

6.7 Laser-Exercice 6

La cavité d'un laser est généralement constituée de deux miroirs en vis-à-vis entre lesquels se trouve un milieu amplificateur. Cette cavité a également pour effet de fixer la taille minimale du faisceau laser que l'on appelle le rayon au col du faisceau, noté w_0 . La plupart du temps le faisceau en sortie du laser a un profil transverse gaussien à symétrie de révolution. L'intensité d'un tel faisceau s'écrit :

$$I(r, z) = I_0 \left[\frac{w_0}{w(z)} \right]^2 \exp \left[-\frac{2r^2}{w^2(z)} \right] \text{ avec } w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2}$$

où I_0 est l'intensité au centre du col, w_0 est le rayon du faisceau au col, $w(z)$ est le rayon local du faisceau à z .

- a-Calculer l'intensité pour : (a) $r = w_0, z = 0$ (b) $r = 0, z$ quelconque
(c) $r = w(z), z$ quelconque (d) $r = 0, w(z)$ pour $z = \pi w_0^2/\lambda$

b-En notant $z_R = \pi w_0^2/\lambda$, appelée longueur de Rayleigh, réécrire le rayon local en fonction de z, z_R et w_0 .

Que vaut $w(z)$ lorsque $z \gg z_R$? En déduire l'angle de divergence θ d'un faisceau laser.

c-On dispose de deux lasers : une diode laser à 400 nm et un laser à CO_2 à 10,6 μm . On suppose que les deux faisceaux possèdent des divergences identiques $\theta = 0,1^\circ$.

- A quelles gammes appartiennent les longueurs d'onde des lasers ?
- Calculer le rayon du col et la longueur de Rayleigh des deux faisceaux.
- Calculer la taille des faisceaux à une distance de 1 m du col.

a-(a) $I(w_0, 0) = I_0 e^{-2}$ (b) $I(0, z) = \frac{I_0}{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2}$ (c) $I(w, z) = \frac{I_0 e^{-2}}{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2}$ (d) $I(0, z_R) = \frac{I_0}{2}$

b- $w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R} \right)^2}$

Si $z \gg z_R$: $w(z) \approx w_0 \frac{z}{z_R}$ $\tan \theta = \frac{w(z)}{z} = \frac{w_0}{z_R} \approx \theta \Rightarrow \theta = \frac{w_0}{z_R} = \frac{\lambda}{\pi w_0}$

c-• diode laser : visible laser à CO_2 : infa-rouge

• $w_0 = \frac{\lambda}{\pi \theta}$ (θ en radian) diode laser : $w_0 = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ $z_R = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

laser à CO_2 : $w_0 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $z_R = 1,1 \text{ m}$

• diode laser : $w(z=1\text{m}) = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
Laser CO_2 : $w(z=1\text{m}) = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$