

Зоны Френеля

В известном сборнике имеется следующая задача: «Вычислите радиусы зон Френеля сферической волны радиуса a для точки B , отстоящей от источника монохроматических волн длиной волны λ на расстоянии $a + b$, учитывая, что $a \gg \lambda$ и $b \gg \lambda$ » [1, с. 148, зад. 823].

Решение этой задачи не составляет труда.

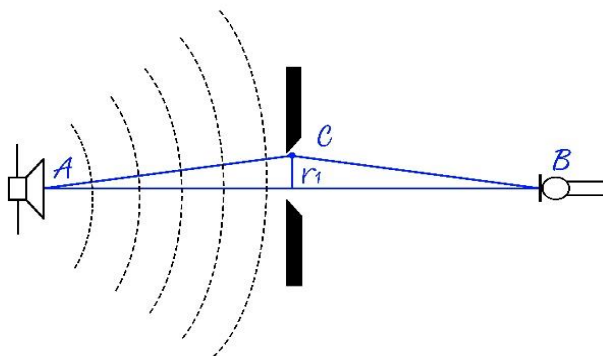


Рис. 1

Пусть источник колебаний, возбуждающий сферическую волну, находится в точке A , а приёмник колебаний – в точке B (рис. 1). Точка C определяет границу первой зоны, если

$$(AC + CB) - (a + b) = \frac{\lambda}{2}. \quad (1)$$

$$AC = \sqrt{a^2 + r_1^2} = a \sqrt{1 + \frac{r_1^2}{a^2}} \approx a \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{r_1^2}{a^2}\right) \approx a + \frac{r_1^2}{2a}. \quad (2)$$

$$CB = \sqrt{b^2 + r_1^2} \approx b + \frac{r_1^2}{2b}, \quad (3)$$

где r_1 – радиус первой зоны Френеля.

Из соотношений (1) – (3) получим:

$$r_1 = \sqrt{\lambda \cdot \frac{a \cdot b}{a + b}}.$$

Аналогичным образом проводится расчёт радиуса второй зоны Френеля:

$$r_2 = \sqrt{2\lambda \cdot \frac{a \cdot b}{a + b}}.$$

В видеофрагменте показана демонстрация зон Френеля для случая звуковых волн. Использован генератор низкой частоты, динамик, преобразователь «звук – свет» (включает конденсаторный микрофон, операционный усилитель, светодиоды) и экран с круглым отверстием. Первоначально в экране открыта первая зона Френеля, и светодиоды светятся, наглядно фиксируя интерференционный максимум звуковых волн. При увеличении размера отверстия до двух зон Френеля светодиоды гаснут – наблюдается интерференционный минимум.

Литература

1. Сборник задач по элементарной физике: Пособие для самообразования / Буховцев Б. Б., Кривченко В. Д., Мякишев Г. Я., Сараяева И. М., – 5-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 416 с.