**10-MA’RUZA. ELEKTR MAYDON UCHUN BIRJINSLI VA BIRJINSLI BO'LMAGAN TO'LQIN TENGLAMALARI.**

**Reja:**

10.1. Birjinsli to'lqin tenglamalari.

10.2. Birjinsli bo'lmagan to'lqin tenglamalari.

10.3. Differensial shakldagi Om qonuni.

10.4. To‘liq elektr toki

10.5. Magnit maydonining skalyar potensiali.

10.6. Magnit maydonining vektor potensiali

**10.1. Birjinsli to'lqin tenglamalari**

Δq zaryadning berilgan yuza orqali ma’lum bir Δt vaqt ichida oqib o‘tish nisbati tok o‘lchovi sifatida hizmat qiladi. Bunda Δt→0 ga intiladi.

. (10.1)

Tok skalyar kattalikdir [i]=[A].

Tok zichligi – bu vektor kattalik **J** bo‘lib, zaryadlar harakat yo‘nalishiga perpendikulyar joylashtirilgan yuzadan oqib o‘tuvchi tokning shu yuza o‘lchamiga nisbatiga aytiladi. Bunda yuzaning maydoni nolga intiltiriladi.

. (10.2)

**J** vektorining yo‘nalishi musbat zaryadlarning harakati yo‘nalishi bilan bir xilda tanlanadi.

Tok va tok zichligi quyidagi munosabat bilan bog‘langan

. (10.3)

Tok zichligi SI tizimida [ **J** ] = [A⁄m2].

Ayrim hollarda, o‘tkazuvchining faqat yuza qismidan oqib o‘tuvchi yuza toklari ko‘rib chiqiladi

. (10.4)

SI tizimida [η] = [A⁄m].

**10.2. Birjinsli bo'lmagan to'lqin tenglamalari**

O‘zgarmas toklar faqatgina yopiq zanjirlarda mavjud bo‘ladi. **J** vektorining kuch chiziqlari uzluksiz va div **J=0.** Ixtiyoriy yopiq yuza bo‘yicha o‘zgarmas tokning oqimi doimo nolga teng.

O‘zgaruvchan toklar yopiq bo‘lmagan zanjirlarda xam mavjud bo‘la oladi. Demak, o‘zgaruvchan maydonlarda o‘tkazuvchanlik toki oqadigan zanjirlar tutashmagan bo‘lishi xam mumkin. O‘tkazuvchanlik toki zichligi vektori **J** ning kuch chiziqlari tugallanadigan joyda zaryadlar to‘planadi. Shu vektorning yopiq yuza bo‘yicha oqimi noldan farqli bo‘la oladi.

Aytaylik, S yuza bilan chegaralangan V xajmda q zaryad joylashtirilgan bo‘lsin. Uning xajmiy zichligi **ρ** orqali berilgan. Agar o‘tkazuvchanlik toki i yuzadan chiqsa, unda q zaryad kamayadi.

Tokni uning zichligi, zaryadni esa xajmiy zichlik orqali ifodalaylik

,

**.**

Ostragradskiy teoremasi asosida J vektorining oqimini almashtirib



quyidagini xosil qilamiz

 ,

yoki

**.**

O‘tkazuvchanlik toki zichligining divergensiyasi zaryadlar xajmiy zichligining kamayish tezligiga teng. O‘tkazuvchanlik tokining zichligi o‘z manbasiga ega bo‘lishi mumkin. Uning oqib kirish chiziqlari (stoklari) vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan xajmiy zaryadlar ko‘rinishida bo‘ladi.

**10.3. Differensial shakldagi Om qonuni**

Birjinsli izotrop o‘tkazgichdagi o‘tkazuvchanlik toki zichligi J elektr maydoni kuchlanganligi Ye ga to‘g‘ri proporsional.

 (10.5)

Bu tenglama differensial ko‘rinishidagi Om qonuni nomi bilan yuritiladi.

O‘tkazgichdan tok uzluksiz ravishda oqib turishi uchun zaryadlarni harakatga keltiruvchi elektr maydon bo‘lish shart. Bunday maydonni yuzaga keltirish mumkin va u noelektrostatik jarayonlar (kimyoviy va termoelektrostatik) tomonidan qo‘llab quvvatlanadi. Bu jarayonda ishtirok etayotgan maydon chetki elektr maydon deb ataladi. Chetki elektr maydonning kuchlanganligi

. (10.6)

Natijaviy maydon kuchlanganligi

. (10.7)

O‘tkazgichning chetki kuchlar mavjud bo‘lgan hududlarida Om qonuni kuyidagicha yoziladi

. (10.8)

Bunda σ – solishtirma o‘tkazuvchanlik.

SI tizimida [σ]=[Sm/m].

**10.4. To‘liq elektr toki**

O‘tkazgich muxitdagi elektr toki maydon kuchlari ta’siri ostida yuzaga keladigan erkin elektr zaryadlarining tartibli xarakatidir. Bu tok o‘tkazuvchanlik toki deb ataladi.

Om qonuniga ko‘ra



Agar zaryadlangan jism yoki zarralar o‘tkazgich bo‘lmagan muxit yoki vakuumda V tezlik bilan xarakatlansalar, ular ko‘chish tokini yuzaga keltiradi.



Chetki elektr maydoni ta’siriga kiritilgan dielektrikning molekulalari xarkatlanib, qutblanish tokini yuzaga keltiradi.



bu yerda - qutblanish vektori.

Ba’zi bir muxitlarda **=ε0ke** tenglik o‘rinli. Bu xolda



Yuqorida aytib o‘tilgan uchchala tok turlari xam elektr zaryadlarining siljishini ifodalaydi. Xar bir tok o‘zining magnit maydoniga ega.

Maksvell elektr toki deb tokning vakuumdagi vaqt bo‘yicha o‘zgarishini aytishni taklif etgan



Siljish tokining boshqa turdagi toklardan farqi shundagi, bu tok issiqlik yo‘qotishlarini (qizish xisobiga yuzaga keladigan energiya yo‘qotishlari) yuzaga keltirmaydi.

To‘liq elektr toki deb – magnit maydonini yuzaga kelishida qatnashadigan archa turdagi toklarning yig‘indisiga aytiladi

Ito‘l=I + Iko‘ch + Iqutb + I0sil.

Vakuumdagi qutblanish va siljish toklari yig‘indisini dielektrikdagi siljish toki deb ataladi.



Bu xolatda tok zichligi

Jto‘liq = Jo‘tk + Jsil= σE +.

Ko‘chish tokini ko‘rib chiqish shart emas. Yaxshi o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan muxitda **I >> Isil**, kam yo‘qotishli dielektrikda esa **Isil >> I.** Yarimo‘tkazgich muxitlarda ikkala toklar xam o‘zaro teng qiymatlarga ega bo‘ladi.

**10.5. Magnit maydonining skalyar potensiali**

Rotori noldan farq qiluvchi maydonni uyurmali maydon deyiladi. O‘zgarmas tok yuzaga keltirayotgan maydonda rot =J bo‘lganligi, va bu yerda J≠0 tenglik bajarilganligi uchun vektorining maydoni uyurmali bo‘ladi. Agar J=0 va rot=0 bo‘lsa, magnit maydonni potensial maydon sifatida qo‘rib chiqish lozim.

Bunday xollarda

=-grad ϕM,

chunki

div=divμμ0=0,

div=0,

div gradϕM=0. (10.9)

yoki ∇2ϕM=0 – toksiz tarmoqlar uchun Laplas tenglamasi.

Birinchi va ikkiinchi nuqtalardagi skalyar magnit potensiallari farqini shu nuqtalar orasidagi magnit kuchlanishining tushushi deb ataladi.

UM12=ϕM1-ϕM2=. (10.10)

“Magnit kuchlanishning tushishi” va “magnit kuchlanish” orasidagi farqni tushunib olish kerak. Birinchisi faqat  dan  bo‘yicha tanlangan yo‘l orqali chiziqli integralash bilan, ikkinchisi esa nafaqat shu integral bilan, balki, shu yo‘lda mavjud bo‘lgan EYuK bilan xam aniqlanadi.

**10.6. Magnit maydonining vektor potensiali**

Magnit maydonini hisoblash uchun vektor potensialidan foydalaniladi

=rot .

Magnit induksiyasini vektor potensialidan olingan rotor sifatida tasvirlash uchun ixtiyoriy rotorning divergensiyasi nolga teng ekanligi xaqidagi ayniyat asos bo‘lib xizmat qiladi

div =0 ekan, demak div rot =0.

Ixtiyoriy konturni yorib o‘tayotgan magnit oqimi va magnit induksiyasini topish uchun vektor potensialidan foydalanish ma’qul.

Magnit maydonini hisoblash ko‘pincha **N** vektorni aniqlashga taqaladi.

Bunda, tok ыiymatlari va tok oqayotgan o‘tkazgichlarning joylashuvi berilishi shart. Agar maydon ferromagnitsiz muhitda ta’sir etayotgan bo‘lsa,

μμ0≈μ0=4π10-7 Gn/m . (10.11)

Agar **N** ni hisoblash katta matematik qiyinchiliklar tug‘dirsa, u holda vektor potensial tushunchasini kiritish qulay. Vektor potensialini aniqlash orqali maydon kuchlanganligini topish mumkin. Magnit maydonini hisoblashda quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

* Integral ko‘rinishdagi to‘liq tok qonuni qo‘llash;
* Maksvelning birinchi tenglamasini qo‘llash;
* Vektor potensiali uchun Puasson – Laplas tenglamasini qo‘llash;
* Ko‘zguli tasvir usuli;
* Konform o‘zgarishlar usuli;
* grafik xisoblash usulini.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati:**

1. Пименов Ю.В, Вольман В.И. , Техническая электродинамика, - М: Радио и Связь, 2002 г.

2. Витевский В. И., Павловская Э. А. Электромагнитные волны в технике связи, - М: Радио и связь, 1995-125с.

3. Сборник упражнений и задач по электродинамическим дисциплинам: Учебное пособие для вузов. / Под ред. Э.А. Павловской. - М.; Радио и связь,1996- 197с.: ил.