

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади
Йилда 6 марта чиқади

1-2021

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

Муассис: Фаргона давлат университети.

«FarDU. ILMIY XABARLAR – НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ» журнали бир йилда олти марта чоп этилади.

Журнал филология, кимё ҳамда тарих фанлари бўйича Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган.

Журналдан мақола кўчириб босилганда, манба кўрсатилиши шарт.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан 2020 йил 2 сентябрда 1109 рақами билан рўйхатга олинган.

Муқова дизайни ва оригинал макет ФарДУ таҳририят-нашриёт бўлимида тайёрланди.

Таҳрир ҳайъати

Бош муҳаррир
Масъул муҳаррир

МАКСУДОВ Р.Х.
ЎРИНОВ А.А.

ФАРМОҢОВ Ш. (Ўзбекистон)
БЕЗГУЛОВА О.С. (Россия)
РАШИДОВА С. (Ўзбекистон)
ВАЛИ САВАШ ЙЕЛЕК. (Туркия)
ЗАЙНОБИДДИНОВ С. (Ўзбекистон)

JEHAN SHANZADAN NAYYAR. (Япония)
LEEDONG WOOK. (ЖанубийКорея)
АЪЗАМОВ А. (Ўзбекистон)
КЛАУС ХАЙНСГЕН. (Германия)
БАХОДИРХОНОВ К. (Ўзбекистон)

ҒУЛОМОВ С.С. (Ўзбекистон)
БЕРДЫШЕВ А.С. (Қозоғистон)
КАРИМОВ Н.Ф. (Ўзбекистон)
ЧЕСТМИР ШТУКА. (Словакия)
ТОЖИБОЕВ К. (Ўзбекистон)

Таҳририят кенгаши

ҚОРАБОЕВ М. (Ўзбекистон)
ОТАЖОНОВ С. (Ўзбекистон)
ЎРИНОВ А.Қ. (Ўзбекистон)
РАСУЛОВ Р. (Ўзбекистон)
ОНАРҚУЛОВ К. (Ўзбекистон)
ГАЗИЕВ Қ. (Ўзбекистон)
ЮЛДАШЕВ Г. (Ўзбекистон)
ХОМИДОВ Ғ. (Ўзбекистон)
АСҚАРОВ И. (Ўзбекистон)
ИБРАГИМОВ А. (Ўзбекистон)
ИСАҒАЛИЕВ М. (Ўзбекистон)
ҚЎЗИЕВ Р. (Ўзбекистон)
ХИКМАТОВ Ф. (Ўзбекистон)
АХМАДАЛИЕВ Ю. (Ўзбекистон)
СОЛИЖОНОВ Й. (Ўзбекистон)
МАМАЖОНОВ А. (Ўзбекистон)

ИСОҚОВ Э. (Ўзбекистон)
ИСКАНДАРОВА Ш. (Ўзбекистон)
МЎМИНОВ С. (Ўзбекистон)
ЖЎРАЕВ Х. (Ўзбекистон)
КАСИМОВ А. (Ўзбекистон)
САБИРДИНОВ А. (Ўзбекистон)
ХОШИМОВА Н. (Ўзбекистон)
ҒОҒУРОВ А. (Ўзбекистон)
АДҲАМОВ М. (Ўзбекистон)
ХОНКЕЛДИЕВ Ш. (Ўзбекистон)
ЭГАМБЕРДИЕВА Т. (Ўзбекистон)
ИСОМИДДИНОВ М. (Ўзбекистон)
УСМОҢОВ Б. (Ўзбекистон)
АШИРОВ А. (Ўзбекистон)
МАМАТОВ М. (Ўзбекистон)
ХАКИМОВ Н. (Ўзбекистон)
БАРАТОВ М. (Ўзбекистон)

Муҳаррирлар: Ташматова Т.
Жўрабоева Г.

Мусахҳиҳлар: Шералиева Ж.
Мамаджонова М.

Таҳририят манзили:

150100, Фаргона шаҳри, Мураббийлар кўчаси, 19-уй.
Тел.: (0373) 244-44-57. Мобил тел.: (+99891) 670-74-60
Сайт: www.fdu.uz

Босишга рухсат этилди:

Қоғоз бичими: - 60×84 1/8

Босма табоғи:

Офсет босма: Офсет қоғози.

Адади: 100 нусха

Буюртма №

ФарДУ нусха кўпайтириш бўлимида чоп этилди.

Манзил: 150100, Фаргона ш., Мураббийлар кўчаси, 19-уй.

**Фаргона,
2021.**

Аниқ ва табиий фанлар

МАТЕМАТИКА

А.Ўринов, Ш.Хайдарова Олтинчи тартибли гиперболик типдаги дифференциал тенглама учун бошланғич масала	6
А.Ахлимирзаев, М.Ибрагимов, И.Ақромова Хосмас интеграллар ва уларни ўрганиш бўйича баъзи бир мулоҳазалар	14
Б.Кадиркулов, М.Жалилов Капутооператори қатнашган тўртинчи тартибли аралаш типдаги тенглама учун бир нолокал масала ҳақида	19

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

У.Тойиров, Д.Рохмонов, Р.Мурадов Хомашё валигининг жин машинаси самарадорлигига таъсирини ўрганиш	25
М.Собиров, Х.Сатторова, Р.Тошқўзиев Қутбланган ёруғликни стока параметрлари орқали тасвирлаш	31

КИМЁ

И.Асқаров, М.Ақбарова Айрим синтетик кир ювиш воситаларининг кимёвий таркиби ва уларни синфлаш	36
Ш.Абдуллоев Темир (III) асосидаги гетеробиметаллик оксо-карбоксилатларнинг электрон парамагнитик резонанс спектрлари	40
И.Асқаров, Ш.Қирғизов, Ю.Бадалова Шоколаднинг кимёвий таркиби ва физик-кимёвий кўрсаткичлари бўйича таҳлили	46
Р.Исматова, М.Амонова, М.Амонов Пахта толаси асосидаги калава ипларни янги таркиб билан оҳорлашни физик-кимёвий асослаш	51
Д.Каримова, В.Хужаев, Г.Рахматуллаева Косметик кремлар сифатини органолептик ва физик-кимёвий услублар ёрдамида аниқлаш	57
Ў.Ҳолмирзаев 9-синф ўқувчиларининг кимё фанидан экспериментал кўникмаларини шакллантиришни такомиллаштириш	62

Ижтимоий-гуманитар фанлар

ТАРИХ

Т.Эгамбердиева, Н.Самедова Ўзбек ва турк халқларининг миллий урф-одат ва анаъаналаридаги уйғунликлар таҳлили....	67
Р.Арслонзода, Д.Муйдинов Ўзбекистон Республикасининг архив иши соҳасидаги халқаро алоқалари	71
А.Ерметов Ўзбекистон ички ишлар органлари ходимларининг миллий таркиби хусусида (1925-1985 йиллар)	78
И.Ғуломов Туркистон ўлкасида аҳолини рўйхатга олиш тадбирларига оид айрим мулоҳазалар (1897-1920 йиллар мисолида)	85
Р.Расулова Ўзбек ва татар маърифатпарварларининг ҳамкорлик муносабатлари	90
Ш.Саидахматов Урбанизация ижтимоий жараён сифатида: тарихшунослик таҳлили	95

ҚУТБЛАНГАН ЁРУҒЛИКНИ СТОКС ПАРАМЕТРЛАРИ ОРҚАЛИ ТАСВИРЛАШ
ОТРАЖЕНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВИДЕ ПАРАМЕТРОВ СТОКСА
IMAGING OF POLARIZED LIGHT USING STOKES PARAMETERS

Собиров Махмуджон Мамарасулович¹, Сатторова Хушнида Қутбиддин қизи²,
 Тошқўзиев Рахматилло Азамжон ўғли³

- ¹ Собиров Махмуджон Мамарасулович – Фарғона давлат университети, физика кафедраси доценти.
² Сатторова Хушнида Қутбиддин қизи – Фарғона давлат университети, физика йўналиши магистранти.
³ Тошқўзиев Рахматилло Азамжон ўғли – Фарғона давлат университети, физика йўналиши магистранти.

Аннотация

Мақолада қутбланган ёруғликнинг физик характеристикаларини аналитик ифодалашнинг Стокс усули баён этилган бўлиб, бу усулни келтириб чиқариш йўли оммабоп тарзда таҳлил этилган.

Аннотация

В статье описан способ аналитического отражения физических характеристик поляризованного излучения Стокса, популярно проанализирован метод выведения данного способа.

Annotation

In the article, the physical characteristics and analytical method of output of the positions parameters of Stokes describing the flow of polarized light radiation are analyzed in simple and clear way.

Таянч сўз ва иборалар: қутбланган ёруғлик, чизиқли қутбланган ёруғлик, айланма қутбланган ёруғлик, эллиптик қутбланган ёруғлик, қутбланиш даражаси, фазалар фарқи, Стокс параметрлари.

Ключевые слова и выражения: поляризованное излучение, линейно-поляризованное излучение, поляризация по кругу, эллиптическая поляризация, степень поляризации, разность фаз, параметры Стокса.

Keywords and expressions: polarized light, linear-polarized light, circular polarization, elliptical polarization, degree of polarization, phase difference, Stokes parameters.

Ёруғлик оқими турли муҳитлардан ўтганида, муҳитни ташкил этган атом ва молекулалар билан таъсирлашиши туфайли унинг физик параметрлари ўзгаради. Нурланишнинг дастлабки ва иккиламчи параметрларини солиштириш орқали муҳитнинг атом-молекуляр тузилиши, муҳитнинг физик ҳолатини ифодаловчи катталиклар ҳақида маълумот олиш мумкин. Агар ёруғлик оқими қутбланган бўлса, муҳит ҳақида олинаётган маълумотлар доираси кенгайиб, маълумотларнинг аниқлик даражаси янада ортади. Қутбланган ёруғлик кристаллофизикада кристалларнинг физик параметрларини аниқлашда [1], астрофизикада юлдузлар ва уларнинг атмосферасида юз бераётган жараёнларни ўрганишда [2], суюқлик ва газлар физикаси, техникада, турли оптик қурилмаларда кенг қўлланилади. Шунингдек, кейинги йилларда Ер атмосфера қатламларини қутбланган ёруғлик ёрдамида зондлаш усуллари ривожланиб бормоқда [3,4].

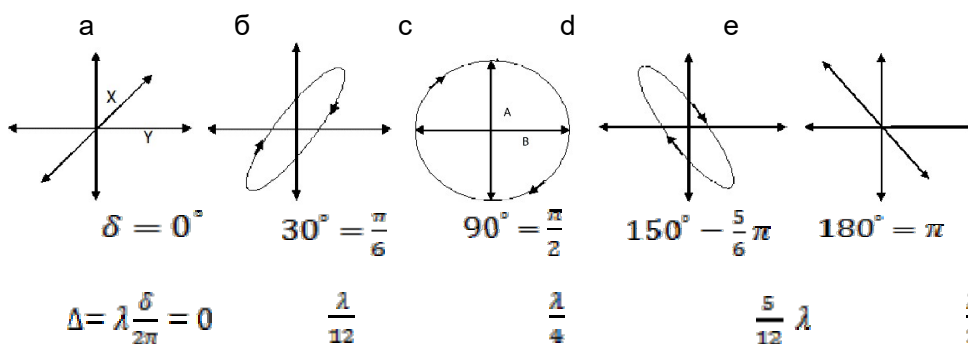
Қутбланган нурланиш оқимининг муҳитларда кўчирилиши жараёни Стокс параметрлари орқали ўрганилиб, бу катталиклар нурланиш оқими интенсивлиги, қутбланиш даражаси, қутбланиш текислиги ва бошқа параметрларини ўзида акс эттиради. Стокс параметрларидан оптикада кенг фойдаланилишига қарамай, бу параметрларнинг физик моҳияти адабиётларда етарлича таҳлил этилмаган, фақат айрим монографияларда эслатиб ўтилади, холос. Натижада, оптика ва унга турдош соҳалар бўйича ихтисослашаётган ёш мутахассисларда Стокс параметрларига боғлиқ тушунмовчиликлар юзага келади. Ушбу мақолада қутбланган ёруғлик оқимини Стокс параметрлари орқали тасвирлаш усулини оммабоп тарзда баён этишга ҳаракат қилдик.

Қўйилаётган масалани тушунишни осонлаштириш учун механикадан маълум бўлган ўзаро перпендикуляр текисликларда бирдай ω частотада тебранаётган иккита механик,

$$x = A \sin(\omega t + \delta), y = B \sin \omega t,$$

тебранишни қўшиш масаласини кўриб чиқамиз (бу ерда, δ - фазалар фарқи, A, B - тебранишлар амплитудаси). Бу тебранишларнинг қўшилиши туфайли, фазалар фарқи ва амплитудаларнинг қийматларига боғлиқ равишда турли геометрик

шакллар ҳосил бўлади (1-расм). Расмда $A = B$ шартда, фазалар фарқи $\delta = 0, \pi$ да тўғри чизиклар, $\delta = \pi/6, 5\pi/6$ ларда эллипс, $\delta = \pi/2$ да айлана ҳосил бўлиши кўрсатилган.



1-расм. Тенг амплитудаларда, фазалар фарқига боғлиқ ҳолда натижавий тебраниш ҳосил қилган геометрик шакллар.

Агар, $A < B$ бўлса, 1в-расмдаги айлана эллипсга ўтиб, 1а, 1е-расмлардаги тўғри чизиклар эса Y ўқи томон тортилади ва чизикларни Y ўқи билан ҳосил қилган бурчаги $tg \alpha = A/B$ бўлади. Шунингдек, 1б, 1д-расмлардаги эллипслар янада чўзилиб, Y ўқи томон тортилади ва эллипснинг A катта ярим ўқини Y билан ҳосил қилган бурчаги α га

тенглашади. $A > B$ шартда, эллипс X ўқи бўйлаб чўзилади.

Максвелл назариясига кўра, ёруғлик электромагнит тўлқинларидан иборат бўлиб, ўзаро ва тарқалиш йўналишига нисбатан перпендикуляр йўналган, даврий ўзгарувчи электр ва магнит майдони векторларининг тебранишларидан иборат:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}^0 \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \varepsilon), \vec{H}(\vec{r}, t) = \vec{H}^0 \sin(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \varepsilon). \quad (1)$$

Бу ерда, \vec{E}^0, \vec{H}^0 - тебранишларнинг амплитудалари, ω - ёруғлик частотаси, \vec{k} - тўлқин вектори, $(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \varepsilon)$ - тебранишлар фазаси бўлиб, ҳар иккала вектор бир хил фазада тебранади, ε - бошланғич фаза. Декарт координаталар системаси орқали қаралганда, ҳар икки вектор ўзаро перпендикуляр XOZ ва

YOZ текисликларда ётиб, тўлқин эса Z ўқи бўйлаб тарқалади. Бундан кучланганлик векторлари ўзлари ётган текисликлар бўйлаб қутбланганликлари кўринади. Максвелл тенгламаларига кўра, электр майдони кучланганлик векторлари қийматлари орасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$E^0 \sqrt{\varepsilon \varepsilon_0} = H^0 \sqrt{\mu \mu_0}.$$

Бу муносабатдан, $H^0 / E^0 = \sqrt{\varepsilon \varepsilon_0} / \sqrt{\mu \mu_0} \ll 1$ ўринли эканлигини ҳисоблаб кўрсатиш мумкин. Демак, электр майдони кучланганлик векторининг қиймати, магнит майдони кучланганлик векторининг қийматига нисбатан анча катта эканлиги келиб чиқади. Шу сабабли оптикада, ёруғлик оқимига оид масалалар текширилганда, электр

майдони кучланганлик вектори билан иш кўриш етарли [5].

(1) тенгламаларда \vec{E} нинг тебранишлар битта текисликда ётиб, ёруғлик заррачасининг ҳаракатланиши туфайли \vec{E} нинг учи, вақт ўтиши билан фазода тўғри чизик чизади, шу сабабли бундай ёруғлик чизикли қутбланган ҳисобланади. Агар \vec{E} векторининг учи фазода

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

айланма ёки эллиптик из қолдирса, бундай ёруғлик айланма-циркуляр қутбланган (ўнг ёки чап винт қоидасига кўра, ўнг ёки чап томонга айланма қутбланган бўлиши мумкин) деб юритилади. Кўп сондаги ёруғлик заррачаларидан иборат оқимдаги барча заррачалар бирдай қутбланган бўлса, у ҳолда ёруғлик оқими тўла қутбланган ҳисобланади. Агар улар бир қисмининг қутбланиш текислиги тартибсиз бўлса, оқим қисман қутбланган ҳисобланади. Барча заррачаларнинг қутбланиш текисликлари турлича бўлса, оқим қутбланмаган ҳисобланади (масалан, Қуёш нурланиши).

Қутбланган ёруғлик оқими қуйидаги параметрлар орқали тўлиқ характерланади; тўлиқ интенсивлик, қутбланиш даражаси,

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}^0 \sin(\omega t - k\vec{r} + \varepsilon) \quad (2)$$

бўлиб, $\vec{E}(\vec{r}, t)$ векторининг учи фазода эллипс чизади. Бу ерда, \vec{E}^0 - ёруғлик электр майдони кучланганлик векторининг модули, ε - бошланғич фаза, ўзгармас катталиқ. $\vec{E}(\vec{r}, t)$ ни ўзаро перпендикуляр иккита ташкил этувчига ажратамиз:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = E_x(x, t)\vec{e}_x + E_y(y, t)\vec{e}_y, \quad (3)$$

бу ерда,

$$E_x(t) = E_x^0 \sin(\omega t - \varepsilon_x), E_y(t) = E_y^0 \sin(\omega t - \varepsilon_y). \quad (4)$$

Бунда, $E_x(t), E_y(t)$ - электр майдони кучланганлик вектори эллипснинг катта ва кичик ярим ўқларига проекцияларининг вақт бўйича ўзгариши, E_x^0, E_y^0 - эллипснинг катта ва кичик ярим ўқларининг қийматлари, $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ - тебранишларни x, y ўқларига нисбатан бошланғич фазалари бўлиб, ўзгармас катталиқлар. Чизмага кўра, ҳар икки ташкил этувчи, ёруғлик оқими ҳаракати йўналишига перпендикуляр текисликда ётиб, ёруғлик чизма текислигига нисбатан орқага йўналган бўлади ва олинган XYZ координата системасида ўнг винт қоидасига бўйсунган ҳолда тарқалади. Ёруғлик фазода ҳаракатланганда, муҳитни ташкил этган атом

қутбланиш текислигининг фазодаги ориентацияси, агар ёруғлик эллиптик қутбланган бўлса, эллипснинг эллиптиклик даражаси. Турлича характердаги бу параметрлар орасидаги боғланишни биринчи марта 19-асрнинг ўрталарида инглиз олими Стокс аниқлаган бўлиб, у юқорида кўриб ўтилган механик тебранишларни кўшиш қонунидан фойдаланиб, $\vec{E}(\vec{r}, t)$ векторни иккита ўзаро перпендикуляр ташкил этувчига ажратиш лозимлигини кўрсатиб берди.

Умумий ҳолда ёруғлик оқимини эллиптик қутбланган деб қарасак, унинг электр майдони кучланганлик вектори

ва молекулалар билан таъсирлашиб, ҳаракат йўналишини ўзгартириб, сочилиши мумкин. Бунда ёруғликни характерловчи параметрларнинг қийматлари олинган координаталар системасига нисбатан ўзгаради, натижада унинг кейинги ҳолатини ифодаловчи ҳаракат тенгламаларининг кўриниши мураккаблашиб кетади. Шу сабабли, Стокс \vec{E} векторни X, Y ўқларига нисбатан эмас, балки муҳитнинг физик ҳолатига мос ҳолда танлаб олган, заррача билан бирга ҳаракатланувчи, ўзаро перпендикуляр l, r йўналишлар бўйича ташкил этувчиларга ажратиш қулай эканлигини кўрсатди [6]. Бу ҳолда (3) ни l, r ларга нисбатан ёзсак.

$$E_l(t) = E_l^0 \sin(\omega t - \varepsilon_l), E_r(t) = E_r^0 \sin(\omega t - \varepsilon_r). \quad (5)$$

ифодаларни оламиз. Эллипснинг эллиптиклик даражаси ва \vec{E} векторнинг айланиш йўналишини ифодалаш учун эллипснинг катта ва кичик ярим ўқларини акс эттирган,

$$E_x^0 \rightarrow E^0 \cos \beta, E_y^0 \rightarrow E^0 \sin \beta,$$

$\tan \beta = E_y^0 / E_x^0$ боғланишни киритамиз ва шу асосда (4) да E_x^0, E_y^0 ларни

кўринишда алмаштирамиз. Қўшимча киритилган β параметрнинг қиймати $0 < \beta < \pi/2$ оралиқда ўзгариб, унинг қийматига боғлиқ ҳолда эллипснинг формаси ўзгаради, $\beta = \pi/2, E_l^0 = E_r^0$ да эллипс

айланага, $\beta = \pi/4$ эса тўғри чизиққа ўтади. Буни эътиборга олсак, x ва y йўналишлардаги тебранишларнинг проекциялари учун ёзилган формулалар

$$E_x(t) = E^0 \cos \beta \sin(\omega t - \varepsilon_x), E_y(t) = E^0 \sin \beta \sin(\omega t - \varepsilon_y), \quad (6)$$

кўриниш олади. x, y санок системасидан l, r га боғлиқ санок системасига ўтамыз, бунинг учун E_x^0, E_y^0 ларни l, r ўқларига проекциялаймиз:

$$E_{lx}^0 = E^0 \cos \chi, E_{ly}^0 = E^0 \sin \chi, E_{rx}^0 = E^0 \sin \chi, E_{ry}^0 = E^0 \cos \chi.$$

Формулалардаги χ бурчак, ҳар икки санок система орасидаги бурчакни ифодалаб, эллипснинг l, r га нисбатан фазодаги оғмалигини ифодалайди. E_l, E_r ларнинг қийматлари

$$E_l = E_{lx} + E_{ly} = E^0 \cos \beta \cos \chi \sin(\omega t - \varepsilon_l) - E^0 \sin \beta \sin \chi \sin(\omega t - \varepsilon_l), \quad (7)$$

$$E_r = E_{rx} + E_{ry} = E^0 \sin \beta \sin \chi \sin(\omega t - \varepsilon_r) + E^0 \cos \beta \cos \chi \sin(\omega t - \varepsilon_r), \quad (8)$$

бўлади. Олинган формулаларда куйидаги белгилашларни киритсак

$$E_l^0 = E^0 (\cos^2 \beta \cos^2 \chi + \sin^2 \beta \sin^2 \chi)^{1/2}, \quad (9)$$

$$E_r^0 = E^0 (\cos^2 \beta \sin^2 \chi + \sin^2 \beta \cos^2 \chi)^{1/2}, \quad (10)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_l = \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \chi, \operatorname{tg} \varepsilon_r = -\operatorname{tg} \beta \operatorname{ctg} \chi, \quad (11)$$

(7) ва (8) муносабатлар, (4) кўринишга келади. (4),(7),(8) ларга кўра, ёруғликнинг l ва r йўналишлардаги интенсивликларининг қийматлари

$$I_l = |E_l^0|^2 = I (\cos^2 \beta \cos^2 \chi + \sin^2 \beta \sin^2 \chi), \quad (12)$$

$$I_r = |E_r^0|^2 = I (\cos^2 \beta \sin^2 \chi + \sin^2 \beta \cos^2 \chi) \quad (13)$$

кўриниш олади. (12) ва (13) лар асосида

$$2E_l, E_r \cos(\varepsilon_l - \varepsilon_r) = 2|E^0| (\cos^2 \beta - \sin^2 \beta) \cos \chi \sin \chi = I \cos 2\beta \sin \chi, \quad (14)$$

$$2E_l, E_r \sin(\varepsilon_l - \varepsilon_r) = I \sin 2\beta,$$

аралаш кўпайтмаларни ёзиб, (12)-(14) ларни умумлаштириш асосида куйидаги натижаларга келамиз:

$$I = |E_l^0|^2 + |E_r^0|^2 = I_l + I_r,$$

$$Q = |E_l^0|^2 - |E_r^0|^2 = I \cos 2\beta \cos 2\chi = I_l - I_r,$$

$$U = 2E_l^0 E_r^0 \cos(\varepsilon_l - \varepsilon_r) = I \cos 2\beta \cos 2\chi = (I_l - I_r) = \operatorname{tg} 2\chi,$$

$$V = 2E_l^0 E_r^0 \sin(\varepsilon_l - \varepsilon_r) = I \sin 2\beta = (I_l - I_r) \operatorname{tg} 2\beta \sec 2\chi. \quad (15)$$

(15) даги тўртта катталиқлар E_l, E_r ларнинг қийматлари ва фазалари фарқи асосланган бўлиб, бу формулалар Стокс параметрлари, деб юритилади. Улар чизиқли ёки эллиптик кутбланган ёруғликнинг барча характеристикаларини ўзида тўлиқ акс эттиради. (15) муносабатларни келтириб чиқаришда ўзгармас частота, амплитуда ва фазага эга бўлган битта тўлқин доирасида фикр юритилди. Амалда, кўп сондаги ёруғлик

тўлқинлари оқими билан иш кўрилади ва уларнинг частоталари, амплитуда ва фазаларининг қийматлари турлича бўлиши табиий. Лекин, битта манбадан чиқаётган монохроматик нурланиш оқимида тўлқинларнинг фазалари ва амплитудалари маълум бир ўзгармас қиймат атрофида тебраниб туради, деб қараш мумкин. Бу ҳолда (15) даги катталиқларнинг қийматлари нурланиш оқими учун ўртача, деб ҳисобланади. Буни эътиборга олсак, I -

ФИЗИКА, ТЕХНИКА

оқимнинг тўлиқ интенсивлиги, Q - оқимнинг l ва r йўналишлардаги интенсивликларининг фарқи, U - оқимнинг l ва r йўналишлар билан ўзаро 45° бурчак ҳосил қилган текисликда ётувчи чизиқли қутбланган нурланиш

$$I^2 = Q^2 + U^2 + V^2, \quad (16)$$

боғланиш ўринли. Нурланиш оқимининг қутбланиш текислиги ва эллиптиклик даражаси

$$\operatorname{tg} 2\chi = U / V, \sin 2\beta = V / (Q^2 + U^2 + V^2)^{1/2} \quad (17)$$

га тенг. Нурланиш оқимининг қутбланганлик даражаси

$$P'_{\text{чиз}} = (I_l - I_r) / I, P''_{\text{чиз}} = U / I, P_{\text{цирк}} = V / I, \quad (18)$$

формулалар орқали ҳисобланади ва бу катталиклар % ларда ифодалангани учун (18) ни 100 га кўпайтириш керак.

(16)-(18) ифодалар оптик ўлчаш асбоблари воситасида, турли геометрияда интенсивликларни ўлчаш орқали нурланишнинг қутбланиш параметрларини ҳисоблаб топиш имкониятини беради. Қутбланмаган нурланиш оқимида (2) билан аниқланувчи $\vec{E}(\vec{r}, t)$ векторнинг йўналиши турли ёруғлик зарралари учун турлича бўлганлиги учун, натижавий умумий оқимда тартибланган қутбланиш кузатилмайди. Бундай оқим учун Стокс параметрларининг

қийматлари $I_l = I_r = \frac{1}{2} I$ га тенг.

Мақола охирида қутбланган нурланиш ҳосил бўлишининг атомлардаги оптик ўтишлар механизми билан ўзаро боғлиқ эканлигини эслатиб ўтамиз. Атомларда дипол нурланишининг квант назариясига кўра, танлаш қоидасига биноан, оптик ўтишлар юз бериши учун электроннинг орбитал квант сони қийматининг ўзгариши $\Delta l = l - l_0 = \pm 1$, магнит квант сони қийматининг ўзгариши

интенсивлиги, V - ўнг ёки чап винт қоидаси бўйича айланма ҳаракат қилаётган циркуляр қутбланган ёруғлик оқимини характерлайди. I, Q, U, V катталиклар орасида

$\Delta m = m - m_0 = 0, \pm 1$ бўлиши талаб этилади [7]. $\Delta m = 0$ да электроннинг диполь тебранишлари фақат Z ўқи бўйлаб юз бергани учун, электр майдони тебранишлар фақат чизиқли нурланиш беради. $\Delta m = \pm 1$ да эса, электроннинг тебранишлари ўзаро перпендикуляр OX ва OY йўналишларда юз бериб, ҳар икки текисликдаги тебранишлар фазалари фарқи $\delta = \pi / 2$ га тенг бўлади. Натижада, z ўқига нисбатан $\Delta m = +1$ да электр майдони вектори ўнг томонга, $\Delta m = -1$ да чап томонга айланади. Бошқача қилиб айтганда, оптик ўтишлар чоғида электроннинг механик (магнит) моментининг қиймати ўзгармаса, нурланиш чизиқли, механик моментининг қиймати ўзгарса, циркуляр қутбланган нурланиш чиқаради. Бундан кўринадики, циркуляр қутбланган ёруғлик кванти атомларда ютилганда ёки чиқарилганда, оптик электронларнинг энергияси ўзгариши билан бирга импульс моменти ҳам ўзгаради, чизиқли қутбланган ёруғликда эса импульс моменти ўзгармайди.

Адабиётлар:

1. Агранович В.М., Галанин М.Д. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах. – М.: Наука, 1978.
2. Гнедин А.З., Долгинов Ю.Н., Силантьев Н.А.. Распространение и поляризации излучения в космической среде. – М.: Наука, 1979.
3. Сушкевич Т.А. О достижении теории переноса излучения. Моделирование переноса излучения в природных средах. “Материалы пятнадцатой открытой всероссийской конференции. “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”. Москва, Институт космических исследований РАН, 2017 (2008).
4. Lei Yan, Taxis Wu, Xueji Wang. “Polarization Remote Sensing for Land Observation”. 2017. DOI: 10.5772/intechopen.79937.
5. Савельев И.В. Умумий физика курси. 2-том. – М.: Наука, 1978.
6. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – Санкт-Петербург, Наука, 2003.
7. Чандрасекар С. Перенос лучистой энергии. – М.: ИИЛ, 1953.
8. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Наука, 1970.

(Тақризчи: С. Отажонов – физика-математика фанлари доктори)