

EXERCICE RÉSOLU 2

Laser d'une caisse de supermarché

Énoncé

Lu dans un article d'une revue scientifique : « les lasers de caisses du supermarché émettent 10^{16} photons par seconde ». On se propose de vérifier que cette donnée est vraisemblable.

On fera les calculs pour un faisceau laser d'usage courant, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 650$ nm. Par sécurité, la puissance du faisceau ne doit pas dépasser 1 mW.

Données : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s ; $c = 3,0 \times 10^8$ m·s⁻¹.

1. Quelle précaution élémentaire doit-on prendre en présence d'un faisceau laser même de faible puissance ?

Pourquoi un laser de quelques milliwatts présente un risque alors qu'une lampe d'éclairage émettant une puissance de plusieurs dizaines de watts est sans danger ?

2. Calculer l'énergie d'un photon émis par le laser.

3. Calculer le nombre maximum de photons émis par le laser en 1 seconde pour que la puissance maximale indiquée ne soit pas dépassée.

4. Peut-on considérer que l'information donnée par la revue est vraisemblable (on tolérera un écart d'un facteur 10 entre les valeurs calculée et annoncée) ?

Énoncé

Il s'agit ici d'exploiter culture scientifique et bon sens.

Énoncé

L'indication de la revue à vérifier n'est qu'un ordre de grandeur. L'écart toléré est justifié.

Une solution

1. On ne doit jamais diriger un faisceau laser vers l'oeil.

La puissance du faisceau laser est beaucoup plus faible que celle d'une lampe d'éclairage mais ce faisceau est très étroit et toute l'énergie se concentre sur une faible surface.

2. L'énergie de ce photon est liée à la longueur d'onde de la radiation émise par la

relation : $\Delta\mathcal{E} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, soit :

$$\Delta\mathcal{E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8}{6,5 \times 10^{-7}} = 3,1 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3. La puissance \mathcal{P} du faisceau est l'énergie qu'il transfère en 1 seconde. Si n est le nombre de photons émis en 1 seconde :

$$\mathcal{P} = n \times \Delta\mathcal{E} \text{ d'où } n = \frac{\mathcal{P}}{\Delta\mathcal{E}}$$

n est maximum pour $\mathcal{P} = 10^{-3}$ W soit :

$$n = \frac{10^{-3}}{3,1 \times 10^{-19}} = 3,2 \times 10^{15} \text{ photons/seconde}$$

4. La donnée fournie par la revue est vraisemblable compte tenu de l'écart toléré.

Connaissances

Les consignes de sécurité font partie des connaissances à acquérir. Il ne faut surtout pas les oublier en dehors du cadre scolaire.

Unités

On a en vue d'exploiter la puissance en watts. Il ne faut pas convertir l'énergie en eV comme on le fait souvent pour le photon.

Expression littérale

Présenter toujours un calcul littéral. Toutes les grandeurs utilisées ne sont pas repérées par une notation littérale dans l'énoncé. Il faut leur en attribuer une en précisant bien leur signification.

Application numérique

Le watt est le joule/seconde :
 $1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$.