Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)

Вопрос по выбору

«Определение параметров оптического пучка методом лезвия»

Выполнил:
студент 1 курса ЛФИ
Сливка Глеб

Содержание

1 Теоретические сведения

1.1 Уравнение гауссого пучка

Рассмотрим праксиальную волну, её комплексная амплитуда записывается так:

$$u(\vec{r}) = A(\vec{r})\exp(-jkz). \tag{1}$$

Одно из решений параксиального уравнения Гельмгольца приводит к гауссову пучку. Уравнение комплексной огибающей гауссого пучка:

$$A(\vec{r}) = \frac{A_1}{q(z)}\exp\left(-jk\frac{\rho^2}{2q(z)}\right); \quad q(z) = z + jz_0, \tag{2}$$

где $q(z)$ — q-параметр пучка, z_0 — рэлеевская длина. Записав действительную и мнимую части комплексной функции получим:

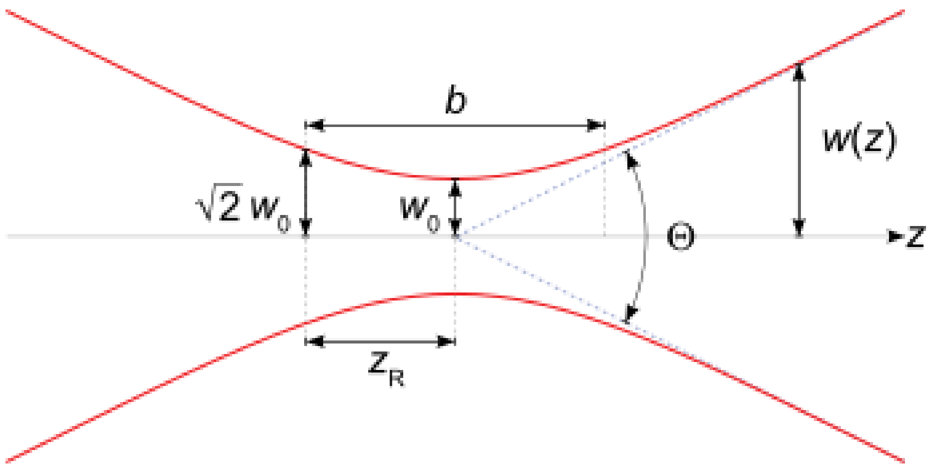
$$\frac{1}{q(z)} = \frac{1}{R(z)} - j\frac{\lambda}{\pi\omega^2(z)}, \tag{3}$$

где R — радиус кривизны пучка, ω — радиус пучка. Из (2) и (3) получи выражения для комплексной амплитуды гауссого пучка:

$$\boxed{u(\vec{r}) = A_0\frac{\omega_0}{\omega(z)}\exp\left[\frac{-\rho^2}{\omega^2(z)}\right]\exp\left[-jkz - jk\frac{\rho^2}{2R(z)} + j\zeta(z)\right]} \tag{4}$$

$$\omega(z) = \omega_0\sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2}, \tag{5}$$

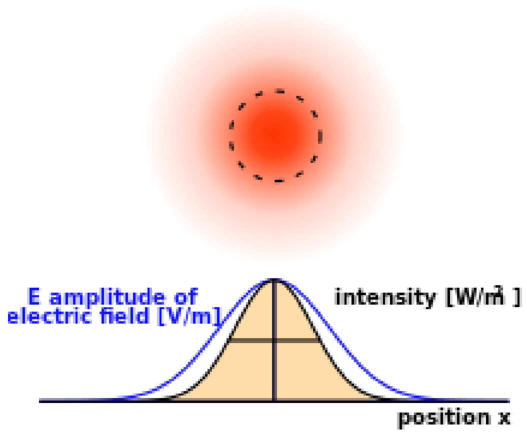
$$R(z) = z\left[1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2\right]. \tag{6}$$



1.2 Интенсивность

Оптическая интенсивность $I(\vec{r}) = |u(\vec{r})|^2$ есть функция аксиальной z и радиальной $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ координат точки:

$$I(\rho, z) = I_0 \left(\frac{\omega_0}{\omega(z)} \right)^2 \cdot \exp \left[\frac{-2\rho^2}{\omega^2(z)} \right]. \tag{7}$$



1.3 Мощность

Полная оптическая мощность, которую переносит луч, есть интеграл от интенсивности по любой поперечной плоскости:

$$P = \int_o^\infty I(\rho, z) 2\pi\rho d\rho, \tag{8}$$

вычислив получаем

$$P = \frac{1}{2} I_0 (\pi \omega_0^2). \tag{9}$$

Таким образом зависимость интенсивности пучка выражается следующим образом:

$$\boxed{I(\rho, z) = \frac{2P}{\pi\omega^2(z)} \exp \left[\frac{-2\rho^2}{\omega^2(z)} \right]} \tag{10}$$

1.4 Ширина пучка

Так как интенсивность имеет гауссого распределение, то чётких границ у луча нет, поэтому чтобы определить радиус надо договориться. За радиус пучка принято принимать такое расстояние, при отступлении которого от центра пучка интенсивность падает в $1/e^2$ раз. Это расстояние равно $\rho = \omega$. 86 % мощности пучка переносится внутри этого круга.