

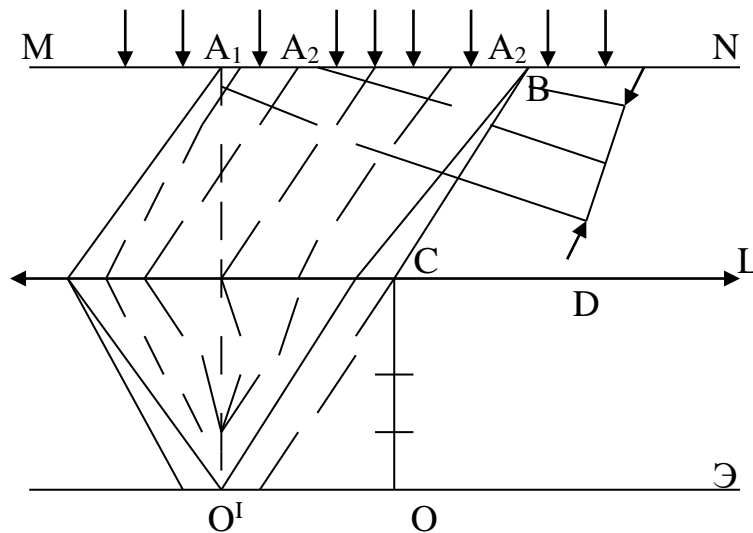
## 5- дәріс. Фраунгофер дифракциясы. Дифракциялық тор.

**Жоспар:** Бір саңылаудағы Фраунгофер дифракциясы. Интенсивтілікті есептеудің графиктік ж/е аналитикалық әдістері. Максимум ж/е минимум шарттары. Саңылау енінің, жарық көзі өлшемдерінің әсері. Тік бұрышты ж/е дөңгелек саңылаудағы дифракция. Екі саңылаудағы дифракция. Дифракциялық тор. Жазық дифракциялық тордағы интенсивтіліктің таралуы. Сәуленің дифракциялық торға көлбеу түсу жағдайы. Дифракциялық тор түрлері. Дифракциялық тордың сипаттамалары.

Практикада параллель сәулелердің дифракциясының маңызы өте зор. Осы құбылысты 1821-22 жылы Фраунгофер қарастырған. Сол себепті параллель сәулелердің дифракциясын Фраунгофер дифракциясы деп атайды.

MN-жазық кедергіге бір көзден шыққан монохроматты параллель сәулелер түссін дейік. Егер сәуле ауытқымаса олар O нүктесінде жиналады, яғни бастапқы қалпынан  $\alpha$ -бұрышқа бұрылады. L-жинағыш линза. Линза дифракцияланған сәулені  $O'$ -нүктесіне жинайды яғни интерференцияланады.  $O'$ -нүктесінде сәуле бірін-бірі күшейтеді немесе әлсіретеді. Интерференцияның тах немесе тiп болуын тексеру үшін екінші толқын будамына AD перпендикуляр түсіреміз. BD-кесіндіні бірдей  $\frac{\lambda}{2}$

бөлеміз.  $|BB_2| = |B_2B_1| = |B_1D| = \frac{\lambda}{2}$   $|AA_1| = |A_1A_2| = |A_2B|$  -Френель зонасы



- 1) Егер AB саңлауы тақ сан болса, BD тақ етіп бөлсек  $\frac{\lambda}{2}$  онда  $O'$  нүктесінде тах байқалады.

$$|BD| = a \sin \alpha = \pm(2k+1)\left(\frac{\lambda}{2}\right) \quad (1) \quad \text{дифракцияның тах шарты .}$$

- 2) AB саңлауы жұп сан болса онда тiп болады.

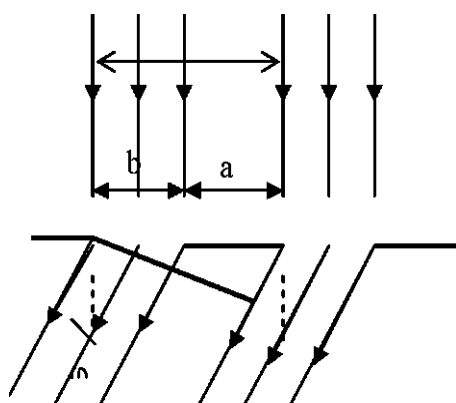
$$a \sin \alpha = \pm 2k\left(\frac{\lambda}{2}\right) = \pm k\lambda \quad (2) \quad \text{тiп шарты. Нәтижесінде } O' \text{ нүктесінде}$$

екі жағында кезектесіп келген жарық (тах) қараңғы (тiп) дақтары көрінеді.

Параллель жарық шоғын ені бірдей  $b$  бір-бірінен  $a$  қашықтықта тұрған екі саңылауға бағыттайық. Екі саңылау да жарық таратпайтын бағыттарда интенсивтілігі ноль болатын минимумдар болады. Максимумдар да бір саңылаудағыдай барлық бағытта байқалмайды. Екі саңылаудан келетін жарық шоқтарының өзара интерференциялануынан олар кейбір бағытта өзара жойылады. Яғни бір саңылау жағдайынан өзгеше екі саңылауда қосымша минимумдар пайда болады.

Интенсивтілігі нольге тең минимумдар жол айырымы  $\lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2,$  болатын бағыттардан келетін сәулелерге сәйкес келеді.

$$M_1F = MM_1 \sin \varphi = (2m + 1)\lambda/2$$



$$M_1F = MM_1 \sin \varphi = m\lambda$$

жағдайында бір саңылау әсері екіншісімен күшейтіледі. Мұндай максимумдар басты деп аталалды.

$a+b$  қосындысын  $d$  деп белгілесек, қосымша минимум мен басты максимум шартын былай

$$d \sin \varphi = (2m + 1)\lambda/2 \quad (3) \quad \text{қосымша минимумдар}$$

шарты

$$d \sin \varphi = m\lambda \quad (4) \quad \text{басты максимумдар шарты}$$

Бұрынғы минимумдар анықталатын бағыттар мына шарт бойынша

анықталатын:

$$b \sin \varphi = (2m + 1)\lambda$$

### Көп саңылаудағы жарық дифракциясы. Дифракциялық тор

(3) ж/е (4) теңдеуден екі саңылау жағдайында бір қосымша минимум байқалатынын көруге болады. Осындай жолмен талдау нәтижесінде үш саңылау болған жағдайда көршілес максимумдар арасында қосымша екі минимум болатынын байқауға болады. N саңылау болған жағдайда максимумдар аралығында N-1 қосымша минимум пайда болады.

Бірдей мөлдір емес аралықтарға бөлінген ені бірдей // саңылаулар системасын *дифракциялық тор* деп атайды. Мөлдір емес бөліктің a мен мөлдір бөліктің b ендерінің қосындысын тор тұрақтысы деп атайды.

$$d = a + b.$$

Бір саңылау жағдайындағы Фраунгофер дифракциясындағыдай дифракциялық тордағы интенсивтіліктің дифракция бұрышы бойынша таралуын графикті н/е аналитикалық жолмен көрсетуге болады.

Әр саңылаудан келетін  $\varphi = 0$  бағытындағы тербелістердің амплитудалары мен фазалары бірдей болады. Сол себепті барлық амплитуда векторлары бір түзудің бойына орналасып, қорытынды амплитуда

$$E_0 = NE_{01},$$

мұндағы  $E_{01}$  бір саңылауға сәйкес келетін амплитуда.

$$I_0 = cN^2 E_{01}^2$$

N саңылау жағдайында  $\varphi = 0$  бағытындағы интенсивтілік интерференцияланатын сәулелердің квадратына пропорционал артады.

Минимум бірінші және соңғы саңылаулардың фазалар айырымы  $2\pi$  болған жағдайда байқалады. Яғни,  $N\delta = 2\pi$  (мұндағы  $\delta$  көршілес екі саңылау тербелістері арасындағы фазалар айырымы).  $\delta = 2\pi / \lambda \Delta l$ , онда  $\Delta l = \lambda / N$

Бұл максимумдар арасындағы қосымша минимумдар шартын анықтаудың мүмкіндігін туғызады.

$$d \sin \varphi = m\lambda + k\lambda / N \quad (5)$$

Мұндағы  $k = 1, 2, 3, N-1$ .

Бас максимумнан көршілес минимумға өткенде жол айырымы  $\lambda / N$ -ге өзгертіндіктен  $\Delta(d \sin \varphi) = \lambda / N$ . Осыдан  $d \cos \varphi \Delta \varphi = \lambda / N$  және бас максимумның бұрыштық ені  $\Delta \varphi = \lambda / Nd$ . Сол себепті  $d = const$  жағдайында саңылау санының өсуімен интенсивтілік артуына сәйкес бас максимумдардың енінің кішірейгенін бақылауға болады. Нәтижесінде созылықты максимумдар қараңғы жолақтармен бөлінген жіңішке жолақтарға айналады. N саңылау жағдайындағы интенсивтілік мынадай формула бойынша анықталады.

$$I_{\varphi} = I_0 \left( \frac{\sin u}{u} \right)^2 \left( \frac{\sin N\alpha}{\sin \alpha} \right)^2 \quad (7)$$

$$u = \frac{\pi b}{\lambda} \sin \varphi \quad \text{және} \quad \alpha = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \varphi$$