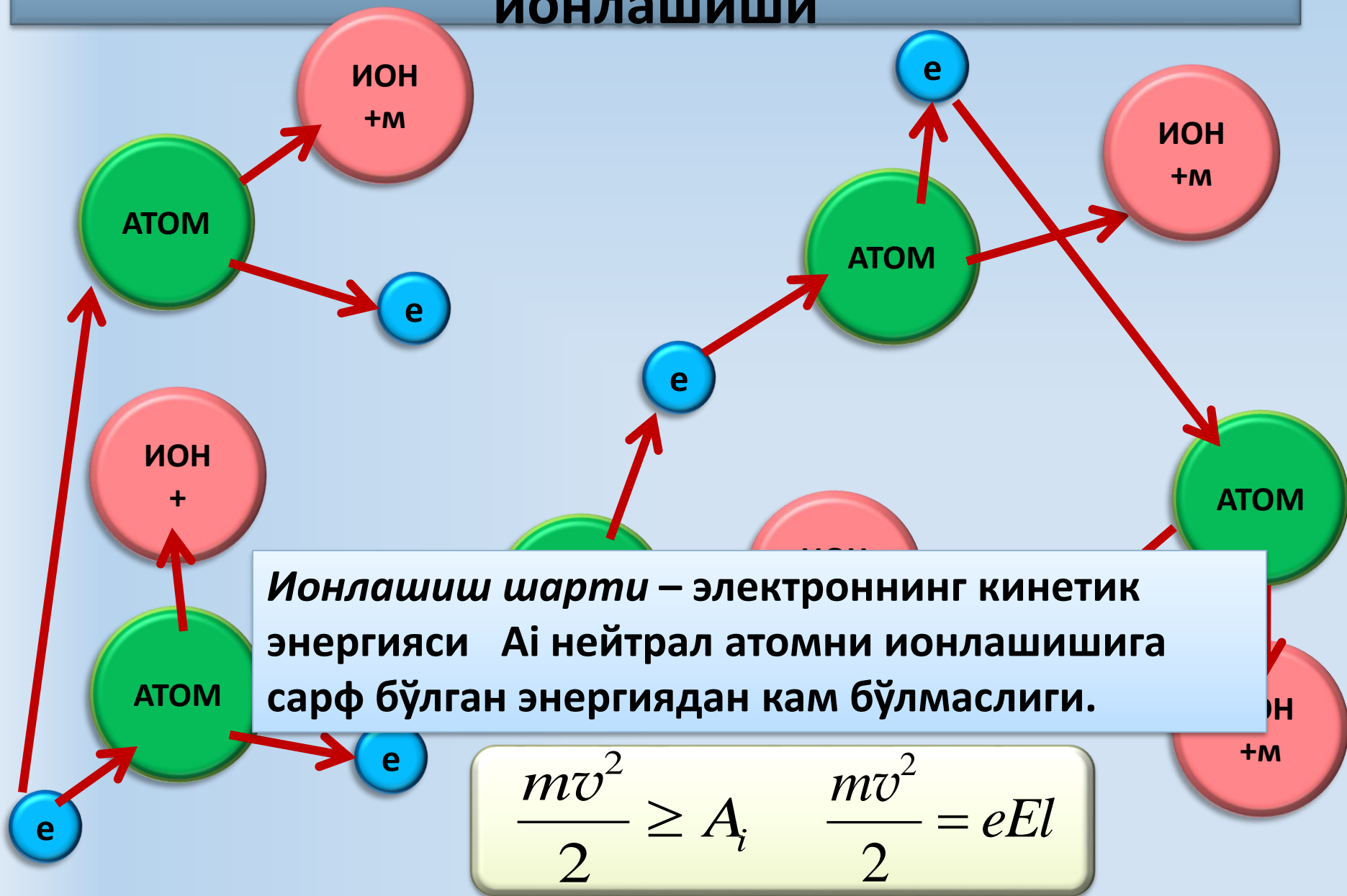
ИОНИЗАТОР



Мустақил газ разряди

Газ устунига 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

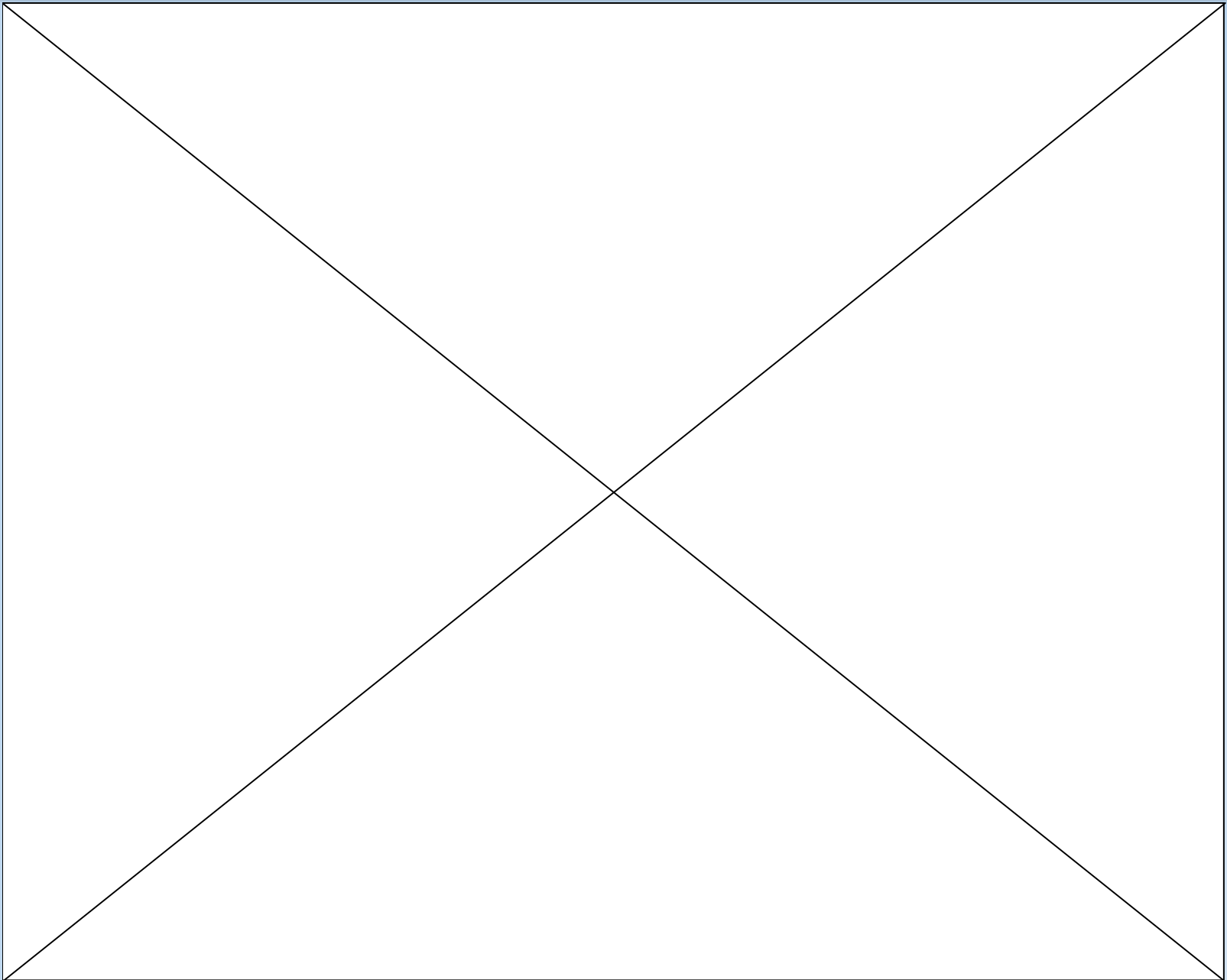
***Термоэлектрон эмиссия* деб қиздирилган катоддан электронларнинг сочилиш жараёнига айтилади.**

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).

Мустақил разрядларнинг турлари

- *Тутовчи разряд* – паст босимларда хосил бўлади.
- *Учқунли разряд* – атмосфера босими остида бўлган газларда электр майдон кучланганлиги катталигида 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 разряд* - катта сирт эгриликларига эга бўлган электродлар атрофидаги кучли биржинсли бўлмаган майдонда катта босим мавжудлигида.

Атмосферадаги газ разрядлари



Плазма

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.

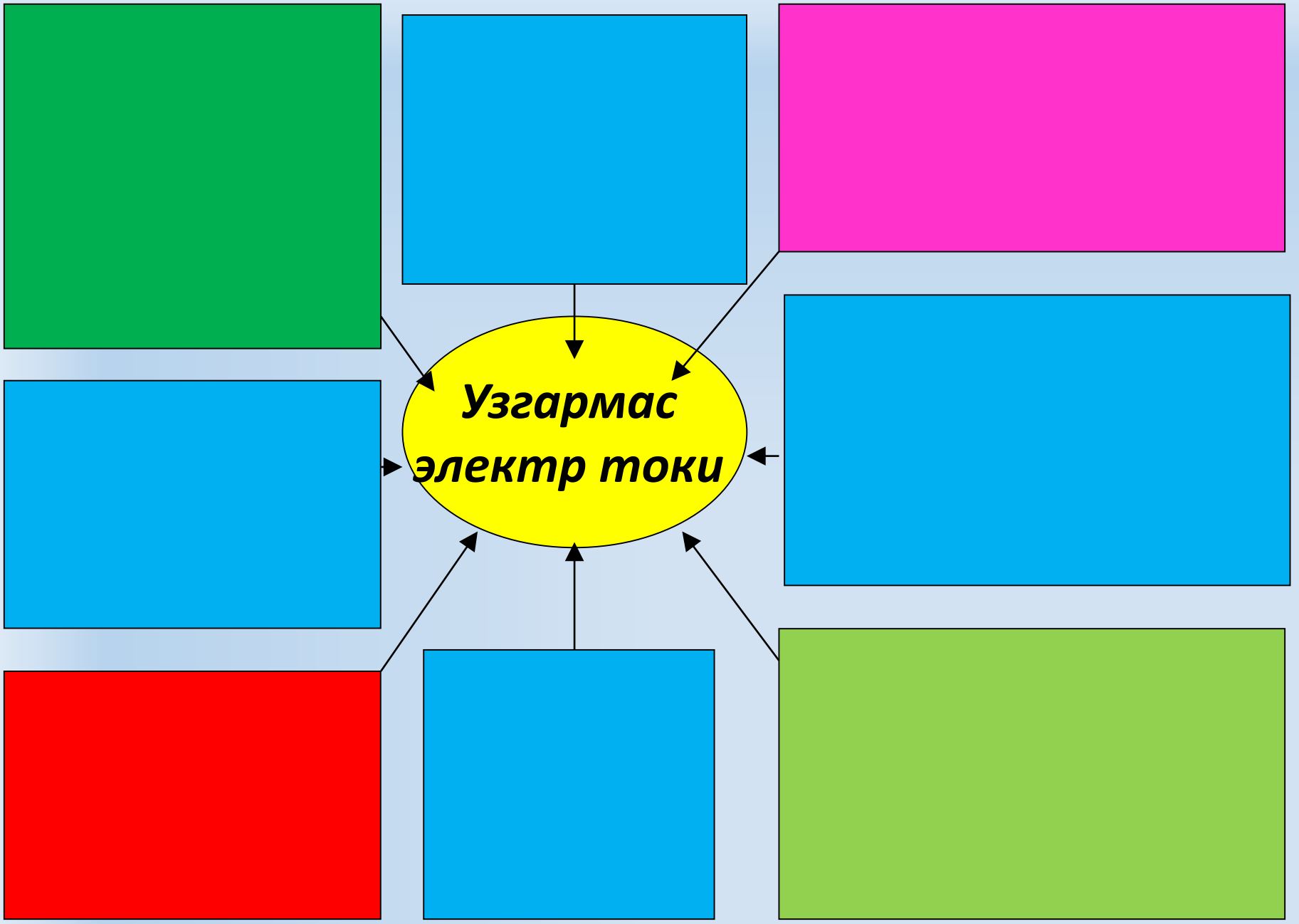
Газларни иситишдан ташқари, турли нурланиш ва тезлатилган зарядланган заррачалар билан бомбардировка қилинганда ҳам плазма хосил бўлиши мумкин. Ана шу плазма паст *температурали* *плазма* деб аталади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

- 1. Glencoe Science Physics. “principles and problems” 2012**
- 2. Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012**
- 3. Абдурахманов К.П., Физика курси , 1-3 том.**
- 4. Абдурахмонов Q.P. Abduraxmanov, V.S. Xamidov, N.A. Axmedova. Fizika, 2017 y.**

Таълим сайтлари ва Интернет ресурслари

1. fizika.uz – талабалар ва физика ўқитувчилари учун сайт
2. Yenka.com
3. <http://phet.colorado.edu/>
4. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
5. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
6. <http://school-collection.edu.ru>



«Б.Б.Б.Х.» усули

Биламан	Билиб олдим	Билишни хохлайман