

Раздел IV. Оптика.

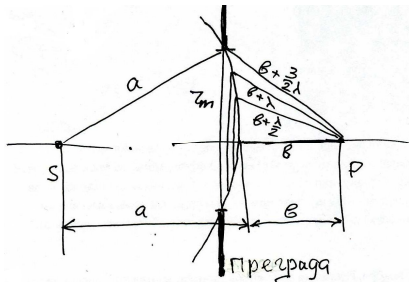
Глава 4. Дифракция.

1. Зоны Френеля.

Дифракция – огибание светом препятствий.

Суть дифракции – интерференция света от источников конечных (не точечных) размеров.

Наиболее простое объяснение явлений дифракции предложил Френель. Он предложил разбивать волновой фронт на зоны (в дальнейшем они получают название зоны Френеля) так, чтобы расстояние от границ соседних зон, до точки наблюдения различались на $\frac{\lambda}{2}$



b – min расстояние от P до волнового фронта.

$$b_m = b + m \frac{\lambda}{2}; m = 1, 2, \dots$$

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda}$$

$$\Delta S_m = \frac{\pi a b \lambda}{a + b}$$

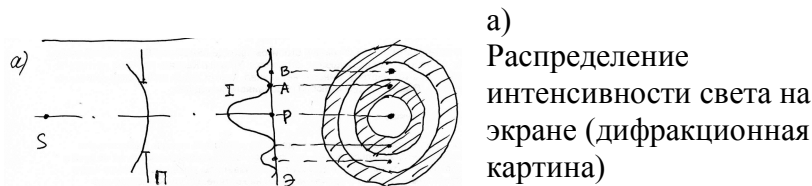
При таком разбиении вторичные волны от соседних зон Френеля в точку наблюдения P приходят в противофазе и гасят друг друга.



min – препятствие открывает четное число зон Френеля
(все вторичные волны погасят друг друга)

max – препятствие открывает не четное число зон Френеля
(вторичная волна от одной зоны останется не погашенной)

2. Дифракция Френеля на круглом отверстии.



Амплитуды вторичных волн медленно убывают с ростом номера зоны Френеля

$$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > \dots$$

В случае, если открывает нечетное число зон Френеля (max):

$$A = A_1 - A_2 + A_3 = \frac{A_1}{2} + \left(\frac{A_1}{2} - A_2 + \frac{A_3}{2}\right) + \dots + \frac{A_m}{2}$$

$$A \approx \frac{A_1 + A_m}{2} \approx A_1 \text{ m-нечетное.}$$

В случае если отверстие открывает четное число зон Френеля (min):

$$A = (A_1 - A_2) + (A_3 - A_4) \dots + (A_{m-1} - A_m) \approx 0$$

$$A \approx 0 \quad m\text{-четное}$$

Если препятствие отсутствует :

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - \dots = \frac{A_1}{2} + \left(\frac{A_1}{2} - A_2 + \frac{A_3}{2}\right) + \dots \approx \frac{A_1}{2}$$

$$A \approx \frac{A_1}{2} \quad \text{преграды нет}$$

Если препятствие открывает нечетное число зон Френеля, то интенсивность света в 4 раза больше по сравнению с интенсивностью при отсутствии преграды ($I \sim A^2$)

б) Зонная планка Френеля.

Если препятствие закрывает все четные или нечетные зоны Френеля, то

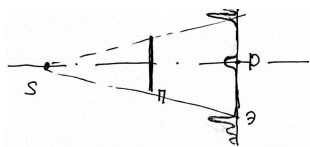
$$A = A_1 + A_3 + A_5 + \dots \approx NA_1 = 2N \frac{A_1}{2}$$

N – число открытых зон Френеля

Тогда интенсивность света в центре экрана: $I = 4N^2 I_0$

I_0 - интенсивность в отсутствие преграды.

в) Пятно Пуассона



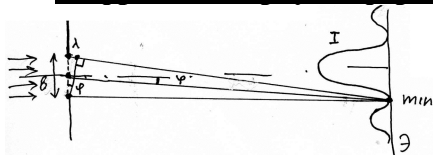
Если препятствием является диск, то в центре Р светлое пятно – пятно Пуассона. Спор Пуассон – Френель.

Амплитуда волны в точке Р:

$$A = A_m - A_{m+1} + A_{m+2} - \dots = \frac{A_m}{2} + \left(\frac{A_m}{2} - A_{m+1} + \frac{A_{m+2}}{2}\right) \dots \approx \frac{A_m}{2} \neq 0$$

m- номер первой открытой зоны Френеля.

3. Дифракция Фраунгофера на щели.



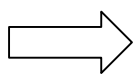
Волновой фронт плоский, препятствие – щель, экран удален на ∞
В центре главный максимум нулевого порядка.

$$\text{min} : b \sin \varphi = m \lambda$$

$$\text{max} : b \sin \varphi = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda$$

$$m = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Угловой размер главного макс:



$$\Delta \varphi = \frac{2\lambda}{b}$$

Вопросы

1. Что такое зоны Френеля. Основное свойство ЗФ.
2. Условие $\max$ и $\min$ дифракции.
3. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Условие $\max$ и $\min$.
4. Что такое зонная пластинка Френеля.
5. Что такое пятно Пуассона.
6. Дифракция Фраунгофера на щели. Условие $\max$ и $\min$.