

9. ФРЕНЕЛЬ АУМАҒЫН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫ / АУМАҚТЫҚ ПЛАСТИНКА

9.1. Жұмыстың мақсаты

Паралель сәулелермен жарықтандырылған аумақтық пластинканың фокустық қашықтықтарын анықтау

9.2. Қысқаша теориялық кіріспе

Френель бойынша нүктелік көзбен қоздыратын жарық толқыны толқындық беттің элементтерімен сәулеленетін когерентті екінші ретті толқындардың суперпозиция нәтижесі ретінде қарастырыла алады. Толқындық беттің зоналарға бөлінуі екі көршілес зоналардан шығатын толқындардың оптикалық жүріс айырмасы P бақылау нүктесінде $\frac{\lambda}{2}$ тең болатын және бұл толқындар P нүктесіне кері фазалармен келеді де, жартылай бір-бірін сөндіреді.

Бірін бірі ауыстыратын жарық және қара центрлік сақиналардан тұратын, Френель зоналардың орналасу принципі бойынша құрылған аумақтық пластинканы қолдану толқындық беттің бөлінуін эксперименталды дәлелдейді. Жарық және қара зоналардың саны $2k$ болса, онда амплитуда A P нүктесінде тең:

$$A = A_1 + A_3 + A_5 + \dots + A_{2k-1}; \quad A \approx kA_1 \quad (9.1)$$

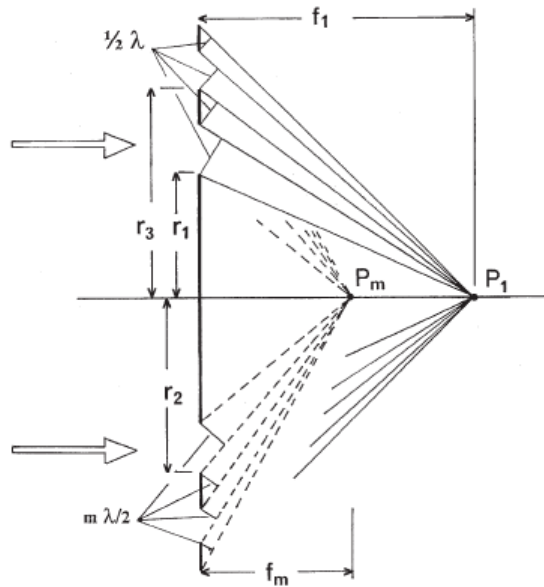
Сол уақытта P нүктесінде амплитуда A аумақтық пластинкасыз $\frac{1}{2}A_1$ тең (бірінші зонаның жартысының салымы). Сондықтан аумақтық пластинканы қолдану P нүктесіндегі жарық интенсивтілігін $4k^2$ коэффициентімен көбейтуге мүмкіндік береді. Бұл аумақтық пластинканы жинағыш линза ретінде қолдануға болатынын көрсетеді.

9.1-суретте аумақтық пластинканың бірінші сақиналарының жазық толқынмен жарықтандыруы көрсетілген. P нүктесі және аумақтық пластинканың ортасымен қашықтығы f_1 болсын, онда P нүктесі үшін радиустар үшін келесі теңдеу орындалады r_n ($n=1,2,3,\dots$):

$$r_n^2 = \left(f + n\frac{\lambda}{2}\right)^2 - f^2 = f^2 + nf\lambda + n^2\frac{\lambda^2}{4} - f^2 = nf\lambda, \text{ мұнда } nf\lambda \gg n^2\frac{\lambda^2}{4} \quad (9.2)$$

Сонымен, r_n аумақтық пластинканың радиустары және фокустық қашықтық f үшін:

$$r_n = \sqrt{nf\lambda}; \quad f = r_n^2 \cdot \frac{1}{n\lambda} \quad (9.3)$$



9.1-сурет. Жазық толқынмен қабатшаның бірінші зоналарын жарықтандыруы

Егер P бақылау нүктесін OP бағытымен аумақтық пластинкаға қарай жылжытсақ, онда жарық және қараңғы бейнелерді көруге болады, бұл аумақтық пластинка бірнеше фокустары бар екенін көрсетеді.

$$f_m = \frac{f_1}{m}, \quad (m = 1, 3, 5, 7, \dots) \quad (9.4)$$

Эксперимент үшін қолданылатын аумақтық пластинкада 20 аумақ бар, бірінші ортасындағы қараңғы шеңбердің радиусы $r_1 = 0,6 \text{ мм}$. Сонымен келесі шеңберлердің радиустары:

$$r_n = n^{1/2} \cdot 0,6 \text{ мм} \quad (9.5)$$

Кестеде экспериментте шыққан және $\lambda = 632,8 \text{ нм}$ үшін (9.3), (9.4) және (9.5) формулармен есептелген орта шамалар келтірілген. 9.2-суретте m фокус ретіне кері шаманың функциясы ретіндегі қашықтықтар келтірілген.

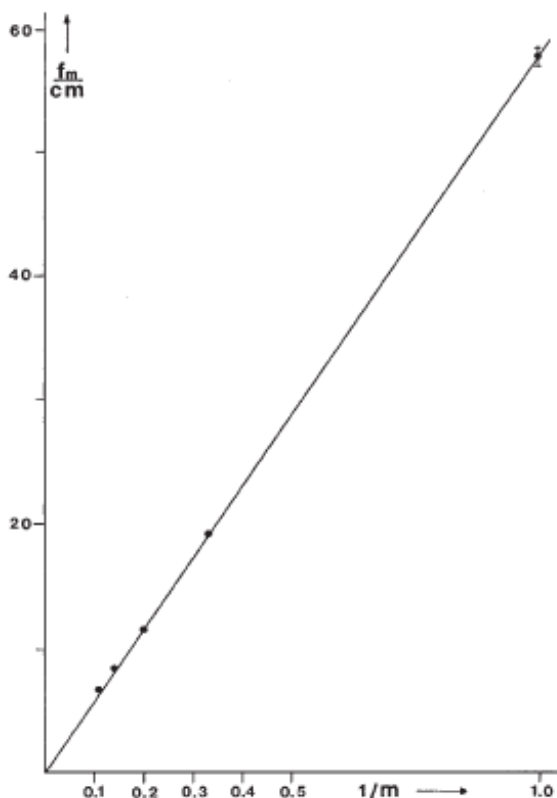
9.1-кесте.

m	$f_{теор}$ см	$f_{эсп}$ см	n	$r_{теор}$ мм	$r_{эсп}$ мм
1	56,9		1	0,6	0,61
3	19,0		2	0,85	0,86
5	11,4		3	1,04	1,05
7	8,1		4	1,20	1,21
9	6,3		5	1,34	1,35

9.3. Өлшеулер жүргізілетін қондырғы

9.3-суретте эксперименттік құрылғы көрсетілген. Жылжытқышта бекітілген лазер оптикалық отырғышының басына орнатылады. Лазерлік сәулені 5 мм-ге дейін кеңейту үшін линзалар жүйесін $L1$, $L2$ және $L3$ 2-ші суретте көрсетілгендей оптикалық отырғышқа

орналастырындар. L2 және L3 линзаларының ақырын орналастыруы ұзындығы бірнеше метр (максимум 10м) параллель лазер сәулесін алуға мүмкіндік береді. Оптикалық отырғышты келтіру үшін тесттік диафрагма ретінде саңылауы бар қара картон бөлшегін қолдануға болады. ZP аумақтық пластинкасын және S күңгірт шыныны орнатындар, мұнда, аумақтық пластинка түгел жарықтандырып тұрғанына әбден көз жеткізіңдер.



9.2-сурет. Фокус ретіне кері шаманың функциясы ретіндегі қабатшаның фокустық қашықтықтары

L4 үлкейткіш линзаның алдында оптикалық отырғыштың соңындағы күңгірт шыныда аумақтық пластинканың бейнесі проекцияланады. Күңгірт шыныны және L4 линзасын бір уақытта қабатшаға қарай жылжытып, фокустардың нақты кескінін табындар және сәйкес фокустық қашықтықтарды табындар. Бейненің ашықтығын төмендететін P поляризациялық фильтрі күңгірт шынымен бір қалыпқа орнатылады.

9.3.1. Қондырғының жабдықталуы

Лазер, He-Ne, 1.0 мВт, 220 В	08181.93	1
Аумақтық пластинка	08577.03	1
Линзаны ұстағыш	08012.00	4
Қапталған линза, $f = +20$ мм	08018.01	1
Қапталған линза, $f = +50$ мм	08020.01	1
Қапталған линза, $f = +100$ мм	08021.01	1
Қапталған линза, $f = -50$ мм	08026.01	1
Объектті ұстағыш 5x5 см	08041.00	2
Күңгірт әйнек, 50x50x2 мм	08136.01	1
Поляризациялық фильтр, 50x50 мм	08613.00	1
Оптикалық отырғыш, $l = 1000$ мм	08282.00	1
Оптикалық отырғышның аяқтары	08284.00	2
Жылжытқыштар, $h = 30$ мм	08286.01	7



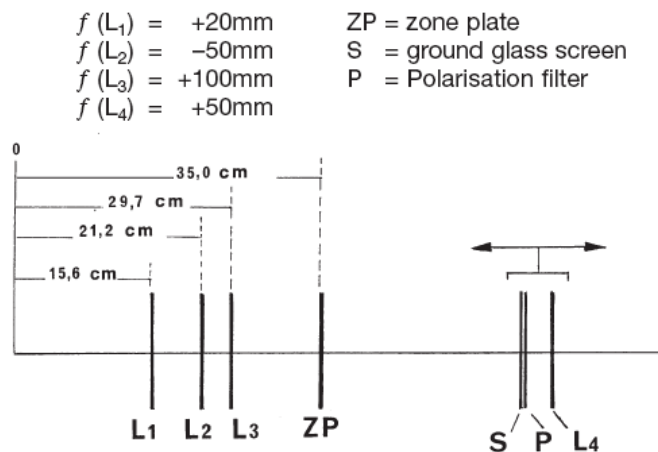
9.3-сурет. Аумақтық пластинканың фокустық қашықтарын өлшеуге арналған эксперименталдық құрылғы.

9.5. Жұмыстың орындалуы

9.4.1. Лазерлік сәулеленудің кең паралель шоғын алу. Лазерлік сәуле паралель шоқпен бірнеше метрге таралу қажет.

9.4.2. Күңгірт әйнекке бейнені проекциялап, аумақтық пластинканың бірнеше реттік фокустарын есептеу.

9.4.3. Аумақтық пластинканың радиустарын есептеу.



9.4-сурет. Линзалардың, аумақтық пластинканың және күңгірт шынының оптикалық отырғышта оранласуы.

Бақылау сұрақтары

1. Интерференция құбылысы нені білдіреді?
2. Аумақтық пластинаны қою принципі қалай түсіндіріледі?
3. Неге аумақтық пластинаны жинақтаушы линза ретінде де қолдануға болады?
4. Қондырғыны дұрыс юстировка жасау қандай белгі береді?

Әдебиет

1. Полатбеков П.П. Оптика. –Алматы: Мектеп, 1981.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. изд. “Лань”. 2011.
3. Касаткина И.Л. Практикум по общей физике. изд. “Феникс”. 2009.
4. Жуманов К.Б., Сарсембинов Ш.Ш. Оптика. -Алматы: Қазақ университеті, 2007.