

**8- дәріс. Жарық поляризациясы. Жарықтың анизотропиялық ортада таралуы.**

**Жоспар:** Жарық толқындарының көлденеңділігі. Сызықты поляризацияланған жарық. Малюс заңы. Брюстер заңы. Жарықтың қосарланып сынуы. Бір осьті ж/е екі осьті кристалдар. Кәдімгі ж/е ерекше сәуле. Поляризациялық құралдар: Николь, Глан-Фуко призмалары. Қосарланып сындырушы призмалар. Поляроидтар. Эллипсті поляризацияланған жарық алу. Сәулелер арасындағы фазалар айырымының түрліше болу жағдайлары. Поляризацияланған жарық интерференциясы.

Жарық толқындары электромагниттік толқындардың бір түрі. Жарық толқындарының өрісін электр векторы (E) мен магнит векторы (H) арқылы сипаттауға болады. Бұл векторлар өзара және толқын таралатын бағытқа перпендикуляр болатындығы белгілі. Жарық толқыны өрісінің векторлары үздіксіз өзгеріп, яғни ұдайы тербеліп тұрады, Арнап жүргізілген тәжірибелер (Виннер, 1889ж.) нәтижелеріне қарағанда жарықтың фотохимиялық әсері оның өрісінің электр векторы әсеріне байланысты. Сондықтан бұл вектор кейде жарық векторы деп те аталады. Жарық тербелістері делінгенде осы E векторы тербелісі айтылады. Жарық толқынының интенсивтігі, яғни 1 секундта толқын таралатын бағытқа перпендикуляр 1 см<sup>2</sup> ауданнан өтетін жарық энергиясының мөлшері, оның электр векторының амплитудасының квадратына тура пропорционал болады. Жарық толқындары заттың атомдары мен молекулаларында жүріп жатқан кейбір процестен нәтижесінде пайда болады. Өте кішкене жарық көзі құрамында сансыз көп атомдар болады. Олардың әрқайсысы шығаратын жарық толқындарының электр векторларының бағыттары әр түрлі, сонымен қабат бір атомның шығарған жарық толқындарының электр векторының бағыты да өзгеріп тұрады. Сөйтіп, жарық толқынының электр векторы түрлі жаққа бағытталған, яғни ол сан алуан жазықтықта тербелуі мүмкін. Мұнда бір бағыттың басқа бағыттардан артықшылығы болмайды. *Өрісінің электр векторы кеңістікте осылай түрлі бағытта орналасқан жарық – табиғи жарық деп аталады.* Яғни, тербеліс бағыттарының ешқайсысы басым болмайтын жарық *табиғи* немесе *поляризацияланбаған* деп аталады. Белгілі бір бағытта басым тербелістері болатын жарық *жартылай поляризацияланған жарық* деп аталады. Тербелістері белгілі бағытта ғана болатын жарықты *сызықты* поляризацияланған жарық деп атайды.

Белгілі жағдайда жарық толқыны векторы тек бір белгілі бағытта ғана тербелуі мүмкін. Осындай жарық – *толық поляризацияланған жарық* деп аталады. Электр векторының тербеліс бағыты мен сол тербелістер таралатын бағыт арқылы өтетін жазықтық поляризацияланған жарықтың тербеліс жазықтығы, оған перпендикуляр жазықтық – *поляризациялау жазықтығы* деп аталады. Табиғи жарық толқындарының барлық бағытта интенсивтігі бірдей болады.

Жарықтың поляризациялану құбылысы тәжірибе жасап байқауға болады, бұл құбылысты, мысалы, жарық турмалин пластинкадан өткенде байқау оңай. Турмалин кристалынан оның осіне параллель етіп жарып

алынған мөлдір жұқа пластинка алып, оған табиғи ақ жарық түсірейік. Сонда ол қоңырлау жасыл түсті болып көрінеді. Егер оны түскен сәуле бағытымен дәл келетін осьтен айналдырсақ, өткен жарық интенсивтігі өзгермейді. Дәл сондай тағы бір турмалин пластинка алып, оны алғашқы пластинканың жанына олардың ХХ осьтерін параллель етіп қойсақ, онда жарық пластинкалардың екеуінен де өтеді, бірақ оның интенсивтігі бұрынғысынан гөрі сәл бәсеңдейді, себебі жарықты бір пластинкада көбірек жұтады. Енді турмалин пластинкалардың біреуін, мысалы, II пластинканы, сәулемен дәл келетін осьтен айналдырсақ, өткен жарық интенсивтігі кеми бастайды, олардың ХХ осі бір – біріне перпендикуляр болса, жарық II пластинкадан өтпейді. Бұған қарағанда I турмалин пластинка тек бір белгілі бағытта, мысалы ХХ осьтері бағытында, болатын жарық тербелістеріне өткізеді, II турмалин пластинка ондай тербелістерді бөгейді. Сөйтіп, турмалин пластинкасынан әр түрлі бағытта болып жатқан жарық тербелістерінен тек белгілі бір бағытта, мысалы ХХ осіне параллель бағытта, болатын тербелістер ғана өте алады. Сонымен турмалиннан өткен жарық толқынының электр векторы белгілі бір жазықтықта тербеледі, демек табиғи жарық турмалиннан өткенде Бұл тәжірибелер жарық тербелістерінің көлденең тербелістер екендігін дәлелдейді. Біз қарастырған мысалдар I турмалин пластинка **поляризатор**, II турмалин пластинка **анализатор** деп аталады.

Енді жарық турмалин кристалынан өткенде бола тұра, алғаш бір турмалин пластинканы оған түскен сәуле бағытымен дәл келетін осьтен айналдырғанда өте жарық интенсивтігі өзгермеуі қалай деген сұрау туады. Оның себебі: табиғи жарық толқыны өрісінің электр векторлары барлық жаққа бағытталған, сондықтан олардан кейбіреулерінің тербеліс бағыттары турмалин кристалының жарық тербелістерін өткізетін бағытына дәл келеді де жарық бөгелмей өтеді. Табиғи жарық толқыны өрісінің электр векторлары орналасулары жарық таралатын бағытқа қатысты симметриялы болғандықтан, өткен жарық интенсивтігі бір турмалин пластинканың қалай тұрғандығына тәуелді болмайды. Ал қабаттастыра қойылған екі турмалин пластинканың біреуін жарық таралатын бағытқа дәл келетін осьтен айналдырған жағдайда I пластинкадан өтіп поляризацияланған жарықтың электр векторының тербеліс жазықтығы параллель болса ғана өткен жарық интенсивтігі максимум болады. Сөйтіп қабаттастыра қойылған екі турмалин пластинкадан жарықтың өтіп - өтпеуі сол пластинкалардың белгілі жазықтықтарының өзара қалай орналасқандығына байланысты.

Поляризацияланған жарықты анализдеу үшін қолданса онда анализатор деп аталады. Егер электрлік вектор  $E_0$  жазық поляризацияланған жарық анализаторға түссе онда жарықтың кейбір бөлігі шығады. Жарық интенсивтілігі амплитуда квадратына тең болады. **Малюс заңы:**

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

Мұндағы  $I$ ,  $I_0$  - анализатордан ж/е поляризатордан өткен жарық интенсивтілігі,  $\alpha$  - анализатор мен поляризатор оптикалық осьтері арасындағы бұрыш.

**Брюстер заңы:**  $\tan \theta = n_2/n_1$  (2)

шарты орындалған жағдайда шағылған жарық толығымен сызықты поляризацияланады.  $n_2/n_1$  - шағылдырушы ортаның салыстырмалы сыну көрсеткіші.

Оптикалық анизотропты кристалдарда қосарланып сыну құбылысы бақыланады. Кристалл бетіне түскен жарық кристалдан өткеннен кейін екі сынған сәулеге бөлінеді.

Кристалда қосарланып сыну болмайтын бағыт *кристалдың оптикалық осі* деп аталады. Кристалдар симметриясына байланысты *бір осьті* немесе *екі осьті* болып бөлінеді.

Бір осьті кристалдың *бас жазықтығы* немесе *бас қимасы* деп қандай да бір сәуле өтетін ж/е сәуле түскен нүктеден оптикалық ось өтетін жазықтықты айтады.

Бір осьті кристалдарда қосарланып сыну кезінде сәуленің біреуі түсу жазықтығында жатып, сыну заңына бағынады. Бұл сәулен *кәдімгі сәуле* деп атайды да, *о* әрпімен белгілейді.

Екінші сәуле сыну заңына бағынбайды, оны ерекше сәуле деп атап, *е* әрпімен белгілейді.

Табиғи жарықты поляризацияланған жарыққа айналдыру үшін поляризациялық құралдар қолданылады. Олар: *Николь*, *Глан-Фуко* призмалары.

Сызықты поляризацияланған жарық қалыңдығы  $d$  бір осьті кристалл пластинкаға перпендикуляр бағытта түссін. Кристалдан шыққан кәдімгі ж/е ерекше сәуле өзара перпендикуляр бағытта поляризацияланған. Сәулелердің фазалар айырымы мынаған тең:

$$\varphi = 2\pi/\lambda (n_o - n_e)d$$

Егер пластинканың қалыңдығы  $\lambda/4$  болса, онда  $\varphi = \pi/2$  болады.

Пластинкадан шыққан жарық толқыны электр векторының ұшы эллипс сызады, яғни жарық тербелісінің траекториясы эллипс болады. Бұл жағдайда *эллипстік поляризацияланған* жарық аламыз.

Егер  $\varphi = \pi/4$  болса, онда шыққан жарық тербелісінің траекториясы шеңбер болады. *Дөңгелектік поляризацияланған* жарық тербелісі пайда болады.

Өзара перпендикуляр жазықтықта поляризацияланған жарық сәулелері интерференцияланбайды. Оларды интерференцияландыру үшін олардың тербелістерін бір жазықтыққа келтіру керек. Ол үшін поляризатор мен анализатор аралығына пластинка қойылуы керек.