



ELEKTR TO‘KI: FIZIKAVIY TABIATI, QONUNIYATLARI, ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARDAGI O‘RNI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

Temirova Muqaddas Ulug‘bek qizi

Jizzax ilg‘or kasbiy mahorat texnikumi fizika fani o‘qituvchisi

Normurodova Mushratiy Zafar qizi

Jizzax ilg‘or kasbiy mahorat texnikumi iqtisod fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada elektr to‘kining fizikaviy tabiati, uning vujudga kelish mexanizmlari, qonuniyatlari va turli muhitlarda tarqalish xususiyatlari chuqur tahlil qilingan. Maqolada klassik elektron nazariya bilan bir qatorda, zamonaviy kvant-mexanik yondashuvlar, o‘tkazgichlar, yarimo‘tkazgichlar va o‘ta o‘tkazgichlarda zaryad tashuvchilarning harakati o‘rganilgan. Shuningdek, elektr to‘kining zamonaviy sanoat, energetika, muqobil energiya manbalari va nanotexnologiyalardagi o‘rni, global energetik muammolar va ularning yechimlari tahlil qilingan.

Tayanch so‘zlar: Elektr to‘ki, zaryad tashuvchilar, Om qonuni, Joule-Lenz qonuni, yarimo‘tkazgichlar, o‘ta o‘tkazuvchanlik, Maksvell tenglamalari, muqobil energetika, smart-grid, nanotexnologiya.

Kirish. Insoniyat sivilizatsiyasi tarixida texnik va iqtisodiy inqiloblarni harakatlantiruvchi kuch sifatida energiya turlari asosiy rol o‘ynagan. Bular orasida eng universal, ekologik toza (iste‘mol nuqtai nazaridan) va uzatish oson bo‘lgan energiya turi — bu elektr energiyasidir. Elektr to‘ki tushunchasi va uni jilovlash XIX-XX asrlarda sanoat inqilobining poydevori bo‘ldi. Bugungi kunda sun‘iy intellekt, kvant kompyuterlari, elektromobillar va kosmik texnologiyalar davrida ham elektr to‘ki fundamental asos bo‘lib qolmoqda.



Ushbu tadqiqot ishining maqsadi elektr to'kining klassik va zamonaviy fizika nuqtai nazaridan mohiyatini ochib berish, uning matematik va fizik modellarini tizimlashtirish hamda zamonaviy fanning eng so'nggi yutuqlari (masalan, yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar va grafen asosidagi o'tkazgichlar) bilan bog'liqligini ko'rsatishdan iborat.

1-bob. Elektr to'kining fundamental fizik tabiati

1.1. Elektr to'ki tushunchasi va vujudga kelish shartlari

Elektr to'ki — zaryadlangan zarralarning tartibli (yo'naltirilgan) harakatidir. Mikrodunyoda zarralarning betartib (gissis, issiqlik) harakati doimo mavjud, biroq to'k hosil bo'lishi uchun ushbu harakat ma'lum bir yo'nalishga ega bo'lishi talab etiladi.

Elektr to'ki vujudga kelishi va uzluksiz oqishi uchun quyidagi uchta fundamental shart bajarilishi shart:

Erkin zaryad tashuvchilarning mavjudligi: Muhitda statsionar holatdan ajralgan va tashqi kuch ta'sirida harakatlana oladigan zarralar (elektronlar, ionlar, kovaklar) bo'lishi kerak.

Tashqi elektr maydonining mavjudligi: Zaryadlarni ma'lum bir yo'nalishda harakatga keltiruvchi potentsiallar ayirmasi (kuchlanish) bo'lishi lozim.

Zanjirning berkligi: To'k uzluksiz oqishi uchun o'tkazgichlardan iborat kontur yopiq zanjirni tashkil qilishi kerak.

1.2. To'k kuchi va to'k zichligi

To'kni miqdoriy jihatdan baholash uchun uning skalyar va vektor xarakteristikalarini kiritiladi. O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligi ichida oqib o'tgan zaryad miqdoriga **to'k kuchi** deyiladi:



Agar to'k vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, u o'zgarmas to'k deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

.Xalqaro birliklar sistemasida (SI) to'k kuchi Amper (A) bilan o'lchanadi.

To'kning o'tkazgich kesimi bo'ylab taqsimlanishini ko'rsatish uchun **to'k zichligi** vektori ishlatiladi:

2-bob. Turli muhitlarda elektr to'kning o'tish mexanizmlari

Elektr to'ki faqat metallarda emas, balki moddaning barcha agregat holatlarida hamda vakuumdagi maxsus sharoitlarda oqishi mumkin. Har bir muhit o'ziga xos zaryad tashuvchilarga ega.

2.1. Metallarda elektr to'ki

Klassik elektron nazariyaga (Drude-Lorens modeli) ko'ra, metallar kristall panjara tugunlarida joylashgan musbat ionlar va ular orasida erkin harakatlanuvchi "elektron gazi"dan iborat. Tashqi elektr maydon qo'yilganda, elektronlar maydonga qarshi dreyf tezligi bilan harakatlanadi.

Muhim fakt: Elektronlarning tartibli dreyf tezligi juda kichik , biroq elektr maydonining tarqalish tezligi yorug'lik tezligiga yaqin bo'lgani uchun zanjir ulanishi bilan to'k bir zumda barcha nuqtalarda paydo bo'ladi.

2.2. Suyuqliklarda (Elektrolitlarda) elektr to'ki

Elektrolitlar (kislota, ishqor va tuzlarning suvdagi eritmaları yoki erishmalari) orqali to'k o'tganda modda ko'chishi kuzatiladi. Bu jarayon **elektroliz** deb ataladi. Elektrolitlarda zaryad tashuvchilar musbat va manfiy ionlardir. Elektroliz qonuniyatlari Maykl Faradey tomonidan kashf etilgan:

2.3. Gazlarda va vakuumda elektr to'ki

Oddiy sharoitda gazlar dielektrikdir. Tashqi ionlashtirgichlar (rentgen nurlari, yuqori harorat) ta'sirida gaz atomlari ionlarga va elektronlarga ajraladi, natijada **gaz razryadi** hosil bo'ladi.



Vakuumda esa erkin zarralar yo‘q, shu sababli vakuum orqali to‘k o‘tkazish uchun **termoelektron emissiya** (metallni qizdirish orqali undan elektronlarni urib chiqarish) hodisasidan foydalaniladi.

2.4. Yarimo‘tkazgichlarda elektr to‘ki

Yarimo‘tkazgichlar (Kremniy, Germaniy) o‘ziga xos o‘tkazuvchanlik mexanizmiga ega. Ularda zaryad tashuvchilar elektronlar va **kovaklar** (elektron yetishmayotgan bo‘sh o‘rinlar) hisoblanadi. Yarimo‘tkazgichlarga maxsus donor yoki akseptor aralashmalar qo‘shish orqali n-tip (elektronli) va p-tip (kovakli) o‘tkazgichlar olinadi, bu esa zamonaviy mikroelektronika (diod, tranzistor, mikrosxema) asosini tashkil etadi.

3-bob. Elektr zanjirlarining fundamental qonuniyatlari

Elektr zanjirlarini hisoblash va loyihalash klassik fizika qonunlariga tayanadi.

3.1. Om qonuni

1827-yilda Georg Om tomonidan kashf etilgan ushbu qonun zanjirning bir jinsli qismi uchun to‘k kuchi, kuchlanish va qarshilik o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rnatadi:

3.2. Joul-Lens qonuni

To‘k o‘tkazgichdan o‘tayotganda elektronlarning kristall panjara ionlari bilan to‘qnashishi natijasida issiqlik energiyasi ajralib chiqadi:

Ushbu qonun energetikada isitish jihozlarini yaratishda ijobiy rol o‘ynasa, yuqori kuchlanishli tarmoqlarda energiya isrofini keltirib chiqarishi sababli salbiy oqibatga ega.

3.3. Kirxgof qoidalari

Murakkab va tarmoqlangan elektr zanjirlarini hisoblashda ikkita asosiy qoidadan foydalaniladi:



Birinchi qoida (Tugunlar uchun): Zanjirning har qanday tuguniga kirayotgan to'klar yig'indisi undan chiqayotgan to'klar yig'indisiga teng Bu zaryadning saqlanish qonunidan kelib chiqadi.

Ikkinchi qoida (Konturlar uchun): Berq konturdagi kuchlanishlar tushuvining algebrik yig'indisi shu konturdagi EYuK (Elektr yurituvchi kuch) lar yig'indisiga teng

4-bob. O'zgaruvchan to'k va elektromagnit maydon nazariyasi

4.1. O'zgaruvchan to'k va uning afzalliklari

Vaqt o'tishi bilan miqdori va yo'nalishi davriy ravishda o'zgarib turadigan to'kka **o'zgaruvchan to'k** deyiladi. Sanoatda asosan sinusoidal o'zgaruvchan to'k qo'llaniladi:

O'zgaruvchan to'kning asosiy afzalligi — uning transformatorlar yordamida kuchlanishini osonlikcha oshirish yoki kamaytirish imkoniyatidir. Bu esa elektr energiyasini uzoq masofalarga minimal isroflar bilan uzatish imkonini beradi.

4.2. Maksvell tenglamalari tizimi

Elektr to'ki faqat sim ichidagi hodisa emas, u atrofida elektromagnit maydon hosil qiladi. Jeyms Klerk Maksvell klassik elektrodinamikani to'rtta asosiy tenglama orqali umumlashtirdi. Ulardan biri to'kning magnit maydonini yaratishini ifodalaydi (Amper-Maksvell qonuni):

Bu yerda ikkinchi had **siljish to'ki** (vaqt bo'yicha o'zgaruvchan elektr maydoni) deb ataladi va u vakuumda ham xuddi o'tkazuvchanlik to'ki kabi magnit maydon hosil qiladi.

5-bob. O'ta o'tkazuvchanlik va zamonaviy kvant hodisalari



5.1. O'ta o'tkazuvchanlik fenomeni

1911-yilda Kamerling-Onnes simobni haroratgacha sovitganda uning elektr qarshiligi mutloq nolga tushib qolishini aniqladi. Bu hodisa **o'ta o'tkazuvchanlik** deb ataladi.

O'ta o'tkazgich ichida elektr to'ki hech qanday energiya yo'qotishsiz (Joul-Lens issiqligini chiqarmasdan) cheksiz vaqt davomida oqishi mumkin. Kvant mexanikasi nuqtai nazaridan (BKS nazariyasi), o'ta o'tkazgichlarda elektronlar o'zaro juftlashib, **Kuper juftliklarini** hosil qiladi. Ushbu juftliklar kristall panjara bilan to'qnashmasdan, bozon kondensati sifatida harakatlanadi.

Holat	Ishchi harorat diapazoni	Amaliy muammolari
Klassik o'ta o'tkazgichlar	Kriotemperaturalar	Suyuq geliydan foydalanish majburligi, yuqori tannarx
Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar	Suyuq azot harorati	Materiallarning mo'rtligi, yuqori to'k zichligida xususiyatini yo'qotishi

5.2. Grafen va 2D materiallarda elektronlar transporti

Nanotexnologiyaning rivojlanishi natijasida kashf etilgan **grafen** (uglerod atomlarining bir qatlamli ikki o'lchamli panjarasi) o'zining anomal yuqori elektr o'tkazuvchanligi bilan ajralib turadi. Grafenda elektronlar o'zlarini massasiz Dirak fermionlari kabi tutadi va ularning harakat tezligi oddiy metallardagiga qaraganda yuzlab marta yuqoridir. Bu esa kelajakda ballistik tranzistorlar va o'ta tezkor protsessorlar yaratish imkonini beradi.

6-bob. Amaliy tadbiqlar, zamonaviy energetika va ekologiya



6.1. Smart Grid (Aqlli tarmoqlar) texnologiyasi

Zamonaviy elektr tarmoqlari raqamlashtirish bosqichida turibdi. Smart Grid tizimi iste'molchilar va energiya ishlab chiqaruvchilar o'rtasida ikki tomonlama axborot va elektr oqimini ta'minlaydi. Bu tizim elektr to'kini real vaqt rejimida boshqarish, avariylarni oldindan aniqlash va yuklamani muvozanatlash imkonini beradi.

6.2. Muqobil energiya va to'k konversiyasi

Quyosh panellari va shamol generatorlari ishlab chiqaradigan elektr to'ki ko'pincha o'zgarmas to'k yoki beqaror o'zgaruvchan to'k ko'rinishida bo'ladi. Zamonaviy quvvat elektronikasi (Invertorlar va Kontrollerlar) ushbu to'kni umumiy tarmoq standartlariga (50 Hz), 220 keltirish vazifasini bajaradi.

Xulosa

Elektr to'ki — oddiy zaryadlangan zarralar harakatidan boshlab, murakkab kvant-mexanik jarayonlargacha bo'lgan keng fizik qamrovga ega fundamental hodisadir. Klasik qonuniyatlar (Om, Joul-Lens) kundalik muhandislik masalalarini hal qilsa, zamonaviy mikrosxemalar va kvant qurilmalarini loyihalashda qattiq jism fizikasi va kvant elektrodinamikasi qonunlariga tayaniladi. Future-tech (Kelajak texnologiyalari) yo'nalishida xona haroratidagi o'ta o'tkazgichlarni topish va nano-elektronika elementlarini joriy etish orqali elektr to'kidani foydalanish samaradorligini mutloq yangi bosqichga olib chiqish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sivuxin D.V. *Umumiy fizika kursi. III tom: Elektr va magnetizm.* — Toshkent, "O'qituvchi", 1990.
2. Landau L.D., Lifshits E.M. *Teoreticheskaya fizika. Tom VIII: Elektrodinamika sploshnix sred.* — Moskva, "Nauka", 2005.



3.Purcell E.M. *Electricity and Magnetism (Berkeley Physics Course, Vol. 2)*. — McGraw-Hill, 1985.

4.Feynman R., Leighton R., Sands M. *The Feynman Lectures on Physics, Vol. 2: Mainly Electromagnetism and Matter*. — Addison-Wesley, 1964.

5.Irodov I.E. *Elektromagnetizm. Osnovnie zakoni*. — Moskva, "Laboratoriya znaniy", 2010.