L3-TD

Faisceaux gaussiens

L3 — 01 Faisceau gaussien (e3a PC 2016)

L'intensité lumineuse de l'onde émergeant d'un laser a pour expression

$$I(r,\, z) = I_0 \, \exp\left(-2\,\frac{r^2}{w^2(z)}\right)$$

où $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ représente la distance à l'axe (Oz) et la distance $w(z)$ est appelée le rayon de la section droite du faisceau gaussien.

En introduisant la distance z_R appelée longueur de Rayleigh et w_0 la valeur minimale du rayon du faisceau (le **waist** du faisceau gaussien), on a les relations suivantes

$$z_R = \frac{\pi\, w_0^2}{\lambda} \qquad \text{et} \qquad w^2(z) = w_0^2\left(1 + \frac{z^2}{z_R^2}\right)$$

1) On se place dans le plan $z = 0$. Tracer l'allure de $I(r)$ dans ce plan.

2) Déterminer l'expression approchée de $w(z)$ dans le cas où $z \gg z_R$ puis tracer le graphe de la fonction $w(z)$.

3) Pour quelles valeurs de z peut-on assimiler le faisceau laser à un faisceau cylindrique ? et à un faisceau conique divergent de sommet O ?

4) À partir des considérations précédentes, estimer l'angle θ_0 caractérisant la divergence du faisceau gaussien due à la diffraction (on dit que le faisceau s'auto-diffracte) qui accompagne la propagation.

5) Faire l'application numérique pour le laser Titane-Saphir de diamètre minimal $2\,w_0 \approx 1$ mm et de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 571$ nm.

On souhaite focaliser le laser. Pour cela, on utilise une lentille de focale $f' = 5$ mm. Le faisceau laser incident est cylindrique lorsqu'il atteint la lentille.

6) Calculer la longueur de Rayleigh et justifier que le faisceau peut bien être considéré cylindrique dans la plupart des applications.

7) Estimer le diamètre minimal w_0' après la lentille.