

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10843204>

GAZLARDA ELEKTR TOKI

Daminova Matluba Xudaynazarovna

Payariq tumani 76-maktab fizika fani o'qituvchisi

ANNOTATSIYA

Ushbu mavzuda gazlarda elektr tokini harakatlari, ularning turlari va jarayon davomidagi sodir bo'ladigan holatlarni o'rganilgan. Tashqi ionizator ta'sir qilmasa ham, nihoyat kuchli elektr maydonlar ta'sirida zaryad tashuvchilar vujudga kelishi mumkinligi ko'rib chiqilgan.

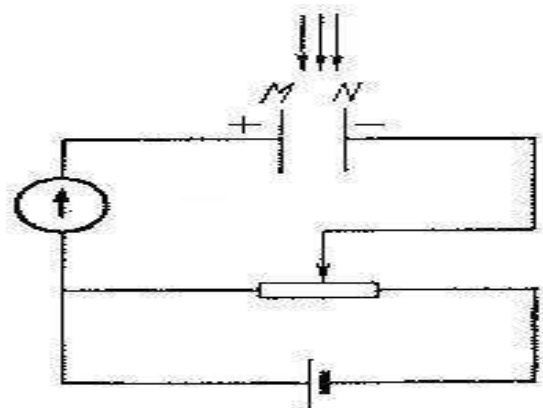
Kalit so'zlar: elektr toki, gaz, gaz razryadi, mustaqil va nomustaqil gaz razryadi, plazma, elektr zanjiri, elektrodlar, zaryad tashuvchilar.

1.1. Gazlarda elektr toki

Gazlar orqali elektr tokning o'tishini tekshirish uchun 1-rasmda tasvirlangan shema asosida elektr zanjir tuzaylik. Bu zanjirning bir qismi, ya'ni M va N plastinalar (elektrodlar) orasidagi qismi biror gazdan iborat bo'lsin. Shemadagi gal vanometr zanjir bo'ylab elektr tok oqmayotganligini ko'rsatadi, chunki oddiy sharoitlarda gazda zaryad tashuvchilar bo'lmaydi.

Demak, zanjir M va N elektrodlar orasida uzilgan bo'ladi. Shuning uchun zanjir orqali elektr tok oqishini ta'minlamoqchi bo'lsak, elektrodlar oralig'iga zaryad tashuvchilar kiritish yoki biror usul bilan elektrodlar orasidagi gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirish kerak. Gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirishning barcha usullarini ikki gruppaga ajratish mumkin:

a) gazdagi zaryad tashuvchilar tashqi faktorlar tufayli vujudga kelishi natijasida kuzatiladigan elektr tokni *nomustaqil gaz razryad* deyiladi.



1-rasm

b) M va N elektrodlar orasidagi elektr maydon ta'sirida vujudga kelgan zaryad tashuvchilar tufayli kuzatiladigan elektr tokni *mustaqil gaz razryad* deyiladi.

1.2. Nomustaqil gaz razryad.

Agar M va N elektrodlar orasidagi gazni qizdirsak yoki α , β , γ , rentgen, ul trabinafsha nurlar bilan nurlantirsak, gaz molekularining ionlashuvi sodir bo'ladi. Ionlashuv jarayonining mohiyati quyidagidan iborat. Tashqi faktorlardan olgan energiya tufayli gaz molekulasidagi bir yoki bir necha elektron molekuladan ajralib chiqadi. Natijada molekula musbat zaryadlangan ionga aylanib qoladi. Ajralib chiqqan elektronlarning bir qismi neytral molekular bilan birlashib manfiy zaryadlangan ionlarni vujudga keltiradi.

Shuning uchun ham gazdagi (ionlashish jarayoniga sababchi bo'lgan tashqi faktorni *ionizator* (ionlashtiruvchi) deb ataladi.

Ionlanish jarayoni bilan bir qatorda gazda rekombinatsiya jarayoni ham sodir bo'ladi. Rekombinatsiya ionlanishga teskari jarayon bo'lib, bunda musbat va manfiy ionlarning yoki elektron va musbat ionning to'qnashuvi natijasida neytral molekular hosil bo'ladi.

Shunday qilib, gazlarda ionlanish jarayonida manfiy zaryad tashuvchilar (elektronlar va manfiy ionlar) hamda musbat zaryad tashuvchilar (musbat ionlar) teng miqdorda hosil bo'ladi, rekombinatsiya jarayonida esa teng miqdorda yo'qoladi.

Ionizator ta'sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda n_+ dona musbat va n_- dona manfiy zaryad tashuvchilar vujudga kelayotgan bo'lsin. Odatda $n_+=n_-$ bo'lganligi uchun, oddiygina qilib, n juft zaryad tashuvchilar vujudga kelyapti, deylik.

Rekombinatsiya jarayoni tufayli $\Delta n'$ juft ion kamayayotgan bo'lsin. Elektr maydon tufayli musbat zaryad tashuvchilar manfiy zaryadlangan N elektrodga, manfiy zaryad tashuvchilar esa musbat zaryadlangan M elektrodga tortiladi va ularda neytrallanadi. Buning natijasida $\Delta n''$ juft ionlar kamayotgan bo'lsin. U holda gazning birlik hajmida birlik vaqtda kamayayotgan ionlarning umumiy soni

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n''$$

(1.1) ifoda bilan aniqlanadi.

Bu ifodadagi qo'shiluvchilarning hissalarini elektr maydonga bog'liq. Ikki chegaraviy holni ko'raylik.

1. Elektrodga berilgan kuchlanishning ancha kichik qiymatlarida, ya'ni kuchsiz elektr maydonlarda ionlar asosan rekombinatsiya tufayli kamayadi ($\Delta n' \gg \Delta n''$). Lekin bir qism ionlar elektr maydon tufayli qarama-qarshi zaryadlangan elektrodga etib boradi va kuchsiz elektr tokni vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Elektr maydon ta'sirida musbat va manfiy zaryad tashuvchilar mos ravishda quyidagi tezliklar bilan harakat qiladi:

$$v_+ = u_+ E, \quad v_- = u_- E, \quad (1.2)$$

bu ifodalarda E – elektr maydon kuchlanganligi, u_+ va u_- lar esa mos ravishda musbat va manfiy zaryad tashuvchilarning harakatchanliklari.

Ionning harakatchanligi – kuchlanganligi 1 V bo'lgan elektr maydon ta'sirida ion erishgan tezlik bilan karakterlanib, turli gazlar uchun turlicha qiymatlarga ega bo'ladi. (1.2) ifoda bilan aniqlanuvchi tezliklar bilan tartibli harakat qiluvchi ionlar Δt vaqt ichida plastinalarga quyidagi zaryadlarni yetkazadi:

$$Q_+ = qn v_+ S \Delta t = qn u_+ E S \Delta t, \quad Q_- = qn v_- S \Delta t = qn u_- E S \Delta t \quad (1.3)$$

Bunda Q_+ va Q_- – mos ravishda manfiy va musbat zaryadlangan elektrodga ionlar tashib yetkazayotgan zaryad miqdorlari, q – ionning zaryadi, S – elektrodning yuzi. Elektr maydon tomonidan ko'chirilgan umumiy zaryad miqdori

$$Q = |Q_+| + |Q_-| = qn(u_+ + u_-) E S \Delta t \quad (1.4)$$

Birlik yuz orqali birlik vaqtda ko'chirilgan zaryad tok zichligi j ni ifodalash edi. Shuning uchun

$$j = qn(u_+ + u_-) E \quad (1.5)$$

bu ifodadagi q , u_+ , u_- – lar ayni tajriba sharoiti uchun doimiy kattaliklardir. n esa unchalik katta bo'lmagan elektr maydonlar uchun o'zgarmas hisoblanadi. Demak, kuchsiz elektr maydonlarda (1.5) ifodadagi $qn(u_+ + u_-) = \sigma$ ko'paytuvchini o'zgarmas kattalik deb hisoblash mumkin. U holda (1.5) ifoda gazlar orqali o'tuvchi elektr tok uchun Om qonunini ifodalaydi:

$$j = \sigma E \quad (1.6)$$

Endi M va N elektrodlarga berilgan kuchlanish yetarlicha katta bo'lgan holni ko'raylik. Bu holda elektr maydon ta'sirida ionlar ancha katta tezliklarga erishadi.

Ionizator ta'sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda n juft ion vujudga keladi, deb hisoblangan edi. U holda bir-biridan l uzoqlikda joylashgan S yuzli ikki elektrod orasidagi hajm $S \cdot l$ ga teng bo'lganligi uchun, bu ikki elektrod oralig'ida Δt vaqt ichida umumiy zaryadi:

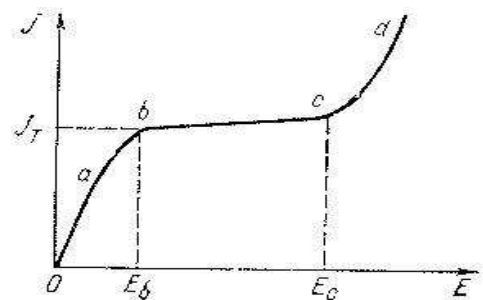
$$Q = qnSl\Delta t \quad (1.7)$$

bo'lgan ionlar vujudga keladi. Bu ionlarning hammasi tok tashishda qatnashayotganligi uchun gaz orqali o'tayotgan elektr tokning qiymati *to'yinish toki* deyiladi va bu tuyinish tokining zichligi uchun quyidagi ifoda o'rindir:

$$j_{to'yin} = \frac{Q}{S \Delta t} = qnl \quad (1.8)$$

2-rasm da nomustaqil gaz razryadda elektr maydon kuchlanganligi qiymatiga bog'liq ravishda tok zichligining o'zgarishini tasvirlovchi grafik chizilgan. Grafikning Oa qismi kuchsiz elektr maydonga mos keladi. Bunday maydonlarda zaryad tashuvchilar kichik tezliklar bilan harakatlanib, ko'pincha elektrodlarga etib bormasdan, rekombinatsiyalashadi. Lekin elektr maydon kuchaygan sari ionlar tezligi ortib ularning rekombinatsiyalashuv ehtimolligi kamayib boradi. Bu esa tokning ortishiga sabab bo'ladi. Bu sohada

j va E orasidagi bog'lanish Om qonuniga bo'ysunadi, ab qismda esa j ning E ga chiziqli bog'liqligi buziladi.



2-rasm

1.3. Mustaqil gaz razryad.

Tashqi ionizator ta'sir qilmasa ham, nihoyat kuchli elektr maydonlar ta'sirida zaryad tashuvchilar vujudga kelishi mumkin. Zaryad tashuvchilarning vujudga kelishini ta'minlovchi asosiy jarayonlar quyidagilardan iborat.

1. *Zarbdan ionlanish.* Oddiy sharoitlardagi gazda turli sabablar tufayli vujudga kelgan elektronlar va ionlar mavjud. Lekin ularning soni nihoyat darajada kam bo'lganligi uchun oddiy sharoitlardagi gaz amalida elektr tokni o'tkazmaydi, deyish

mumkin. Kuchlanganligi E bo'lgan elektr maydonga q zaryadli tok tashuvchi (ion yoki elektron) ga qE kuch ta'sir etadi. Bu kuch ta'sirida tok tashuvchi ikki ketma-ket to'qnashuv orasida erkin bosib o'tilgan l yo'lda:

$$2. W_k = qEl \quad (1.9)$$

kinetik energiyaga erishadi. Agar bu energiya gaz molekulasining ionlanishi uchun bajarilishi lozim bo'lgan A_i ishdan katta bo'lsa, ya'ni:

$$W_k \geq A_i \quad (1.10)$$

shart bajarilsa, tok tashuvchining neytral molekula bilan to'qnashishi natijasida molekula ikki qismga – erkin elektronga va musbat zaryadlangan ionga ajraladi. Bu jarayonni *zarbdan ionlanish* deyiladi. Yangi vujudga kelgan tok tashuvchilar ham o'z navbatida elektr maydon tomonidan tezlatiladi. Shuning uchun ular yana ionlanishiga sababchi bo'lishi mumkin. Shu tariqa gazda ionlanish nihoyat katta qiymatlarga erishadi. Bu hodisa tog'lardagi qor ko'chkisini eslatadi. Ma'lumki, qor ko'chkisining vujudga kelishiga bir siqimgina qor sababchi bo'la oladi. Shuning uchun yuqorida bayon etilgan jarayon ionlar ko'chkisi (quyuni) deyiladi.

2. *Ikkilamchi elektron emissiya.* Gazdagi musbat zaryadli ionlar elektr maydon ta'sirida ancha katta energiyalarga erishgach, manfiy elektrodga urilishi natijasida elektroddan elektronlar ajralib chiqadi. Bu hodisani ikkilamchi elektron emissiya deyiladi.

3. *Avtoelektron emissiya.* Bu hodisa nihoyat kuchli elektr maydonlarda ($E \sim 10^8$ V/m) sodir bo'ladi. Bunda nihoyat kuchli elektr maydon metallardan elektronlarni yulib (tortib) oladi, deyish mumkin.

4. *Fotoionlanish.* Zarbdan ionlanish natijasida vujudga kelgan ion uyg'otilgan holatda bo'lishi mumkin (uyg'otilgan holatdagi sistemaning energiyasi asosiy holatdagiga qaraganda kattaroq bo'ladi). Bu ion uyg'otilgan holatdan asosiy holatga o'tayotganda qisqa to'lqin uzunlikli nur chiqaradi. Bunday nur energiyasi molekulaning ionlanishiga yetarli bo'lib qolganda fotoionlanish hodisasi ro'y beradi.

5. *Termoelektron emissiya.* Manfiy elektrod temperaturasi yetarlicha yuqori bo'lgan hollarda termoelektron emissiya tufayli anchagina elektronlar vujudga keladi.

Mustaqil gaz razryadlarning ba'zi turlari bilan tanishaylik. Oldin oddiy atmosfera bosimlaridagi gazlarda ro'y beradigan razryadlarni tekshiramiz.

1. *Toj razryad.* Razryadning bu turi vujudga kelganda elektrodlar yaqinida huddi quyosh tojiga o'hshagan nurlanish kuzatiladi. Toj razryad vujudga kelishi uchun nihoyat kuchli notekis elektr maydon mavjud bo'lishi shart. Masalan, katta kuchlanishli elektr toklarni o'tkazuvchi simlarni ko'raylik. Sim va erni kondensatorning ikki qoplamasi deb qarash mumkin.

3. *Ey razryad (elektr yoyi).* Agar 3-rasmda tasvirlangan elektrodni bir-biriga tegizsak va elektr tok o'tkazsak, elektrodning bir-biriga tegib turgan uchlari qiziydi. So'ng ularni bir-biridan bir oz uzoqlashtiraylik. Katod bo'lib hizmat qiluvchi elektrod juda ko'p termoelektronlar chiqaradi. Bu termoelektronlar elektrod oralig'idagi gazni ionlashtiradi. Natijada elektrod orasida yoy shaklidagi kuchli (ko'zni qamashtiradigan darajada yorug') shu'la paydo bo'ladi. Buni elektr yoyi yoki Petrov yoyi deyiladi. Elektr yoyi uchqundan farqli o'laroq, uzluksiz davom etadi.

Tajribalar asosida yoy razryad unchalik katta bo'lmagan kuchlanishlarda (~ 40 V) sodir bo'lishi aniqlandi. Lekin tok kuchi katta (~ 3000 A) bo'lishi mumkin.



3-rasm

1.4. Plazma.

Yuqori darajada ionlashgan, lekin kichik makroskopik hajmda elektroneytral bo'lgan gaz *plazma* deb ataladi. Agar gazning barcha molekullari ionlashgan bo'lsa, ya'ni ionlashganlik darajasi birga teng bo'lsa, *to'liq ionlashgan plazma* deyiladi. Boshqa hollarda qisman ionlashgan plazma bilan ish ko'rilayotgan bo'ladi. Plazmani ikki usul bilan hosil qilish mumkin:

1. O'ta yuqori temperaturalargacha qizdirilgan gaz molekullari o'zaro to'qnashuvi tufayli ionlanish sodir bo'ladi. Masalan, $T \geq 10000$ K da har qanday jism plazma

holatida bo‘ladi. Barcha yulduzlar, xususan Quyosh ham, ana shunday yuqori temperaturali plazmadan iboratdir.

2. Gazdan elektr tok o‘tishi (elektr razryad) jarayonida ham plazma hosil bo‘ladi. Gaz razryadli plazma elektronlar va ionlar gaz razryadni vujudga keltirayotgan elektr tok manбайдan doimo energiya olib turadi. Natijada ionlar va elektronlarning temperaturalari keskin farq qiladi, chunki elektronlar elektr maydonda ko‘proq tezlashadi. Masalan, yolqin razryadda elektronlar temperaturasi ~ 10000 K bo‘lsa, ionlar temperaturasi ~ 2000 K dan ortmaydi.

Erning ionosferasidagi plazma Quyosh nurlanishi tufayli atmosferadagi gaz molekularining fotoionlashuvi natijasida vujudga keladi. Shuning uchun plazmaning bu turi gaz razryadli plazmadan farq qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR: (REFERENCES)

1. *Партиев Қ., Отажонов Ш., Маматисақов Д., Ортиқов А. Умумий физикадан практикум. Андижон, 2002.*
2. *В.И. Иверонова. Физикадан практикум. Т., Ўқитувчи. 1979*
3. *Бўрибаев И., Каримов Р. Оптика. (Физик практикум) Т., 2004.*