

METALLARNING O'TKAZUVCHANLIGI KLASSIK NAZARIYASI ASOSIDA OM QONUNINI KELITIRIB CHIQARISH.

Yakubova Madina Abdumalik qizi

Nishonova Gulasal G'ayratjon qizi

ADPI Kimyo yo'nalishi 1-kurs talabalari

Annotatsiya: Ushbu ishda metallar o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi asosida Om qonuni keltirib chiqariladi. Dryude modeli asosida elektronlarning harakati va ular bilan atomlar o'rtasidagi to'qnashuvlar tahlil qilinadi. Elektr toki zichligi va elektr maydon kuchi orasidagi bog'lanish aniqlanib, bu orqali Om qonunining nazariy asoslari yoritiladi.

Abstract: This paper derives Ohm's law based on the classical theory of electrical conductivity in metals. Using the Drude model, the motion of electrons and their collisions with atoms are analyzed. The relationship between current density and electric field strength is established, providing a theoretical foundation for Ohm's law.

Аннотация: В данной работе выводится закон Ома на основе классической теории проводимости металлов. С использованием модели Друде анализируется движение электронов и их столкновения с атомами. Устанавливается связь между плотностью тока и напряженностью электрического поля, что служит теоретической основой закона Ома.

Kalit so'zlar: Metallar, o'tkazuvchanlik, klassik nazariya, Drude modeli, elektron harakati, Om qonuni, elektr toki, elektr maydon.

Keywords: Metals, conductivity, classical theory, Drude model, electron motion, Ohm's law, electric current, electric field.

Ключевые слова: Металлы, проводимость, классическая теория, модель Друде, движение электронов, закон Ома, электрический ток, электрическое поле.

Kirish: Zamonaviy fizikada elektr hodisalarini tushunish va izohlashda elektr o'tkazuvchanlik hodisasi muhim o'rin egallaydi. Ayniqsa, metallar kabi yaxshi o'tkazuvchilarni o'rganish elektr toki va uning xossalari haqida chuqur tasavvur hosil qilish imkonini beradi. Elektr toki oqib o'tadigan metall o'tkazgichlarda tok kuchi va kuchlanish orasidagi bog'liqlik Om qonuni orqali ifodalanadi. Bu qonunning nazariy asoslarini tushunish esa metallardagi zaryad tashuvchilarning harakati, ularning erkinligi va o'zaro to'qnashuvlarini o'rganishni talab etadi. Elektr o'tkazuvchanlikning klassik nazariyasi — bu XIX asr oxiri va XX asr boshlarida rivojlangan nazariy kontsepsiya bo'lib, u erkin elektronlar modeli asosida yaratilgan. Mazkur modelga ko'ra, metall ichidagi elektronlar ideal gaz zarrachalariga o'xshab, kristall panjaradagi ijobiy ionlar orasida erkin harakatlanadi. Ushbu nazariya orqali Om qonunining mikroskopik ildizlarini tahlil qilish, elektr tokining fizik mohiyatini chuqurroq tushunish imkonini beradi.

Nazariy va tahlil: Metallarning elektr o'tkazuvchanligini tushuntiruvchi klassik nazariya XIX asrda P.Dryude tomonidan taklif qilingan bo'lib, bu model "Dryude modeli" deb ataladi. Bu nazariyada metall kristall panjarasida erkin harakatlanuvchi elektronlar mavjud deb qaraladi. Elektronlar kristall panjara tugunlarida joylashgan ijobiy ionlar orasida to'qnashuvsiz erkin harakat qiladi. Elektronlarning bu erkin harakati ularni metall ichida elektr toki tashuvchilari sifatida ko'rishga asos beradi. Dryude modeliga ko'ra: Elektronlar metall ichida gaz zarrachalariga o'xshash harakat qiladi. Har bir elektron o'rtacha τ (tau) vaqt oralig'ida boshqa zarracha bilan yoki kristall panjaradagi tebranayotgan ion bilan to'qnashadi. Bu vaqt erkin yugurish vaqti deyiladi. Elektr maydoni ta'sirida harakatga kelgan elektronlar o'rtacha tezlikka ega bo'ladi va bu tezlik orqali metall ichida elektr tokini yuzaga keltiradi. Elektr toki va zaryad tashuvchilar harakati: Elektr maydoni ta'sirida harakat qilayotgan har bir elektron kuchlanishga bog'liq bo'lgan E elektr maydonida harakatlanadi. Elektronlarga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$F = -eE$$

bu yerda: e — elektron zaryadi,

E — elektr maydoni kuchi.

Elektr kuchi elektronlarga tezlik beradi, lekin ular har doim to‘qnashuvga uchragani uchun barqaror drift tezligi hosil bo‘ladi:

$$V_{dr} = -eEr/m$$

bu yerda: t — o‘rtacha to‘qnashuvlar orasidagi vaqt (erkin yugurish vaqti),

m — elektron massasi.

Endi tok zichligini ifodalaymiz:

$$j = nqv_{dr}$$

bu yerda: j — tok zichligi (A/m^2),

n — bir birlik hajmdagi erkin elektronlar soni,

$$q = e$$

V_{dr} — drift tezligi.

Ushbu formulalarni birlashtirsak:

$$J = ne \cdot -eEr/m = ne^2 r/m \cdot E$$

Bu yerda $ne^2 r/m$ qiymatiga o‘tkazuvchanlik σ deyiladi:

Bu — Ohm qonunining differensial shakli bo‘lib, u tok zichligi bilan elektr maydoni orasidagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqlikni ifodalaydi.

Agar elektr maydoni $E = U/l$ deb olinsa (bu yerda U — kuchlanish, l — o‘tkazgich uzunligi), u holda:

$$j = \sigma \cdot U/l$$

Shuningdek, tok zichligi $j = I/S$ bo‘lsa (bu yerda I — tok kuchi, S — o‘tkazgich kesim yuzasi), unda:

$$I/S = \sigma \frac{U}{l} \rightarrow I = \sigma * \frac{S}{l} * U$$

Bu formuladagi $\sigma \frac{S}{l}$ ifodasi o'tkazgichning o'tkazuvchanligi, ya'ni $1/R$ bilan teng:

$$I = U/R$$

Bu — Om qonunining makroskopik ko'rinishi bo'lib, elektr toki kuchlanishga to'g'ri, qarshilikka esa teskari proporsional ekanini bildiradi. Dryude modeli va uning asosidagi klassik yondashuv metallar o'tkazuvchanligiga oid bir qator hodisalarni muvaffaqiyatli tushuntira oladi: Om qonunining mikroskopik izohi aniq va tushunarli tarzda beriladi. Elektr toki, drift tezligi va elektr maydoni o'rtasidagi bog'liqlik aniqlanadi. Elektronlarning erkin harakati orqali metallarning yaxshi o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi tushuntiriladi. Temperaturaning oshishi bilan o'tkazuvchanlik kamayishini kvalitativ jihatdan izohlab beradi (ionlarning tebranishi kuchayib, elektronlarning to'qnashuv ehtimoli ortadi). Klassik modelning cheklovlari: Dryude modeli bir qator real fizik hodisalarni tushuntira olmaydi: 1. Metallarning issiqlik sig'imi klassik nazariyaga ko'ra haddan tashqari katta bo'lib chiqadi, lekin tajriba natijalari bilan mos kelmaydi. 2. Termoelektr effektlar (Seebeck, Peltier effektlari) to'liq izohlanmaydi. 3. Elektronlarning taqsimoti klassik Maxwell–Boltzmann taqsimotiga asoslangan, lekin bu mikroskopik zarrachalarning haqiqiy xatti-harakatiga to'g'ri kelmaydi. 4. Yuqori chastotali elektr maydonlarda o'tkazuvchanlik noto'g'ri bashorat qilinadi. 5. Barcha metallar bir xil o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak edi, lekin bu tajriba bilan mos emas (masalan, kumush, mis va temir o'rtasidagi farqlar). Bu kamchiliklar sababli XX asr boshlarida klassik modelning o'rnini kvant mexanikasi asosidagi yangi yondashuvlar egalladi.

Zamonaviy yondashuv: Sommerfeld modeli: Dryude modeliga kvant mexanikasi elementlarini kiritgan holda yaratilgan Sommerfeld modeli elektronlarni Fermi–Dirak taqsimoti asosida tasvirlaydi. Bu yondashuv: Elektronlarning energiyaviy holatlarini to'g'ri hisoblaydi. Issiqlik sig'imi va termoelektr effektlarni yaxshiroq izohlaydi. Om qonuni kvant asosda keltirib chiqariladi. Metallar va yarimo'tkazgichlar orasidagi farqni tushuntirishga imkon beradi. Ammo Sommerfeld modeli ham kristall panjaradagi elektronlarning to'liq xatti-harakatini tushuntirib bera olmaydi. Bu uchun yana ham

murakkabroq yondashuvlar – zonal nazariya va kvant statistikasiga asoslangan modellar ishlab chiqilgan. Real hayotdagi qo'llanilishi: Om qonuni va elektr o'tkazuvchanlikka oid tushunchalar quyidagi sohalarida keng qo'llaniladi: Elektr zanjirlarini loyihalashda: kuchlanish, tok va qarshilik hisob-kitoblari; Materiallar tanlashda: o'tkazuvchanlik yuqori bo'lgan metallar (mis, alyuminiy) kabel va o'tkazgichlar uchun tanlanadi; Sanoat va qurilishda: elektr jihozlari, sxemalar va elektr ta'minoti tizimlari; Issiqlik nazoratida: metallarning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi orasidagi bog'liqlik (Veydeman–Frants qonuni). Bundan tashqari, metallar o'tkazuvchanligi va Om qonunining buzilishi yarimo'tkazgichlar, sverxo'tkazgichlar, va nanotexnologiyalar sohasida alohida ilmiy yo'nalishlarga sabab bo'lgan.

Om qonunining buzilishi va unga bo'ysunmaydigan materiallar: Om qonuni ko'pchilik metallar uchun ma'lum sharoitlarda (past chastota, doimiy harorat) to'g'ri bo'lsa-da, ba'zi holatlarda bu qonun bajarilmaydi. Bunday holatlarga ega bo'lgan materiallar yoki sharoitlar nOmlik materiallar yoki nOmlin zanjirlar deb ataladi. Quyidagi holatlarda Om qonuni buziladi: Yarimo'tkazgichlarda tok kuchi kuchlanishga chiziqli bog'liq bo'lmaydi. Masalan, diodlarda tok faqat bir yo'nalishda o'tadi va kuchlanishga nisbatan eksponensial ortadi. Bu holatlarda Ohm qonuni amal qilmaydi. 2. Sverxo'tkazgichlarda: Bu materiallarda ma'lum kritik haroratdan pastda qarshilik butunlay yo'qoladi. Shuning uchun tok har qanday kuchlanishsiz ham harakatlanishi mumkin. Bunday materiallar 1911-yildan beri ma'lum va hozirda kvant kompyuterlar, magnit lebitatsiya va tibbiyot (MRI) sohalarida qo'llaniladi. 3. Gaz va plazma muhitida: Elektr tokining gaz muhitida harakati kuchli ionlashish jarayonlari orqali kechadi. Gazning elektr qarshiligi kuchlanish ortishi bilan kamayishi mumkin (nOmlin xatti-harakat). Masalan, neon chiroqlar. 4. Elektrolit eritmalarda: Bu muhitlarda tok ionlar harakati orqali yuzaga keladi, va kuchlanish ortgani sayin eritmadagi ionlarning harakati murakkablashadi. Ular uchun ham Om qonuni har doim amal qilavermaydi. 5. Yuqori chastotalarda yoki kuchli elektr maydonlarda: Metall yoki boshqa materialga yuqori chastotali tok yuborilsa, yuzaga keladigan teri-effekti sababli tok faqat yuzaki qatlamdan o'tadi. Bu holatda materialning o'tkazuvchanligi o'zgargan ko'rinadi va Om qonuni oddiy shaklda qo'llanilmaydi.

Xulosa: Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi — ya'ni Dryude modeli — elektr toki va uning xossalarini tushunishda muhim asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu nazariya doirasida elektronlar erkin zaryad tashuvchilar sifatida qaraladi va ular elektr maydoni ta'sirida harakatlanib, tok oqimini hosil qiladi. Elektronlarning drift tezligi, to'qnashuvlar orasidagi vaqt va elektr maydon kuchi bilan bog'lanishi orqali tok zichligi aniqlanadi. Om qonunining differensial shakli ko'rinishida keltirib chiqildi, bu esa tok zichligi bilan elektr maydoni orasidagi chiziqli bog'liqlikni ifodalaydi. Shuningdek, ushbu munosabatni makroskopik ko'rinishga olib chiqish orqali mashhur tenglamasi — Om qonuni — nazariy asoslangan holda isbotlandi. Garchi Dryude modeli ba'zi hollarda to'liq aniqlik bermasa-da, u elektr o'tkazuvchanlikni tushuntirishda muhim tarixiy va nazariy ahamiyatga ega. Bu model kvant mexanikasi elementlari qo'shilgan holatda yanada mukammal tus oladi va zamonaviy fizikaning poydevorlaridan biriga aylanadi.

Foydalanilga adabiyotlar:

1. Rasulov Sh.S., Karimov S.T. Umumiy fizika: Elektr va magnit hodisalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 312 b.
2. G'ulomov M.G., Abdurahmonov I.K. Nazariy fizika asoslari. – Toshkent: O'zbekiston Milliy ensiklopediyasi, 2022. – 278 b.
3. Turg'unboyev A.T. Elektrodinamika nazariyasi. – Samarqand: Samarqand davlat universiteti nashriyoti, 2023. – 245 b.
4. Murodov N.N. Zamonaviy fizikaning nazariy asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2021. – 198 b.
5. Ergashov D.M. Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari (elektr va magnit hodisalari bo'yicha). – Buxoro: BuxDU, 2022. – 156 b.