**7–LABORATORIYA ISHI. MUHITLAR CHEGARASIDA ELEKTROMAGNIT MAYDONLAR**

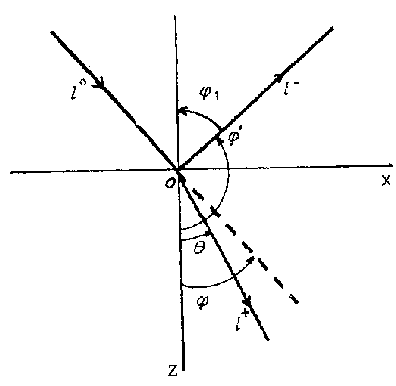
**1. ISHNING MAQSADI**

1.1. Muhitlarning yassi chegaralarida elektromagnit to‘lqinlarining qaytishi va sinishi hodisasini o‘rganish.

1.2. Yuqoridagi hodisalarning miqdoriy ko‘rsatkichlarini o‘lchash.

**2. QISQACHA NAZARIY MA’LUMOT**

2.1. Yassi elektromagnit to‘lqin εa1 va μa1 parametrli muhitdan parametrlari εa2 va μa2 (bu yerda εa va μa-muhitning absolyut dielektrik va magnit singdiruvchanliklari) bo‘lgan yassi chegaraga tushganda, qisman bu chegaradan qaytadi, qisman esa tarqalish yo‘nalishini o‘zgartirgan holda ikkinchi muhitga o‘tadi. *xou* tekisligini muhitlar chegarasi bilan birlashtiramiz (2.1-rasm).



2.1-rasm. To‘lqinning muhitlar chegarasidan qaytishi va o‘tishining geometrik tasviri

Muhitlar chegarasi normali (Z o‘qi) orqali o‘tayotgan XOZ tekisligi hamda tushayotgan to‘lqinining tarqalish yo‘nalishi ** ***tushish tekisligi*** deb ataladi.

qaytgan va o‘tgan (singan) to‘lqinlar ham yassi bo‘ladi, hamda ularning tarqalish yo‘nalishlari  va  ham tushish tekisligida joylashadi [I].

Tushayotgan to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi hamda muhitlar chegarasi normali o‘rtasidagi **φ** burchagi (burchak Z o‘qining musbat yo‘nalishidan boshlab hisoblanadi) ***tushish burchagi*** deb ataladi.

qaytuvchi to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi va normal o‘rtasidagi bo‘linish chegarasi tomon yo‘nalgan ϕ‘ burchagi ***qaytish burchagi*** deyiladi. Ammo, geometrik optikada qaytish burchagi ϕ1 deb, ϕ‘ burchakni 1800 gacha to‘ldiradigan burchakka aytiladi.

O‘tuvchi (sinuvchi) to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi bilan normal o‘rtasidagi bo‘linish chegarasi tomon yo‘nalgan θ burchagi ***sinish burchagi*** deyiladi.

ϕ, ϕ‘ va θ burchaklarning qiymatlari o‘rtasidagi bog‘liqlik Snellius qonunlari orqali ifodalanadi:

ϕ′ q π - ϕ , (2.1)

 (2.2)

2.2. Tushuvchi to‘lqinning elektr maydoni kuchlanganligi vektori  tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘ladi, va umumiy holda tushish tekisligiga nisbatan turlicha joylashishi mumkin. Biroq u doimo ikkita o‘zaro perpendikulyar vektorlar yig‘indisi ko‘rinishida tasvirlanishi mumkinligi sababli ikkita holatni, ya’ni  vektori tushish tekisligida joylashgan va tushish tekisligiga perpendikulyar joylashgan holatlarni ko‘rib chiqish kifoya.

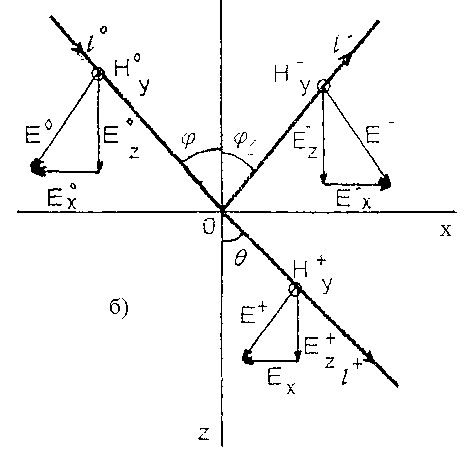
Birinchi holda to‘lqinning qutblashuvi paralel qutblashuv deb ataladi. Bunda  vektori koordinatalar o‘qida ikkita proyeksiyaga ( va ),  esa faqat  proyeksiyaga ega bo‘ladi (2.2.a-rasm).

qaytgan va singan i  to‘lqinlar ham tushish tekisligida joylashadi. Ikkinchi holda to‘lqinning qutblanishi normal qutblanish deb ataladi. Bunda  vektori bitta  proyeksiyaga,  esa ikkita  va  proyeksiyalarga ega bo‘ladi. qaytgan  va singan  to‘lqinlar ham tushish tekisligiga perpendikulyar holda joylashgan bo‘ladi.

2.3. qaytgan  va tushuvchi  to‘lqinlar kompleks amplitudalarining nisbati qaytish koeffitsiyenti **R** deb ataladi, ya’ni

. (2.3)





2.2-rasm. Normal va parallel qutblanishda

vektorlarning proyeksiyalari

Singan  va tushuvchi  to‘lqinlar kompleks amplitudalarining nisbatlari o‘tish koeffitsiyenti χ deb ataladi, ya’ni:

. (2.4)

Bu o‘rinda R va χ umumiy holatda kompleks qiymatlar ekanini ta’kidlab o‘tishimiz lozim. Ularning modullari tegishli to‘lqinlar amplitudalarining munosabatlarini tavsiflaydi, argumentlari esa muhitlar chegarasida ushbu maydonlar o‘rtasidagi fazalar siljishini bildiradi.

Parallel qutblanish holatida (2.2.a-rasm )

, (2.5)

, (2.6)

# Normal qutblanish holatida esa:

 , (2.7)

, (2.8)

Bu yerda Zc1q, Zc2q - mos holda birinchi va ikkinchi muhitlarning to‘lqin qarshiliklaridir. (2.5)…(2.8) ifodalarni ko‘pincha Frenel formulalari deb ataydilar.

2.4. Yassi elektromagnit to‘lqin yassi o‘tkazgich yuzasiga tushganda undan qaytadi. O‘tkazgichlarda to‘lqin qarshiligi quyidagicha aniqlanadi



bu yerda ω=2πf -siklik chastota, σ -muhitning o‘tkazuvchanligi.

Ideal o‘tkazgich uchun (σ=∞) to‘lqin qarshiligi nolga teng. Shuning uchun yassi to‘lqin dielektrikdan ideal o‘tkazgich yuziga tushganda, tushish burchagidan qat’iy nazar, (2.5)....(2.8) formulalaridan quyidagi tenglik kelib chiqadi:

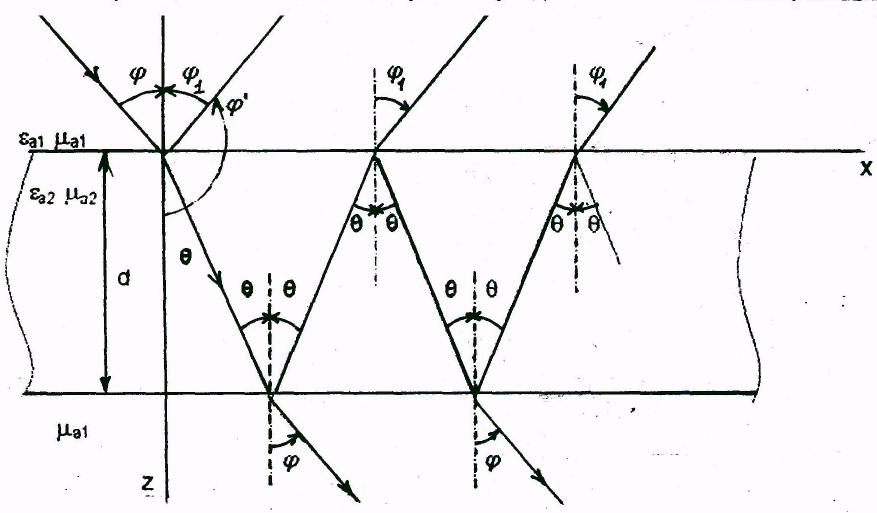
R|| q 1, R⊥ q -1, χ|| q χ⊥ q 0 (2.9)

Demak, to‘lqin to‘liq qaytadi va ideal o‘tkazgich ichida maydon bo‘lmaydi.

Real metallar chekli o‘tkazuvchanlikka ega. Biroq metallarning o‘tkazuvchanligi katta (tahminan 106–107 Sm/m) bo‘lgani sababli, metallarning to‘lqin qarshiligi barcha radiodiapazonlarda nolga yaqin bo‘ladi. Demak, har qanday tushish burchaklarida ham qaytish koeffitsentining moduli 1 dan ko‘p ham farq qilmaydi.

2.5. Yassi elektromagnit to‘lqin havoda joylashgan **d** qalinlikli yassi dielektrik qatlamiga tushganda (2.3-rasm), tushgan to‘lqin qisman qaytadi va qisman ikkinchi qatlamga o‘tadi. qatlamning pastki chegarasiga yetgach, to‘lqin yana qisman qaytadi, qisman esa qatlamdan chiqadi. qatlamning pastki chegarasidan qaytgan to‘lqin ustki chegaraga kelib tushadi, bu yerda u yana qisman qaytadi, qisman esa qatlamdan chiqadi va h.k. Shunday qilib, qatlamdan qaytgan to‘lqin bir xil yo‘nalishda (Z-o‘qiga nisbatan ϕ‘ burchakda) tarqalayotgan hisobsiz to‘lqinlarning ustma-ust taxlanishini bildiradi. Bu to‘lqinlar qatlam ichidagi to‘lqinning qaytish soniga bog‘liq bo‘lgan amplitudalari va fazalari bilan bir-biridan farq qiladi.

qatlamdan o‘tgan to‘lqin haqida ham xuddi shunday xulosa chiqarish mumkin.



2.3-rasm. Yassi elektromagnit to‘lqinning dielektrik

qatlamiga tushishi

Shuni ham ta’kidlashimiz kerakki, qatlamdan o‘tgan to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi tushayotgan to‘lqin yo‘nalishiga mos keladi. qaytgan to‘lqinni tashkil qiluvchi barcha to‘lqinlarning kompleks amplitudalarini jamlasak, to‘lqinning qatlamdan qaytish koeffitsiyenti Rq va o‘tish koeffitsiyentlari χsl uchun quyidagi ifodalarga ega bo‘lamiz:

Rq  q ,

χq q ,

bu yerda R12 - to‘lqinning havodan qatlam chegarasiga tushayotgandagi qaytish koeffitsiyenti bo‘lib, u parallel qutblanishda (2.5) formula yordamida, normal qutblanishda esa (2.7) formula yordamida aniqlanadi.

*k*2q,  burchak esa Snelliusning ikinchi qonunidan aniqlanadi (2.2).

qaytish va o‘tish koeffitsiyentlarining modullari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

, (2.10)

. (2.11)

2.6. Agar ikkala muhit ham dielektrik bo‘lib, μa1=μa2=μ0 bo‘lsa, unda normal qutblangan to‘lqinning qaytish koeffitsiyenti, tushish burchagi ϕ qanday bo‘lishidan qat’iy nazar, nolga teng bo‘lmaydi. Parallel qutblanishda esa **“Bryuster burchagi ”** deb ataluvchi

, (2.12)

burchak mavjud bo‘lib, bunda qaytish koeffitsiyenti nolga teng, to‘lqin esa ikkinchi muhitga to‘liq o‘tadi.

Demak, parallel qutblangan yassi to‘lqin dielektrikning yassi qatlamiga Bryuster burchagi ostida tushganda to‘lqinning qatlamdan to‘liq o‘tishi kuzatiladi. Buni (2.10), (2.11) ifodalardan ko‘rishimiz mumkin. Bu sharoitlarda **R12** qaytish koeffitsiyenti nolga teng bo‘lgani uchun, qatlamdan qaytish va qatlamdan o‘tish koeffitsiyentlari mos holda 0 va 1 ga teng.

**3. LABORATORIYA QURILMASINING TAVSIFI**

Laboratoriya qurilmasi turli fizik xususiyatlarga ega bo‘lgan muhitlarning bo‘linish chegarasida elektromagnit to‘lqinlarning qaytish va sinish hodisalarini tadqiq etish hamda 5,3-10,6 GGts chastota diapazonidagi qaytish va o‘tish koeffitsiyentlarining modullarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan.

Laboratoriya qurilmasi uzatuvchi, qabul qiluvchi qismlar va turli materiallardan yasalgan listlar mahkamlanadigan taglikdan iborat (3.1-rasm). Bu listlar turli ikki muhitlar chegarasini tasvirlaydilar.

Uzatuvchi qism O‘YuCh generator (O‘YuChG) (1) va karnaysimon (ruporli) antennadan (2) iborat. Cheklangan fazoda karnaysimon antennadan 7-10 to‘lqin uzunlikdagi masofada yassi elektromagnit to‘lqin hosil bo‘ladi deb hisoblash mumkin. Listga ϕ burchak ostida tushayotgan to‘lqin listning tavsifi va qutblanish turiga qarab quyidagi xodisalarga uchrashi mumkin:

a) to‘liq qaytadi;

b) qisman qaytadi va qisman listdan o‘tadi;

v) to‘liq o‘tadi.

qabul qiluvchi qism karnaysimon antenna (2), o‘zgaruvchan attenyuator (3), detektorli o‘lchagich (4) va strelkali indikatordan (5) iborat. O‘zgaruvchan attenyuator karnaysimon antennadan detektorli o‘lchagichga kelib tushayotgan quvvatni boshqarish uchun hizmat qiladi. O‘YuChG ning detektor seksiyasida joylashgan diod yuqori chastotali tokni to‘g‘rilab beradi. Dioddan to‘g‘irlangan tok mikroampermetrga kelib tushadi. qabul qiluvchi qism platformaga mahkamlangan bo‘lib, bu platforma markazi 0 nuqtasida bo‘lgan aylana bo‘ylab siljishidir (3.1-rasm). Demak, ham qaytuvchi (a holat), ham o‘tuvchi (b holat) to‘lqinlarning qiymatlarini qayd qilishi mumkin.

Karnaysimon antennalarni generator va attenyuatorga bevosita ulash natijasida ushbu qurilmada (tushish tekisligiga nisbatan) normal qutblanish hosil bo‘ladi. Parallel qutblanishni hosil qilish uchun karnaysimon antennalarni to‘lqino‘tkazgichli buralish seksiyalari orqali ulash kerak bo‘ladi.



3.1-rasm. qurilmaning tuzilish sxemasi. (1-O‘YuCh generatori; 2-karnaysimon antenna; 3-o‘zgaruvchan attanyuator; 4-detektorli seksiya; 5-indikator (mikroampermetr); 6-burchaklarni hisoblash shkalasi; 7-o‘rganilayotgan namuna)

Uzatuvchi qism qo‘zg‘almaydigan bo‘lgani sababli, tushish burchagi list o‘rnatilgan taglikni aylantirish orqali o‘zgartiriladi. Tushish burchagini hisoblash uchun taglikka shkala o‘rnatilgan. Yuqorida keltirilgan ta’rifga muvofiq sanoq boshi deb (0 nuqtasi), listga perpendikulyar yo‘nalish qabul qilinadi. qaytish va o‘tish koeffitsiyentlarinining modullarini aniqlash uchun detsibellangan shkalali attenyuatordan foydalaniladi. Bu usul qiyosiy usuldir. quvvatlar nisbati o‘zgaruvchan attenyuator yordamida o‘lchanadi.

Buning uchun, qaytish koeffitsiyentini o‘lchayotganda, attenyuator yordamida tushgan va o‘tgan to‘lqinlarning ko‘rsatkichlarini tenglashtirish lozim. O‘tish koeffitsiyentini o‘lchashda esa, tushgan va o‘tgan to‘lqinlarning quvvatlari nisbatini aniqlanadi va bu qiymatlarga ko‘ra, tegishli qaytish va o‘tish koeffitsiyentlari xisoblanadi.

Misol uchun, qaytish koeffitsiyentining moduli qanday o‘lchanishini ko‘rib chiqaylik. qabul qilish antennasini tushgan to‘lqin maydonida joylashtiriladi va attenyuator yordamida N1 so‘nishi kiritiladi. Unga tegishli mikroampermetr ko‘rsatkichi qayd qilinadi. Bu ko‘rsatkich taxminan 5 mkA ni tashkil etadi. So‘ng, antennani qaytgan to‘lqin maydoniga joylashtirib, attenyuator so‘nishini N2 qiymatigacha kamaytiriladi. Bunda mikroampermetr ko‘rsatkichi birinchi holdagi qiymatni ko‘rsatishi lozim. So‘nishning o‘zgarish farqi N2-N1 detsibellarda ifodalangan yuqoridagi quvvatlar nisbatiga teng. Antenna qabul qilayotgan quvvatlar qaytgan va o‘tgan elektr maydonlarning kuchlanishlari kvadratlariga proporsional bo‘lgani uchun, quyidagi ifodani keltirib chiqarish mumkin

N2-N1 q10*lg*q20*lg*.

Bundan

. (2.13)

ifodasi kelib chiqadi.

O‘tish koeffitsiyenti ham xuddi shu kabi o‘lchanadi. O‘tish koeffitsiyentining moduli quyidagi formula orqali hisoblanadi:

, (2.14)

bu yerda N3-qabul qiluvchi antenna o‘tgan to‘lqin maydonida joylashgan holatidagi attenyuator so‘nishi.

Shuni ham ta’kidlab o‘tish lozimki, attenyuatorni qo‘llash detektorning nochiziqli xususiyatlarining o‘lchov natijalariga ta’siridan qutulish imkonini beradi.

Ushbu qurilmada tushayotgan to‘lqin fronti taxminan yassi hisoblanishi va to‘lqin fazoning cheklangan hududidagina tarqalishini nazarda tutmoq kerak. Shuningdek, qaytarayotgan sirtlarning o‘lchamlari cheklanganligi sababli, to‘lqinlarning ularning chetlaridan qaytishi hollari ham yuz beradi. Bunday hollarda o‘lchov natijalari hisob natijalaridan farq qilishi mumkin.

**4. TOPSHIRIQ**

4.1. qaytish koeffitsiyenti modulining tushish burchagiga bog‘liqligini o‘lchang.

4.2. Yassi o‘tkazgich qatlamidan qaytish koeffitsiyenti hamda yassi dielektrik qatlamidan o‘tish koeffitsiyenti modullarining tushish burchagiga bog‘liqligini aniqlang.

4.3. Bryuster burchagini aniqlang.

**5. IShNI BAJARISh TARTIBI**

5.1. Generatorni sozlash qoidalari bilan tanishib chiqing.

5.2. Generatorni yoqing va qiziganidan so‘ng, uni o‘qituvchi ko‘rsatgan f chastotaga sozlang. To‘lqinning erkin fazodagi uzunligini λ=c/f formulasi bo‘yicha hisoblang (bu yerda s=3·108 m/s-erkin fazodagi yorug‘lik tezligi).

5.3. Tushuvchi to‘lqinning normal qutblanish turini o‘rnating. Bunda  vektori tushish tekisligiga (laboratoriya qurilmasining asosiga) perpendikulyar joylashishi lozim. Eslatib o‘tamiz,  vektori to‘lqino‘tkazgichning keng devoriga perpendikulyar joylashadi.

5.4. Attenyuator dastasini burab, uni 50 dB qiymatiga o‘rnating va qabul qiluvchi antennani uzatuvchi antennaning qarshisiga o‘rnating (taglikda list bo‘lmasligi kerak). Attenyuator so‘nishini kamaytira borib, mikroampermetrning og‘ishiga erishing. qabul qiluvchi antennani siljitib, mikroampermetrning maksimal og‘ishiga erishing.

5.5. Attenyuator so‘nishini o‘zgartirib, mikroampermetrni 5 bo‘lmasiga o‘rnating. Attenyuator shkalasidagi N1 ko‘rsatkichni yozib oling.

5.6. Taglikka metall listni mahkamlang. Taglikni aylantirib, tushish burchagini hisob shkalasi bo‘ylab 20° ga o‘rnating. qabul qiluvchi antennani siljitib, mikroampermetr ko‘rsatkichining maksimumi (eng kattasi) bo‘yicha qaytgan to‘lqinning tarqalish yo‘nalishini aniqlang. Metall listi normali hamda qaytgan to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi o‘rtasidagi ϕ1 burchak qiymatini yozib oling (3.1-rasm). Attenyuator so‘nishini o‘zgartirib, mikroampermetr ko‘rsatkichini 5.5-bandda berilgan ko‘rsatgichga o‘rnating. Attenyuator shkalasi ko‘rsatkichi N2 ni yozib oling. qaytish koeffitsiyenti modulini (2.13)-formula bo‘yicha xisoblang. Boshqa tushish burchaklari uchun ham shu kabi o‘lchovlarni qaytaring. Natijalarni 5.1-jadvalga kiriting. So‘ngra metall listni taglikdan oling.

5.7. Generatorning chiqish quvvati o‘zgarishi mumkin, shuning uchun 5.4 va 5.5 bandlarni qaytaring. O‘qituvchining topshirig‘iga ko‘ra dielektrik listlardan birini taglikka mahkamlang. Tushish burchagini 20° ga o‘rnating. qaytish koeffitsiyenti modulini 5.6-bandda ko‘rsatilgandek o‘lchang hamda N1 va N2 qiymatlarini 5.1- jadvalga yozib qo‘ying. Tushish burchaklarining 30°-70° oraliqdagi qiymatlari uchun 10° qadam bilan o‘lchovlar o‘tkazing. (2.13)- formula bo‘yicha qaytish koeffitsiyenti modullarini xisoblang.

5.1-jadval

………………….. listning qaytarish xususiyatlarini eksperimental aniqlash natijalari

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tushish to‘lqinining qutblanishi: | | | | | |
| Tushish burchagi  ϕ | qaytish burchagi  ϕ1 | So‘nish qiymati  N1 | So‘nish qiymati N2 | N2 - N1 | qaytish koeffitsiyenti moduli |
| grad. | grad. | dB | dB | dB | - |
| 20o |  |  |  |  |  |
| 30o |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |
| 70o |  |  |  |  |  |

5.8. Listni taglikdan olib, 5.4 va 5.5-bandlardagi vazifalarni qaytaring. Dielektrik qatlamdan o‘tgan to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi tushuvchi to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi bilan doimo to‘g‘ri kelgani uchun, qabul qiluvchi antennani siljitishga ehtiyoj bo‘lmaydi. Listni taglikka o‘rnating. Taglikni aylantirib, 0° ga teng tushish burchagini o‘rnating. Attenyuatorning so‘nishini o‘zgartirib turib, mikroampermetr ko‘rsatkichini 5.5-bandda aytilganidek o‘rnating. N3 attenyuator shkalasi ko‘rsatkichini 5.2-jadvalga yozib qo‘ying. O‘tish koeffitsiyenti moduli ⏐χq⏐ni (2.14) formula bo‘yicha aniqlang. 30°-70° oraliqda har 10° qadam bilan tushish burchaklari uchun o‘lchovlar o‘tkazing.

5.2-jadval

………………….. listdan o‘tish koeffitsiyentini eksperimental aniqlash natijalari

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tushuvchi to‘lqinning qutblaishi: | | | | |
| Tushish burchagi ϕ | So‘nish qiymati N1 | So‘nish qiymati N3 | N3 - N1 | O‘tish koeffitsiyenti moduli |
| grad. | DB | dB | dB | - |
| 0o |  |  |  |  |
| 10o |  |  |  |  |
| 20o |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| 70o |  |  |  |  |

5.9. Tushuvchi to‘lqinning parallel qutblanishini o‘rnating. 5.4-banddagi vazifani bajaring (listni taglikdan olmasa ham bo‘ladi). Taglikni aylantirib, mikroampermetrning maksimal ko‘rsatkichiga erishing. Taglikni aylantirib, qatlamdan maksimal quvvat o‘tayotgandagi tushish burchagining qiymatini yozib oling. Olingan ushbu tushish burchagi Bryuster burchagidir. qabul qilish antennasini qaytgan to‘lqinlar tarqaladigan joyga siljitib, qaytgan to‘lqinining yo‘qligiga ishonch hosil qilish mumkin. (2.12) formuladan foydalanib, olingan Bryuster burchagi qiymati bo‘yicha tadqiq etilayotgan dielektrikning nisbiy dielektrik singdiruvchanligini hisoblang. Bunda muhitlarning absolyut dielektrik singdiruvchanliklari nisbati ularning nisbiy dielektrik singdiruvchanliklari nisbatiga teng ekanini, hamda havoda ε1=1 ekanini hisobga olish kerak.

**6. HISOBOT TARKIBI**

Hisobotda quyidagilar aks etishi lozim:

6.1. Laboratoriya qurilmasining tuzilish sxemasi.

6.2. Berilgan maydon qutblanishi ko‘rinishi, to‘lqin chastotasi va uzunligining hisoblangan qiymati.

6.3. Metall sirtidan qaytish burchagi o‘lchovi va qaytish koeffitsiyentining xisob natijalari (5.1-jadval).

6.4. Yassi dielektrik qatlamidan qaytish va o‘tish koeffitsiyentlari modullarining o‘lchov va xisob natijalari (5.1 va 5.2-jadvallar).

6.5. Tadqiq etilgan namuna uchun o‘lchangan Bryuster burchagi qiymati va nisbiy dielektrik singdiruvchanlikning hisoblangan qiymati.

6.6. O‘tish va qaytish koeffitsentlari modullarining tushish burchagiga bog‘liqligi grafiklari.

6.7. Xulosalar.

**7. NAZORAT SAVOLLARI**

7.1. qanday elektromagnit to‘lqin yassi birjinsli to‘lqin deb ataladi? ([1] §9.1; [2] §11.1).

7.2. Elektromagnit to‘lqinning fazaviy tezligi deb nimaga aytiladi? Birjinsli izotrop dielektrik muhitda tarqalayotgan elektromagnit to‘lqinning fazaviy tezligi muhit parametrlari orqali qanday aniqlanadi? ([1] s. 142; [ 2] §9.5 s. 112. §11.2).

7.3. To‘lqin uzunligi deb nimaga aytiladi? To‘lqin uzunligi fazaviy tezlik orqali qanday aniqlanadi? ([ 2] s. 73).

7.4. Muhitning to‘lqin qarshiligi deb nimaga aytiladi? U muhit parametrlari orqali qanday aniqlanadi? ([1] s. 169; [ 2] §9.5 s. 113).

7.5. Z o‘qi bo‘ylab tarqalayotgan hamda X o‘qi bo‘ylab qutblangan yassi elektromagnit to‘lqin maydonining vektorlari uchun to‘g‘riburchakli koordinatalar tizimidagi ifodalarini yozing. ([1] §9.1; [ 2] § 11.1; 12.1).

7.6. Poynting vektori deb nimaga aytiladi? Poynting vektori qanday yo‘nalgan? Poynting vektorining qiymati nimani ko‘rsatadi? Poynting vektorining biror davr uchun o‘rtacha qiymati qanday ma’noga ega? ([1] § 4.1; § 4.5 s. 64; [2] § 4.1; s.56).

7.7. Tushish tekisligi, tushish burchagi, qaytish burchagi va sinish burchagi deb nimalarga aytiladi? Yuqorida sanab o‘tilgan burchaklarni chizmada ko‘rsating. ([1] § 10.1, 10.2; [ 2] § 13.2).

7.8. Snellius qonunlarini yozib bering. ([1] § 10.2; [ 2] § 13.2).

7.9. Elektromagnit to‘lqinlarning qanday qutblanish turlari mavjud? ([1] § 9.3]; [ 2] § 12.1, § 12.2).

7.10. Nima uchun yassi elektromagnit to‘lqin ikki muhit chegarasiga tushganda normal va parallel qutblanishning faqat ikki holatini ko‘rib chiqish kifoya? ([1] § 9.3, § 10.1; [ 2] § 13.2).

7.11. Tushuvchi to‘lqin normal va parallel qutblangan holatlariuchun tushuvchi, qaytgan va o‘tgan (singan) to‘lqinlarning E va H vektorlari o‘zaro joylashuvini chizib bering. ([1]§10.2; [2]§13.2).

7.12. qaytish va o‘tish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi? Ushbu koeffitsiyentlarning modullari va fazalari nimani bildiradi? ([1] §10.2; [2] §13.2).

7.13. Elektromagnit to‘lqinning ikki muhit chegarasidan to‘liq o‘tishi hodisasi qanday sharoitda kuzatiladi? ([1]§10.3; [2]§11.3).

7.14. O‘tkazgich muhitning to‘lqin qarshiligi nimaga teng? ([1]§9.2:[2]§11.3).

7.15. Ideal o‘tkazgich deb nimaga aytiladi? Ideal o‘tkazgichning to‘lqin qarshiligi nimaga teng? ([1] § 9.2; § 10.4 s.200; [ 2 ]§ 3.10).

7.16. Tushuvchi elektromagnit to‘lqini normal va parallel qutblangan holatlarda ideal o‘tkazgichning qaytarish koeffitsiyenti nimaga teng? ([1] § 10.4 s.200; [ 2] § 13.6).

7.17. Yassi elektromagnit to‘lqinning yassi dielektrik qatlamidan qaytishi qanday sodir bo‘ladi? qaytgan to‘lqin qanday yo‘nalishda tarqaladi? ([1] §10.2 C.185).

7.18. Yassi elektromagnit to‘lqinning dielektrik qatlamdan o‘tishi qanday sodir bo‘ladi? O‘tgan to‘lqin qanday yo‘nalishda tarqaladi? ([1] §10.2 C.185).

7.19. Ushbu laboratoriya ishida, yassi elektromagnit to‘lqinning yassi dielektrik qatlamiga tushganida, qaytish va o‘tish koeffitsiyentlari qanday o‘lchanadi?

7.20. Ushbu laboratoriya qurilmasidan foydalanib, dielektrikning nisbiy dielektrik singdiruvchanligini qanday aniqlash mumkin?

7.21 qaytish va o‘tish koeffitsiyentlarining o‘lchangan va hisoblangan qiymatlari o‘rtasidagi farq sababini (agar bunday hol yuz bergan bo‘lsa) tushuntiring.

### ADABIYOTLAR

1. Volman V.I., Pimenov Yu.B, Texnicheskaya elektrodinamika. M.: Svyaz, 1971.

2. Lebedev I.V. Texnika i priboro‘ SVCh, tom 1. M.: Vo‘sshaya shkola, 1970.

3. Falkovskiy O.I. Texnicheskaya elektrodinamika. M.: Svyaz, 1978.