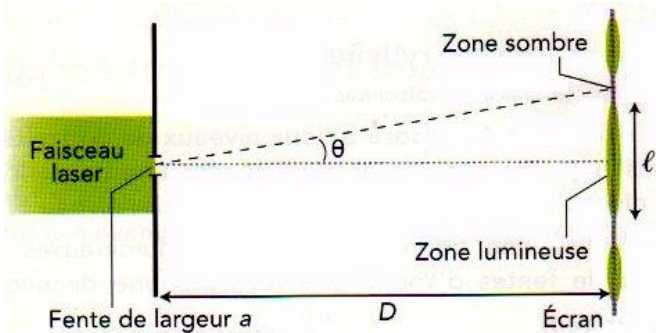


EXERCICE résolu. Ch.3. Propriétés des ondes. p : 78-79 n°20**p : 78-79 n°20. Exercice type BAC. Caractère ondulatoire de la lumière**

On réalise une expérience en utilisant un laser, une fente de largeur réglable et un écran blanc. Le dispositif est représenté ci-contre : Les mesures de la largeur de la fente a , de la distance de la fente à l'écran D et de la largeur de la zone lumineuse centrale l conduisent aux résultats suivants :

$a = (0,200 \pm 0,005) \text{ mm}$; $D = (2,00 \pm 0,01) \text{ m}$; $l = (12,6 \pm 0,1) \text{ mm}$

1. Quel est le nom du phénomène observé ?
2. L'angle θ étant petit et exprimé en radian, on peut utiliser l'approximation $\tan \theta = \theta$. Calculer l'angle θ en radian.
- 3.a. Quelle est la relation liant l'angle θ , la longueur d'onde λ de la lumière et la largeur a de la fente ?

b. Calculer la longueur d'onde λ .

L'incertitude sur la mesure de la longueur d'onde λ est évaluée par :

$$U(\lambda) = \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

- c. Calculer l'incertitude $U(\lambda)$ sur la longueur d'onde du laser.
 - d. En déduire un encadrement de la valeur expérimentale de la valeur expérimentale de λ .
4. Quelle est la relation entre λ , c (célérité de la lumière dans le vide) et ν (fréquence de la radiation lumineuse) ? Indiquer leurs unités dans le système international.
 5. a. Exprimer la relation entre l et λ .
 - b. Quelles sont approximativement les longueurs d'onde dans le vide des radiations bleues et rouges ?
 - c. Indiquer comment varie la largeur l lorsqu'on :
 - remplace le laser émettant une lumière rouge par un laser émettant une lumière bleue ?
 - diminue la largeur de la fente a ?
- Voir, si nécessaire, l'exercice résolu 4, p. 74.

1. Nom du phénomène observé : Le phénomène observé est la diffraction.

2. Relations de trigonométrie dans le triangle rectangle : $\tan \theta = \frac{l/2}{D} = \frac{l}{2D}$ or $\tan \theta \approx \theta$ (approximation des petits angles)

donc : $\theta = \frac{l}{2D}$ A.N. : $\theta = \frac{12,6 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2,00} = \underline{3,15 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$

3.a. Relation liant l'angle θ , la longueur d'onde λ de la lumière et la largeur a de la fente : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

θ : demi-angle de diffraction en rad (demi-ouverture angulaire de la tache centrale) ;

λ : longueur d'onde (m) ;

a : largeur de la fente fine verticale (m).

L'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture (ou de l'obstacle).

3.b. Calcul de la longueur d'onde λ : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ donc $\lambda = \theta \cdot a$ A.N. : $\lambda = 3,15 \cdot 10^{-3} \times 0,200 \cdot 10^{-3} = 6,30 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{630 \text{ nm}}$.

3.c. Calcul de l'incertitude $U(\lambda)$ sur la longueur d'onde du laser : On a

$$U(\lambda) = \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

or $U(a) = 0,005 \text{ mm}$ et $a = 0,200 \text{ mm}$; $U(l) = 0,1 \text{ mm}$ et $l = 12,6 \text{ mm}$; $U(D) = 0,01 \text{ m}$ et $D = 2,00 \text{ m}$; $\lambda = 630 \text{ nm}$
 $U(\lambda) = 16,8 \text{ nm}$ (3 chiffres significatifs).

$$U(\lambda) = 630 \sqrt{\left(\frac{0,005}{0,200}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{12,6}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{2,00}\right)^2} = 630 \times 0,0267 = 16,8 \text{ nm arrondi à } 20 \text{ nm}.$$

3.d. Encadrement de la valeur expérimentale de la valeur expérimentale de λ :

$\lambda = 630 \text{ nm}$; On a trouvé dans question 3.c. : $U(\lambda) = 20 \text{ nm}$ donc :

$\lambda = (630 \pm 20) \text{ nm}$ qui s'écrit aussi : $(630 - 20) \text{ nm} \leq \lambda \leq (630 + 20) \text{ nm}$ soit

$$\underline{610 \text{ nm} \leq \lambda \leq 650 \text{ nm}}$$

4. Relation entre λ , c (célérité de la lumière dans le vide) et ν (fréquence de la radiation lumineuse)

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu} \quad \lambda : \text{longueur d'onde dans le vide de la radiation monochromatique (m)}$$

c : célérité de la lumière dans le vide et ν : fréquence de la radiation monochromatique (Hz).

5.a. Relation entre l et λ . On a $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et $\theta = \frac{l}{2D}$ donc $\frac{\lambda}{a} = \frac{l}{2D}$ soit $\underline{l = \frac{2 \cdot D \cdot \lambda}{a}}$

5.b. Quelles sont approximativement les longueurs d'onde dans le vide des radiations bleues et rouges ?

$\lambda_{\text{bleu}} \approx 400 \text{ nm}$ et $\lambda_{\text{rouge}} \approx 800 \text{ nm}$.

5.c. Indiquer comment varie la largeur l (largeur de la tache centrale lumineuse) :

- Si on remplace le laser émettant une lumière rouge par un laser émettant une lumière bleue ?
On a $\lambda_{\text{bleu}} < \lambda_{\text{rouge}}$ donc $l_{\text{bleu}} < l_{\text{rouge}}$: l diminue. On diminue la longueur d'onde, alors θ diminue et l diminue aussi.
- Si diminue la largeur de la fente a ?
Si on diminue la largeur a de la fente, alors θ augmente donc la largeur l de la zone centrale augmente aussi.