

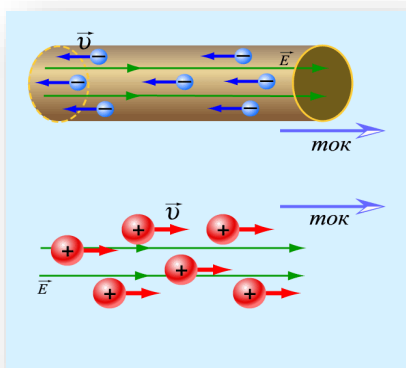
12-MAVZU: ELEKTR TOKI. OM VA JOUL-LENS QONUNLARI.

REJA:

1. Elektr toki. Tok kuchi va zichligi.
2. E.Yu.K. Kuchlanish. Elektr qarshilik.
3. Om qonunining integral va differensial ko'rinishi.
4. Kirxgof qoidalari. Joule-Lens qonuni.
5. Metallarda va gazlarda elektr toki.

1. Elektr toki. Tok kuchi va zichligi.

Elektr toki. Elektr zaryadlarining tartibli harakati *elektr toki* deb ataladi. Musbat zaryadlarning harakat yo'nalishi elektr tokining yo'nalishi deb hisoblanadi.



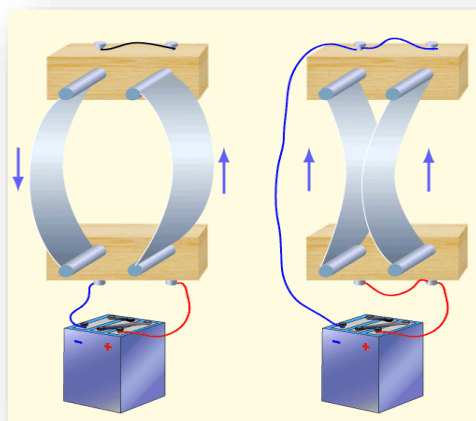
12.1 – rasm

Elektr toki kuchi birligi – amper 1 metrli o'tkazgichning har bir qismida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyuton ta'sir kuchi hosil qiladigan, vakuumda 1 metr oraliqda joylashgan, hisobga olmaydigan darajada kichik ko'ndalang kesim yuzasiga ega bo'lgan, cheksiz uzunlikdagi to'g'ri chiziqli parallel joylashgan o'tkazgichlardan o'tayotgan o'zgarmas tok kuchiga aytiladi.

Tok kuchi – elektr tokining o'lchov miqdoridir – berilgan yuzadan kichik vaqt oraligida ko'chirilgan dq zaryadning shu dt vaqt oraligi nisbatiga teng bo'lgan fizik kattalikdir.

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

Tok kuchining birligi - $[I] = [A]$.



12.2 – rasm

Tok kuchi zichligi. *Tok kuchining zichligi* deb, o'tkazgichning bir birlik ko'ndalang kesim dS yuzasidan o'tgan dI tok kuchiga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi:

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}, j = \frac{I}{S}, \vec{j} = ne\langle \vec{v} \rangle, [j] = \left[\frac{A}{m^2} \right].$$

Ixtiyoriy sirdan o'tayotgan tok kuchi tok zichligi vektori oqimi bilan aniqlanadi:

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

Uzluksizlik tenglamasi

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

bu yerda q' - yopiq sirt bilan chegaralangan hajmdan chiqayotgan zaryad.

Tokning mavjud bo'lish shartlari:

1. Tok tashuvchilar – tartibli harakat qilaoladigan zaryadlangan zarrachalarning mavjudligi.
2. Qandaydir usul bilan energiyasi tiklanadigan, elektr maydonning mavjudligi.
3. Zanjirda uzluksiz o'zgarmas tok o'tib turishi uchun, Kulon kuchidan tashqari potentsiallar farqini hosil qiluvchi tashqi noelektrik kuchlar – *elektrga yot kuchlar* bo'lishi mavjudligi.

Tok manba'lari orqali zaryadlarga ta'sir qiluvchi, noelektrik kuchlar *tashqi kuchlar* deb ataladi.

Tok manbalari. Tashqi kuch hosil qilgan maydon ta'sirida, tok manbai ichida elektr zaryadlari elektrostatik maydon kuchlariga qarshi harakatlanadilar, zanjirning uchlarida potentsiallar farqi ta'minlanib turadi, natijada, zanjirda doimiy elektr toki oqadi.

Tok o'tkazish uchun elektr energiyasi manbai bo'ladigan qurilmalar *akkumulyatorlar* deb ataladi.



12.3 – rasm

Kimyoviy energiya hisobidan elektr energiyasi manbai bo'ladigan qurilmalar *galvanik elementlar* deb ataladi.

Tok ta'siri:

1. *Issiqlik ta'siri.* Tok o'tayotgan o'tkazgich qiziydi. Issiqlik ta'siri doimo namoyon bo'ladi. O'ta o'tkazgichlarda tok o'tganda tokning issiqlik ta'siri deyarli namoyon bo'lmaydi.

2. *Kimyoviy ta'sir.* Elektr toki o'tkazgichning ximiyaviy tarkibini o'zgartiradi. Bu hodisa elektrolitlarda tok o'tganda namoyon bo'ladi.

3. *Magnit ta'sir.* Tok qo'shni o'tkazgichlardan o'tadigan toklarga va magnit jismlarga kuch bilan ta'sir o'tkazadi. Tokning magnit ta'siri barcha o'tkazgichlarda, ximiyaviy va issiqlik ta'siridan farqli barcha hollarda namoyon bo'ladi.

2. E.Yu.K. Kuchlanish. Elektr qarshilik.

Elektr yurituvchi kuch (EYuK). Birlik musbat zaryadni ko‘chirishda tashqi kuchlarning bajargan ishi bilan aniqlanadigan fizik kattalik zanjirning *elektr yurituvchi kuchi* deb ataladi.

$$\varepsilon = \frac{A}{q_o}$$

Zanjirning yopiq qismida tashqi kuchlarning bajargan ishi

$$A = \oint \vec{F}_{tashqi} d\vec{l} = q_o \oint \vec{E}_{tashqi} d\vec{l}.$$

Yopiq zanjirdagi EYuK – bu tashqi kuchlar maydoni kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasidir:

$$\varepsilon = \oint \vec{E}_{tashqi} d\vec{l}.$$

Zaryadga bir vaqtda tashqi kuchlar va elektrostatik maydon kuchlari ta’sir etganda natijaviy kuch quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\vec{F} = \vec{F}_{tashqi} + \vec{F}_e = q_o(\vec{E}_{tashqi} + \vec{E}).$$

Ko‘chishning 1-2 qismlarida natijaviy kuchning bajargan ishi:

$$A_{12} = q_o \int_1^2 \vec{E}_{tashqi} d\vec{l} + q_o \int_1^2 \vec{E} d\vec{l} = q_o \varepsilon_{12} + q_o(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Elektrostatik kuchlarning yopiq zanjirda bajargan ishlari nolga teng bo‘lgani uchun

$$A = q_o \varepsilon.$$

Kuchlanish. Zanjirning 1-2 qismidagi *kuchlanish tushishi* zanjirning shu qismida birlik musbat zaryadni ko‘chirishda elektrostatik va tashqi kuchlarning bajargan ishlari yig‘indisiga teng bo‘lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$U_{12} = \frac{A_{12}}{q_o} = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}.$$

Elektr qarshiligi. Elektr tokining o‘tishiga qarshilik qiluvchi o‘tkazgichning xususiyati *elektr qarshilik* deb ataladi.

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad [R] = \frac{[V]}{[A]} = [Om] = \Omega.$$

Solishtirma qarshilik. *O‘tkazgichning solishtirma qarshiligi* ρ deb uzunligi $1 m$ va yuzasining ko‘ndalang kesimi $1 m^2$ bo‘lgan o‘tkazgichning qarshiligiga aytiladi.

$$[\rho] = [\Omega \cdot m].$$

Elektr o‘tkazuvchanlik. Elektr qarshilikka teskari bo‘lgan fizik kattalik *o‘tkazgichning elektr o‘tkazuvchanligi* deb ataladi.

$$G = \frac{1}{R} \quad [G] = [1/\Omega].$$

Solishtirma elektr o‘tkazuvchanlik. Solishtirma qarshilikka teskari bo‘lgan fizik kattalik o‘tkazgich moddasining *solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi* deb ataladi:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}, \quad [\gamma] = [1/\Omega \cdot m]$$

3. Om qonunining integral va differensial ko‘rinishi.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni.

Integral ko‘rinishda:

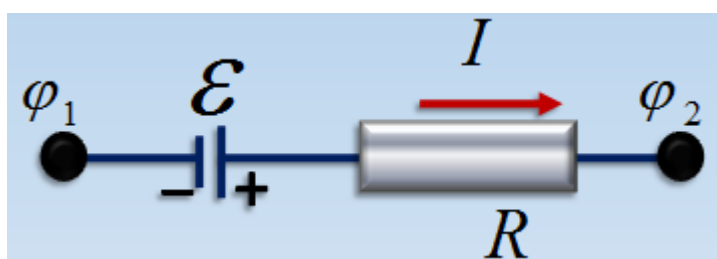
$$I = \frac{U}{R}.$$

Differensial ko‘rinishda. O‘tkazgich ichidagi istalgan nuqtada tokning zichligi elektr maydoninig kuchlanganligi bilan quyidagicha bog‘langandir:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad \frac{U}{l} = E; \quad \frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} \frac{U}{l};$$
$$\gamma = \frac{1}{\rho}; \quad j = \frac{I}{S}; \quad \vec{j} = \gamma \vec{E}.$$

Bir jinsli bo‘lmagan zanjirning qismi uchun Om qonuni

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$$



12.4 – rasm

Tanlangan yo‘nalishda, EYuK ning musbat zaryadlar harakatiga imkon beradigan holati, $\varepsilon_{12} > 0$ qarshilik ko‘rsatadigan holati esa $\varepsilon_{12} < 0$ ko‘rinishda belgilanadi.

Tok tashuvchilar ustidan tashqi va elektrostatik kuchlar bajargan umumiy ishi zanjirning shu qismida ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga teng.

$$A_{12} = q_0 \varepsilon_{12} + q_0 \Delta\varphi; \quad Q = I^2 R t = IR(It) = IRq_0.$$

Om qonunining xususiy hollari

1. Zanjirning berilgan qismida tok manbai mavjud bo‘lmagan holda Om qonuni quyidagicha ifodalanadi:

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

2. Agar zanjir yopiq bo‘lsa ($\Delta\varphi = 0$), u holda zanjirning bir qismi uchun Om qonuni quyidagicha ifodalanadi.

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

3. Zanjir uzilgan $I=0$ holda, EYuK zanjir uchlaridagi potentsiallar farqiga teng.

$$\varepsilon_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$$

4. Tashqi zanjirning qarshiligi qisqa tutashgan holda tok kuchi faqat tok manba’sining ichki qarshiligi bilan chegaralanadi.

$$R = 0; \quad I = \frac{\varepsilon}{r}$$

4. Kirxgof qoidalari. Joul-Lens qonuni.

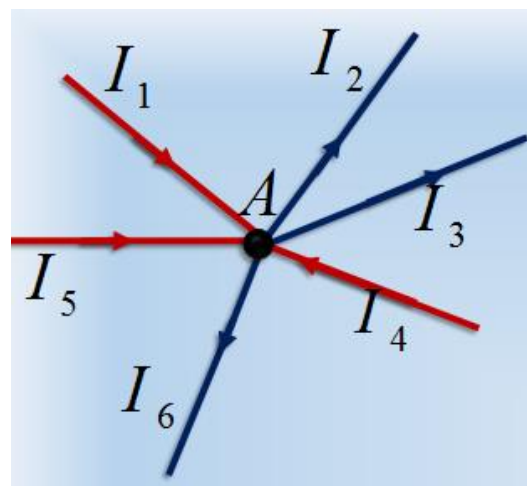
Kirxgofning 1-qoidasi.

Zanjirning tugunida uchrashadigan toklarning yig'indisi nolga teng:

$$\sum_k I_k = 0$$

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

Zanjir tuguniga kiruvchi tok musbat, chiquvchi tok esa manfiy hisoblanadi.

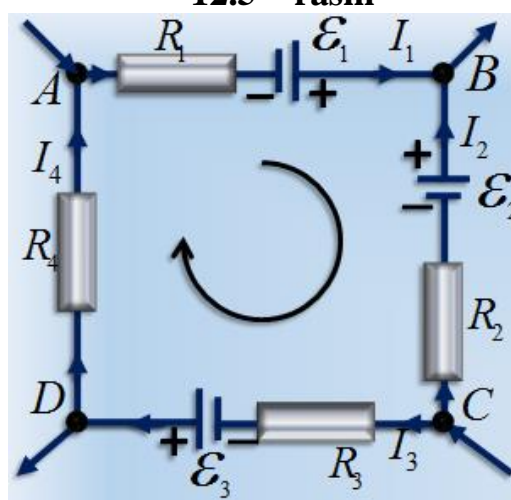


12.5 – rasm

Kirxgofning 2-qoidasi.

Tarmoqlangan elektr zanjirining ixtiyoriy yopiq konturi qismlaridagi tok kuchlarining mos ravishda qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik yig'indisi, shu konturdagi EYuK larning algebraik yig'indisiga tengdir.

$$\sum_i I_i R_i = \sum_k \varepsilon_k$$



12.6 – rasm

EYuK berilgan yo'nalishda musbar zaryadlarning harakatiga imkon bergan holda, $\varepsilon_{12} > 0$.

Qarshilik ko'rsatganda, $\varepsilon_{12} < 0$.

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3.$$

Tokning bajargan ishi. Kulon va tashqi kuchlar elektr zanjiri bo'ylab zaryadlarni ko'chirishda ish bajaradilar.

$$dA = UdQ = UI dt = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt. \quad A = [J]$$

Tokning quvvati. Tokning quvvati – birlik vaqtda bajarilgan ishdur.

$$P = \frac{dA}{dt} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}, \quad [P] = \frac{J}{s} = W$$

$$1 \text{ W} \cdot \text{s} = 3600 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}. \quad 1 \text{ kW} \cdot \text{s} = 1000 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Joul – Lens qonuni.

Integral ko'rinishda:

Zanjirning bir qismida doimiy elektr tok ta'sirida ajraladigan **issqlik miqdori** tok kuchining kvadratini tok o'tish vaqtiga va zanjirning shu qismi elektr qarshiligiga ko'paytmasiga tengdir.

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

Tokning solishtirma issqlik quvvati birlik vaqtda birlik hajmda ajraladigan issqlik miqdoriga tengdir:

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

Differensial ko'rinishda:

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

5. Metallarda va gazlarda elektr toki.

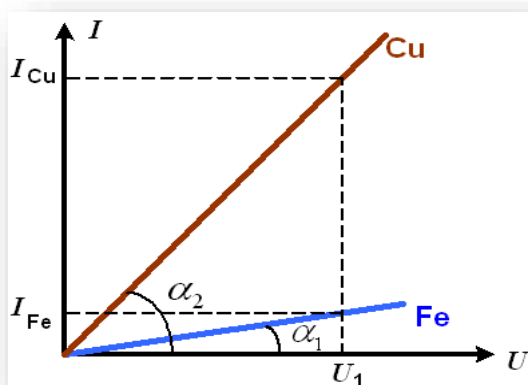
Metallarda elektr toki. Metallarning elektr toki ularda zaryadli zarralarning elektr maydondagi tartibli harakati bilan tushuntiriladi. Mandelshtam va Papaleksi, so'ngra Tolmen va Styuart 1913-1916 yillarda o'tkazgan tajribalari bu zarralar elektronlardan iboratligini to'liq isbotladi.

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

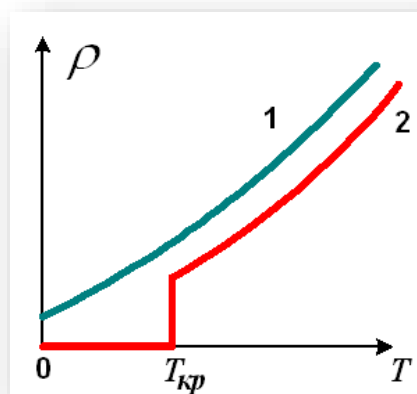
bu yerda n – konsentratsiya, q – zaryad, $\langle v \rangle$ - zaryadlar tartibli harakatining o'rtacha tezligi.

O'tkazgichlarning volt – amper tavsifi.

$$I = \frac{U}{R} \quad \rightarrow \quad R = \frac{U}{I} \quad R = ctg\alpha$$



12.7 – rasm



12.8 – rasm

Qarshilik va solishtirma qarshilikning temperaturaga bog'liqligi

$$R = R_0(1 + \alpha t), \quad \rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

α - qarshilikning temperatura koeffitsiyenti.

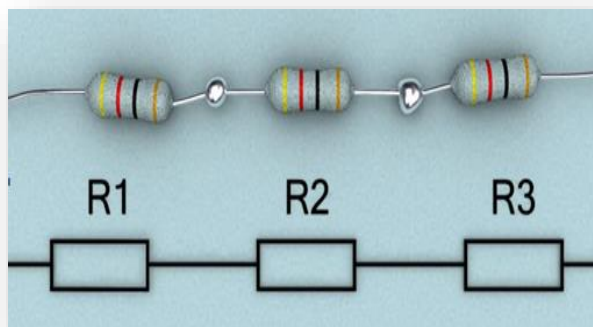
Qarshiliklarni ketma – ket ulash.

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

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

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

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



12.9 – rasm

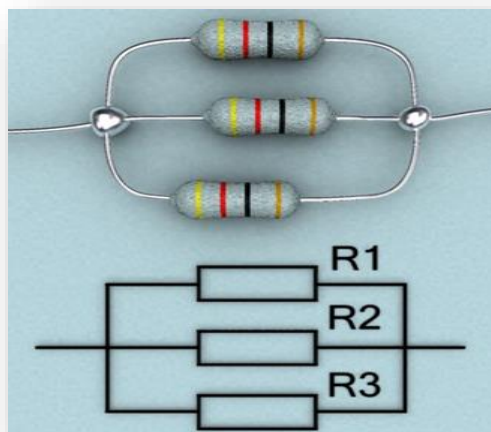
Qarshiliklarni parallel ulash

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

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

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

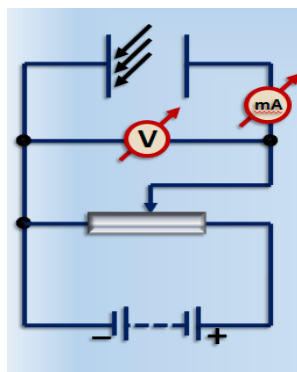
$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$



12.10 – rasm

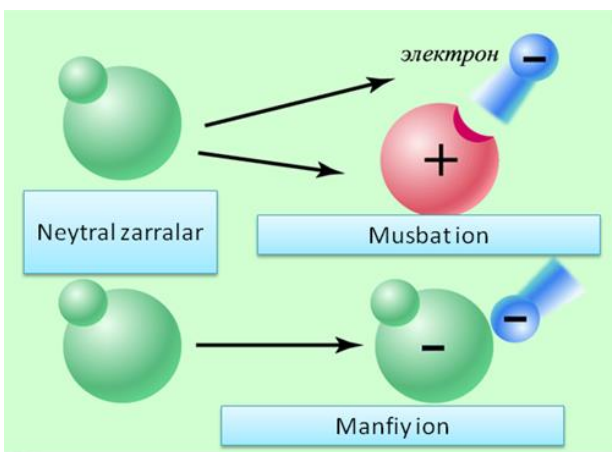
Gazlarda elektr toki

Ionlashgan gaz orqali elektr tokining o'tishi *gaz razryadi* deb ataladi. Tashqi ionizatorlar ta'sirida mavjud bo'luvchi gaz razryadi ***mustaqil bo'lmagan gaz razryadi*** deb ataladi. Tashqi ionizator ta'siri tugagandan so'ng davom etadigan razryad ***mustaqil gaz razryadi*** deb ataladi.



12.11 – rasm

Gazlarning o'tkazuvchanligi. Gazlardagi tok tashuvchilar: elektronlar, musbat va manfiy ionlar. ***Ionizatsiya energiyasi*** – gaz molekulasidan bitta elektroni ajratish uchun sarflanadigan energiyadir.

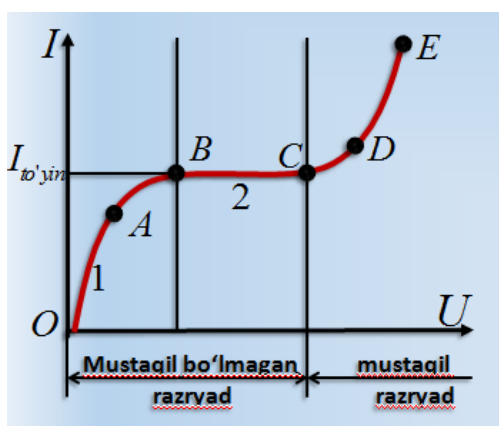


Ionlanish – isitish yoki nurlanish ta'siri natijasida atomning musbat zaryadlangan ionga va elektronga ajralish jarayonidir.

Rekombinasiya – ionlanish jarayoniga teskari jarayondir: gazlarda musbat va manfiy ionlar, musbat ionlar va elektronlar o'zaro uchrashganda neytral atomlar va molekulalar hosil bo'lishi jarayonidir.

12.12 – rasm

Gaz razryadining volt-amper tavsifi

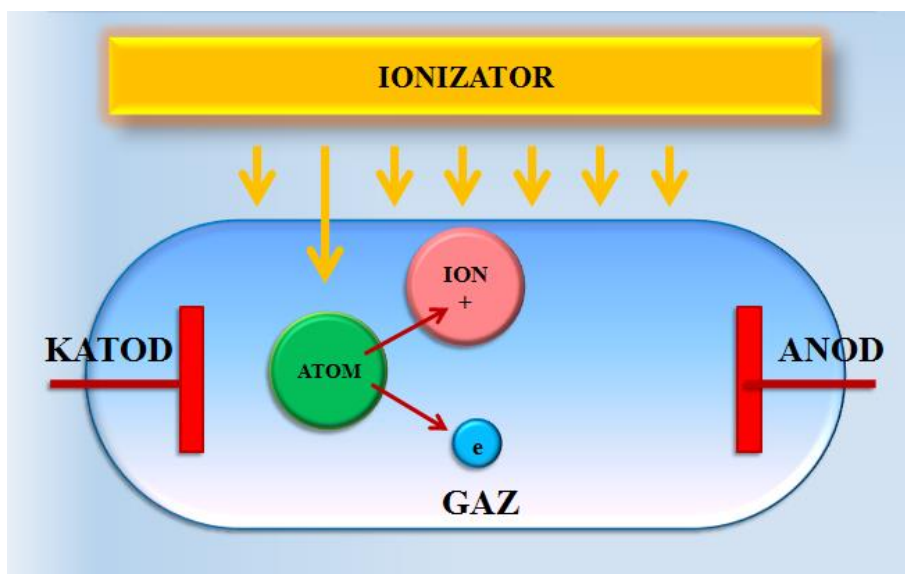


VATning **BC** qismiga to'g'ri kelgan tok **to'yinish toki** deb ataladi, uning kattaligi ionizatorning quvvatini belgilaydi. **OA** qismida Om qonuni bajariladi. **AB** qismida tok kuchi o'sishi sekinlashadi.

BC qismida razryad toki to'xtaydi.

12.13 – rasm

Mustaqil bo'lmagan gaz razryadi

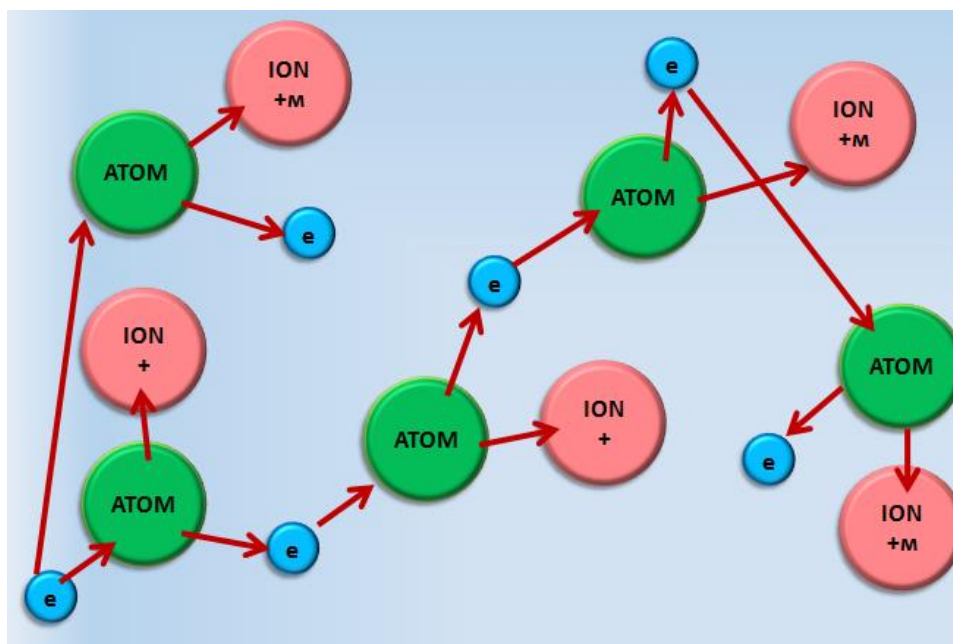


12.14 – rasm

Mustaqil gaz razryadi

Gaz ustuniga qo'yilgan kuchlanish oshganda, ionizator hosil qilgan, elektr maydoni orqali tezlatilgan birlamchi elektronlarning urilishi natijasida gaz molekulalarini ionlashtirib, ikkilamchi elektronlar va ionlar hosil qiladilar. Elektronlar va ionlarning umumiy miqdori anodga yaqinlashishida lavinaga o'xshab oshadi. Shu jarayon gaz razryadining vol't - amper xarakteristikasining *CD* qismida tokning oshishiga sabab bo'ladi va u *urilish ionlashishi* deb ataladi.

Elektronlarni atomlar bilan urilishidagi ionlashishi



12.15 – rasm

Ionlashish sharti – elektronning kinetik energiyasi A_i neytral atomni ionlashishiga sarf bo'lgan energiyadan kam bo'lmasligi kerak.

$$\frac{m\vartheta^2}{2} \geq A_i \quad \frac{m\vartheta^2}{2} = eEl$$

Katoddan elektronlarning emissiyasi

Termoelektron emissiya deb qizdirilgan katoddan elektronlarning sochilish jarayonga aytiladi. Sezilarli kuchlanishlarda gaz bo'shliqlari orasida elektr maydoni orqali tezlatilgan musbat ionlar etarlicha energiyaga ega bo'lganda *ionlar lavinasini* keltirib chiqaradi. Elektronlar lavinasini bilan birga ionlar lavinasining hosil bo'lishi tok kuchi kuchlanishi ortmasdan birdan oshaboradi (gaz razryadi volt – amper xarakteristikasining *DE* qismi).

Mustaqil razryadlarning turlari

- *Tutovchi razryad* – past bosimlarda bo'ladi.
- *Uchqunli razryad* – atmosfera bosimi ostida bo'lgan gazlarda elektr maydon kuchlanganligi kattaligida paydo bo'ladi.
- *Yoyli razryad* – shu hollarda kuzatiladi:
 - a) kuchli manba' orqali uchqunli razryad yonganidan so'ng elektrodlar orasidagi masofa kamaytirilganda;

b) uchqun bosqichini o'tganda, elektrodni yaqinlashtirib bir – biriga tekkazilgandan so'ng ajratilganda.

- **Tojli razryad** – katta sirt egriliklariga ega bo'lgan elektrodlar atrofidagi kuchli birjinsli bo'lmagan maydonda katta bosim mavjudligida hosil bo'ladi.

Plazma

Plazma – bu qisman yoki to'la ionlashgan gaz bo'lib, unda musbat va manfiy zaryadlar zichligi bir – biriga teng bo'ladi. Plazma elektr neytral tizim bo'ladi. Ionlashish darajasi har xil bo'lishi mumkin. To'la ionlashgan plazmada neytral atomlar bo'lmaydi. Gazlarni isitishdan tashqari, turli nurlanish va tezlatilgan zaryadlangan zarrachalar bilan bombardirovka qilinganda ham plazma hosil bo'lishi mumkin. Ana shu plazma **past temperaturali plazma deb ataladi.**

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. 2018 y.
2. К.П.Абдурахманов, Ў.Эгамов “Физика”. Дарслик. Тошкент. 2013 й.
3. Q.P.Abduraxmanov, O'.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. 2015 y.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applications. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. <https://t.me/EstudyUz>

NAZORAT UCHUN TEST SAVOLLARI:

1. Yopiq trayektoriya bo'ylab birlik musbat zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga bog'liq?
 - A) Kulon kuchining radius vektorga ko'paytmasiga teng.
 - B) Zaryad kattaligi va yo'l uzunligiga proporsional bo'lib, trayektoriyaning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq emas.
 - C) Yo'l uzunligiga va maydonni hosil qiluvchi va shu maydon bo'ylab ko'chuvchi zaryadlar kattaliklariga bog'liq emas.
 - D) Nolga teng bo'lib, trayektoriyaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalari potentsiallariga bog'liq.
2. Potensiallar farqi 1600 V bo'lgan elektr maydonning ikki nuqtasi orasiga $5 \cdot 10^{-8}\text{ C}$ li zaryadni ko'chirishda qanday ish bajarish kerak?
 - A) $32 \cdot 10^9\text{ J}$
 - B) $80 \cdot 10^{-4}\text{ J}$
 - C) $8 \cdot 10^{-5}\text{ J}$
 - D) 1100 J
3. O'tkazgich orqali o'tayotgan elektr zaryadi $q = 20 + 4t$ qonun bo'yicha o'zgaradi. 2 sekunda o'tkazgichdagi tok kuchini aniqlang.
 - A) 48 A.
 - B) 28 A.
 - C) 24 A.
 - D) 20 A.

4. Quyida keltirilgan tasdiqlardan qaysi biri o'rinli emas? O'tkazgichlarni ketma-ket ulaganda....

- A) barcha qarshiliklarda tok kuchi bir xil
- B) zanjir uchlaridagi kuchlanish tushishi alohida qismlardagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng
- C) umumiy qarshilik alohida o'tkazgichlar qarshiliklarining yig'indisiga teng .
- D) umumiy o'tkazuvchanlik alohida o'tkazgichlar o'tkazuvchanliklarining yig'indisiga teng.

5. Metall o'tkazgichdagi tok kuchi 1 A. O'tkazgichning ko'ngdalang kesim yuzidan 1 s da nechta elektron o'tadi? $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

- A) $3,68 \cdot 10^{28}$
- B) 10^{25}
- C) $6,25 \cdot 10^{18}$
- D) $9,14 \cdot 10^{23}$

6. O'tkazgichda elektr tokining tarqalish tezligi deganda, qanday tezlik nazarda tutiladi?

- A) elektronlarning issiqlik va tartibli harakat tezliklarining yig'indisi
- B) elektronlarning tartibli harakat tezligi
- C) elektronlarning issiqlik harakat tezligi
- D) elektr maydon tarqalish tezligi

7. Ko'ndalang kesim yuzi 10 mm^2 bo'lgan simdagi erkin elektronlar konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$. Tok kuchi 10 A bo'lganda elektronlar tartibli harakatining o'rtacha tezligi qanday (mm/s)?

- A) 0,125
- B) 0,15
- C) 0,25
- D) 0,3

8. Tok zichligi ta'rifini bering.

- A) O'tkazgichning ko'ndalang kesimi birlik yuzasi orqali o'tuvchi tok kuchiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik.
- B) O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligi ichida o'tuvchi zaryadga son jihatdan teng bo'lgan kattalik.
- C) Maydon kuchlanganligini singdiruvchanlikka ko'paytmasiga teng bo'lgan skalyar kattalik.
- D) O'tkazgich birlik yuzasi orqali o'tuvchi zaryadga teng bo'lgan kattalik.

9. Misning har bir atomiga bittadan erkin elektron to'g'ri kelsa, tok tashuvchi elektronlar konsentratsiyasi qanday (m^{-3}) ? $\rho = 8,9 \text{ g/cm}^3$, $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M = 64 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$.

- A) $6,4 \cdot 10^{23}$
- B) $4,15 \cdot 10^{28}$
- C) $8,3 \cdot 10^{28}$
- D) $6 \cdot 10^{28}$

10. To'yinish toki 12 mA bo'lsa, katod sirtidan har sekundda qancha elektron uchib chiqadi?

- A) $4 \cdot 10^{16}$
- B) $4,5 \cdot 10^{16}$
- C) $7,5 \cdot 10^{16}$
- D) $5 \cdot 10^{16}$.