

Optique ondulatoire

Exercice D-06 : luminosité d'un laser et d'une ampoule

On dispose d'un laser Hélium-Néon de longueur d'onde 611,9 nm et de puissance lumineuse 0,5 mW.

1. Quelle est la couleur du laser ?

Au départ le diamètre du faisceau est 0,47 mm, puis le faisceau diverge d'un angle de 1,70 mrad.

2. À quel phénomène est dû la divergence du faisceau ?
Retrouver la valeur qu'indique le constructeur ($\approx 1,70$ mrad).

3. Estimer le diamètre du faisceau à une distance de 5 m.

4. En déduire l'intensité lumineuse du faisceau (en W/m^2) à une distance de 5 m.

5. Calculer l'intensité lumineuse d'une ampoule électrique à filament de 100 W à une distance de 5 m. On donne : rendement lumineux d'une ampoule de l'ordre de 5 %.

6. Combien faudrait-il d'ampoules pour avoir la même intensité lumineuse que le laser ?

7. Pourquoi un laser de 0,5 mW est-il dangereux pour les yeux alors qu'une ampoule de 100 W ne l'est pas ?

Eléments de correction

1. couleur orange.

2. phénomène de diffraction.

diffraction à travers un trou circulaire :

$$\sin \theta = 1,22 \frac{\lambda}{D} = 1,22 \times \frac{611,9 \cdot 10^{-9}}{0,47 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\theta = 0,09^\circ = 1,6 \text{ mrad}$$

3. $2d \cdot \tan \theta = 2 \cdot 5 \cdot \tan(1,70 \text{ mrad}) = 17 \text{ mm}$

4.

$$S = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \times \frac{0,017^2}{4} = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$I = \frac{P}{S} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2,27 \cdot 10^{-4}} = 2,2 \text{ W / m}^2$$

5. Puissance lumineuse de l'ampoule : 5 % de 100 W = 5 W

Surface d'une sphère de rayon 5 m : $4\pi \cdot 5^2 = 314 \text{ m}^2$

$$I = \frac{P}{S} = \frac{5}{314} = 0,016 \text{ W / m}^2$$

6. $2,2 / 0,016 \approx 140$

7. car l'intensité lumineuse du faisceau laser est très supérieure à celle de l'ampoule.