**2 – 3 - mavzu. Muhit parameterlari. Muhitlarning sinflanishi. Elektrodinamikaning moddiy tenglamalari.**

**Reja.**

1. **Muhit parameterlari.**
2. **Muhitlarning sinflanishi.**
3. **Elektrodinamikaning moddiy tenglamalari.**

Elektromagnit maydon (EMM) tushunchasi ostida o`zaro bog`liq hamda bir-biriga shartli ta'sir ko`rsatuvchi elektr va magnit maydonlarning yig`indisidan iborat bo`lgan materiya ko`rinishi tushuniladi. Tashqi EMM alohida ajralib turuvchi xususiyati uning zarralarning elektr zaryadi kattaligiga va harakat tezligiga bog`liq bo`lgan zaryadlangan zarrachalarga kuch bilan ta'sir ko`rsatishida. Telekommunikasiya sohasida vaqt bo`yicha o`zgaruvchan maydondan foydalaniladi. Bunday maydonning elektr qismi magnit qismidan ajralmas va aksincha. Biroq EMM nazariyasida vaqt bo`yicha o`zgarmas bo`lgan (stasionar) jarayonlardan boshlab, to hozirgi kungacha yig`ilib kelgan tarixiy yig`ilmalardan foydalanilgan holda tabiatdagi elektr va magnit hodisalarni o`rganish tajribalaridan foydalaniladi. Doimiy elektr va magnit maydonlari bir-biriga bog`liq bo`lmagan holda mavjud bo`lishi mumkin, ammo ular yakka holda axborot uzatish uchun yaroqsiz hisoblanadi. Zamonaviy o`zgaruvchan EMM nazariyasi -  
elektrodinamikada elektr va magnit maydonlaridan foydalagan holda yagona EMM hosil qilishda davom etmoqda. EMM tabiatda ob'ektiv mavjud bo`lib, materiyaning ko`rinishi hisoblanadi va uning boshqa shakllaridan farqli tarzda - modda. Turli maydonlar o`zaro ustma-ust tarzda bitta hajmda jamlanishi mumkin, modda zarachalari esa o`zaro singib ketmaydi. Modda zarrachalari boshlang`ich m0 massaga va *υ* tezlikka ega. EMM zarrachalari bo`lmish fotonlar faqat vakuumda s ≈ 3·108 m/s tezlikka ega bo`lganliklari sababli boshlang`ich massaga ega emas. Moddalar bunday tezlikka hech qachon erisholmaydi, sababi uning massasi m=m0/√1- υ2/c2 bo`lganda cheksiz bo`lib qolar edi. EMMning elektromagnit to`lqin hamda modda ko`rinishida harakatlanganda inert massaga ega. Buni P.N.Lebedev yorug`lik  
bosimini o`lchashdagi o`ta nozik tajribasi davomida aniqladi, D.K.Maksvell esa yorug`lik ham elektromagnit jarayon ekanligini isbotladi. Keyinchalik A.Enshteyn m - massa, c - harakat tezligi va materiya energiyasi orasidagi o`zaro bog`liqlikni o`rnatdi W=mc2 . Bundan ko`rinadiki, 1000 kW quvvatli radiostansiya antennasi bir soat mobaynida 0.04 massaga teng bo`lgan EMM nurlatadi. Bu kichik massaning yuqori tezlikda tarqalishi arzigulik qiymatga ega bo`lgan energiyani vujudga keltiradi. Modda va EMM materiya ko`rinishi sifatida energiyaga, massaga va harakatga ega. Shu sababli, telekommunikasiya signali energiyasini tashuvchisi sifatida qo`llanishi  
mumkin. To`lqinli elektromagnit jaryonlardan nafaqat erkin fazoda, balki uzatish liniyalarida, radioaloqa va radioeshittirish texnikasining turli elektrodinamik qurilmalarda ham foydalaniladi. Muxandislik amaliyotida odatda mikroskopik va atom masshtablarida sodir bo`ladigan murakkab elektromagnit jarayonlarni o`rganish talab etilmaydi. Aksariyat texnik masalalarda makroskopik masshtab, vaqt va fazo bo`yicha me'yorlashgan jarayonlar qiziqish uyg`otadi. Me'yorlashlar modda atomi va molekulasi o`lchamlaridan ancha kata bo`lgan (ammo foydalanilayotgan elektromagnit to`lqinidan bir qancha kichik) masofalarda hayolan o`tkaziladi. Vaqt bo`yicha me'yorlash intervali elementar zarrachalarning spinli va orbital aylanish davridan katta, ammo tashqi EMM vektorining tebranish davridan kichik. Biz tomondan ko`rib chiqilgan EMM moddaning kvant effektlarini e'tiborga olmaydi va makroskopik (yoki klassik) elektrodinamika deb ataladi. Istalgan modda tarkibida tashqi elektr maydon ta'sirida bir molekuladan boshqasiga siljishi mumkin bo`lgan elektr zaryadlari mavjud bo`lishi mumkin. Ya'ni, ular erkin zaryadlar yoki bir molekula oralig`ida siljiydi. Birinchi holatda biz elektronlar va ionlarni metallarda, elektrolitlarda va ionlashgan gazlardagi harakati haqida ma'lumotga egamiz. Dielektrik muhitlarda biz bog`liq zaryadlarni ko`rib chiqamiz.

Atom va molekulalardagi bog`liq zaryadlarning aralashishi "muhitning qutblanishi" deb nomlanuvchi hodisani yuzaga keltiradi. Qutblanish tashqi maydon E0 ga qarama-qarshi yo`nalgan ichki elektr maydonni hosil qiladi. Shu sababli dielektrik ichiga singigan tashqi maydon kuchsizlanadi. Kuchsizlanish darajasi ε*a* - ***absolyut dielektrik singdiruvchanlik*** deb ataluvchi parametr bilan ifodalanadi. Bu parametr EMM ning ikki elektr vektorlarini o`zaro bog`laydi



(2.1)

Keltirilgan tenglama ***elektrodinamikaning birinchi moddiy***  
***tenglamasi*** deb ataldi.

Moddaning erkin elektronlar bilan to`yinishi uning o`tkazuvchanlik  
tokini hosil qilish xususiyatini ifodalaydi. Bu xususiyat solishtirma elektr o`tkazuvchanlik parametri - **σ** bilan xarakterlanadi. Ushbu parametr Jo`tk va E vektorlarni quyidagi tenglik orqali bog`laydi:



(2.2)

Bu tenglama ham elektrodinamikaning moddiy tenglamalari qatoriga kiradi. Zanjirlar nazariyasidan ma'lumki, zanjirning bir qismi uchun Om qonuni (2.2) tenglamaning natijasi hisoblanadi. Shu sababli bu tenglama ***differensial shakldagi Om qonuni*** deb ham yuritiladi.

Har qanday moddaning tarkibida magnit maydonning manbai hisoblangan berk elementar elektr toki mavjud bo`lib, ularni elektronlarning orbital harakati va spinli aylanishi yuzaga keltiradi. Bu elementar toklar tashqi EMM ta'sirida orientasiyalanadigan magnit momentlariga ega. Berilgan hajmdagi magnit momentining yig`indisi muhitning magnitlanish jarayonini belgilaydi. Magnitlanish miqdoriy jihatdan EMM ning ikki magnit vektorlarini bog`lovchi parametr μ*a* - absolyut magnit singdiruvchanlik bilan baholanadi.

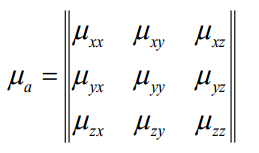


(2.3)

Bu tenglama ***elektrodinamikaning uchinchi moddiy tenglamasi*** hisoblanadi. εa, μa, σ parametrlar berilgan moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlariga, chastotaga, haroratga va ta'sir etuvchi maydonning bosimiga bog`liq. Ularning mohiyati bilan kvant elektrodinamikasi shug`ullanadi. Biz tomondan o`rganilayotgan klassik elektrodinamikada esa muhit yaxlit, EMM xarakterlovchi miqdorlar esa fazoda uzluksiz taqsimlangan. Ya'ni, makroskopik ko`rinishda tasvirlanadi. Makroskopik elektrodinamikada ko`rsatilgan parametrlardan berilgan parametrlar singari foydalaniladi.

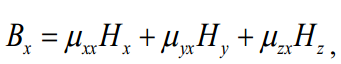
Moddiy (2.1) va (2.3) tenglamalarda yozilganiga ko`ra, ε*a*, μ*a*,σ parametrlar skalyar kattalik hisoblanadi. Bunday muhitlar izotrop bo`lib, ularda **E** va **D**, **H** va **B**, **J** va **E** vektorlarning yo`nalishlari mos keladi, muhit xususiyatlari esa vektor yo`nalishlariga bog`liq bo`lmaydi (ya'ni, maydonning tarqalish yo`nalishiga).

O`YuCh qurilmalari texnikasida ikkita alohida turdagi materiallar qo`l-laniladi: tashqi sharoitlar ta'sirida o`z xususiyatlarini o`zgartiruvchi segneto-elektriklar va ferritlar. Bu hodisalarni skalyar parametrlar bo`lmish ε*a*, μ*a* orqali ifodalashni ilojisi yo`q. Shu sababli parametrlar matrisasidan (tenzor) foydalaniladi



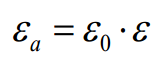
(2.4)

unga ko`ra, masalan, V vektorni tashkil etuvchilaridan biri quyidagi  
ko`rinishda yoziladi



(2.5)

ya'ni, vektorning har bir proeksiyasi H vektorning barcha tashkil etuvchilariga bog`liq. Bu esa ushbu muhitda V va H vektorlar yo`nalish bo`yicha mos kelmasligidan darak beradi. Aniq qilib aytganda, muhitning xususiyatlari EMM ning to`lqin ko`rinishidagi yo`nalishiga bog`liq. Bunday muhit magnit xususiyat-lariga ko`ra ***anizotrop*** deb ataladi. Anizotrop muhitda elektrodinamik parametrlar skalyar koeffisient bilan emas, tenzor koeffisient bilan almashtiriladi. Segnoelektriklar elektr maydon, ya'ni ε*a* parametr bo`yicha anizotropdir.Berilgan V hajmda ε*a*, μ*a*,σ parametrlar (skalyarlar va tenzorlar) o`zgarmas bo`lsa, bu muhit ***bir jinsli*** deb ataladi. Agar ularga koordinata funksiyalari deb qaralsa, ***bir jinsli bo`lmagan*** muhit deb ataladi. Va nihoyat, ko`p holatlarda muhit parametrlarini maydon vektorlariga bog`liq emas deb hisoblash mumkin. Bunda moddiy (2.1) - (2.6) tenglamalar chiziqli. Mos keluvchi muhitlar ***chiziqli*** deb ataladi. Muhitlardagi nochiziqlilik asosan o`ta kuchli maydonlarda kuzatiladi.  
 **Muhit namunalari**. Zamonaviy O`YuCh texnikasida dielektrik yo`qotishli, yuqori elektr mustahkamlikka ega va oson qayta ishlanadigan polietilen, polistirol, ftoroplast kabi dielektriklar qo`llaniladi. Shuningdek, yuqori chastotali keramika, shisha, konstruksion plastmassalar va boshqalar. Dielektrik materiallar ε*a* parametr bilan xarakterlanadi. Qabul qilingan SI birlik tizimiga muvofiq quyidagicha ifodalash mumkin:



(2.6)

bunda ε0 = (1/36π )⋅10−9 ,F/m - elektr doimiysi. Solishtirma dielektrik singdiruvchanlik ε - o`lchov birligiga ega bo`lmagan ko`paytma bo`lib, materiallarning ushbu parametr bo`yicha tabulyasiya qilinishini soddalashtiradi.

Ya'ni, ε > 1 bo`lgan barcha dielektriklar uchun irrasional π soniga ega emas. Dielektriklardan polietilen, polistirol va ftoroplast qiymat jihatidan juda yaqin bo`lib, 2.0...2.6 diapazon oralig`ida. Keramika uchun ε =6.6 , shisha uchun ε =4.0 ga teng. Havo vakuumga juda yaqin bo`lib: ε = 1; ε*a* = ε0 . Quruq yer uchun ε=3...6; suv uchun ε ≈ 80.

O`YuCh qurilmalari konstruksiyalaridagi o`tkazuvchi materiallar yuqori **σ** elektr o`tkazuvchanlikka ega bo`lishlari kerak. Chastotaning o`ta yuqori qiymatlarida to`lqin o`tkazgichdagi toklar EMM aylangan holda faqat metallning sirtidan oqib o`tadi. Yupqa sirt qatlami energiya uzatilishida yo`qotishlarga uchraydi. Bu yo`qotishlar chastota va μ*a* parametr ortishi bilan ortib boradi. Shu sababli metallarda qo`llaniluvchi absolyut magnit singdiruvchanlik μ*a* = μ0 ⋅ μ magnit doimiysi μ0 = 4π ⋅10−7 Gn/m ga yaqin bo`lishi shart. Ya'ni, nisbiy magnit singdiruvchanlik birga yaqin bo`lishi kerak. μ = 1 tenglik berilgan  
material vakuum singari havo ham magnitlanmasligini bildiradi. Diamagnit mis uchun μ = 0.99999044 ( μ < 1) ga, paramagnit alyuminiy uchun μ =1.0000222 ( μ > 1) ga teng, har ikkala metall ham magnit xususiyatlariga ko`ra vakuumga juda yaqin.

Elektr o`tkazuvchanligi bo`yicha metallar parametrning kamayib borish tartibida joylashtiriladi: kumush - 6.17⋅107 Sm/m; mis - 5.8⋅107 Sm/m; oltin - 4.1⋅107 Sm/m; alyuminiy - 3.72⋅107 Sm/m. Odatda kumushdan yuqori elektrik o`tkazuvchanlikka ega qoplamni hosil qilish uchun foydalaniladi. Biroq, nam havoda kumush (mis) katta solishtirma qarshilikka ega bo`lgan va EMM quvvat uzatishida issiqlik yo`qotishlarini keltirib chiqaruvchi qatlam bilan qoplanib oson  
oksidlanadi. Oson oksidlanuvchi metallar yuzasiga bir necha micron qalinlikda oltin qoplansa, bu qatlamiga kislorod deyarli singmaydi.

*Nazorat savollari*  
*1. EMM tushunchasi nimani anglatadi?*  
*2. Elektr maydon vektorlari haqida ma'lumot bering?*  
*3. Magnit maydon vektorlari haqida ma'lumot bering?*  
*4. EMM vektorlari divergensiya va rotor operatorlari bilan qanday*  
*bog`langan?*  
*5. Muhitning elektrodinamik parametrlari?*  
*6. Muhitlarning sinflanishi.*