**14-MA’RUZA. MUHITLAR CHEGARASIDAGI TO‘LQIN HODISALARI. BRILLYUYEN KONSEPSIYASI.**

**Reja:**

14.1. Muhitlar chegarasidagi to‘lqin hodisalari. To‘liq ichki akslanish, uning shartlari.

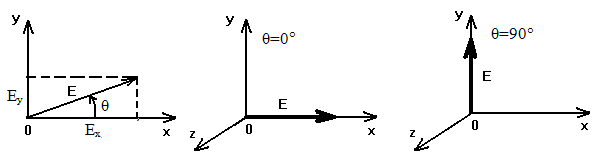
14.2. To‘la ichki akslanishda birinchi va ikkinchi muhitdagi to‘lqin tuzilishi.

14.3. Yassi elektromagnit to‘lqinning ideal o‘tkazgich sirtiga tushishida to‘lqin tasviri. Brillyuen konsepsiyasi.

**To‘lqinlarning qutblanishi**

Qutblanish E elektr maydoni kuchlanish vektorining o‘rin-vaqt oriyentatsiyasini xarakterlaydi. E vektor orqali o‘tadigan yuza va to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi qutblanish yassiligi deyiladi.

Z o‘qining musbat yo‘nalishida tarqaluvchi yassi to‘lqinni ko‘rib chiqamiz.

**

*Ris14.1 Ris. 14.2 Ris 14.3 Og‘ish yassiligidagi E Gorizontal Vertikal vektor* *qutblanish qutblanish*

Bunday to‘lqinning E vektori *x0u* yassiligida yotadi va umumiy holatda faza bo‘ylab φ kattalikka siljigan ikkita proyeksiyaga ega bo‘lishi mumkin

E=x°Ј0xcos *(ωt—kz)*-u°Eoy.cos(ωt-*kz-φ*) (14.1)

E vektorining fazodagi oriyentatsiyasini quyidagi burchakda E vektori va xoz yassiligi o‘rtasida berish qulay.

(14.2)

*E0X, Ye0Y* qiymatlari va 14. 4 dagi φ ga qarab to‘lqin qutblanishining bir necha turlarini ajratish mumkin:

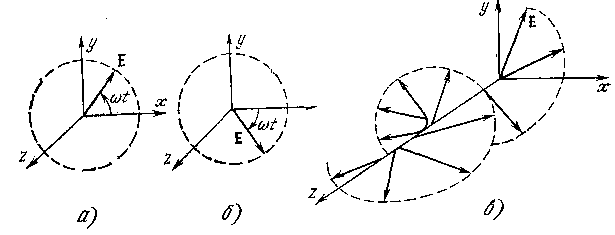
1. φ=0 i *Ye*0x *≠Ye*0y bo‘lsin. 14.4 va 14.5 binoan θ=arctg(E0y.E0x). Bunda E vektor gorizontal yassilikka θ burchak ostida og‘gan yassilikda yotadi (14.1.-rasm). Qutblanish yassi va chiziqli bo‘lishi mumkin.41.3) bo‘lganda chiziqli qutblanish gorizontal yoki vertikal deb atalishi mumkin.

2. φ=90° i *E0x=Eoy=E0* bo‘lsin. Bunda:

(14.56)

Θ burchak vaqt va fazoda o‘zgaradi, qutblanish yassiligi esa aylanadi. z=const bo‘lganda E vektori φ burchakli chastota bilan aylanadi, uning kattaligi esa o‘zgarishsiz va teng bo‘lib qoladi.

**E** vektorining uchi z=const yassilikda aylanani hosil qiladi (14.4,a,b-rasm), fazoda esa-aylanma spiralni hosil qiladi. Qutblanish aylanali deb ataladi. Aylanali qutblanishning ikki turi mavjud. E vektorning to‘lqin tarqalishi yo‘nalishiga nisbatan soat yo‘nalishi bo‘yicha aylanishi bilan xarakterlanuvchi o‘ng qutblanish (14.4,a-rasm)., va E vektor soat yo‘nalishiga teskari aylanuvchi chap qutblanish (14.4,b-rasm). Odatda o‘ng qutblanishli to‘lqinni **E+** orqali, chap qutblanishli to‘lqinni esa **E-** orqali belgilanadi. O‘ng aylanish φ = 90° bo‘lganda, chap aylanish esa φ = —90° bo‘lganda ro‘y beradi.

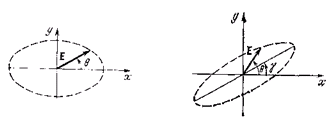


Ris.14.4 Aylanma qutblanish, chap va o‘ng aylanishlar

14. Agar φ=yo90° va *Yeox≠Ye* bo‘lsa*,* E vektor z=const yassilikda aylanadi, biroq uning uzunligi bunda o‘zgaradi. Natijada E vektor uchi ellipsni chizadi, qutblanish esa *elliptik* deb ataladi (14.5-rasm). Fazalarning erkin siljishida to‘lqin shuningdek elliptik qutblanadi, biroq ellips o‘qi *x* o‘qiga nisbatan γ burchakka burilgan, va u quyidagi formula bo‘yicha topiladi

(14.3)

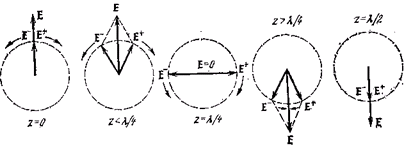
Aylanma qutblanish to‘lqinlari radiotexnika va aloqada keng qo‘llaniladi. Aylanma qutblanish to‘lqinlarini qo‘zg‘atish uchun bunday to‘lqin E vektorlari fazoda ortogonal, amplituda bo‘yicha teng va 90° fazada siljigan ikkita chiziqli qutblangan to‘lqinlarini qo‘shish natijasi hisoblanadi.



14.5-rasm. Elliptik qutblanish 14.6-rasm Ellipsning *x* o‘qiga nisbatan

γ burchakka qutblanishi

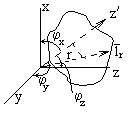
O‘z navbatida, chiziqli qutblangan to‘lqinni qarama-qarshi yo‘nalishli va E vektorning amplitudali aylanma qutblanishning ikki to‘lqinning superpozitsiyasi sifatida tasavvur qilish mumkin. 14.7-rasmdagi to‘lqin tarqalishi o‘qida turli vaziyatlarga to‘g‘ri keluvchi vektorli diagrammalar keltirilgan.



14.7-rasm. Vektorli diagrammalar

**14.1. Erkin oriyentatsiyali yassi to‘lqinlar**

Oldingi paragraflarda biz dekart tizim o‘qlari bo‘ylab tarqaluvchi yassi to‘lqinlarni ko‘rib chiqdik. Tasavvur qilaylik, muhit yo‘qotishlarsiz.



14.1-rasm. Silindrik tizimda yassi to‘lqin, bu yerda

14.1.-rasmni ko‘rib chiqamiz.

,

,

,

(14.4)

To‘lqin yo‘nalishini aniqlovchi burchaklar kosinusi yo‘naltiruvchi *kosinuslar* deb ataladi.

(=const) fazaviy yassiligi tenglamasi:

,

 (14.2)

Unda skalyar ko‘paytma:

 (14.5)

 (14.6)

Biz muhitni yo‘qotishlarsiz deb olgan edik. Yo‘qotishli muhit holatida nisbat o‘zgarmaydi, faqat k o‘rniga γ =β — jα beriladi. To‘lqinli hodisalarni ko‘rib chiqishdan oldin qator ta’riflarni beramiz. To‘lqinning tarqalish yo‘nalishiga parallel, chegaraga normal o‘tuvchi yassilik og‘ish yassiligi deyiladi.  vektor to‘lqinning tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar, to‘lqinning og‘ish yassiligiga nisbatan esa u erkin tarzda yo‘nalgan.

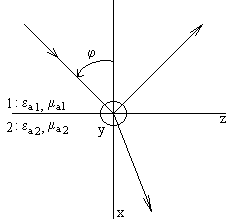
Mulohazalar umumiyligini yo‘qotmagan holda,  oriyentatsiyaning ikki holatini ko‘rib chiqish yetarli.

1)  og‘ish yassiligiga perpendikulyar (normal qutblanish)

2)  og‘ish yassiligiga parallel (parallel qutblanish)

 vektorining erkin oriyentatsiyasida u bu ikki holatning superpozitsiyasi sifatida taqdim etilishi mumkin.

**14.2. Yassi to‘lqinning ikki dielektrik chegarasiga og‘ishi**



14.2-rasm

Yassi to‘lqinning a muhitning yassi chegarasiga og‘ishini 14.2-rasmda ko‘rib chiqamiz. Tasavvur qilaylik, muhitlarda yo‘qotishlar yo‘q. Og‘ish yassiligi koordinatlarning dekart tizimi xoy yassiligiga mos keladi, deb hisoblaymiz. Tarqalish yo‘nalishi va x o‘qi orasidagi burchak og‘ish deyiladi. A muhitlar chegarasi yoz yassiligiga mos keladi. Yo‘naltiruvchi kosinuslar quyidagi nisbat bilan aniqlanadi.

,

ya’ni fazaviy ko‘paytuvchi:

,

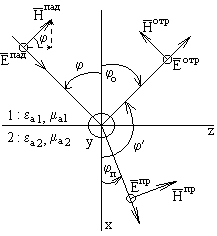
bu yerda .

**14.14. Normal qutblanish**

Umumiy holatda



Ushbu holatda vektor u o‘qi singari yo‘nalgan.





14.3-rasm. *Normal qutblanishya*

Fazaviy ko‘paytuvchi — ;

Og‘uvchi to‘lqin tenglamasini yozish mumkin. Oldingi qaydlarni (14.5) ga qo‘yib quyidagini hosil qilamiz:



To‘lqinning chegaraga og‘ishi natijasida og‘uvchi to‘lqin to‘liq yoki qisman aks etadi yoki sinadi.

Aks etgan va singan to‘lqinlarni yassi, chiziqli qutblangan deb taxmin qilish tabiiy. Og‘uvchi, aks etgan va singan to‘lqinlarning tarqalish yo‘nalishi xoz yassilikda joylashgan deb qabul qilamiz. Bundan tashqari, aks etgan va singan to‘lqinlar, og‘uvchi to‘lqinlar singari normal qutblangan hisoblanadi. Unda aks etgan va singan to‘lqinlar uchun quyidagilarni yozish mumkin:

 (14.7)

 (14.8)

bu yerda ; .

Ushbu holatda ϕ,  og‘uvchi to‘lqinning xarakteristikalari mashhur ϕ′, ϕn, ,  lar izlanadi. Agar masalani yechish natijasida quyidagi shartlarni qondiruvchi yechimni hosil qilsak

;  (14.9)

unda birlik teoremasiga binoan topilgan yechim to‘g‘ri va yagona bo‘ladi. (14.9) nisbati a chegaraning z o‘qqa mos keluvchi barcha nuqtalarida bajarilishi kerak, ya’ni istalgan z da chegara shartlari (14.9) bajarilishi kerak. Bu agar og‘uvchi, aks etuvchi va singan to‘lqinlar z bo‘yicha bir hil tobelikka ega bo‘lsagina mumkin

 (14.10)

 (14.14)

ϕ′ burchagi  chegaraga ϕ burchak esa  chegaraga ega ekanligini hisobga olib quyidagi xulosani yasaymiz

** (**14.12)

Bunday masalalarni tahlil qilishda ϕ′ burchakdan emas, qo‘shimcha ϕo burchak- aks etuvchi burchakadan foydalaniladi

 (14.13)

(14.12) va (14.13) ga qo‘yib quyidagini hosil qilamiz

 (14.14)

*—*Sneliusning birinchi qonuniga qo‘ra og‘ish burchagi aks etish burchagiga teng.

(14.14) nisbatidan foydalanib va bundan quyidagi kelib chiqadi:

 (14.15)

 (14.16)

(14.16) ko‘rinishida yozilgan (14.15) nisbati Sneliusning ikkinchi qonuni deyiladi va unga ko‘ra og‘ish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga munosabati birinchi va ikkinchi muhit sinish koeffitsiyentlari munosabatiga teng.

Aks etish burchagi sinusining og‘ish burchagi sinusiga munosabati sinish nisbiy koeffitsiyentiga teng. (14.9) chegaraviy shart quyidagicha yoziladi:

, x = 0 (14.17)

bu yerda birinchi muhitdagi tangensial komponentlar ikkinchi muhitda singan to‘lqinlar bilan hosil qilinadi. (14.17), (14.18) nisbatlarga (14.3)-(14.8) nisbatlardan tegishli komponentlarni qo‘yib, quyidagini hosil qilamiz:

 (14.18)

 (14.19)

Z ga bir hil bog‘liqlikni hisobga olib, barcha fazaviy ko‘paytuvchilar bir hil ekanligi va ularni qisqartirish mumkinligini qayd etamiz. Bundan tashqari,  bo‘lganda, quyidagini hosil qilamiz:

 (14.20)

 (14.21**)**

Aks etgan va singan to‘lqinlar amplitudasi  ga proporsional, ya’ni:



Bu yerda  — aks etish koeffitsiyenti,  — sinish koeffitsiyenti

,

 (14.22)

Ushbu tizimni yechib, quyidagini hosil qilamiz:

 (14.23)

Aks etish va sinish koeffitsiyentini ko‘pincha Frenel koeffitsiyenti deb ataladi.

**14.4. Parallel qutblanish**

Yassi chiziqli qutblangan to‘lqinni ko‘rib chiqamiz.  vektori og‘ish yassiligida joylashgan.

Og‘uvchi, aks etgan va singan to‘lqinlar uchun ifodalar quyidagicha:

 x ≤ 0 (14.24)

Aks etgan va singan to‘lqinlar uchun ifoda quyidagicha:

, x ≤ 0 (14.25)

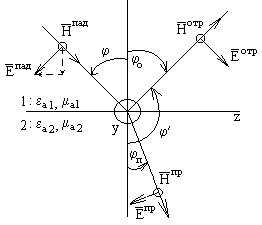
, x ≥ 0 (14.26)

ϕ′, ϕn, ,  lar noma’lum. Ularni chegaraviy masalani yechish natijasida topish mumkin:

 (14.27)

Ushbu holatda (14.27) nisbati quyidagicha yoziladi:

, x = 0 (14.28)



14.4-rasm. Parallel qutblanish

(14.27), (14.28) nisbatlar a chegaraning barcha nuqtalarida, ya’ni z koordinataning istalgan qiymatlarida bajarilishi kerak. Agar aks etgan, og‘uvchi va singan to‘lqinlarning tarkibiy qismlari z ga bir xil bog‘liq bo‘lsalar, buni amalga oshirish mumkin.

ya’ni

 (14.29)

 (14.30)

(14.29) va (14.30) nisbatlardan Snelius qonunlari kelib chiqadi: 

Ya’ni Snelius qonunlari og‘uvchi to‘lqin qutblanishiga invariantli.

(14.28) nisbatini maydon proyeksiyasi uchun tegishli ifodalarga qo‘yamiz:

 (14.31)

 (14.32)

(14.29), (14.30) nisbatlardan barcha eksponentlar teng ekanligi kelib chiqadi. Ularni qisqartirib, quyidagilarni hosil qilamiz:

 (14.33)

.

(14.33), nisbatni quyidagicha yozish mumkin:

 (14.34)

 (14.35)

Tizimni yechib, quyidagini hosil qilamiz:

 (14.36)

 (14.37)

— parallel qutblanish uchun Frenel koeffitsiyentlari.

ϕ kosinusini olib tashlash mumkin



Normal va parallel qutblanish uchun Frenel koeffitsiyentini taqqoslasak, turli qutblanishlar uchun Frenel koeffitsiyenti har xil bo‘ladi.

Yassi to‘lqin normal bo‘yicha a yassilikka og‘ishi holatida, og‘ish yassiligi tushunchasi o‘z mohiyatini yo‘qotadi. Bunda og‘uvchi, aks etuvchi va singan burchaklar nolga teng va Frenel koeffitsiyentlari uchun ifodalan soddalashadi:

,

. (14.38)

**14.5. To‘lqinning ikkinchi muhitga to‘liq o‘tishi shartlari. Bryuster burchagi**

To‘liq sinish effekti holatida to‘lqin birinchi muhitda aks etmaydi va aks etish koeffitsiyenti nolga teng.

Parallel qutblanish holatini ko‘rib chiqamiz:

 (14.39)

 . (14.40)

Og‘ish burchagi kosinuslarini sinuslar orqali ifoda etib, o‘ng va chap qismlarning kvadratini chiqarib, quyidagini hosil qilamiz

, (14.41)

 ni nisbatan yechib quyidagini olamiz:

 (14.42)

.

Real dielektrik muhitlar uchun quyidagi tenglama bajariladi:

(\*)

 (14.43)

Ma’lum trigonometrik o‘xshashlikni eslab, quyidagini hosil qilamiz: ,

 (14.44)

 burchagi to‘liq qutblanish deb ham ataluvchi Bryuster burchagi deb ataladi.

**14.6. Ikki muhitninga chegaralaridan to‘liq aks etish**

**Ikki dielektrik muhitlar**

A muhitlar chegarasida singan to‘lqin bo‘lmaydigan, ya’ni to‘liq ichki aks etish effekti ro‘y beradigan shartlarni aniqlaymiz. Sinish burchagi 90° teng bo‘lgan og‘ish burchagining qiymati kritik burchak deyiladi.

 (14.45)

 (14.46)

, bo‘lganda og‘ish burchagi kattalashganda, og‘uvchi to‘lqinning qutblanishida aks etish koeffitsiyenti birga teng bo‘lishi mumkin:

. (14.47)

Unda  bo‘lganda quyidagi tengsizlikka amal qilinishi kerak

 (14.48)

 burchakning real qiymatlarida ushbu tengsizlik bo‘lishi mumkin emas. Shuning uchun  birdan katta bo‘lishi uchun, aytaylik  kompleks kattalik bo‘lsin. Unda:

 (14.49)

 (14.50)

,

.

Bu xususiyatdan foydalanamiz. (14.51) nisbatni bajarish uchun:

, ,

, (14.51)

t.e. ,  bo‘lishi kerak.

**14.7. To‘liq ichki aks etishning hosil bo‘lish shartlari**

**1 shart**  , chunki sinϕ<1, unda k2<k1

ikkinchi muhitning zichligi birinchiga nisbatan kamroq bo‘lishi kerak.

**2 shart** .  bo‘lganda birinchi muhitda natijaviy to‘lqin maydoni tuzilishi uchun ifodani hosil qilamiz



, ; (14.52)



, ; (14.53)

Bizning holatda koeffitsiyentlar , 

Nisbatlarni jamlash uchun  ko‘paytuvchini aylana qavsdan chiqarish kerak.

Amalga oshirilgan o‘zgartirishlarni hisobga olib:



, ; (14.54)

, ; (14.55)



Olingan nisbatlardan quyidagilar kelib chiqadi:

1. Ular yassi elektromagnit to‘lqinni tasvirlaydi.

2. Turli fazalar yuzasi z o‘qiga perpendikulyar yassiliklar oilasini hosil qiladi, ya’ni Z=const tenglamasi bilan aniqlanadi.

14. Yassi to‘lqinlar amplitudasi ϕ og‘ish burchagi va X koordinatasiga bog‘liq bo‘ladi.

4. Teng amplitudalar yuzasi X=const tenglamasi bilan aniqlanadi.

5. Teng amplitudalar yuzasi teng fazalar yuzasiga mos kelmaydi.

6. Yassi to‘lqinlar bir xil emas;

7. Birinchi muhitda yassi to‘lqinlar Z o‘qi bo‘ylab, ya’ni a chegara bo‘ylab tarqaladi va bunday to‘lqinlar yo‘naltirilgan to‘lqinlar deyiladi.

Perpendikulyar va parallel qutblanish holatida yassi to‘lqinlar tarqalish yo‘nalishida maydon tarkibiy qismlariga ega, ya’ni olingan yechimlar yassi bir turdagi bo‘lmagan, ko‘ndalang bo‘lmagan to‘lqin demakdir. Fazaviy tezlikni anqlaymiz.

Umumiy ifoda . (14.56)

Bizning holatda . (14.57)

Tahlil qilamiz ,

 ; ,

 , ,

 (14.58)

(14.58) dan ko‘rinib turganidek, yo‘naltirilgan to‘lqin erkin fazada yassi to‘lqinning birinchi muhit parametrlariga ega fazaviy tezligidan oshiq. Biroq erkin fazada ikkinchi muhit parametrlariga ega fazaviy tezligidan kam fazaviy tezlik bilan tarqalishi ko‘rinib turibdi.

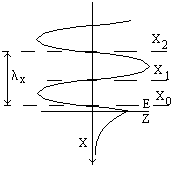
To‘lqinning tarqalish uzunligini aniqlaymiz , yoki ushbu holatda

 (14.59)



 nisbatidan a chegaraga perpendikulyar yo‘nalishda maydon fazaviy muddatli yoki uzun to‘lqinli turuvchi to‘lqin xarakteriga ega.

.



Ris. 14.5

Ushbu nisbatlarga qarab, shuni qayd etish mumkinki, maydonning tarqalish yo‘nalishiga nisbatan ko‘ndalang komponentlari() — sinfazali. Energetik parametrlarini aniqlaymiz.

Poynting kompleks vektorini aniqlaymiz.

 (14.59)

( 14.59) ifodada "+" belgisi normal qutblanishga, "-" belgisi esa parallel qutblanishga to‘g‘ri keladi. (14.59) ifodadan Poynting vektori real va taxminiy qismlarga ega ekanligi kelib chiqadi.



Muddat ichida Poynting vektorining o‘rtacha qiymati Z o‘qi bo‘ylab yo‘nalgan.

 (14.60)

Ya’ni, muddat ichida o‘rtacha energiya Z o‘qi bo‘ylab o‘tadi. A chegaraga perpendikulyar yo‘nalishda quvvatning reaktiv oqimi majud. (\*) dan x o‘qiga perpendikulyar yassiliklarning cheksiz soni mavjudligi ko‘rinib turadi va ularda Yeτ i Nn nolga aylanadi. Ushbu yassiliklarning X o‘qi bilan kesishish nuqtasini quyidagi nisbatlardan aniqlash mumkin.

.

Qutblanish holatida, parallel chegarada Yez  komponentasi bor. Yuqoridagi nisbatdan quyidagi kelib chiqadi.

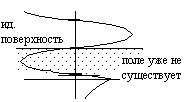


 (14.61)

Bu yerda n=1, 2, 3, … .

Keltirilgan mulohazalardan ish kelib chiqadiki, a chegaraga parallel bo‘lgan (14.61) ifodada ta’riflangan yassiliklarda (Yeτ=0, Nn=0) ideal o‘tkazuvchi yuzasidagi shartlarga mos keluvchi chegaraviy shartlar qoniqtiriladi.

Agar biz bu yassiliklardan birini ideal o‘tkazuvchi (Xn) bilan almashtirsak,  bo‘lganda (ya’ni birinchi muhitdagi yassilik ustida) maydon o‘zgarishsiz qoladi.



14.6 rasm.

Ushbu (14.61) yassiliklarning yana bir xarakterli xususiyati shundaki, ushbu yuzalar orqali energiya oqimi nolga teng.

Muddat ichida tezlikning o‘rtacha qiymatini aniqlaymiz.

Energiyaning birinchi muhitda tarqalishi.

Birinchi muhitda , bo‘lganda energetik trubkani, ya’ni yon yuzalari orqali energiyaning o‘tishi bo‘lmagan fazoning bir qismini ajratamiz, ya’ni 

Energetik trubka sifatida (14.61) ifoda bilan aniqlanuvchi qo‘shni yuzalar bilan cheklangan fazoning bir qismini oliy qulay. Masalan, Xn , Xn+1.

Maydon tarkibiy qismi X koordinataga bog‘liqligini hisobga olib energiyaning tarqalish tezligi uchun ifoda integrallashni o‘z ichiga oladi. Tegishli komonentalarni qo‘yib va integrallashni amalga oshirib quyidagini hosil qilamiz:

 (14.62)

 (14.63)

(14.63) dan ko‘rinib turganidek, birinchi muhitda energiyaning tarqalish tezligi birinchi muhitda yorug‘lik tezligidan kam.

Fazaviy tezlik uchun ifoda .

Ikkinchi muhitda maydonni ko‘rib chiqamiz.

oshlang‘ich nisbat:



,  (14.64)



,  (14.65)

 bo‘lganda  texminiy kattalik.

Quyidagi ifodani kiritish qulay

 (14.66)

bu yerda, α  bo‘lganda haqiqiy kattalik hisoblanadi: 

Snelius qonunidan quyidagi kelib chiqadi: , ,

, , .

(14.66)dagi minus fizik qarashlardan kelib chiqqan.

(14.66) ni (14.62) - (14.65) ga qo‘yib,  ni hisobga olib quyidagilarni hosil qilamiz



,  (14.67)



,  (14.68)

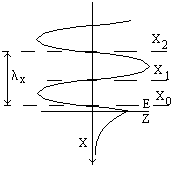
(14.67) - (14.68) dan ko‘rinib turganidek,  bo‘lganda ikkinchi muhitdagi maydon a chegarasi bo‘ylab tarqaluvchi yassi to‘lqin xarakteriga ega. Teng amplitudalar yuzasi teng fazalar yuzasiga perpendikulyar, ya’ni yassi to‘lqin bir turli emas Z o‘qi bo‘ylab tarqalish yo‘nalishida maydon tarkibiy qismlari mavjud, ya’ni yassi bir turli bo‘lmagan to‘lqin ko‘ndalang emas. To‘lqinning fazaviy tezligi va to‘lqin uzunligi birinchi muhit to‘lqinni uchun kabi nisbatlar bilan aniqlanadi.

, ,

, .

Xarakterli farq: yassi to‘lqin amplitudasi a chegaradan eksponsial kamayadi, ya’ni maydon ayrim chegaradan qatlamda mavjud bo‘ladi. Amplitudalari a chegaradan uzoqlashganda eksponsial kamayuvchi yo‘naltirilgan to‘lqinlar yuzaki to‘lqinlar deb ataladi. A chegaraga perpendikulyar yo‘nalishda to‘lqin amplitudasining kamayishini xarakterlovchi α -koeffitsiyent qanday chegaralarda o‘zgarishini taxlil qilib ko‘ramiz.

 bo‘lganda α haqiqiy koeffitsiyent bo‘ladi. O‘zgarganda esa 



14.7-rasm.

α quyidagicha o‘zgaradi: .

Energiyaning tarqalish tezligini hisoblash uchun energetik trubka sifatida fazoning do gacha cho‘ziladigan qismini olish kerak.

Birinchi muhitda Poynting vektori:



X0 koordinata quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

, .

Ushbu holatda integrallash maydon bo‘yicha emas, X koordinata amalga oshiriladi.

, **.**

Ikkinchi muhitda energiyaning tarqalish tezligi, birinchi muhitdagidek nisbat bilan aniqlanadi.

**Nazorat savollari**

1. Ikki muhitninga chegaralaridan to‘liq aks etish

2. Qanday harakat tebranish deyiladi?

3. Tebranish davri nima?

4. Tebranish chastotasi nima?

5. Davr va tebranish chastotasi o'rtasida qanday bog'liqlik bor?

6. Prujinali mayatnikning tebranish davri qanday formula bilan aniqlanadi?

7. Matematik mayatnikning tebranish davri qaysi formula bilan aniqlanadi?

8. Elastik tebranishlar energiyasi qanday formula bilan aniqlanadi?

9. Majburiy tebranishlar nima?

**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.

4. Лебедев И.В. Техника и приборы сверх высоких частот в 2-х т., т. 1. - М.:Госэнергоиздат, 1970.

5. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А. Устройства СВЧ. / Под ред. Д.М. Сазонова. - М.: Высшая школа, 1981.

6. Вольман В.И., Пименов Ю.В, Техническая электродинамика, - М: Связь,1971.