

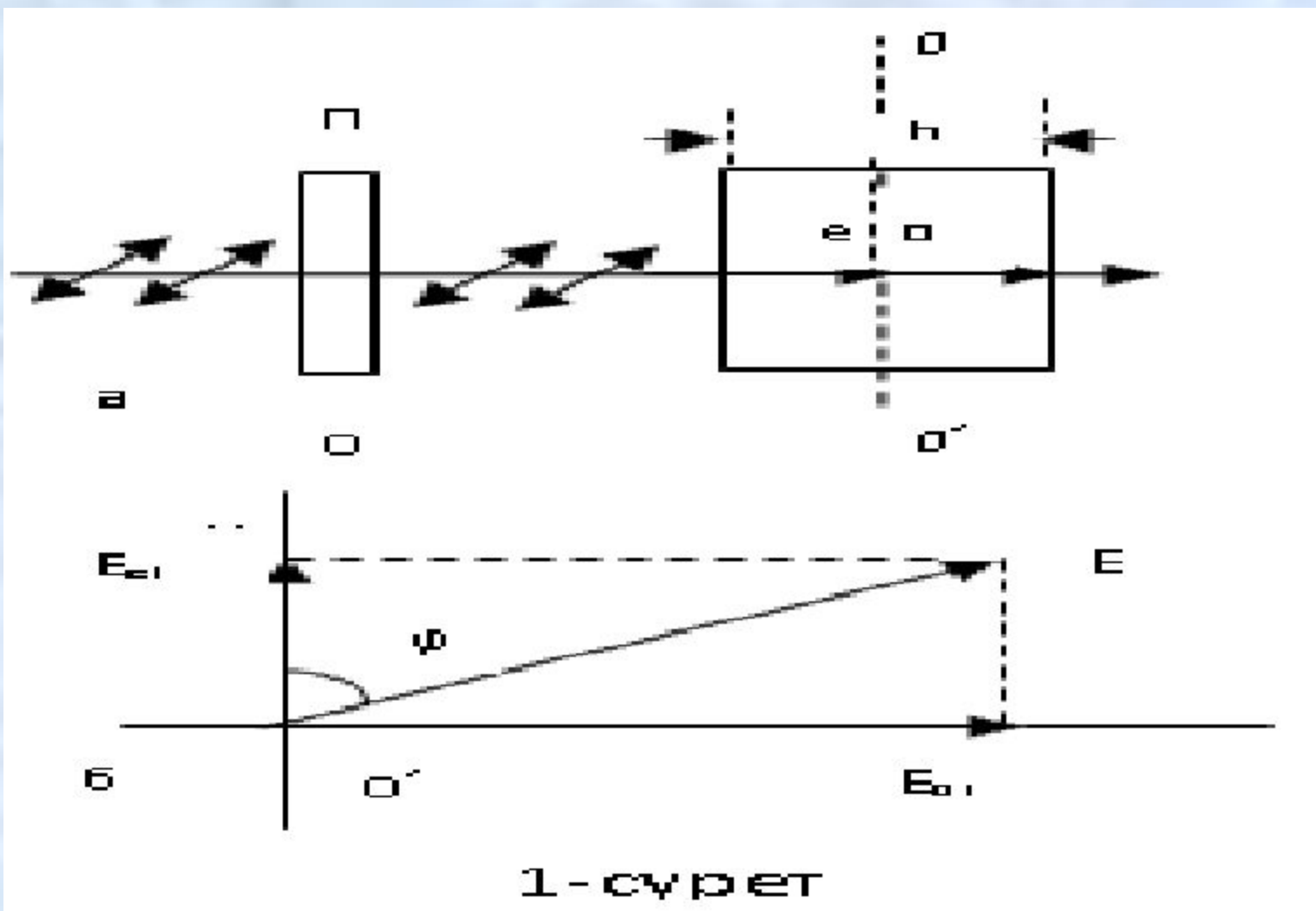
Л-12

Төрттен бір, жарты, бір толқын ұзындығына тең қалыңдықтағы пластина. Жасанды анизотропия, электр өрісінің кристалдардағы жеке деформация тудыру.

Кристалдан өткен поляризацияланған сәулелердің интерференциясы

Жарықтың анизотропты кристалда таралғанда байқалатын физикалық құбылыстарды жарықтың поляризациясын басқару үшін пайдалануға болады. Практикада көбінесе сызықты поляризацияны дөңгелек поляризацияға және керісінше түрлендіру, және де сызықты поляризация бағытын немесе циркулярлық-поляризацияланған толқындағы айналыс бағытын өзгерту қажет болады.

Осы мақсат үшін анизотропты кристалдардан жасалған – ширек толқындық және жарты – толқындық деп аталатын арнайы пластинкалар қолданылады. Бірості оң кристалдан оптикалық өсіне параллель етіліп кесіліп алынған кристалдық пластинканың h қалыңдығына байланысты кристалл арқылы өткен жарықтың поляризация сипаты бір-бірінен өзгеше болады.



Осы кристалл ішінде жарық кәдімгі «0» және өзгеше «e» сәулелерге бөлінеді; бұлар бір бағытта (оптикалық оске перпендикуляр), бірақ әртүрлі жылдамдықпен ($v_0 = c/n_0$ және $v_e = c/n_e$) таралады. E векторы кәдімгі сәуледе оптикалық оске перпендикуляр, ал өзгеше сәуледе оптикалық ось бойында тербеліс жасайды.

Жалпы жағдайда поляризатордан шыққан жазық полярициаланған сәуленің электрлік векторы кристалдың оптикалық өсімен кезкелген φ бұрыш жасайтын болады (1б-сурет). Сонда электрлік вектордың кәдімгі және өзгеше сәулелердегі амплитудалық мәндері мыналарға тең болады:

$$E_{01} = E \sin \varphi, \quad E_{e1} = E \cos \varphi.$$

Қалыңдығы h пластинкадан өтіп, осы сәулелер $(n_0 - n_e)h$ оптикалық жол айырымын қабылдайды, ал осы сәулелердің тербелістері арасындағы фазалар айырымы мынаған тең болады:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (n_0 - n_e) h \quad (1)$$

Сонымен кристалдық пластинкадан екі өзара ортогональ жазық поляризацияланған толқын шығады: біреуі кристалдың бас қимасына перпендикуляр поляризацияланған, екіншісі – осы қима жазықтығында поляризацияланған болады. Пластинкадан шығарда амплитудалары әртүрлі және фазалар айырымы δ өзара перпендикуляр тербелістердің қосылуы нәтижесінде пайда болатын жарық толқындарындағы векторының ұшы уақытқа байланысты координаттар остеріне қатысты қалай болса солай бағдарланған эллипс сызатын болады.

Пластинкадан өткен сәулелер үшін:

$$E_e = E_{e1} \cos \alpha t = E \cos \varphi \cos \alpha t \quad (2)$$

$$E_0 = E_{01} \cos(\alpha t - \delta) = E \sin \varphi \cos(\alpha t - \delta) \quad (3)$$

Қорытқы тербелістің траекториясын алу үшін (2) және (3) теңдеулерінен уақытты шығарып тастау керек:

$$\cos \alpha t = E_e / E_{e1} \quad E_0 = E_{01} (\cos \alpha t \cos \delta + \sin \alpha t \sin \delta) \quad (4)$$

Осыдан

$$\sin \alpha \sin \delta = \frac{E_0}{E_{01}} - \frac{E_e}{E_{e1}} \cos \delta \quad (5)$$

Осы өрнекті квадраттап және оны мына өрнекпен қосамыз, сонда мына өрнек шығады:

$$\frac{E_0^2}{E_{01}^2} - 2 \frac{E_0}{E_{01}} \frac{E_e}{E_{e1}} \cos \delta + \frac{E_e^2}{E_{e1}^2} = \sin^2 \delta \quad (6)$$

Бұл эллипс теңдеуі, оның өстерінің бағдарлануы кристалдық пластинкаға енетін тербелістердің бағыттарына (яғни φ бұрышына), және осы пластинка енгізетін δ фазалар айырымына тәуелді болады. Сонымен, кристалдық пластинка арқылы өтуі нәтижесінде **жазық поляризацияланған жарық эллипстік поляризацияланған жарыққа** айналады.

Эллипстің түрі мен бағдарлануы ортогональ \vec{E}_0 және \vec{E}_e тербелістердің амплитудаларының қатынасына және де бұлардың фазаларының δ айырымына тәуелді болады.

Егер тербеліс y өсі бойынша $(0 < \delta < \pi)$ озық болса, онда алдымен E_y , содан кейін ғана E_x ең үлкен мәндеріне жетеді. Демек, векторының ұшы сағат тілі бағытында қозғалады — поляризация оң болады.

Егерде y өсі бойынша тербеліс $(0 > \delta > \pi)$ артта қалса, онда алдымен E_x , содан кейін ғана E_y максимум мәндеріне жетеді - векторының өшы сағат тіліне қарсы қозғалады, демек, поляризация сол болады.

Ширек толқындық пластинка
(пластинка в четверть волны) -
оптикалық өсіне параллель етіліп
кесілген кристалдық пластинка;
қалыңдығы h осы пластинка үшін
кәдімгі және өзгеше сәулелер
арасындағы **оптикалық жол**
айырымы **толқын**
ұзындығының **ширегіне** **тең**
болады:

$$(n_0 - n_g)l = \frac{\lambda}{4} \text{ немесе } (n_0 - n_g)l = \pm \left(m + \frac{1}{4}\right) \lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots), \quad (*)$$

мұндағы «+» таңбасы теріс кристалдарға, ал «-» таңбасы оң кристалдарға сәйкес келеді. Берілген жағдайда фазалар айырымы

немес $\delta = \frac{\pi}{2}$ $\pm \left(2\pi m + \frac{\pi}{2}\right)$

болады да теңдеуі мына түрге келеді

$$\frac{E_0^2}{E_{01}^2} + \frac{E_e^2}{E_{e1}^2} = 1 \quad (7)$$

яғни жарты өстері пластинканың бас өстері бойында (х, у өстері бойында) жататын эллипс теңдеуіне айналады. Егер (поляризатордан шыққан жазық поляризацияланған сәуленің электрлік векторы мен кристалдың оптикалық осі арасындағы бұрыш) 45^0 -қа тең болса, онда

$$E_{01} = E_e$$

болады да (7) теңдеуі мына түрге келеді (шеңбер

$$E_0^2 + E_e^2 = E_{01}^2$$

теңдеуі):

берілген жағдайда кристалдық
пластинка арқылы өту нәтижесінде
жазық поляризацияланған жарық
циркулярлық (доңгелектік)
поляризацияланған жарыққа
айналады.

Ширек толқындық пластинка өте
жұқа болады.

Мысалы, исландия шпаты үшін $n_o - n_e = 0,172$. Осы кристалдан жасалған ширек толқындық пластинканың сары түс үшін қалыңдығы мынаған тең:
$$h = 5,89 \cdot 10^{-5} / (4 \cdot 0,172) = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ см.}$$

Осындай пластинканы дайындау іс жүзінде аса қиын. Қалыңырақ пластинканы жасау ерекше қиындық туғызбайды.

ЖАРТЫ ТОЛҚЫНДЫҚ ПЛАСТИНКА

(пластинка в полдлины волны;

пластинка $\frac{\lambda}{2}$) - кәдімгі және өзгеше

сәулелер арасындағы оптикалық жол

айырымы

$$(n_0 - n_e)h = \frac{\lambda}{2}$$

немесе

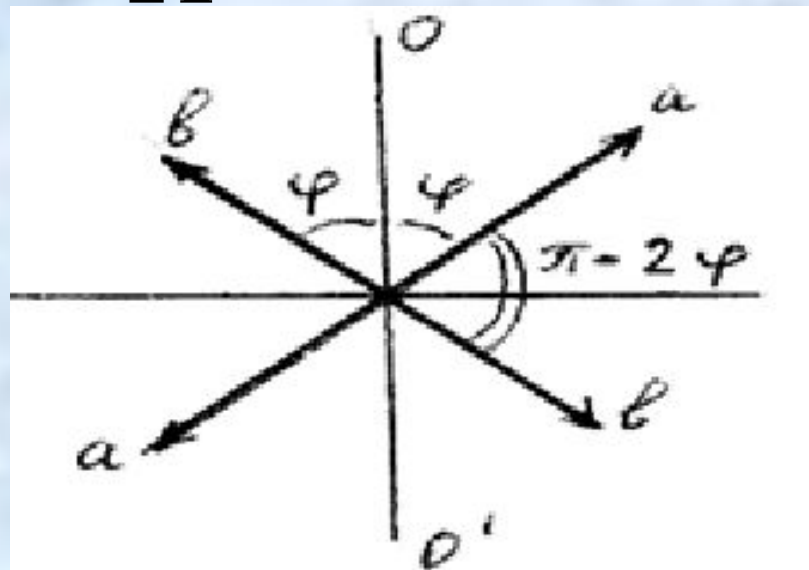
$$(n_0 - n_e)h = \pm \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

болатын, оптикалық өсіне параллель етіліп кесіліп дайындалған кристалдық пластинка; мұндағы «+» таңбасы теріс кристалдарға, «-» таңбасы оң кристалдарға сәйкес келеді. Осы жағдайда фазалар айырымы $\delta = \pi$ немесе

$$\delta = \pm(2\pi m + \pi)$$

болады да
$$E_0/E_{01} + E_e/E_{e1} = 0$$

яғни кристалдық пластинкадан өткеннен кейін жарық толқыны түскен толқын сияқты жазық поляризацияланған күйінде қалады, бірақ тербеліс бағыты vv қалыпқа ауысып, $\pi - 2\varphi$ бұрышқа өзгереді



2-сурет