Сөрөг керр суурь орчин дахь эллипс туйлширалтай хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг факторизацлах нь

О.Нямсүрэн, Г. Очирбат*, Д.Улам-Оргих

Монгол Улс, Улаанбаатар-210646, Их сургуулийн гудамж-1, Монгол Улсын Их Сургууль,
Физик Электроникийн Сургууль, Онолын Физикийн Тэнхим
**Э-шуудан* ochirbatguseelee@yahoo.com

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]. Бид [2]-д эерэг керр суурь орчин дахь эллипс туйлшралтай хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг утгажуулсан билээ. Энэ удаа тэнд хэрэглэсэн арга зүйг хэрэглэж сөрөг керр суурь орчин дахь эллипс туйлшралтай хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг утгажуулах ажил гүйцэтгэе.

Сөрөг керр орчин дахь долгионд

$$\varepsilon = \varepsilon_l - A^2 - e^2 - e_y^2, \quad e^2 = \frac{\beta^2}{\varepsilon^2} h^2 \qquad (1)$$

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

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 сөрөг 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

$$\frac{1}{2} A h \sin(\Phi_E - \Phi_A) = co_1 \qquad (3)$$

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

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

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

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

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

(4) өөс

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

Үүнийг

$$\frac{dA^2}{d\varepsilon} = \frac{\beta^2 - \varepsilon}{\varepsilon^2} \frac{dh^2}{d\varepsilon} \qquad (8)$$

-тэгшитгэлтэй холбоход $\varepsilon = \xi$ дээр

$$A^2(\xi) / h^2(\xi) = (\xi - \beta^2) / \xi^2 \qquad (9)$$

гэсэн харьцаа үүүснэ. Диэлектрикийн тогтмол нь ξ -тэй тэнцүү шугаман орчин дахь соронзон долгионд ийм харьцаа байдаг.

Цахилгаан долгионд энергийн урсгал тогтмол

$$-\frac{1}{2} H e_y \sin(\phi_e - \phi_H) = co_2 \qquad (10)$$

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

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

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

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

$$2cnst = -(\xi - \varepsilon_l)(3\xi - 4\beta^2 + \varepsilon_l) \qquad (13)$$

(11) аас

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

Үүнийг

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

- тэгшитгэлтэй холбоход $\varepsilon=\xi$ дээр

$$H^2(\xi)/e_y^2(\xi)=\xi-\beta^2 \qquad (16)$$

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

$$\xi=\varepsilon_l-A^2-e^2-e_y^2,\quad e^2=\frac{\beta^2}{\xi^2}h^2 \qquad (17)$$

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

$$A^2(\xi)/h^2(\xi)=(\xi-\beta^2)/\xi^2 \qquad (19)$$

$$H^2(\xi)/e_y^2(\xi)=\xi-\beta^2 \qquad (20)$$

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

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

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

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

(17) ,(18), (19), (20) оос, жишээлбэл, $e_y^2(\xi)$ -г тодорхойлох гэж оролдвол эцсийн мөчид $e_y^2(\xi)$ - той гишүүд харилцан хоорондоо усталцаж харин

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

- 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 (21), (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

Өөрөө сарниулагч керр суурь орчны гүнд нэвтрэх хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг рефракцийн тогтмол, диэлектрикийн констант, долгионы оронгийн эрчмээс хамааруулан тодорхойлсон томъо олов. Энэ ажил методологийн ач холбогдолтой юм.

РЕЗЮМЕ

Для константа первого интеграла, соответствующего к плоским волнам в дефокусирующей подложке, получена формула факторизующая ёго 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. О. Нямсүрэн, Г. Очирбат, Эерэгг керр суурь орчин дахь эллипс туйлшралтай хавтгай долгионд харгалзах анхны интегралын тогтмолыг факторизацлах нь МУИС, ФЭС, эрдэм шинжилгээний бичиг № 355(16) , 2011 , Улаанбаатар.