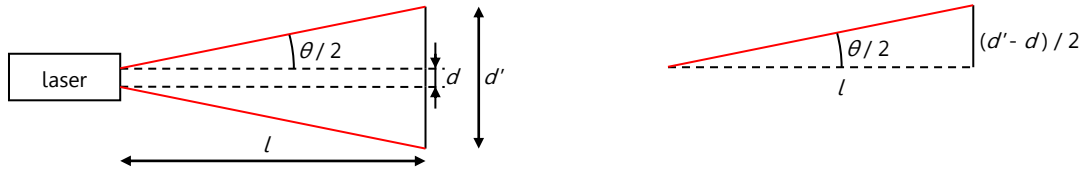


L'énergie d'une lumière laser Éléments de correction

I. L'intérêt des lasers.

1. Monochromaticité : une seule longueur d'onde (en réalité, une plage de longueurs d'onde très réduite).
Très bonne directivité : un faisceau de lumière quasi parallèle (peu divergent).

2.



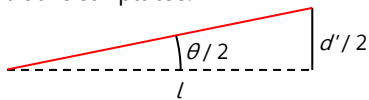
On mesure d , le diamètre du faisceau laser proche de la source (par exemple $d = 4$ mm).

On mesure d' , le diamètre du faisceau laser loin de la source (par exemple $d' = 10$ mm) et la distance l à laquelle se trouve alors la source (par exemple $l = 7,2$ m).

$$\tan(\theta/2) = \frac{(d' - d)/2}{l} \quad \text{donc} \quad \theta/2 = \arctan\left(\frac{(d' - d)/2}{l}\right) \quad \text{donc} \quad \theta = 2 \times \arctan\left(\frac{(d' - d)/2}{l}\right)$$

$$\text{par exemple } \theta = 2 \times \arctan\left(\frac{(10 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3})/2}{7,2}\right) = 0,05 \text{ rad}$$

On peut aussi se placer suffisamment loin de la source, ainsi d est négligeable face à d' et la situation s'en trouve simplifiée:



II. Les lasers du lycée sont-ils dangereux pour les yeux ?

3. Avec un laser rouge de longueur d'onde $\lambda = 650$ nm, on mesure par exemple un courant de la photodiode $I = 0,276$ mA.

Le document 1 indique que (pour $\lambda = 650$ nm) la sensibilité relative est $s_{rel} = 0,60$ A/W

et que la surface de la photodiode est $S = 7,5$ mm².

$$s_{rel} = \frac{I}{\Phi_E} \quad \text{donc le flux énergétique est} \quad \Phi_E = \frac{I}{s_{rel}} = \frac{0,276 \times 10^{-3}}{0,60} = 4,6 \times 10^{-4} \text{ W} = 0,46 \text{ mW}$$

$$\text{donc l'éclairement énergétique est} \quad E_E = \frac{\Phi_E}{S} = \frac{4,6 \times 10^{-4}}{7,5 \times 10^{-6}} = 61 \text{ W/m}^2$$

ce qui est supérieur aux 25 W/m² d'exposition maximale permise donc ce laser est dangereux pour les yeux.

III. Mesure d'un flux énergétique avec un luxmètre.

4. Un luxmètre affiche des résultats en lux, donc il mesure un éclairement lumineux.

Grace à une lentille convergente, on fait (converger puis) diverger le faisceau laser afin d'éclairer tout juste totalement la surface du luxmètre.

On mesure par exemple $E_L = 358$ lux et le diamètre du capteur du luxmètre est $D = 11$ mm

$$\text{donc sa surface est} \quad S = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{11 \times 10^{-3}}{2}\right)^2 = 9,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$E_L = \frac{\Phi_L}{S} \quad \text{donc le flux lumineux est} \quad \Phi_L = E_L \times S = 358 \times 9,5 \times 10^{-5} = 0,034 \text{ lm}$$

$\Phi_L = K_m \cdot \nu_\lambda \cdot \Phi_E$ donc le flux énergétique est $\Phi_E = \frac{\Phi_L}{K_m \cdot \nu_\lambda}$ avec (pour $\lambda = 650 \text{ nm}$) $\nu_\lambda = 0,10$

donc $\Phi_E = \frac{0,034}{683 \times 0,10} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ W} = 0,50 \text{ mW}$

ce qui est cohérent avec les 0,46 mW trouvés en partie II.