

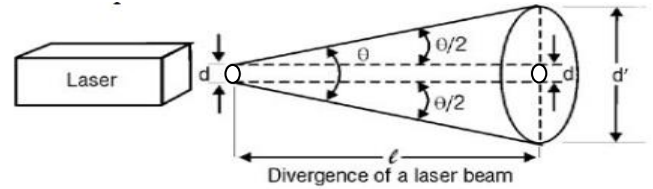
L'énergie d'une lumière laser

I. L'intérêt des lasers.

Laser est l'acronyme de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (amplification de lumière par émission stimulée de radiations). L'intérêt de cette lumière réside principalement dans sa directivité (et donc la concentration de sa puissance) et sa monochromaticité.



1. Rappeler ce que signifient monochromaticité et directivité.
2. Proposer puis réaliser une expérience permettant de déterminer la (très faible) divergence θ du faisceau laser.

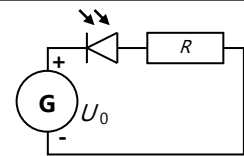


II. Les lasers du lycée sont-ils dangereux pour les yeux ?

3. Tenter de répondre à cette question suite à la réalisation d'une mesure, en s'aidant des documents suivants.

Document 1 : Informations sur la photodiode.

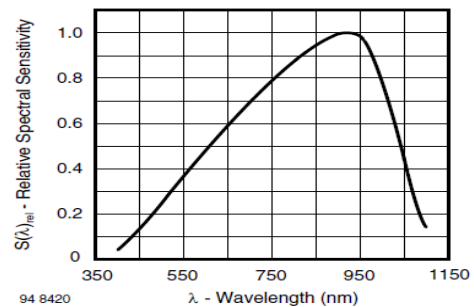
Une photodiode polarisée en inverse permet d'obtenir le flux énergétique (ou puissance lumineuse) Φ_E reçu. Il faut pour cela mesurer l'intensité du courant électrique traversant la photodiode soumise à une tension continue U_0 de 2,5 à 3 V et branchée en série avec une résistance R de 1 à 10 k Ω .



La sensibilité relative s_{rel} (en A·W⁻¹) de la photodiode relie le courant I débité par la photodiode à la puissance lumineuse Φ_E reçue : $s_{rel} = I / \Phi_E$.

La surface S de la photodiode sensible au rayonnement est $S = 7,5 \text{ mm}^2$.

l'éclairement énergétique E_E (exprimée en W/m²) est le flux énergétique Φ_E par unité de surface : $E_E = \Phi_E / S$.



Document 2 : Exposition maximale permise.

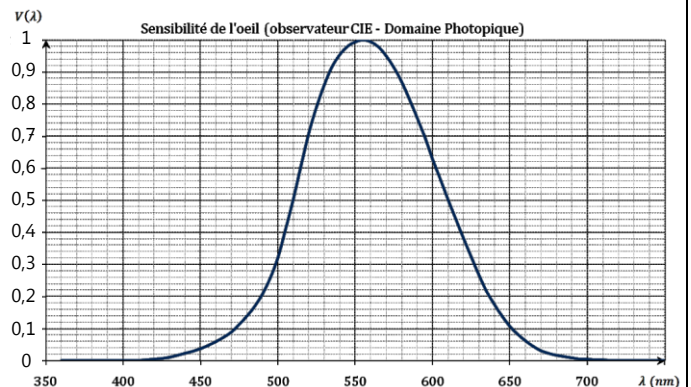
L'EMP (exposition maximale permise) est l'éclairement énergétique (exprimée en W/m²) auquel les personnes peuvent être exposées dans les conditions normales sans subir d'effets nuisibles. Cette EMP dépend de la longueur d'onde et permet de définir la puissance maximale de chaque classe de laser. Par exemple, l'EMP à la longueur d'onde $\lambda = 650 \text{ nm}$ est égale à 25 W/m².

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

Le flux énergétique Φ_E en watt (W) correspond à une réalité physique objective : il s'agit de la puissance du rayonnement lumineux. Sa valeur par unité de surface (en W/m²) est l'éclairement énergétique $E_E = \Phi_E / S$.

Le flux lumineux Φ_L en lumen (lm) correspond à la puissance que perçoit l'œil humain moyen : il tient compte de la sensibilité de l'œil aux différentes longueurs d'onde (la sensibilité relative v_λ pour un œil moyen est donnée par la courbe ci-contre). Sa valeur par unité de surface (en lux) est l'éclairement lumineux $E_L = \Phi_L / S$.

Il existe un lien entre le flux lumineux Φ_L en lumen (lm) et le flux énergétique Φ_E en watt (W) : $\Phi_L = K_m \cdot v_\lambda \cdot \Phi_E$ avec $K_m = 683 \text{ lm/W}$ et v_λ donné par la courbe ci-contre.



4. Sachant qu'un luxmètre affiche des résultats en lux, et que pour fonctionner correctement il doit être uniformément éclairé, proposer puis réaliser une expérience permettant de déterminer le flux énergétique du laser avec un luxmètre.

L'énergie d'une lumière laser

Liste du matériel

Dans une salle avec rideaux efficaces.

Au bureau :

- tous les luxmètre DLM-530 (modèle allongé, avec capteur de petite surface)
- les autres luxmètres (pour arriver à 9 luxmètres au total)

Pour chaque binôme (en 9 exemplaires si possible) :

- lampe de poche (ou lampe sur pied)
- laser rouge avec support
- mètre ruban de 10 m
- lentille 10 δ avec support
- écran blanc avec papier millimétré et support
- pied + noix + pince (pour le luxmètre)
- photodiode BPW34 (avec résistance de 10 k Ω intégrée)
- résistance de 1 k Ω
- câbles de connexion électrique
- multimètre (ampèremètre et voltmètre)
- générateur électrique continu réglable (2 à 3 V DC)