

LASER : EXERCICES

Couleurs.

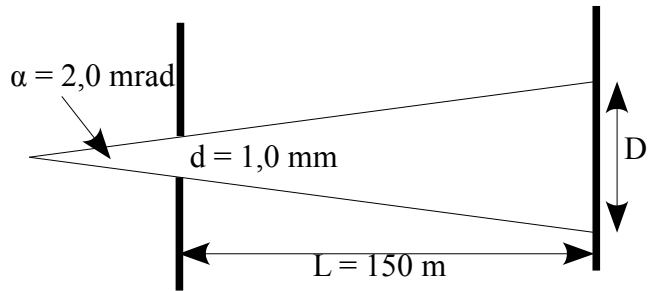
Les énergies des photons émis par les lasers au rubis et hélium / néon sont (respectivement) de 1,8 eV et de 1,96 eV ; calculer les longueurs d'ondes correspondantes ; donner la couleur des faisceaux lasers. Calculer la longueur d'onde correspondant à l'excitation du laser à rubis (voir cours). Expliquer pourquoi le flash excitateur ne peut pas être de "n'importe quelle couleur".

Photons.

La puissance d'un laser hélium néon ($\lambda = 633 \text{ nm}$) vaut 1 mW ; calculer le nombre de photons émis par seconde par le laser (on suppose que le mode est continu).

Divergence d'un faisceau laser.

La source de lumière laser est supposée ponctuelle.
Le diamètre de sortie du faisceau est de 1 mm.
La divergence du faisceau est de 2 mrad.
Calculer le diamètre D de la tache sur un mur situé à 150 m de la sortie du LASER.



Puissance surfacique.

La puissance surfacique encore appelée intensité lumineuse est le rapport de la puissance dissipée sous forme de lumière à la surface éclairée.
Le diamètre du faisceau d'un laser de puissance $P = 2 \text{ mW}$ vaut 0,8 mm ; calculer sa puissance surfacique à la sortie du tube.
La divergence du faisceau vaut 2 mrad ; calculer la puissance surfacique du faisceau à une distance de 100 m.

Bistouri

Un laser CO_2 (10 W ; $10,6 \mu\text{m}$) est utilisé comme bistouri. La chaleur dégagée vaporise l'eau des tissus touchés par le rayon laser. Le faisceau, de rayon 0,1 mm, est déplacé à la vitesse de $0,5 \text{ cm.s}^{-1}$ à la surface d'un tissu mou.

1. Calculer l'énergie nécessaire à la vaporisation de 1 mm^3 d'eau prise à 37°C .
2. Calculer le volume d'eau pouvant être vaporisé chaque seconde.
3. En déduire une estimation de la profondeur maximale de coupe.

Données (pour l'eau) :

capacité thermique massique : $C = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

chaleur latente massique de vaporisation : $L_v = 2260 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Laser à usage médical.

Un laser à CO_2 émet un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$.

En fonctionnement continu, sa puissance est $P_c = 60 \text{ W}$. En fonctionnement pulsé, sa puissance est $P_p = 300 \text{ W}$ (pendant l'impulsion). Les impulsions ont une durée $\tau = 1 \text{ ms}$ et une fréquence $f = 300 \text{ Hz}$. À sa sortie, le faisceau est concentré sur une tache de diamètre $D = 0,10 \text{ mm}$.

1. Calculer la puissance surfacique (ou intensité lumineuse I) au niveau de la tache
 - a) en fonctionnement continu
 - b) en fonctionnement pulsé.
2. Calculer l'énergie transférée pendant une durée de 5 s :
 - a) en fonctionnement continu
 - b) en fonctionnement pulsé.
3. Choisir le mode de fonctionnement suivant que l'on désire découper un tissu (vaporisation de l'eau et carbonisation) ou cautériser (coagulation des protéines sans vaporisation de l'eau).

Puissance rayonnée par une source ponctuelle de photons : intensité du rayonnement.

Une source radioactive d'iode 123, considérée comme une source ponctuelle, émet des photons d'énergie $e = 159 \text{ keV}$; son activité vaut $A = 1,5 \times 10^5 \text{ Bq}$.

Le rayonnement est isotrope.

- 1.1. Calculer le nombre de photons émis par la source en 10 s ; en déduire l'énergie (en eV et en J) émise par la source en 10 s .
- 1.2. Calculer la puissance (flux énergétique) de la source.
- 2.1. Calculer l'intensité du rayonnement (en W.m^{-2}) émise par la source à une distance de 10 cm ; on rappelle que la surface d'une sphère vaut, en fonction de son rayon r , $S = 4 \pi r^2$.
- 2.2. Calculer l'intensité du rayonnement à une distance de 20 cm , puis à une distance de 40 cm .
- 2.3. Déterminer la distance à laquelle il faut se placer de la source pour que l'intensité du rayonnement mesurée à 10 cm soit divisée d'un facteur 100 .
3. Déterminer le nombre de photons reçus par seconde sur une surface de 1 cm^2 placée à une distance de 50 cm de la source