

Corrigé DS ondes 2026

Exercice n°1 : Vérification de la longueur d'onde de la diode laser

1.1. Phénomène physique et influence des paramètres

Il s'agit du phénomène de **diffraction** de la lumière par une ouverture ou une fente mince (dimension de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde).

Plus la largeur de la fente a est petite, plus la tache centrale de diffraction est large sur l'écran ($\theta = \lambda/a$ augmente).

Plus la longueur d'onde λ de la lumière incidente est grande, plus la largeur de la tache centrale augmente également.

1.2. Expression de l'angle θ et de la longueur d'onde λ

D'après le schéma de l'expérience, dans le triangle rectangle formé par la demi-largeur de la tache centrale $L/2$ et la distance fente-écran D , on a :

$$\tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

Pour les petits angles ($\theta \ll 1$ rad), l'approximation des petits angles donne $\tan \theta \approx \theta$, soit : $\theta \approx \frac{L}{2D}$

En combinant cette expression avec la relation du cours $\theta = \lambda / a$, on obtient : $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D} \implies \lambda = \frac{a \cdot L}{2D}$

1.3. Application numérique et comparaison

D'après le profil d'intensité de la figure 3, la largeur de la tache centrale L correspond à la distance entre la première extinction (minimum d'intensité) à gauche et celle à droite :

$$L = x_{\text{droite}} - x_{\text{gauche}} \approx 17,5 \text{ mm} - 9,0 \text{ mm} = 8,5 \text{ mm} = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Application numérique avec $a = 80 \text{ } \mu\text{m} = 80 \times 10^{-6} \text{ m}$ et $D = 56 \text{ cm} = 0,56 \text{ m}$:

$$\lambda = \frac{80 \times 10^{-6} \times 8,5 \times 10^{-3}}{2 \times 0,56} \approx 607 \text{ nm}$$

La valeur constructeur est $\lambda = (650 \pm 10) \text{ nm}$. La valeur trouvée est légèrement inférieure mais proche, l'écart pouvant s'expliquer par l'incertitude liée à la lecture graphique de la largeur L sur la figure 3.

Exercice n°2 : Expérience des trous d'Young

1. L'indice de réfraction de l'air étant $n_{\text{air}} \approx 1$, la définition générale de la différence de marche $\delta = n_{\text{milieu}}(S_2M - S_1M)$ se simplifie en : $\delta = S_2M - S_1M$

2. Expressions littérales avec le théorème de Pythagore :

Dans le triangle S_1O_1M : $(S_1M)^2 = D^2 + (x - b/2)^2$

$$(S_2M)^2 - (S_1M)^2 = \left[D^2 + \left(x + \frac{b}{2} \right)^2 \right] - \left[D^2 + \left(x - \frac{b}{2} \right)^2 \right] = \left(x + \frac{b}{2} \right)^2 - \left(x - \frac{b}{2} \right)^2$$

En utilisant l'identité remarquable $A^2 - B^2 = (A - B)(A + B)$:

$$(S_2M)^2 - (S_1M)^2 = \left[\left(x + \frac{b}{2} \right) - \left(x - \frac{b}{2} \right) \right] \left[\left(x + \frac{b}{2} \right) + \left(x - \frac{b}{2} \right) \right]$$

$$(S_2M)^2 - (S_1M)^2 = 2xb$$

3. Expression de la différence de marche δ :

On sait d'après l'énoncé que $(S_2M)^2 - (S_1M)^2 = (S_2M - S_1M)(S_2M + S_1M) = 2D\delta$.

Comme $D \gg b$ et $D \gg x$, la somme des distances vaut $S_2M + S_1M \approx 2D$. Ainsi : $2D\delta \approx 2xb \Rightarrow \delta = x \cdot b/D$

4. Position des franges brillantes :

Un maximum d'intensité lumineuse (frange brillante) est obtenu lorsque les deux ondes interfèrent de manière constructive, soit lorsque la différence de marche est un multiple entier de la longueur d'onde : $\delta = k\lambda$ (avec $k \in \mathbb{Z}$).

En remplaçant δ par $x \cdot b/D$, on obtient : $x \cdot b/D = k\lambda \Rightarrow x_k = k\lambda D/b$

5. Détermination de l'interfrange i sur la figure 3 :

L'interfrange i est la distance séparant deux franges brillantes consécutives. En mesurant la distance sur la figure 3 entre plusieurs franges (par exemple sur 4 interfranges mesurant environ 15 mm), on trouve : $i \approx 3,75 \text{ mm} = 3,75 \times 10^{-3} \text{ m}$

6. Valeur de la longueur d'onde et identification du laser :

D'après l'expression de l'interfrange $i = \lambda D/b$, on isole λ : $\lambda = i \cdot b/D = 3,75 \times 10^{-3} \times 2,0 \times 10^{-4} / 1,19 \approx 630 \text{ nm}$.

En comparant avec les données du tableau, le laser correspondant est le **Laser Rouge A** ($\lambda = 632 \text{ nm}$).

Exercice n°3 : Le bio-sonar des chauves-souris

1. Généralités sur les ondes sonores

1.1. Une **onde mécanique** est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, s'accompagnant d'un transfert d'énergie sans transport de matière. Le son est une onde mécanique car il nécessite un milieu matériel pour se propager et ne se propage pas dans le vide.

1.2. L'onde sonore dans l'air est une **onde longitudinale** car la direction de la perturbation (compressions et dilatations des tranches d'air) est colinéaire à la direction de propagation de l'onde.

2. Étude expérimentale des ultrasons

2.1. Fréquence : $f = 1/T = 1/(25 \times 10^{-6}) = 40000 \text{ Hz} = 40 \text{ kHz}$.

2.2. Audibilité : Le domaine de l'audibilité humaine s'étend de 20 Hz à 20000 Hz. La fréquence de 40 kHz étant supérieure à 20 kHz, elle **n'est pas audible** par l'homme (ce sont des ultrasons).

2.3. Célérité : $v = d/\tau = 8,5 \times 10^{-2} / 250 \times 10^{-6} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2.4. Longueur d'onde : La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde en une période T :

$$\lambda = v \cdot T = 340 \times 25 \times 10^{-6} = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m} = 8,5 \text{ mm}$$

3. Application à l'écholocalisation

3.1. La chauve-souris émet une brève salve sonore qui se propage, se réfléchit (écho) lorsqu'elle rencontre un obstacle (le mur), puis revient vers elle. La mesure du temps de parcours permet de déduire la distance de l'obstacle.

3.2. Le son effectue un aller-retour pendant la durée $\Delta t = 40 \text{ ms} = 40 \times 10^{-3} \text{ s}$.

La distance totale parcourue est $2D = v \cdot \Delta t$: $D = v \cdot \Delta t / 2 = 340 \times 40 \times 10^{-3} / 2 = 6,8 \text{ m}$

Exercice n°4 : Réflexion sur un miroir voir correction du test .

Exercice n°5 : Étude d'un prisme voir correction du test.

•