

Сn — Зонные пластинки

На рисунке (а) показана непрозрачная перегородка, в которой проделано небольшое круглое отверстие радиусом $OM = 1.00\text{мм}$. В качестве источника света используется водородно-неоновый лазер с длиной волны $\lambda = 632.8\text{нм}$, параллельный пучок света которого падает на отверстие слева. Справа на оси симметрии отверстия находится точка P . Волну в этой точке можно рассматривать как комбинацию волн от полуволновых зон. Обозначим $r_0 = PO$, тогда сферы с центром в точке P радиусами $r_0 + \frac{\lambda}{2}$, $r_0 + 2\frac{\lambda}{2}$, $r_0 + 3\frac{\lambda}{2}$, ... разбивают отверстие на $N \in \mathbb{N}$ колец. Расстояние от точки P до края отверстия M равно $r_0 + N\frac{\lambda}{2}$, а кольцо с наименьшим радиусом представляет собой круг. Каждое такое кольцо называется полуволновой зоной, поскольку разность оптических путей от его краёв до точки P равна $\frac{\lambda}{2}$. Ясно, что количество зон N определяется положением точки P .

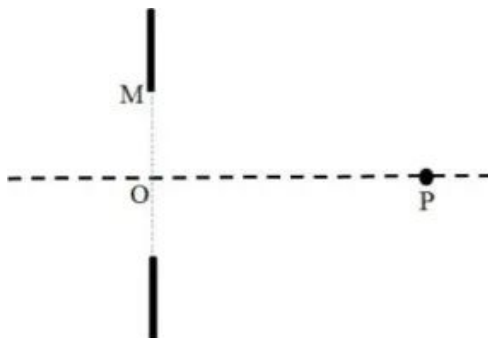


Рис. 1: рис. (а)

1 Если $N = 2n + 1$, найдите расстояние r_0 до точки P_0 (P_0 - крайняя справа яркая точка, называемая главным фокусом) и расстояние r_1 до точки P_1 (P_1 - тоже яркая точка, располагающаяся левее P_0 , называемая вторичным фокусом).

Пусть теперь $N = 4$, и в первой и третьей волновых зонах помещён прозрачный материал, при прохождении через который оптический путь света увеличивается на $\frac{\lambda}{2}$ (см. рисунок (b)).

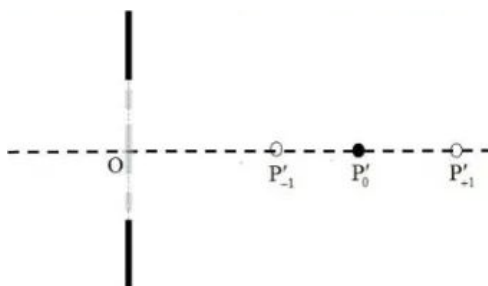


Рис. 2: рис. (b)

2.1 Найдите расстояние r'_0 до главного фокуса P'_0 такой пластинки.

2.2 Найдите расстояние r'_{-1} до вторичного фокуса P'_{-1} , находящегося непосредственно слева от главного.

2.3 Найдите расстояние r'_{+1} до вторичного фокуса P'_{+1} , находящегося непосредственно справа от главного.

Зонную пластинку можно использовать не только для фокусировки света, но и для формирования изображения. Рассмотренный выше процесс фокусировки параллельного пучка эквивалентен ситуации, когда предмет находится на бесконечности, а расстояние до изображения равно фокусному. Пусть теперь точечный источник света расположен слева от O на расстоянии $s = 3\text{ м}$ в точке S на оси симметрии. Как показано на рисунке (с), его изображение обозначим S' .

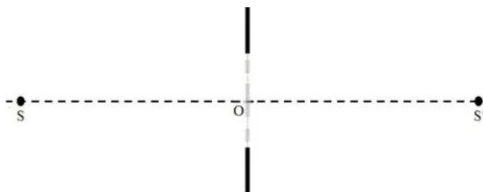


Рис. 3: рис. (с)

3.1 Найдите OS' , соответствующее главному фокусу зонной пластинки. Справедлива ли формула тонкой линзы?

3.2 Если пластинка формирует несколько изображений, на каком расстоянии s' от O формируется изображение, ближайшее к рассмотренному в предыдущем пункте? Чему равно фокусное расстояние f' соответствующего вторичного фокуса (формула тонкой линзы неприменима)?

3.3 Если предмет расположен слева от зонной пластинки на расстоянии $\frac{OP'_0}{2}$ от точки O , найдите расстояния s'' и s''' до главного и вторичного изображений, соответствующих фокусам, рассмотренным в предыдущем пункте (формула тонкой линзы также неприменима). Действительные они или мнимые?