Лабораторная работа O-65
Интерференция Света

Цель: определить длину волны при изучении лазера и измерить угол воздушного клина в зазоре между стеклянными пластинами по интерференционной картине полос равной толщины

Теор. часть:

При распр. волны от неск. источников в той и той же области происходит сложение колебаний в каждой точке.

Интерференция — распр. интенсивности колебаний, возникающие при налож. волн одинаков. частоты

Условия наблюдения: согласованное излучение источниками ЭМ волн, при котором разность фаз их колебаний δ

в данной точке пр-ва не зависит от времени — когерентные волны

$$\delta = \frac{\omega}{c}(n_2 r_2 - n_1 r_1) = \frac{\omega}{c}\Delta = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta$$
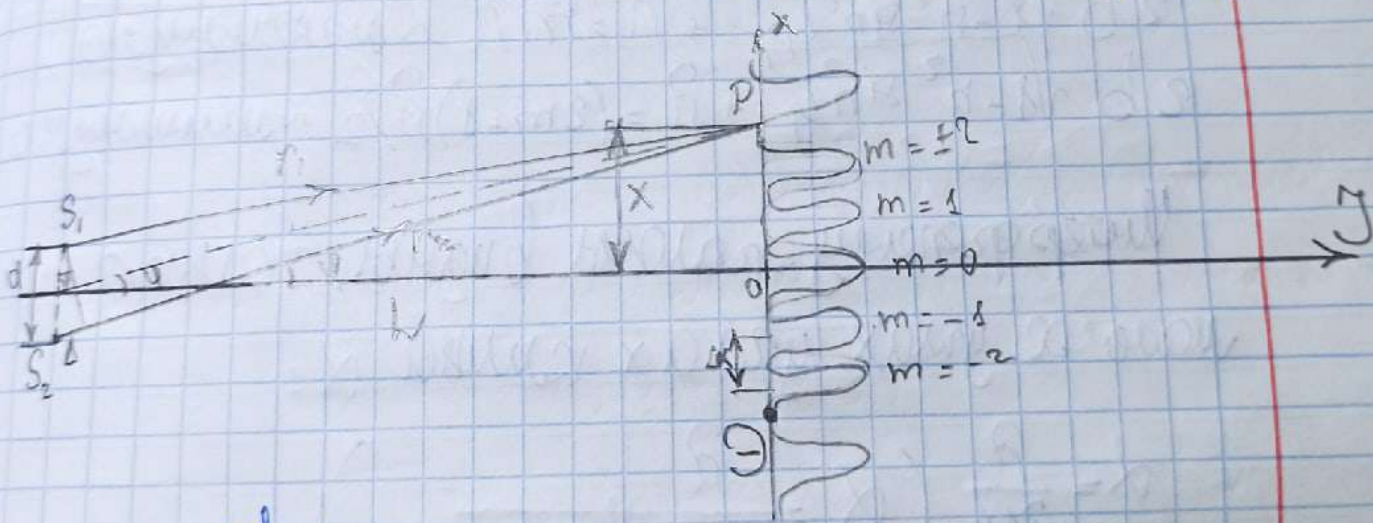
разн. раз.
разор. волн

опт. разн. хода

n_1, n_2 — коэф. прелом. среды
λ — длина волны света

Если $\delta = 2\pi \Rightarrow$ колеб. макс. усил. (Δ = целому числу длин волн)

$\delta = \pi \Rightarrow$ колебан. миниум усил. (Δ = нечётн. числу полу волн)
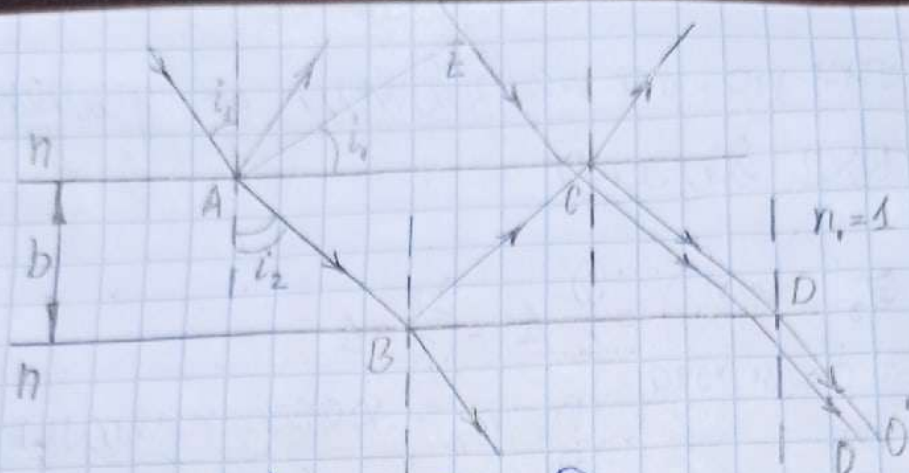

$\Delta = r_2 - r_1 = d\sin\varphi$

$\Delta x = \frac{\lambda}{d} L$ — ρ между сосед. линиями мин/макс

$m = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ — характер. степень монохромат. света

$\rho_{ког} = \frac{\lambda}{\varphi}$ — радиус простр. когерентности
φ — угл. размер доп. ст в

$l_{ког} = m\lambda = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$ — длина когерентности

$\Delta = (AB+BC)n_1 - CE n + \frac{\lambda}{2}$

$\Delta = 2b\cos i_2 + \frac{\lambda}{2}$; $\Delta = 2b\sqrt{1-n^2\sin^2 i_1} + \frac{\lambda}{2}$

Условия интерференц. кароочве:

$2b\sqrt{1-n^2\sin^2 i_1} + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$ ~максимума

$2b\sqrt{1-n^2\sin^2 i_1} + \frac{\lambda}{2} = (2m+1)\lambda/2$ ~минимума

Интерференц. полосы видны только при малых углах углах клина α:

$\alpha = \frac{\lambda}{2\Delta x}$ $\left(\alpha = \dfrac{\lambda}{2\left(\Delta x' - 2h\, tg\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)} \right)$

$L = 630$

Порядок максимума m	Линейные корд m максимумов x, мм	Расстояние между сосед максимумами Δx, мм	Средняя ширина интерференной полосы $\langle x \rangle$, мм
-3	-48	$\Delta x_{-3,-2} = 15$	
-2	-33	$\Delta x_{-2,-1} = 18$	
-1	-15	$\Delta x_{-1,0} = 15$	
0	0	—	15,7
1	14	$\Delta x_{+1,0} = 14$	
2	31	$\Delta x_{+2,+1} = 17$	
3	46	$\Delta x_{+3,+2} = 15$	

$$\lambda = 15,7 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-6}}{630} \approx 0,623 \text{ мкм} = 623 \text{ нм}$$

$$\Delta \lambda = \lambda \sqrt{\left(\frac{\Delta \langle \Delta x \rangle}{\langle \Delta x \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2}$$

$B \langle \Delta x \rangle = 1 \text{ мм}; \quad \Delta d = 0,1 \text{ мкм}, \quad \Delta L = 5 \text{ мм}$

$$\Delta \lambda = 623 \cdot 10^{-9} \sqrt{\left(\frac{1}{15,7}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{25}\right)^2 + \left(\frac{5}{630}\right)^2} \approx 40 \text{ нм}$$

$$\underline{\lambda = 623 \pm 40 \text{ нм}}$$

Номер линия координат полосы колец на экране N	x, мм	Расст. между сосед полосами $\Delta x'$, мм	Угол клина α
1	0	20	0,28'' 0,15''
2	20	24	0,29 0,13''
3	34	10	0,32''
4	44	10	0,32''
5	54	11,3	0,28''

$\theta = 0,8°$

$$\alpha_i = \frac{623 \cdot 10^{-9}}{(2\Delta x'_i - 4 \cdot 630 \cdot tg\,0,4°)10^{-3}} = \frac{623 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-3}(2\Delta x'_i - 2 \cdot 630 \cdot 0,0002)}$$

$$\langle \alpha \rangle = 0,242''$$

$$\Delta \alpha = t_{p,f}\sqrt{\frac{\sum(\alpha_i - \langle \alpha \rangle)^2}{n(n-1)}} \approx 0,049''$$

Результат: $0,242'' \pm 0,049''$

Контр. вопросы:

1) Геом. разность хода – разность длин пути лучей

Опт. разность хода – разность длин пути лучей с учётом показателя преломления среды

2) $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi \Delta r}{\lambda}$

3) Опт. разность хода проще получить экспериментально, т.к. она не требует доп. подсчётов

~~$\Delta d = (2m+1)\frac{1}{2}$~~

~~$\Delta\varphi = (2m+1)\pi\lambda$~~

4) $\Delta d = m\lambda$ – разн. хода

$\Delta\varphi = 2\pi \Delta m$ – разность фаз

5) $\Delta d = (2m+1)\frac{1}{2}$

$\Delta\varphi = (2m+1)\pi\lambda$