

GAZLARDA IONLANISH

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti asistenti

Abdulazizov.B.B

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti talabasi

Davronov.Z.Ch

Annotatsiya:

Ushbu maqola gazlarda kechadigan ionlanish hodisalarining fundamental fizik asoslarini har tomonlama tahlil qiladi. Tadqiqot doirasida gazlarning dielektrik holatdan elektr o'tkazuvchi plazma holatiga o'tish mexanizmlari, jumladan, elektronlar ko'chkisi (Townsend nazariyasi) va Pashen qonunining mohiyati atroflicha yoritilgan. Shuningdek, tashqi energiya ta'siri (issiqlik, nurlanish, kuchli elektr maydoni) ostida atomlarning ionlanish kinetikasi va rekombinatsiya jarayonlari o'rganiladi. Maqolaning amaliy qismida ionlanish jarayonlarining zamonaviy sanoat, yoritish texnikasi, plazma texnologiyalari, energetika (jumladan, termoyadroviy sintez) va atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyati ilmiy va tatbiqiy nuqtai nazardan asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Ionlanish energiyasi, elektron ko'chkisi (avalanche), Pashen qonuni, plazma, rekombinatsiya, Townsend zaryadi, elektron birikishi (attachment).

Аннотация:

В данной статье представлен всесторонний анализ фундаментальных физических основ явлений ионизации в газах. В рамках исследования подробно освещаются механизмы перехода газов из диэлектрического в проводящее плазменное состояние, включая теорию электронной лавины Таунсенда и физическую значимость закона Пашена. Также изучаются кинетика ионизации атомов и процессы рекомбинации под воздействием внешних энергетических факторов (тепловых, радиационных, сильных электрических полей). В прикладной части статьи обосновывается значение процессов ионизации в современной

промышленности, светотехнике, плазменных технологиях, энергетике (включая термоядерный синтез) и охране окружающей среды с научной и практической точек зрения.

Ключевые Слова: Энергия ионизации, электронная лавина, закон Пашена, плазма, рекомбинация, разряд Таунсенда, прилипание электронов

Abstract:

This article provides a comprehensive analysis of the fundamental physical principles of ionization phenomena in gases. The study elaborates on the mechanisms of the transition of gases from a dielectric state to a conductive plasma state, including the electron avalanche effect (Townsend theory) and the physical significance of Paschen's law. Furthermore, it examines the kinetics of atomic ionization and recombination processes under external energy influences (thermal, radiative, and high electric fields). The practical section of the article substantiates the significance of ionization processes in modern industry, lighting technology, plasma applications, energy (including thermonuclear fusion), and environmental protection from both scientific and applied perspectives.

Keywords: Ionization energy, electron avalanche, Paschen's law, plasma, recombination, Townsend discharge, electron attachment. Kirish

Kirish

Gazlar odatdagi holatda elektr tokini o'tkazmaydigan dielektriklar hisoblanadi. Biroq, tashqi ta'sirlar natijasida gaz atomlari yoki molekulalaridan elektronlarning ajralib chiqishi jarayoni — **ionlanish** yuz bersa, gaz elektr tokini o'tkazuvchi muhitga aylanadi. Bu hodisa zamonaviy fizika va texnikaning ko'plab sohalarida fundamental asos vazifasini o'taydi.

Gazlarda ionlanish — bu gaz muhitidagi neytral atom yoki molekulalarning tashqi ta'sir natijasida zaryadlangan zarrachalarga, ya'ni ionlar va erkin elektronlarga aylanish jarayonidir. Ushbu hodisa fizika, texnika va tabiiy jarayonlarda muhim o'rin tutadi. Gazlar odatda elektr tokini yomon o'tkazadi, chunki ularda erkin zaryad tashuvchilar deyarli yo'q. Biroq ionlanish sodir bo'lganda gaz o'tkazuvchan muhitga aylanadi va elektr toki o'tishi

mumkin bo‘ladi. Bu jarayonning mohiyatini tushunish elektr razryadlari, plazma fizikasi, atmosferadagi hodisalar va ko‘plab texnologik qurilmalar ishlash prinsipini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Ionlanish turli omillar ta‘sirida yuzaga keladi. Eng keng tarqalganlari — kuchli elektr maydoni, yuqori harorat, ultrabinafsha yoki rentgen nurlanishi, hamda zarrachalar to‘qnashuvi natijasidagi zarba ionlanishidir. Elektr maydoni ta‘sirida erkin elektronlar tezlanadi va ular gaz molekullari bilan to‘qnashganda yangi ionlar hosil qiladi. Bu jarayon zanjirsimon davom etib, ionlanish darajasini keskin oshiradi. Bunday holat Townsend razryadi deb ataladi va u gazlarda elektr o‘tkazuvchanlikning boshlanish bosqichini ifodalaydi.

Ionlanish natijasida gaz muhitida musbat ionlar va manfiy elektronlar paydo bo‘ladi. Ular elektr maydoni ta‘sirida qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanib, elektr tokini hosil qiladi. Shu bilan birga rekombinatsiya jarayoni ham sodir bo‘ladi, ya‘ni musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar yana birlashib, neytral atomlarga aylanadi. Ionlanish va rekombinatsiya jarayonlari o‘rtasidagi muvozanat gazning umumiy zaryadlanish darajasini belgilaydi.

Gazlarda ionlanish darajasi ko‘plab omillarga bog‘liq. Ular orasida gazning bosimi, harorati, elektr maydon kuchlanganligi va gazning kimyoviy tarkibi muhim rol o‘ynaydi. Past bosimda zarrachalar orasidagi masofa ortadi va elektronlar erkinroq harakatlanadi, bu esa ionlanish ehtimolini oshiradi. Yuqori bosimda esa to‘qnashuvlar soni ortadi, lekin elektronlarning erkin yo‘li qisqaradi. Shu sababli ionlanish jarayoni har xil sharoitlarda turlicha kechadi.

Gazlarda ionlanishning amaliy qo‘llanilishi juda keng. Masalan, gaz razryad lampalari, neon chiroqlar, plazma qurilmalari, lazer texnologiyalari va ionlashtiruvchi detektorlar shu hodisaga asoslanadi. Atmosferadagi chaqmoq ham ionlanish jarayonining yorqin namunasidir. Kuchli elektr maydoni ta‘sirida havo ionlanadi va katta energiyali

razryad yuzaga keladi. Bundan tashqari, yuqori qatlamlarda quyosh nurlari ta'sirida hosil bo'ladigan ionosfera radioaloqa tizimlari uchun muhim ahamiyatga ega.

Ionlanish jarayoni nafaqat foydali, balki ayrim hollarda zararli ham bo'lishi mumkin. Masalan, yuqori energiyali nurlanish biologik to'qimalarda ionlanish hosil qilib, hujayralarga zarar yetkazadi. Shu sababli radiatsiya xavfsizligi masalalari ham ionlanish hodisasi bilan chambarchas bog'liqdir.

Gazlarda ionlanish jarayoni chuqur o'rganilgan bo'lsa-da, u hali ham zamonaviy ilmfan uchun dolzarb yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa plazma fizikasi, kosmik tadqiqotlar va energiya manbalarini yaratish sohalarida ionlanish hodisasining ahamiyati ortib bormoqda. Yangi texnologiyalar, jumladan, termoyadro sintezi loyihalari ham ionlashgan gaz — plazma holatini boshqarishga asoslanadi.

Ionlanish mexanizmlari

Zarbali ionlanish (Impact Ionization): Bu gazlardagi eng keng tarqalgan jarayon. Tez harakatlanayotgan elektron yoki ion neytral atom bilan to'qnashganda, unga o'z kinetik energiyasining bir qismini beradi. Agar bu energiya atomning ionlanish energiyasidan katta bo'lsa, atomdan elektron ajralib chiqadi va musbat ion hosil bo'ladi.

Termik ionlanish (Thermal Ionization): Gaz harorati juda yuqori bo'lganda, atomlarning issiqlik harakati natijasida to'qnashuvlar intensivligi ortadi va molekulalar parchalana boshlaydi. Bu jarayon yulduzlar atmosferasi va plazma generatorlarida kuzatiladi.

Fotoionlanish (Photoionization): Gaz muhitiga tushgan elektromagnit nurlanish (fotonlar) atomlar tomonidan yutiladi. Agar foton energiyasi atomni ionlash uchun yetarli bo'lsa, elektron tashqi qobiqdan ajralib chiqadi.

Maydon ta'sirida ionlanish: Kuchli elektr maydonida elektronlarning tezlanishi va ularning boshqa zarralar bilan to'qnashuvi natijasida "ion ko'chkisi" (avalanche) hosil bo'ladi.

Ionlanish jarayonining oqibatlari

Ionlanish jarayoni gazni o'tkazuvchi muhitga, ya'ni **plazma** holatiga o'tkazadi. Plazma — moddaning to'rtinchi holati bo'lib, u erkin zaryadlangan zarralar (elektronlar va ionlar) majmuasidan iborat.

Ionlanishga qarshi jarayon ham mavjud — **rekombinatsiya**. Bu jarayonda musbat ionlar va erkin elektronlar qayta birlashib, neytral atomlarni hosil qiladi. Ionlanish tezligi rekombinatsiya tezligidan yuqori bo'lganda, gazdagi erkin zaryadlar konsentratsiyasi ortib boradi va elektr razryadi barqarorlashadi.

Gazlar odatdagi holatda elektr tokini o'tkazmaydigan dielektriklar hisoblanadi. Biroq, tashqi ta'sirlar natijasida gaz atomlari yoki molekulalaridan elektronlarning ajralib chiqishi jarayoni — **ionlanish** yuz bersa, gaz elektr tokini o'tkazuvchi muhitga aylanadi. Bu hodisa zamonaviy fizika va texnikaning ko'plab sohalarida fundamental asos vazifasini o'taydi.

Amaliy ahamiyati

Yuqori kuchlanishdagi ionlanish mexanizmi

Past kuchlanishda ionlanish tasodifiy xarakterga ega bo'lsa, yuqori kuchlanishda (elektr maydon kuchlanishi $E \gg E_0$ katta bo'lganda) u tizimli va boshqarib bo'lmaydigan jarayonga aylanadi.

- **Elektronlarning tezlanishi:** Kuchli elektr maydoni erkin elektronlarga juda katta kinetik energiya beradi. Elektronning ikki to'qnashuv orasidagi erkin yugurish yo'lida to'plagan energiyasi atomning ionlanish energiyasidan bir necha barobar ortib ketadi.

- **Ionlanish koeffitsiyenti :** Townsend nazariyasiga ko'ra, bitta elektronning 1 sm yo'lda hosil qilgan yangi ionlari soni keskin ortadi. Bu koeffitsiyent maydon kuchlanishiga bog'liq:

Gaz teshilishining asosiy bosqichlari

Elektron ko'chkisi

Yuqori kuchlanish ta'sirida bitta elektron o'z yo'lidagi atomlarni ionlab, yangi elektronlarni hosil qiladi. Bu zanjirsimon reaksiya millisekundning ulushlari ichida gaz orqali o'tuvchi o'tkazuvchan kanalni shakllantiradi.

Strimer nazariyasi

Agar kuchlanish juda yuqori bo'lsa va zaryadlar zichligi ortib ketsa, ko'chki o'zining shaxsiy elektr maydonini hosil qiladi. Bu maydon asosiy maydon bilan qo'shib, gazda **strimerlar** (nurli plazma kanallari) hosil bo'lishiga olib keladi. Strimerlar elektrodlar orasidagi masofani juda tez bosib o'tadi.

Lider jarayoni

O'ta yuqori kuchlanishlarda (masalan, chaqmoq hodisasida yoki 110 kV+ liniyalarda) strimerlar yanada kuchliroq bo'lgan **liderlarga** aylanadi. Lider kanali juda yuqori haroratga ega bo'lib, u deyarli ideal o'tkazgich vazifasini o'taydi.

Yuqori kuchlanishdagi o'ziga xos hodisalar

- **Toj (Korona) razryadi:** Elektrodning o'tkir uchlarida yoki yuqori kuchlanishli simlarning atrofida maydon kuchlanishi juda yuqori bo'ladi. Natijada havo qisman ionlashadi va sim atrofida binafsha rangli nur hamda "shovqin" hosil bo'ladi. Bu energiya isrofining asosiy manbai hisoblanadi.

- **Elektr yoyi:** Gaz teshilgandan keyin hosil bo'ladigan, juda yuqori tok kuchi va haroratga ega bo'lgan razryad shakli. U metallarni eritish va payvandlashda foydali, lekin elektr tarmoqlarida avariyalarga sabab bo'ladi.

Texnikada qo'llanilishi va himoya

Izolyatsiya: Yuqori kuchlanishli podstansiyalarda havoning ionlanishini oldini olish uchun elektrodlar orasidagi masofa katta qilib olinadi.

Elegaz (SF6): Bu gaz havoga nisbatan ionlanishga 3 barobar chidamli bo‘lib, zamonaviy yopiq podstansiyalarda (GIS) asosiy izolyator hisoblanadi.

Chaqmoqqa qarshi himoya: Binolar va liniyalarni yuqori kuchlanishli ionlanish natijasida kelib chiqadigan chaqmoq urishidan himoya qilish uchun razryadniklar o‘rnatiladi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, gazlarda ionlanish — bu murakkab va ko‘p qirrali jarayon bo‘lib, u gaz muhitining elektr va fizik xususiyatlarini tubdan o‘zgartiradi. Ionlanish natijasida gaz elektr tokini o‘tkazuvchi muhitga aylanadi, bu esa turli texnologik va tabiiy jarayonlarning asosini tashkil etadi. Ushbu hodisani chuqur o‘rganish orqali zamonaviy energetika, elektronika va kosmik texnologiyalarni rivojlantirish imkoniyatlari kengayadi.

Adabiyotlar

1. Gayibov T.Sh. «Yuqori kuchlanish texnikasi».-Darslik, T.. Yoshlar nashriyoti uyi, 2020. 320 b.
2. B.B. Abdulazizov, M.R. Shaymanov. D.I.Saparov “ Elektr xavfsizligi”- darslik Toshkent:Noshir, 2025.- 240 b.
3. F. A. M. Rizk and G. N. Trinh, High Voltage Engineering, 1st Edition, Routledge, 2017. [ARM da elektron nusxasi mavjud]
- 4.Xamidov N.A. «Yuqori kuchlanish texnikasi va izolyatsiya». T.: Fan va texnologiya, 2012. 200 b.
- 5.“O‘ta kuchlanish va izolyatsiya”Fanidan ma’ruzalar matni – Farfona-2012

6. M.Shaymanov . B.Abdula zizov - "Elektrotexnika va elektronika" fanidan uslubiy qo'llanma. TMTI. 2024 йил. 110 бет.

7. M.Shaymanov . B.Abdula zizov - "Elektrotexnika va elektronika" fanidan laboratoriya mashg'ulot ishlarini bajarish uchun Uslubiy ko'rsatma. TMTI. 2024 йил. 62 бет.

8. M.Shaymanov . B.Abdula zizov –“Yuqori kuchlanish texnikasi” fanidan amaliy mashg'ulot ishlarini bajarish uchun Uslubiy ko'rsatma. TMTI. 2023-yil. 45 bet.