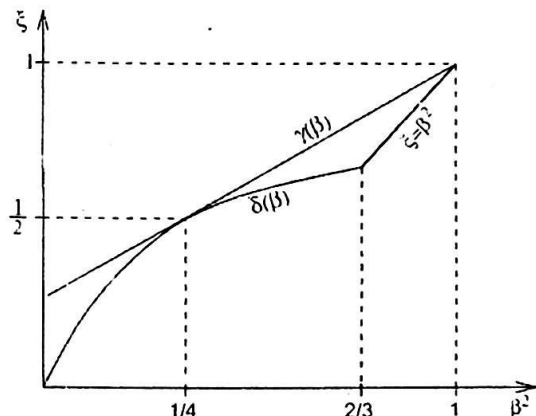


интеграндад язгуур дор  $4\epsilon_0^2$  тогтмолын утгыг

$$4\epsilon_0^2 = A^2(\xi, \epsilon_1, \beta, \text{const})h^2(\xi, \epsilon_1, \beta, \text{const}) \quad (13)$$

гээд авчихвал  $\epsilon = \xi$  нь тэрхүү язгуур утгатай байх цорын ганц тусгаар цэг болно. Энд  $A^2, h^2$  нь (9) томъёогоор тодорхойлогдоно.



**1-р зураг.** Масштаб:  $\epsilon_1 = 1$ .  $\text{const}$  - параметрийн утгыг тасралтгүй өөрчлөхөд түүнийг даган (7)-ийн стационар цэгийн  $\epsilon = \xi$  утга тасралтгүй өөрчлөгдөнө.  $0 < \beta^2 < \epsilon_1$ ,  $0 < \xi < \epsilon_1^2$  тэгш өнцөгт дотор ((11), (12) томъёогоор тодорхойлогдсон)  $\delta(\beta)$ ,  $\gamma(\beta)$  -функциудийн график ба  $\xi = \beta^2$  гэсэн шулууны хэрчимээр хязгаарлагдсан бөгөөд  $(\frac{1}{4}\epsilon_1, \frac{1}{2}\epsilon_1^2)$  цэг дээр ерөнхий оройтой муруй шугаман хоёр гурвалжны гадна орших аль ч цэгд ((8), (8\*), (10) томъёонуудаар тодорхойлогдох) тогтвортой хавтгай долгио харгалзана. Харин эдгээр гурвалжин дотор аль ч  $(\beta^2, \xi)$  цэг тогтворгүйн цэг мөн.

Гэвч энэ тусгаар цэг ямар нэг төлвийг дүрсэлж чадахгүй. Учир нь. Нэг талаас энэ тусгаар цэг дээр (2) нөхцөл зөвхөн  $\Delta\Phi = -\frac{\pi}{2}$  тохиолд л биелнэ. Нөгөө талаас

$$\frac{d\Phi_E}{dz} = \frac{\epsilon A}{h} \sin \Delta\Phi, \quad \frac{d\Phi_A}{dz} = \frac{\epsilon - \beta^2}{\epsilon} \frac{h}{A} \sin \Delta\Phi$$

тэгшитгэлүүдээс  $\Delta\Phi$ -ын уламжлалыг  $\epsilon = \xi$  цэг дээр тодорхойлбол

$$\frac{d}{dz} \Delta\Phi = \frac{\xi}{2Ah} \left( \frac{\xi^2}{\beta^2} + 2\xi - 2\epsilon_1 \right)$$

Энэ илэрхийлэл 2-төрлийн максимумын цэг дээр хэзээ ч тэг утга авахгүй (Тэг утга авах цорын ганц  $\xi = \delta(\beta)$ -цэг бол тахийлтын цэг байгаа юм). Зөрцөлдөж байнаа даа.

## Дүгнэлт

Сөрөг керр орчинд байж болох ТМ хавтгай долгионы бүх боломжит горимыг интегралчлалын хоёр тогтмол ба рефракцийн тогтмолын утгуудаас хамааруулан тогтоов.

## Ишлэл

[1] Г. Очирбат, О. Нямсүрэн, Сөрөг керр орчинд тарах гэрлийн стационар ТМ долгионы оронд диэлектрикийн функц параметруудаас хамаарах нь. МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг, энэ дугаарт, 2004 он, Улаанбаатар.

## Abstracts

All possible regimes of TM plane waves in negative kerr media are established on dependance of two integrating constants and refraction constant values

## Сөрөг керр орчин дахь гэрлийн стационар ТМ долгионы фазын шинжилгээ

Г.Очирбат, О.Нямсүрэн

Онолын Физикийн Лаборатори, Монгол Улсын Их Сургууль

Геометр сонгохдоо долгио  $x$  –тэнхлэгийн дагуу гүйхийн хамт  $z$  –тэнхлэгийн дагуу тарж байхаар бодолцож, долгиог

$$E_x = iAe^{i\Phi} \zeta, E_z = e e^{i\Phi} \zeta, \quad (1)$$

$$H_y = h e^{i\Phi} \zeta, A, e > 0, h < 0$$

гэж  $\Phi = \omega t + kx$ . Үүнд  $\Phi_E, \Phi_A$  –фазууд  $\zeta = \exp(-i\omega t + ik\beta)$ ,  $\beta$  –рефракцийн тогтмол,  $\omega$  –дугуй давтамж.

Максвеллийн тэгшитгэлийн фаз агуулсан анхны интеграл:

$$\frac{1}{2} A h \sin(\Phi_E - \Phi_A) = c\omega \quad (2)$$

Үүнд  $c\omega$  – интегралчлалын тогтмол, энергийн  $z$ -дагуу урсгалын хэмжээ

ТМ долгионы диэлектрикийн функц  $\varepsilon$  нь

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - A^2 - e^2 \quad (3)$$

Үүнд  $\varepsilon_1$  –диэлектрикийн тогтмол.

Максвеллийн тэгшитгэлийн системийн өөр нэгэн анхны интегралыг [1], (3)-тэй системчилэн бодоход

$$e' = \frac{\beta^2}{2\beta^2 - \varepsilon} \frac{\varepsilon_1^2 - \varepsilon^2 - c n s t}{2\varepsilon}, \quad (4)$$

$$A^2 = \varepsilon_1 - \varepsilon - e^2, h^2 = \frac{\varepsilon^2}{\beta^2} e^2$$

$c n s t$  –анхны интегралын тогтмол.

Диэлектрикийн функц  $z$ -координатаас хамаарах хамааралыг

$$z - z_0 = \int \frac{\varepsilon/2 - e^2}{(2\beta^2 - \varepsilon) \sqrt{A^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, c n s t) h^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, c n s t) - 4c\omega^2}} d\varepsilon \quad (5)$$

гэсэн квадратур илэрхийлэл ашиглан олох боломжтой

Квадрат амплитуд  $e^2, A^2, h^2$ -ийн  $z$ -координатаас хамаарах хамаарал нь  $\varepsilon(z)$  функцийг тусламжаар (4) томъёонуудаар тодорхойлогдчихно.

Бид [2-5] өгүүлүүдэд (5) интегралыг  $\varepsilon_1, \beta^2, c n s t, c\omega$ -параметруудаас хамааруулан аль болохоор тодорхой шинжилсэн. Энэ шинжилгээ  $\Phi_E, \Phi_A$  фазуудын судалгаа хийх боломжийг бидэнд олгож байгаа юм.

Энэ өгүүлэлд фазын шинжилгээ хийх зорилт тавилаа.

Максвеллийн тэгшитгэлүүдээс

$$\frac{d\Phi_E}{dz} = \frac{\varepsilon A}{h} \sin(\Phi_E - \Phi_A) = 2 \frac{\varepsilon}{h^2} c\omega \quad (6)$$

$$\frac{d\Phi_A}{dz} = \frac{\varepsilon - \beta^2}{\varepsilon A} h \sin(\Phi_E - \Phi_A) = 2 \frac{\varepsilon - \beta^2}{\varepsilon} \frac{c\omega}{A^2} \quad (7)$$

Энэ хоёр тэгшитгэлийн баруун тал  $\varepsilon$ -ээр илэрхийлэгдэж байгаа болохлоор  $\Phi_E, \Phi_A$  функцууд  $e^2, A^2, h^2$ -ийн адилаар  $\varepsilon$ -ээр дамжуулж  $z$ -оординатаас хамаарч таарна.  $\Phi_E = \Phi_E(\varepsilon), \Phi_A = \Phi_A(\varepsilon)$

$$\frac{d\Phi_E}{dz} = \frac{d\Phi_E}{d\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dz}, \quad \frac{d\Phi_A}{dz} = \frac{d\Phi_A}{d\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dz} \quad (8)$$

Эндээс (6), (7) –г ашиглан олбоос

$$\frac{d\Phi_E}{d\varepsilon} = 2 \frac{\varepsilon}{h^2} \frac{(\varepsilon/2 - e^2) c\omega}{(2\beta^2 - \varepsilon) \sqrt{A^2 h^2 - 4c\omega^2}} \quad (9)$$

$$\frac{d\Phi_A}{d\varepsilon} = 2 \frac{\varepsilon - \beta^2}{A^2 \varepsilon} \frac{(\varepsilon/2 - e^2) c\omega}{(2\beta^2 - \varepsilon) \sqrt{A^2 h^2 - 4c\omega^2}} \quad (10)$$

болно.

$$\Phi_E(\varepsilon) = \Phi_E(\varepsilon_0) + \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon} \frac{2\varepsilon}{h^2} \frac{(\varepsilon/2 - e^2) c\omega}{(2\beta^2 - \varepsilon) \sqrt{A^2 h^2 - 4c\omega^2}} d\varepsilon \quad (11)$$

$$\Phi_A(\varepsilon) = \Phi_A(\varepsilon_0) + \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon} \frac{2(\varepsilon - \beta^2)}{A^2 \varepsilon} \frac{(\varepsilon/2 - e^2) c\omega}{(2\beta^2 - \varepsilon) \sqrt{A^2 h^2 - 4c\omega^2}} d\varepsilon \quad (12)$$

Фазуудыг судална гэгч нь энэ хоёр интегралыг  $\varepsilon_1, \beta^2, c n s t, c\omega$ -параметруудаас хамааруулан шинжилнэ гэсэн үг. Хоёр интегралын интеграндад байгаа язгуур доорхи (13) илэрхийллийг  $\varepsilon_1, \beta^2, c n s t, c\omega$ -параметруудаас хамааруулан шинжилсэн шинжилгээний дүнг [2] –ийн хавсралтанд бичсэн байгаа. Тэр хавсралтыг энэ өгүүлэлд ашиглаллаа.

## 1. Хавтгай долгионы фаз.

Хавтгай долгио

$$F(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, c n s t) = A^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, c n s t) h^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, c n s t) \quad (13)$$

гэсэн  $\varepsilon$ -ээс хамаарсан функцийг 1-р төрлийн максимум цэгтэй холбоотой [6]. Максимумыг  $\varepsilon = \xi$  гэвэл  $c n s t, 4c\omega^2$  параметруудын

$$cnst = cnst_1(\xi, \varepsilon_1, \beta) = (\varepsilon_1 - \xi)(3\xi + \varepsilon_1 - 4\beta^2) \quad (14)$$

$$4co^2 = (\varepsilon_1 - \xi)^2(\xi - \beta^2) \quad (15)$$

утганд

$$e^2 = \beta^2(\varepsilon_1 - \xi)/\xi, \quad (16)$$

$$A^2 = (\varepsilon_1 - \xi)(\xi - \beta^2)/\xi, \quad h^2 = (\varepsilon_1 - \xi)\xi$$

амплитудтай хавтгай долгио бий.

$4co^2$  параметрийн утгыг (13) функцийн максимум утгатай тэнцүү (бас  $h < 0$ ) гэж авсан болохноор  $\Phi_E - \Phi_A = -\pi/2$ .

(6), (7) тэгшитгэлүүдээс

$$\Phi_E(z) = \Phi_E(0) - \frac{\xi A}{h} z, \quad (17)$$

$$\Phi_A(z) = \Phi_A(0) - \frac{\xi - \beta^2}{\xi} h z,$$

(16) -г ашиглахад

$$-\frac{\xi A}{h} = -\frac{\xi - \beta^2}{\xi} h = \xi - \beta^2 \quad (18)$$

болох нь мэдэгдэнэ. Энд  $z$  нь хэмжээсгүй ( $z$  - координатыг долгионы векторын модулийн вакуум дахь утга  $k$ -аар үржсэн үржвэр) тул (18) нь  $\varepsilon = \xi$  гэсэн диэлектрикийн тогтмолтой орчин дахь хавтгай долгионы долгионы векторын  $z$ -компонент мөн.

Сөрөг керр орчинд диэлектрикийн функц ямар

ямар төрхтэй функц байж болохыг [2] -д тогтоосон.  $\varepsilon(z)$ -тогтмол утгатай функц байх (өөрөөр хэлбэл долгионы орон хавтгай долгио хэлбэртэй байх) бүх горимыг [6] -д тодорхойлсон.  $\varepsilon(z)$ -бас ганц ба олон утгат үет функц байж болно, бас үегүй функц ч байж болно.

## 2. Үет амплитудтай орны фаз

$$F(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, cnst) - 4co^2 \geq 0 \quad (19)$$

тэнцэл-тэнцэлбишийг хангах  $\varepsilon$ -ийн утгын аль нэг интервал дотор  $F(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, cnst)$  функц

$$F(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, cnst) - 4co^2 = 0 \quad (19)^*$$

нөхцөл хангах 1-р төрлийн минимумын цэггүй эсвэл уг интервалын аль ч үзүүр нь

1-р төрлийн тахийлтын цэг биш байвал  $\varepsilon(z)$  нь уг интервалын хэмжээн дээр утга авах үет функц байдаг. үелэх амплитудтай долгионы оронгийн фаз ямар төрхтэй функцууд байх вэ гэсэн асуултанд хариулъя. Эдгээр тохиолд  $\varepsilon$ -ийн утгын интервалыг  $(\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\max})$  гэж тэмдэглэе.  $\varepsilon(z)$  үелэх функцийн үеийн хэмжээ:

$$\Delta z = 2 \int_{\varepsilon_{\min}}^{\varepsilon_{\max}} \frac{\varepsilon/2 - e^2}{(2\beta^2 - \varepsilon)\sqrt{A^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, cnst)h^2(\varepsilon, \varepsilon_1, \beta, cnst) - 4co^2}} d\varepsilon. \quad (20)$$

$z$ -координат  $\Delta z$  хэмжээгээр өөрчлөгдөх бүрд

$\Phi_E, \Phi_A$  фазууд

$$\Delta\Phi_E = 2 \int_{\varepsilon_{\min}}^{\varepsilon_{\max}} 2 \frac{\varepsilon}{h^2} \frac{(\varepsilon/2 - e^2)co}{(2\beta^2 - \varepsilon)\sqrt{A^2h^2 - 4co^2}} d\varepsilon \quad (21)$$

$$\Delta\Phi_A = 2 \int_{\varepsilon_{\min}}^{\varepsilon_{\max}} 2 \frac{\varepsilon - \beta^2}{A^2\varepsilon} \frac{(\varepsilon/2 - e^2)co}{(2\beta^2 - \varepsilon)\sqrt{A^2h^2 - 4co^2}} d\varepsilon \quad (22)$$

хэмжээгээр тус тус өөрчлөгдөнө. Тэгэхлээр фазууд нь дэлгэгдэн хувьсах хэмжигдүүн юм. Хэдүй тийм болов ч  $A, h$  үелэх хэмжигдүүн байхад (2)-оос үзэхэд  $\Phi_E - \Phi_A$  ялгавар үелэх хэмжигдүүн байж таарна. Тиймээс

$$\Delta(\Phi_E - \Phi_A) = \Delta\Phi_E - \Delta\Phi_A = 0 \quad (23)$$

Фазуудыг

$$\Phi_E(z) = p_E z + \Phi_E^*(z), \quad \Phi_A(z) = p_A z + \Phi_A^*(z) \quad (24)$$

гэж төсөөлье, үүнд  $p_E, p_A$ -тогтмол хэмжигдүүнүүд,  $\Phi_E^*(z), \Phi_A^*(z)$ -үет функцууд. Тэхэд

$$\Delta\Phi_E = p_E \Delta z, \quad \Delta\Phi_A = p_A \Delta z \quad (25)$$

болно. (23) ёсоор

$$p_E = p_A = \frac{\Delta\Phi_E}{\Delta z} = \frac{\Delta\Phi_A}{\Delta z} \quad (26)$$

байхаас өөр аргагүй. Ийнхүү блохын долгионы вектор тодорхойлогдлоо. үелэх амплитудтай шугаман биш долгионы орон блохын функц хэлбэртэй байна. Энэ нь үелэх потенциалтай орон доторхи стационар хөдөлгөөн блохын функцээр дүрслэгддэг ерөнхий журамтай нийцэж буй хэрэг. Харин  $\Delta z = 0$  байх онцгой тохиолд (24) төсөөлөл байж таарахгүй.

## 3. Үет биш амплитудтай орны фаз.

Интегралчлал.

Диэлектрикийн  $\varepsilon(z)$  функц үелэх шинжгүй байж болно. Тэхдээ  $z \rightarrow \infty$  хязгаартаа тодорхой асимптот утгатай байдаг. Ийм байдал дараахь 2 тохиолд  $4co^2$  параметрийн (15) томъёогоор тодорхойлогдох сонгомол утгад үүсдэг. Үүнд



Тэмдэглэл:

1).  $\chi$  нь (28) томъёогоор, түүний  $cn\chi$  нь (14) томъёогоор бодогдоно.

2).

$$r_1 = \chi - \xi, \quad r_2 = -\chi - \xi, \quad r_3 = -\xi, \quad r_4 = 0,$$

3).  $c, b, a, c < b < a$  нь дараахь куб тэгшитгэлийн язгуурууд,

$$s_3 y^3 + s_2 y^2 + s_1 y + s_0 = 0 \quad (29c)$$

$$s_3 = -2, \quad s_2 = -10\xi + 2\varepsilon_i + 3\beta^2,$$

$$s_1 = -14\xi^2 + (4\varepsilon_i + 4\beta^2)\xi + 4\beta^2\varepsilon_i$$

$$s_0 = -2\xi^3 - (6\varepsilon_i + 12\beta^2)\xi^2 + (4\varepsilon_i^2 + 24\varepsilon_i\beta^2 + 8\beta^4)$$

$$\xi - 8\varepsilon_i\beta^2 - 8\varepsilon_i\beta^4 - 16c\sigma^2$$

Энд  $4c\sigma^2$  нь бас (15) томъёогоор бодогдоно

$$w_1 = (\chi - 2\beta^2) \left[ 1 + \frac{B_1}{2\beta^2 - \chi} + \frac{B_2}{\chi} + \frac{B_3}{\chi - \xi} \right] \quad (30.1)$$

$$w_2 = (\chi + 2\beta^2) \left[ 1 + \frac{B_1}{2\beta^2 + \chi} - \frac{B_2}{\chi} - \frac{B_3}{\chi + \xi} \right] \quad (30.2)$$

$$w_3 = B_2 \frac{4\beta^2}{\chi}, \quad w_4 = 2B_3 \frac{(2\beta^2 - \xi)\chi}{\chi^2 - \xi^2} \quad (30.3)$$

$$B_1 = \frac{3}{2}\xi + \beta^2 - \varepsilon_i,$$

$$B_2 = -\varepsilon_i - 2\beta^2 + \frac{3}{2}\xi + 2\frac{\varepsilon_i\beta^2}{\xi}, \quad (31)$$

$$B_3 = \xi + 2\beta^2 - 2\frac{\varepsilon_i\beta^2}{\xi}$$

$\Phi_E(\varepsilon)$  фазын  $\varepsilon \rightarrow \xi$  үеийн асимптот нь

$$\Phi_E(\varepsilon) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{\chi} \frac{w_4 c \sigma}{\sqrt{abc}} \ln(|\xi - \varepsilon|) \quad (32)$$

Б.  $4c\sigma^2$  -ийн сонгомол утгад нэгдүгээр төрлийн минимумын цэгийн хоёр талд авсан  $\Phi_E(\varepsilon)$  фазын интеграл.

1-р төрлийн минимумын  $\varepsilon = \xi$  цэг дээр

$$cn\chi = cn\chi_1(\xi, \varepsilon_i, \beta) = (\varepsilon_i - \xi)(3\xi + \varepsilon_i - 4\beta^2)$$

$$< (1/3)\varepsilon_i^2((8/9)\varepsilon_i - \beta^2)/\beta^2 \quad (33)$$

нөхцөл биелэгдэх юм бол (12)-ийн интеграндал

$$A^2 = -2 \frac{(\varepsilon - \vartheta_1)(\varepsilon - \vartheta_2)(\varepsilon - \vartheta_3)}{(2\beta - \varepsilon)\varepsilon} \quad (34)$$

гэж бичиж болно. Үүнд  $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$  -нь дараахь куб тэгшитгэлийн гурван бодит язгуур.

$$-2\varepsilon^3 - (3\beta^2 + 2\varepsilon_i)\varepsilon^2 + 4\varepsilon_i\beta^2\varepsilon -$$

$$\beta^2(\varepsilon_i^2 - cn\chi) = 0 \quad (34')$$

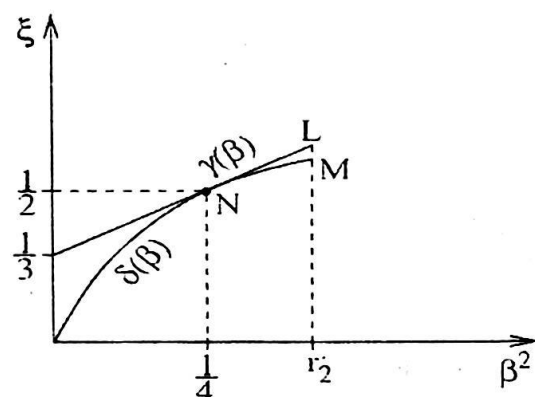
Үүний  $cn\chi$  нь бас (14) томъёогоор тодорхойлогдоно. Одоо (12)-ийн интеграл авагдана. Интеграл ингэж авагдах боломжийг [2]-ийн хавсралтын тохиол бүрд үзэх хэрэг гарна. 2-р зурагд 1-р төрлийн минимумын  $\varepsilon = \xi$  цэг дээр

(33)-нөхцөл биелэгдэх мужийг  $(\beta^2, \xi)$  хавтгай дээр тоймлон дүрсэлжээ. Тэр муж нь  $\xi = \gamma(\beta)$ .

$$\xi = Q(\beta) = \frac{1}{162\beta^2} [54\beta^2 + 108\beta^4 -$$

$$18(45\beta^4 - 72\beta^6 + 36\beta^8 - 8\beta^{10})],$$

$\xi = \delta(\beta)$ ,  $\beta^2 = 0$  гэсэн дөрвөн муруйгаар хязгаарлагдсан ерөнхий оройтой хоёр муруй гурвалжны дотоод цэгүүдээс тогтоно



2-р зураг.  $\varepsilon_i = 1$  гэв. Масштаб баримтлаагүй.

$\xi = \gamma(\beta)$  функц  $0 < \beta^2 < r_1$  ( $r_1, r_2$ -ийн илэрхийллийг хавсралт 1-ээс үзнэ үү) завсар дээр.  $\xi = Q(\beta)$  функц ( $r_1, r_2$ ) завсар дээр.  $\xi = \delta(\beta)$  функц  $(0, r_2)$  завсар дээр хувьсана.  $(\beta^2, \xi)$  хавтгай дээр эдгээр гурван функцийг график ба  $\beta^2 = 0$  шулуунаар хязгаарлагдсан ерөнхий оройтой хоёр муруй гурвалжны дотоод цэг бүр дээр (12) интеграл авагдана. NLM гурвалжны оройнуудыг координатаар нь өгвөл:

$N(\varepsilon_i/4, \varepsilon_i/2), L(r_1, \gamma(r_1)), M(r_2, \delta(r_2))$ ;  $r_1, r_2$  утгууд зураг дээр ялгагдах эргэгүй ойрхон. L ба M хоёр цэгийг  $\xi = Q(\beta)$  функцээр дүрслэгдэх муруй холбох ёстой. Гэвч энэ муруйг зурагт дүрслэх боломжгүй байлаа.

Интегралыг  $\varepsilon = \xi$  цэгийн зүүн талд  $(\varepsilon_{\min}(\xi), \varepsilon)$ ,  $\varepsilon \in (\varepsilon_{\min}(\xi), \xi)$ , завсар дээр, баруун талд  $(\varepsilon, \varepsilon_{\max}(\xi))$ ,  $\varepsilon \in (\xi, \varepsilon_{\max}(\xi))$ , завсар дээр авлаа. Интеграл тус бүр 3-р төрлийн эллипслэг интеграл  $\Pi(\varphi, m, k)$ -ийн комбинацаар илэрхийлэгдэнэ.

Зүүн талд,  $b + \xi < \varepsilon < \xi$  байхад

$$\Phi_A(\varepsilon) = \Phi_A(b + \xi) - \frac{2^{3/2}co}{\sqrt{a-c}} \sum_{i=1}^5 \frac{P_i}{(c-r_i)(b-r_i)} \left[ \Pi(\chi, p^2 \frac{c-r_i}{r_i-b}, p) + (b-r_i)F(\zeta, p) \right] \quad (35a)$$

Баруун талд,  $\xi < \varepsilon < a + \xi$  байхад

$$\Phi_A(\varepsilon) = \Phi_A(a + \xi) - \frac{2^{3/2}co}{\sqrt{a-c}} \sum_{i=1}^5 \frac{P_i}{(a-r_i)} \Pi(\lambda, \frac{a-b}{r_i-a}, p) \quad (35b)$$

Тэмдэглэл:

$$r_1 = \vartheta_1 - \xi, \quad r_2 = \vartheta_2 - \xi,$$

$$r_3 = \vartheta_3 - \xi, \quad r_4 = -\xi, \quad r_5 = 0$$

$\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$  бол (34) тэгшитгэлийн язгуурууд, (34) тэгшитгэлд  $cnst$  ийг (14) томъёогоор тодорхойлно. Доорхи илэрхийлэлүүдэд  $B_1, B_2, B_3$ -г (31)

томъёогоор тодорхойлно.  $co$ -г (15) томъёоноос тодорхойлно.

$$p_1 = \frac{(\vartheta_1 - \beta^2)(2\beta^2 - \vartheta_1)}{(\vartheta_1 - \vartheta_2)(\vartheta_1 - \vartheta_3)} \left[ 1 + \frac{B_1}{2\beta^2 - \vartheta_1} + \frac{B_2}{\vartheta_1} + \frac{B_3}{\vartheta_1 - \xi} \right] \quad (35.1)$$

$$p_2 = \frac{(\vartheta_2 - \beta^2)(2\beta^2 - \vartheta_2)}{(\vartheta_2 - \vartheta_1)(\vartheta_2 - \vartheta_3)} \left[ 1 + \frac{B_1}{2\beta^2 - \vartheta_2} + \frac{B_2}{\vartheta_2} + \frac{B_3}{\vartheta_2 - \xi} \right] \quad (35.2)$$

$$p_3 = \frac{(\vartheta_3 - \beta^2)(2\beta^2 - \vartheta_3)}{(\vartheta_3 - \vartheta_1)(\vartheta_3 - \vartheta_2)} \left[ 1 + \frac{B_1}{2\beta^2 - \vartheta_3} + \frac{B_2}{\vartheta_3} + \frac{B_3}{\vartheta_3 - \xi} \right] \quad (35.3)$$

$$p_4 = B_1 \frac{2\beta^2}{\vartheta_1 \vartheta_2 \vartheta_3}, \quad p_5 = B_1 \frac{(\xi - \beta^2)(2\beta^2 - \xi)}{(\xi - \vartheta_1)(\xi - \vartheta_2)(\xi - \vartheta_3)} \quad (35.4)$$

$\Phi_A(\varepsilon)$  фазын  $\varepsilon \rightarrow \xi$  үеийн асимптот нь

$$\Phi_A(\varepsilon) \rightarrow -\sqrt{2} \frac{p_5 \cdot co}{\sqrt{abc}} \ln(|\xi - \varepsilon|)$$

(36) (33), (36) асимптотуудад  $\frac{w_4}{\chi} = -p_5$  байх

естой. Үүнийг шууд тооцоогоор шалгаж болно

В. Нэгдүгээр төрлийн тахйилтын цэгтэй тохиолд  $4co^2$  -ийн сонгомол утгад авсан фазуудын интеграл.

Нэгдүгээр төрлийн тахйилтын цэг:

$$\xi = \gamma = \gamma(\beta) = (2\beta^2 + \varepsilon_1)/3, \quad (37)$$

Энэ цэгд харгалзах  $cnst$  ийн утга нь

$$cnst = \frac{4}{3}(\varepsilon_1 - \beta^2)^2 \quad (38)$$

Энл  $cnst < \varepsilon_1^2$  нөхцөл  $\beta^2$  -ийн утгын

$((1 - \frac{\sqrt{3}}{2})\varepsilon_1, \varepsilon_1)$  интервалд биелдэг. Энэ

интервалын  $\beta^2$  цэг брд  $4co^2$  -ийн утгыг

$$4co^2 = (\varepsilon_1 - \gamma)^2(\gamma - \beta^2) \quad (39)$$

томъёогоор тодорхойлбоос (11)-ийн интеграл авагдана.

$$\Phi_F(\varepsilon) = \Phi_F(b + \gamma) + \frac{2^{3/2}co}{\chi \sqrt{a-c}} \sum_{i=1}^4 \frac{w_i}{(c-r_i)(b-r_i)} \times \left[ (c-b)\Pi(\chi, p^2 \frac{c-r_i}{r_i-b}, p) + (b-r_i)F(\zeta, p) \right] \quad (40)$$

Үүнд  $b + \gamma < \varepsilon < \gamma$ ,  $\gamma$  нь (37)- томъёогоор,

$\chi$  нь (28)- томъёогоор, түүний  $cnst$  (38) томъёогоор бодогдоно

$$r_1 = \chi - \gamma, \quad r_2 = -\chi - \gamma,$$

$$r_3 = -\gamma, \quad r_4 = 0,$$

$$a = 0,$$

$$b = \frac{-11\beta^2 - 4\varepsilon_1 + \sqrt{216\beta^2\varepsilon_1 - 135\beta^4}}{12}, \quad (40.1)$$

$$c = \frac{-11\beta^2 - 4\varepsilon_1 - \sqrt{216\beta^2\varepsilon_1 - 135\beta^4}}{12} \quad (40.2)$$

$$w_1, w_2, w_3, w_4 \quad \text{нь} \quad (30.1)-(30.3)$$

томъёонуудаар бодогдоно. Тэнд (31) -ийг хэрэглэнэ. Тэхдээ (31) -д  $\xi = (2\beta^2 + \varepsilon_1)/3$  гэж орлуулаарай.

Нэгдүгээр төрлийн тахйилтын цэг дээр (33) нөхцөл нь

$$cnst = \frac{4}{3}(\varepsilon_1 - \beta^2)^2$$

$$< (1/3)\varepsilon_1^2((8/9)\varepsilon_1 - \beta^2)/\beta^2$$

(41)

болно. Энэ нөхцөл  $\beta^2$  -ын  $(0, \mu_1)$  интервал доторхи цэг бүр дээр биелнэ.

$$\Phi_1(\varepsilon) = \Phi_1(b + \gamma) - \frac{2^{3/2} c\omega}{\sqrt{a-c}}$$

$$\sum_{r=1}^5 \frac{P_r}{(c-r)(b-r)} \left[ \Pi(\chi, p, \frac{c-r}{r}, p) + (b-r)F(\zeta, p) \right] \quad (42)$$

Үүнд  $b + \gamma < \varepsilon < \gamma$ .  $a, b, c$  -г (40.1), (40.2) томъёонуудаар бодно.  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  -г (35.1)-(35.4) томъёонуудаар бодохдоо (31)-д  $\xi = (2\beta^2 + \varepsilon_1)/3$  гэж орлуулан хэрэглэнэ. (40), (42)-д  $c\omega$ -г (39) томъёоноос олж тавина.

$$\Phi_E(\varepsilon) \text{ фазын } \varepsilon \rightarrow \gamma - 0 \text{ үеийн асимптот нь}$$

$$\Phi_E(\varepsilon) \rightarrow \frac{2^{3/2}}{\chi} \frac{w_4}{\sqrt{bc}} \frac{c\omega}{\sqrt{\gamma - \varepsilon}} \quad (43)$$

$\Phi_A(\varepsilon)$  фазын  $\varepsilon \rightarrow \gamma - 0$  үеийн асимптот нь

$$\Phi_A(\varepsilon) \rightarrow 2^{3/2} \frac{p_5}{\sqrt{bc}} \frac{c\omega}{\sqrt{\gamma - \varepsilon}} \quad (44)$$

Энэ хоёр асимптот илэрхийлэл ижил. Учир нь  $-w_4 = \chi p_5$ . Үүнийг шууд тооцоогоор үзүүлж болно.

#### 4. Онцгой тохиол.

(5) интеграл авагддаг нэг онцгой тохиол бий.  $cnst = \varepsilon_1^2 - 4\beta^4$  (45)

утганд (4)-д  $e^2, A^2, h^2$  -квадрат амплитудуудын  $\varepsilon = 2\beta^2$  цэг дээрхи полюс алга болж (5) интеграл авагддаг [5].

$$e^2 = \frac{\beta^2}{2\varepsilon} (2\beta^2 + \varepsilon) \quad (46)$$

$$A^2 = \frac{-2\varepsilon^2 + (2\varepsilon_1 - \beta^2)\varepsilon - 2\beta^4}{2\varepsilon} \quad (47)$$

$$h^2 = \frac{\varepsilon}{2} (2\beta^2 + \varepsilon) \quad (48)$$

$e^2, h^2$  -ээрэг хэмжигдэхүүнүүд ( $\varepsilon > 0$  гэж үзэж буй тул).  $A^2 > 0$  байх муж нь  $[\vartheta_1, \vartheta_2]$ .

$$\vartheta_1 = \frac{2\varepsilon_1 - \beta^2 - \sqrt{(2\varepsilon_1 - \beta^2)^2 - 16\beta^4}}{4} \quad (49)$$

$$\vartheta_2 = \frac{2\varepsilon_1 - \beta^2 + \sqrt{(2\varepsilon_1 - \beta^2)^2 - 16\beta^4}}{4} \quad (50)$$

(49), (50) илэрхийлэл бодит утгатай байх  $\beta^2$ -ийн муж нь

$$0 < \beta^2 < \frac{2}{5} \varepsilon_1 \quad (51)$$

(47) нь

$$A^2 = -\frac{(\varepsilon - \vartheta_1)(\varepsilon - \vartheta_2)}{\varepsilon} \quad (52)$$

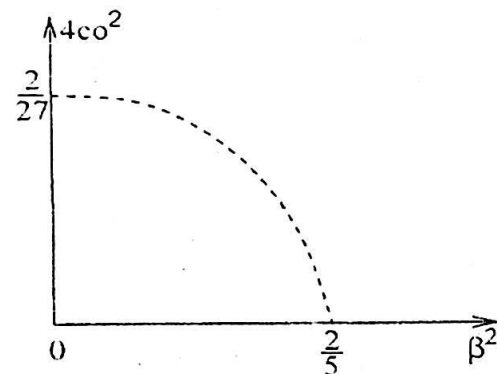
$\varepsilon$  -ээс хамаарсан

$$A^2(\varepsilon, \beta, cnst) h^2(\varepsilon, \beta, cnst) = \frac{1}{2} (2\beta^2 + \varepsilon)(\vartheta_2 - \varepsilon)(\varepsilon - \vartheta_1) \quad (53)$$

функц  $\varepsilon = \xi = \frac{2}{3}(\varepsilon_1 - \beta^2)$  цэг дээр максимумтай. Максимум утга нь

$$(A^2 h^2)_{\max} = \frac{1}{27} (2\beta^2 + \varepsilon_1)(2\varepsilon_1^2 - 10\beta^4 - \varepsilon_1 \beta^2) \quad (54)$$

$4c\omega^2$  параметр  $[0, (A^2 h^2)_{\max}]$  завсарт дурын утга авч болно.  $\Phi_E, \Phi_A$  -фазуудын интегралчлагдах мужийг 3-р зурагт үзүүлэв.



3-р зураг.  $\varepsilon_1 = 1$  аяа.  $\beta^2, 4c\omega^2$  хэвтэгий дээр 1-р квадрантад

$$4c\omega^2 = \frac{1}{27} (2\beta^2 + \varepsilon_1)(2\varepsilon_1^2 - 10\beta^4 - \varepsilon_1 \beta^2)$$

функцийн график, хэвтээ, босоо тэнхлэгүүдээр хязгаарлагдсан дүрсийн дотоод цэг бүр дээр  $\Phi_E, \Phi_A$  -фазууд интегралчлагдана.

$$A^2(\varepsilon, \beta, cnst) h^2(\varepsilon, \beta, cnst) - 4c\omega^2 = 0 \quad \text{буюу}$$

$$\varepsilon^3 - \frac{2\varepsilon_1 - 5\beta^2}{2} \varepsilon^2 + 2\beta^6 + 8c\omega^2 = 0 \quad (55)$$

гэгшитгэлийн гурван бодит язгуурыг  $c, b, a$  гэж тэмдэглэе  $c < b < a$  гэе. Тэгвэл  $c \leq -2\beta^2$ ,  $\vartheta_1 \leq b$ ,  $a \leq \vartheta_2$ .

$$\Phi(\varepsilon) = \Phi(b) - \frac{2^{1/2} c \omega}{\sqrt{a-c}} \times \quad (56)$$

$$\sum_{i=1}^3 \frac{w_i}{(c-r_i)(b-r_i)} [(c-b) \times$$

$$\Pi(\chi, p^2 \frac{c-r_i}{r_i-b}, p) + (b-r_i) F(\zeta, p)]$$

Үүнд  $b < \varepsilon < a$ .

$$r_1 = -2\beta^2, \quad r_2 = 0, \quad w_1 = 1, \quad w_2 = 1$$

$$\Phi(\varepsilon) = \Phi(b) - \frac{2^{1/2} c \omega}{\sqrt{a-c}} \times \quad (57)$$

$$\sum_{i=1}^3 \frac{p_i}{(c-r_i)(b-r_i)} [(c-b) \times$$

$$\Pi(\chi, p^2 \frac{c-r_i}{r_i-b}, p) + (b-r_i) F(\zeta, p)]$$

Үүнд  $b < \varepsilon < a$ ,  $r_1 = \vartheta_1$ ,  $r_2 = \vartheta_2$ ,  $r_3 = 0$ .

$$p_1 = \frac{\vartheta_1 - \beta^2}{\vartheta_1 - \vartheta_2} (1 + \frac{\beta^2}{\vartheta_1}),$$

$$p_2 = \frac{\vartheta_2 - \beta^2}{\vartheta_2 - \vartheta_1} (1 + \frac{\beta^2}{\vartheta_2}), \quad p_3 = \frac{\beta^2}{\vartheta_1 \vartheta_2}$$

(56), (57) -д  $c\omega$  тодорхой интервалд дурын утга авч оолно. Үүнд  $0 < 4c\omega^2 < (1^2 h^2)_{\max}$ ,  $(1^2 h^2)_{\max}$ -г (54) оос үзнэ үү.

### 5. Фазууд интегралчлагдах бусад тохиолдууд

Хоёрдугаар төрлийн минимум буюу тахнийлтын цэгийг  $\varepsilon = \xi$  гэж тэмдэглэе. Ийм экстремум  $\text{const}$ -ийн

$$\text{const} = \text{const}(\xi, \varepsilon_i, \beta) = \varepsilon_i^2 - 3\xi^2 + \frac{\xi^3}{\beta^2} \quad (58)$$

утгатай үүснэ. Хэрвээ  $4c\omega^2$ -ийн утгын

$$4c\omega^2 = A^2(\xi, \beta, \text{const}(\xi, \varepsilon_i, \beta)) h^2$$

$$(\varepsilon, \beta, \text{const}(\xi, \varepsilon_i, \beta)) = \frac{(2\varepsilon_i - 3\xi)\xi^2}{4\beta^2} \quad (59)$$

гэж сонгож авбал (5) интеграл авагддаг. Минимум ба тахнийлтын тохиоллыг тус тусад нь үзье.

А.  $\varepsilon = \xi$  нь хоёр дугаар төрлийн минимумын цэг байх.  $4c\omega^2$ -ийн (59) томьёогоор тодорхойлгоё.

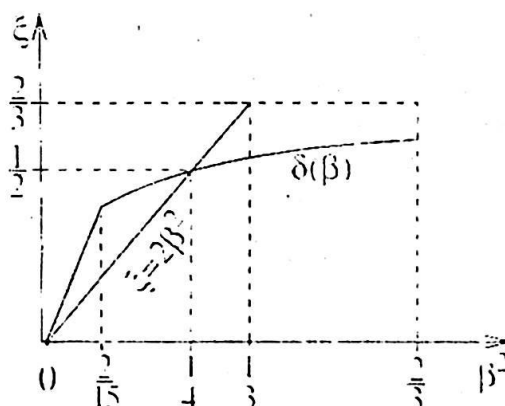
1.  $\Phi_i$  фазын интеграл авагдах нөхцөл нь ((27) ба(28) г харна уу)

$$\text{const} = \text{const}(\xi, \varepsilon_i, \beta) = \varepsilon_i^2 - 3\xi^2 + \frac{\xi^3}{\beta^2} = \varepsilon_i^2 \quad (60)$$

болно. (60) нөхцөлийг судлахад тэрээр  $\xi = 3\beta^2$ ,  $\xi = \delta(\beta) = \beta^2 + \sqrt{\beta^2 + 2\varepsilon_i\beta^2}$ ,

$$\xi = 2\beta^2, \quad \xi = \frac{2}{3}\varepsilon_i, \quad \beta^2 = \frac{2}{3}\varepsilon_i$$

муруйнуудаар хязгаарлагдсан дүрсний дотоод нэг бүр дээр биелнэ. 4-р зураг харна уу.



4-р зураг.  $\varepsilon_i = 1$  гэв. Масштаб баримтлээгүй.

$\xi = 3\beta^2$  функц  $(0, \frac{2}{15}\varepsilon_i)$  хэсэг дээр

$\xi = \delta(\beta) = \beta^2 + \sqrt{\beta^2 + 2\varepsilon_i\beta^2}$  функц  $(\frac{2}{15}\varepsilon_i, \frac{2}{3}\varepsilon_i)$

хэсэг дээр,  $\xi = 2\beta^2$  функц  $(0, \frac{1}{3}\varepsilon_i)$  хэсэг дээр хувирана. Дүрсний график ба

$\xi = \frac{2}{3}\varepsilon_i$ ,  $\beta^2 = \frac{2}{3}\varepsilon_i$  муруйнуудаар хязгаарлагдсан дүрсний дотоорхи нэг бүр дээр  $\Phi_i(\varepsilon)$  фазын интеграл авагдана.

Дараахь куб гэгшитгэлийн язгууруудыг  $c, b, a$ ,  $c < b < a$  гэе.

$$A_3 y^3 + A_2 y^2 + A_1 y + A_0 = 16c\omega^2 = 0 \quad (61)$$

$$A_3 = 2, \quad A_1 = 10\xi + 2\varepsilon_i + 3\beta^2, \quad (61a)$$

$$A_2 = -\frac{2}{\beta^2} \xi^2 - 14\xi^2 - (8\varepsilon_i + 12\beta^2)\xi - 4\beta^2 \varepsilon_i \quad (61b)$$

$$A_0 = -\frac{6}{\beta^2} \xi^3 + \frac{2\varepsilon_i}{\beta^2} \xi^3 + (6\varepsilon_i + 12\beta^2)\xi^2 - 12\beta^2 \varepsilon_i \xi \quad (61v)$$

$$B = \frac{(2\beta^2 - \xi)\xi}{2\beta^2}$$

$$B_1 = \frac{(2\beta^2 - \xi)(\xi - 2\beta^2) - 4\beta^4}{2\beta^2}$$

$b + \xi \leq \varepsilon < a + \xi$  байхад

$$\Phi_1(\varepsilon) = \Phi_1(b + \xi) + \frac{2^{\frac{1}{2}} c \alpha}{\chi \sqrt{a - c}} \times$$

$$\sum_{r=1}^N \frac{w_r}{(c-r)(b-r)} [(c-r) \times$$

$$\Pi(\chi, p^{\frac{c-r}{r-b}}, p) + (b-r)F(\xi, p)]$$

Тэмдэглэл:  $\chi$ -г (28)-томъёогоор тодорхойлохдоо  $\varepsilon \chi$ -г (60)-аар тооцно.

$$r_1 = \chi - \xi, \quad r_2 = \chi - \xi, \quad r_3 = -\xi. \quad (63.0)$$

$$w_1 = (\chi - 2\beta^2) \left[ 1 + \frac{B_1}{\chi} + \frac{B_2}{2\beta^2 \chi} \right] \quad (63.1)$$

$$w_2 = (\chi + 2\beta^2) \left[ 1 - \frac{B_1}{\chi} + \frac{B_2}{2\beta^2 + \chi} \right] \quad (63.2)$$

$$w_3 = B_1 \frac{4\beta^2}{\chi} \quad (63.3)$$

2.  $\Phi_1$  фазын интеграл авагдах нөхцөл нь (33), (34), (34)-г харна уу

$$\varepsilon \chi = \varepsilon \chi_2(\xi, \varepsilon, \beta) - \varepsilon_1^2 - 3\xi^2 + \frac{\xi^3}{\beta^2}$$

$$< (1/3)\varepsilon_1^2 ((8/9)\varepsilon_1 - \beta^2) / \beta^2 \quad (64)$$

Энэ нөхцөлийг суллахад тэрээр

$$\xi = \delta - \delta(\beta) = \beta^2 + \sqrt{\beta^4 + 2\varepsilon_1 \beta^2}$$

$$\xi = 2\beta^2, \quad \beta^2 = 0$$

муруйнуудаар хязгаарлагдсан дүрсийн дотоод нэг бүр дээр биеэлнэ. 5-р зураг харна уу.

$b - \xi < \varepsilon < \xi + a$  байхад

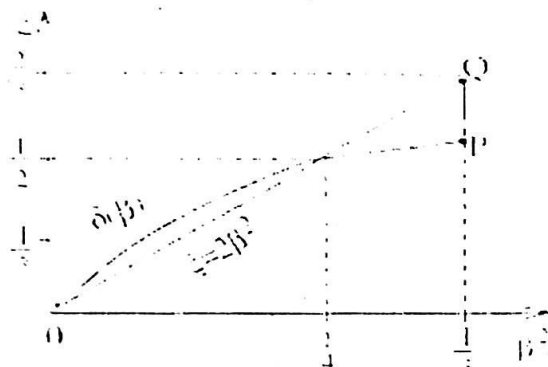
$$\Phi(\varepsilon) = \Phi(b + \xi) + \frac{2^{\frac{1}{2}} c \alpha}{\chi \sqrt{a - c}} \sum_{r=1}^N \frac{P_r}{(c-r)(b-r)} \quad (65)$$

$$\left[ \Pi(\chi, p^{\frac{c-r}{r-b}}, p) + (b-r)F(\xi, p) \right]$$

$c, b, a$  нь (61) тэгшитгэлийн язгуурууд.

Дараахи илэрхийллүүд дэх  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  нь (34) тэгшитгэлийн язгуурууд. (34) тэгшитгэлд  $\varepsilon \chi$ -г (60) аар тооцно. Дараахи илэрхийллүүд дэх  $B_1, B_2$ -нь (62) томъёогоор боловдоно.  $r_1 = \theta_1 - \xi, r_2 = \theta_2 - \xi, r_3 = \theta_3 - \xi, r_4 = -\xi$ .

$$P = \frac{(\theta_1 - \beta^2)(2\beta^2 - \theta_1)}{(\theta_1 - \theta_2)(\theta_2 - \theta_3)} \left[ 1 + \frac{B}{\theta_1} + \frac{B_1}{2\beta^2 - \theta_1} \right] \quad (65.1)$$



$$P = \frac{(\theta_1 - \beta^2)(2\beta^2 - \theta_1)}{(\theta_1 - \theta_2)(\theta_2 - \theta_3)} \left[ 1 + \frac{B}{\theta_1} + \frac{B_1}{2\beta^2 - \theta_1} \right] \quad (65.2)$$

5 дугаар зураг. Масштаб баримтлалгүй.  $\xi = \delta(\beta^2)$  функц  $(0, r_2)$  хэсэг дээр,  $\xi = 2\beta^2$  функц  $(0, \frac{1}{3}\varepsilon_1)$  хэсэг дээр,  $\xi = j(\beta)$  функц  $(r_2, \frac{1}{3}\varepsilon_1)$  хэсэг дээр хувьсана ( $r_2$ -ийн илэрхийллийг хавсрагт 1-дс үзнэ үү). Дөхөөрлийн график ба  $\beta^2 = 0$  нүхдүүнээр хязгаарлагдсан дүрсийн доторхи нэг бүр дээр  $\Phi_1(\varepsilon)$  фазын интеграл авагдахад  $P, Q$  цэгүүдийг координатаар нь оговол  $P(r_2, \delta(r_2)), Q(1/3\varepsilon, 2/3\varepsilon)$ . Зураг дээр  $r_1$ -ийн үтгэлг 1/3-ээс ялгаж тэмдэглэх бололцоо байсангүй.

$$P = \frac{(\theta_1 - \beta^2)(2\beta^2 - \theta_1)}{(\theta_1 - \theta_2)(\theta_2 - \theta_3)} \left[ 1 + \frac{B}{\theta_1} + \frac{B_1}{2\beta^2 - \theta_1} \right] \quad (65.3)$$

$$P_1 = B_1 \frac{2\beta^4}{\theta_1 \theta_2 \theta_3} \quad (65.4)$$

(63), (65)-д  $\varepsilon \chi$ -г (59) томъёоноос олж тавина.

Б.  $\xi = \delta - \delta(\beta) = -\beta^2 + \sqrt{\beta^4 + 2\varepsilon_1 \beta^2}$  бол хоёр дугаар төрлийн гэхийлтийн цэг. Энэ

өгт харгалзах  $\text{снм}$ -ийн угта

$$\text{снм} = \text{снм}, (\delta, \varepsilon_i, \beta) = \varepsilon_i^2 - 3\delta^2 + \frac{\delta^3}{\beta^2} \quad (66)$$

$4\text{сн}^2$ -ийн (59) томъёогоор сонгож авна:

$$4\text{сн}^2 = \frac{(2\varepsilon_i - 3\delta)\delta^3}{4\beta^2} \quad (67)$$

Тэгхд  $\Phi_1, \Phi_2$  фазууд интегралчлагдах  $\beta^2$ -ийн дутгын мужууд олодоно.  $\Phi_1$  нь  $(\frac{2}{15}\varepsilon_i, \frac{2}{3}\varepsilon_i)$  интервал доторхи  $\beta^2$ -ийн угта

бүрд  $\Phi_2$  нь  $(0, \mu_2)$  интервал доторхи  $\beta^2$ -ийн угта бүрд интегралчлагдана.  $\gamma(-2\gamma^2 - A_1\gamma + A_2) = 0$ , тэгшитгэлийн гурван бодит язгуурыг өсөх дарааллаар нь  $c, b, a$  гэж тэмдэглэе,  $c < b < a$ . Тэгэхдээ  $c < 0, 0 < a$ .

Үүнд

$$A_1 = 10\delta + 2\varepsilon_i + 3\beta^2,$$

$$A_2 = -\frac{2}{\beta^2}\delta^3 - 14\delta^2 - (8\varepsilon_i + 12\beta^2)\delta - 4\beta^2\varepsilon_i^2,$$

$$c = \frac{1}{4}\{13\beta^2 + 2\varepsilon_i - 10\sqrt{2\beta^2\varepsilon_i + \beta^4}\}$$

$$\sqrt{-(8\varepsilon_i - 4\beta^2)}\sqrt{2\beta^2\varepsilon_i + \beta^4} - 13\beta^4 + 28\varepsilon_i\beta^2 + 4\varepsilon_i^2\}$$

$$b = 0,$$

$$a = \frac{1}{4}\{13\beta^2 + 2\varepsilon_i - 10\sqrt{2\beta^2\varepsilon_i + \beta^4} +$$

$$\sqrt{-(8\varepsilon_i + 4\beta^2)}\sqrt{2\beta^2\varepsilon_i + \beta^4} + 13\beta^4 - 28\varepsilon_i\beta^2 + 4\varepsilon_i^2\}$$

$$(68)$$

$$B = \frac{(3\beta^2 - \delta)\delta}{2\beta^2}, \quad B_1 = \frac{(3\beta^2 - \delta)(\delta + 2\beta^2) - 4\beta^4}{2\beta^2} \quad (69)$$

$\Phi_1, \Phi_2$  фазуудыг (63), (65) томъёогоор илэрхийлж болно. Тэгхдээ  $c, b, a$ -ийг (68) томъёогоор,  $B_1, B_2$ -ийг (69) томъёогоор болно.  $\chi$ -г (28) томъёогоор бодохдоо,  $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$ -г (34) тэгшитгэлдээ олохдоо  $\text{снм}$ -г (66) томъёогоор тооцно.  $\xi = \delta$  гэж орлуулна. Мөн  $\text{сн}$ -г (59)-өөс тодорхойлно.

### Выводы

Фазы стационарных световых тм волн исследованы в зависимости от значений константа рефракции и от двух постоянных интегрирования. В случае если диэлектрическая функция обладает свойством пространственной периодичности фазы имеют блоховскую форму.

Определена длина блоховского волнового вектора. В случае если диэлектрическая функция представляет собой апериодическую функцию (асимптотическую волну) фазы тоже имеют асимптотическое свойство и даны асимптотические выражения фаз. Определены области параметров (константа рефракции и двух постоянных интегрирования) где фазовые интегралы берутся в известных функциях и при этом выписаны конечные формулы для фазов в зависимости от значений диэлектрической функции.

### Ишлэл

- [1] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, К теории рассеяния р-поляризованного света на нелинейной диэлектрической плёнке. Препринт ОНЭН. Р17-91-338, 1991, Дубна.
- [2] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, Сөрөг керр орчинд гарах гэрлийн стационар ТМ долгионы оронт диэлектрикийн функц параметруудаас хамаарах нь. МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг, энэ дугаарт.
- [3] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, Сарниулагч керр орчинд дахь гэрлийн стационар ТМ долгионы амплитуд тусгай функцээр илэрхийлэгдэх тохиол I, МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг №168, 2003, Улаанбаатар.
- [4] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, Сарниулагч керр орчинд дахь гэрлийн стационар ТМ долгионы амплитуд тусгай функцээр илэрхийлэгдэх тохиол II, МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг № 168, 2003, Улаанбаатар.
- [5] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, Сарниулагч керр орчинд дахь гэрлийн стационар ТМ долгионы амплитуд тусгай функцээр илэрхийлэгдэх онцгой тохиол, МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг № 168, 2003, Улаанбаатар.
- [6] Г.Очирбат, О.Нямсүрэн, Сөрөг керр орчинд гэрлийн стационар ТМ хавтгай долгио байж болох бүх горим, энэ дугаарт.