МУИС, Эрдэм Шинжилгээний бичиг, Физик № 355(16), 2011, хууд. 130-132

ЭЕРЭГ КЕРР СУУРЬ ОРЧИН ДАХЬ ЭЛЛИПС ТУЙЛШРАЛТАЙ ДОЛГИОНД ХАРГАЛЗАХ АНХНЫ ИНТЕГРАЛЫН ТОГТМОЛЫГ ФАКТОРИЗАЦЛАХ НЬ

О. Нямсүрэн Г. Очирбат

Монгол Улсын Их Сургууль, Физик-Электроникийн Сургууль, Онол Туршлагын физикийн тэнхим

Анхны интегралын тогтмолыг бодлого бүрд тохируулан яаж сонгон авах вэ гэдэг нь тэр болгон илэрхий байдаггүйгээс зарим тохиолд зохих судалгаа шаарддаг арга зүйн чухал ач холбогдолтой асуудал болдог аж[1].

Бидэнд эерэг ба сөрөг керр орчин дахь гэрлийн стационар цахилгаан ба соронзон долгионд анхны интегралын тогтмолын авах боломжит утгудын мужийг байж болох долгионы ангилалтай холбон иж бүрэн шинжлэх боломж олдсон билээ[2] Одоо бид судалгаагаа гүнзгийрүүлэн илүү төвөгтэй илүү өргөн хүрээтэй асуудал болох ерөнхий туйлширалтай долгио сэдэв сөхөж эхлээд байна. Зоммерфельд хязгааргүй үргэлжлэх нэгэн төрөл, шингээдэггүй суурь орчны хувьд 2 янз долгио байж болно гэж үзжээ. Нэг нь дотоод бүрэн ойлт(1), нөгөөх нь орчны гүнд нэвтрэх хавтгай долгио(2) юм. Бид энэ өгүүлэлд Зоммерфельдийн (2)- бодлогыг эерэг керр суурь орчин дахь ерөнхий туйлширалтай долгионы хувьд авч үзлээ. Нэгэн төрөл шингээдэггүй суурь орчин дахь эллипс туйлширалтай хавтгай долгионы бодлого бол хялбархан бодлого. Гагцхүү анхны интегралыг ерөнхий арга зүйн талаас авч үзэхэд энэ горим анхны интегралын тогтмолын ямар сонголттой холбоотой болох нь одоо хүртэл тодорхой биш байлаа. Дор бид энэ асуудалд хариу өгөх болно.

Өмнөх өгүүлэлд хэрэглэсэн тэмдэглэлийг энд тэр хэвээр ньхэрэглэв. Бид изотроп керр орчин дахь долгионы оронгийн компонент бүрийн амплитудыг диэлектрикийн функцээр илэрхийлж болно гэсэн үзэл баримталж ирэв. Тухайн тохиолуud болох цахилгаан ба соронзон долгионы хувьд энэ үзэл зөв байсан,цахилгаан $(e_y = H_x = 0)$ долгионд A^2, h^2 хоёул диэлектрикийн функцээр илэрхийлэгддэг бөгөөд тэдгээр илэрхийлэлүүд долгионы оронгийн шинжилгээг бүрэн төгс хийх бололцоо олгосон юм. Соронзон $(A^2 = 0,\ h^2 = 0)$ долгионд e_y^2, H^2 хоёул бас диэлектрикийн функцээр хялбархан илэрхийлэгддэг, ийм долгионы оронгийн шинжилгээг бид боловсруулсан ерөнхий арга барилаараа хийж гүйцэтгэсэн билээ. Бид оронгийн дөрвөн компонентийн амплитудын квадрат- A^2, h^2, e_y^2, H^2 ыг агуулсан хоёр тэгшитгэл хэрэглэсээр ирсэн. Тэр хоёр тэгшитгэл нь

$$\varepsilon = \varepsilon_l + A^2 + e_z^2 + e_y^2, \quad e_z^2 = \frac{\beta^2}{\varepsilon^2} h^2 \tag{1}$$

$$\left(\frac{\varepsilon - \beta^2}{\varepsilon}\right)^2 h^2 + H^2 = \beta^2 (e^2 + e_y^2) - \frac{\varepsilon^2 - \varepsilon_l^2}{2} + 2cnst \tag{2}$$

Дурын туйлширалтай ерөнхий тохиолд энэ хоёр төгслөг тэгшитгэл $A^2(\varepsilon), h^2(\varepsilon), e_y^2(\varepsilon), H^2(\varepsilon)$ дөрвөн функц тодорхойлоход хүрэлцдэггүй.

Дор бид керр орчны гүнд нэвтрэх эллипс туйлширалтай долгионд хүрэлцэх тооны тэгшитгэл хэрхэн бүрдүүлж болох тухай асуудал авч үзнэ. Эхлээд шийд нь тодорхой болчихсон тухайн тохиолуудаа эргэн нэг харъя[2].

Соронзон долгионд энергийн урсгал тогтмол

$$\frac{1}{2} Ah \sin(\Phi_E - \Phi_A) = co_1 \tag{3}$$

-гэсэн нөхцлийг шинжилж үзэхэд хавтгай долгио $A^2(\varepsilon) h^2(\varepsilon)$ үржвэрийн максимум утгад харгалздаг нь илэрсэн.

$$\frac{d}{d\varepsilon}(A^2(\varepsilon) h^2(\varepsilon)) = 0 \tag{4}$$

нөхцөл хангах диэлектрикийн функцийн утгыг ξ гэж тэмдэглэвэл $\varepsilon = \xi$ дээр

$$\frac{1}{2}A(\xi)h(\xi) = co_1, \quad \Delta\Phi_h = \Phi_E - \Phi_A = -\frac{\pi}{2} \tag{5}$$

$$2\,cnst = (\xi - \varepsilon_l)(3\xi - 4\beta^2 + \varepsilon_l) \tag{6}$$

(4) өөс

$$\frac{d}{d\varepsilon}A^2(\varepsilon) / \frac{d}{d\varepsilon}h^2(\varepsilon) = -A^2(\varepsilon)/h^2(\varepsilon) \tag{7}$$

Үүнийг

$$\frac{dA^2}{d\varepsilon} = \frac{\beta^2 - \varepsilon}{\varepsilon^2}\frac{dh^2}{d\varepsilon} \tag{8}$$

тэгшитгэлтэй холбоход $\varepsilon = \xi$ дээр

$$A^2(\xi)/h^2(\xi) = (\xi - \beta^2)/\xi^2 \tag{9}$$

Гэсэн харьцаа үүүснэ. Диэлектрикийн тогтмол нь ξ -тэй тэнцүү шугаман орчин дахь соронзон долгионд ийм харьцаа байдаг.
Цахилгаан долгионд энергийн урсгал тогтмол

$$-\frac{1}{2}He_y\sin(\phi_e - \phi_H) = co_2 \tag{10}$$

Гэсэн нөхцлийг шинжилж үзэхэд хавтгай долгио $e_y^2(\varepsilon)H^2(\varepsilon)$ үржвэрийн максиум утгад харгалздаг нь мэдэгдсэн.

$$\frac{d}{d\varepsilon}(e_y^2(\varepsilon)H^2(\varepsilon)) = 0 \tag{11}$$

нөхцөл хангах диэлектрикийн функцийн утгыг ξ гэж тэмдэглэвэл $\varepsilon = \xi$ дээр

$$-\frac{1}{2}e_y^2(\xi)H(\xi) = co_2, \quad \Delta\Phi_e = \Phi_{e_y} - \Phi_H = -\frac{\pi}{2} \tag{12}$$

$$2\,cnst = (\xi - \varepsilon_l)(3\xi - 4\beta^2 + \varepsilon_l) \tag{13}$$

(11) аас

$$\frac{d}{d\varepsilon}e_y^2(\varepsilon) / \frac{d}{d\varepsilon}H^2(\varepsilon) = -e_y^2(\varepsilon)/H^2(\varepsilon) \tag{14}$$

Үүнийг

$$\frac{dH^2}{d\varepsilon} = (\beta^2 - \varepsilon)\frac{de_y^2}{d\varepsilon} \tag{15}$$

- тэгшитгэлтэй холбоход $\varepsilon = \xi$ дээр

$$H^2(\xi)/e_y^2(\xi) = \xi - \beta^2 \tag{16}$$

Харьцаа үүүснэ. Диэлектрикийн тогтмол нь ξ -тэй тэнцүү шугаман орчин дахь цахилгаан долгионд мөн ийм харьцаа бий.
Эцэст, эллипс туйлширалтай хавтгай долгионыг зураглах тэгшитгэлүүдийг системчлэн сийрүүлэн бичье

$$\xi = \varepsilon_l + A^2 + e_z^2 + e_y^2, \quad e_z^2 = \frac{\beta^2}{\xi^2}h^2 \tag{17}$$

$$\left(\frac{\xi - \beta^2}{\xi}\right)^2 h^2 + H^2 = \beta^2(e^2 + e_y^2) - \frac{\xi^2 - \varepsilon_l^2}{2} + 2cnst \tag{18}$$

$$A^2(\xi)/h^2(\xi) = (\xi - \beta^2)/\xi^2 \tag{19}$$

$$H^2(\xi)/e_y^2(\xi) = \xi - \beta^2 \tag{20}$$

Энэ системээс юуны урьд гарах хоёр дүгнэлттэй танилцъя. (17) ба (19) өөс

$$e_y^2 + \frac{1}{\xi} h^2 = \xi - \varepsilon_l \qquad (21)$$

Энэ томъёо эллипс туйлширалтай долгион дотор цахилгаан ба соронзон хэсгүүдийн эзлэх хувь хэмжээг илэрхийлнэ.Тухайн $\varepsilon = \xi$ утгад e_y^2 нь 0 оос $\xi - \varepsilon_l$ хүртэл утгатай байж болох бөгөөд үүнтэй холбоотойгоор h^2 нь тэгээс $h^2 = (\xi - \varepsilon_l)\xi$ -хүртэл утга авч болно.

Шугаман тохиолд энэ хоёр хэсэгийн хооронд ямар ч холбоо байдаггүй болохыг тэмдэглэе.

(17), (19), (20)-оос, жишээлбэл, $e_y^2(\xi)$ -г тодорхойлох гэж оролдвол эцсийн мөчид $e_y^2(\xi)$ -той гишүүд харилцан хоорондоо усталцаж харин

$$2cnst = (\xi - \varepsilon_l)(3\xi - 4\beta^2 + \varepsilon_l) \qquad (22)$$

- гэсэн харьцаа үлдэнэ. Энэ бол тухайн эрчимтэй ($\varepsilon = \xi$), дурын эллипс туйлширалтай хавтгай долгионд интегралчилалын тогтмол ийм утгатай байж болно гэдгийн нотолгоо юм.

Ийнхүү дөрвөн тэгшитгэл хоорондоо хамааралгүй биш , эндээс $A^2(\xi), h^2(\xi), H^2(\xi), e_y^2(\xi)$ дөрвүүлэнг нэгэн утгатай тодорхойлж болохгүй, нэг функц нь тодорхоййгүй үлдэх аж. Жишээлбэл тухайн $\varepsilon = \xi$ -д e_y^2-д үзэмжээр утга өгөхөд бусад гурав нь (17), (19), (20)-томъёогоор бодогдоно гэсэн үг.

Хавтгай долгионы фазын асуудал триваль нэгэн.

$$\Phi_A = \sqrt{\xi - \beta^2} z + \Phi_A(0), \quad \Phi_{E_z} = \sqrt{\xi - \beta^2} z + \Phi_{E_z}(0)$$

$$\Delta\Phi_h = \Phi_{E_z}(0) - \Phi_A(0) = -\frac{\pi}{2}.$$

$$\Phi_H = \sqrt{\xi - \beta^2} z + \Phi_H(0), \quad \Phi_{E_y} = \sqrt{\xi - \beta^2} z + \Phi_{E_y}(0)$$

$$\Delta\Phi_e = \Phi_{E_y}(0) - \Phi_H(0) = -\frac{\pi}{2}.$$

Манай судалгааны ажлыг дэмжсэнд нь академич Х. Намсрайд талархал илэрхийлье

Дүгнэлт

фокуслагч суур орчны гүнд нэвтрэх хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг рефракцийн тогтмол, диэлектрикийн констант, долгионы оронгийн эрчмээс хамааруулан тодорхойлсон томъо олов. Энэ ажлын методологийн ач холбогдолыг тэмдэглэв.

Резюме

Для константа первого интеграла, соответствующего к плоским волнам в фокусирующей подложке, получена формула факторизующей ёё через констант рефракции, диэлектрический констант среды и интенсивность волнового поля. Подчеркивается методологическое значение этой работы.

Ишлэл

1. A.A. Kolokolov, Fresnel Formulas and the principle of causality, Physics-Uspekhi **42** (9 931-940)(1999)
2 . Г. Очирбат, Шугаман бус үе орчин дахь гэрлийн стационар долгионы онол, МУИС, ФЭС, 2006, Улаанбаатар.