

Chapitre 4 – Diffraction des ondes

Corrigés des parcours en autonomie

Préparer l'évaluation – 13 – 15 – 19 – 21

13 Zoom sur l'exploitation de graphiques

a. Pour le point d'abscisse 20 mm^{-1} , on mesure une longueur de 27 mm pour son ordonnée. L'échelle pour l'ordonnée est de 37 mm pour la valeur $L = 60 \text{ mm}$.

Donc :

$$L_{(20\text{mm})} = 27 \times \frac{60}{37} = 44 \text{ mm}$$

$$L = \frac{m}{a} \text{ avec } m = \frac{44 - 0}{20 - 0} = 2,2 \text{ mm}^2$$

b. θ est proportionnel à $\frac{1}{a}$, $\theta = \frac{m}{a}$ avec $m = \frac{0,020 - 0}{3,44 \times 10^4 - 0} = 5,8 \times 10^{-7} \text{ m}$.

15 À la surface de l'eau

1. La photographie b illustre le phénomène de diffraction. On observe, nettement sur cette photographie, l'étalement des directions de propagation après l'ouverture.

2. a. Si on diminue la fréquence, l'écart angulaire augmente.

Si on diminue la dimension de l'ouverture, l'écart angulaire augmente : le phénomène de diffraction est de plus en plus visible.

b. La diffraction ne modifie pas la longueur d'onde de l'onde incidente.

Plus la longueur d'onde est grande, plus l'écart angulaire de diffraction est grand.

19 Informations sur une notice

a. D'après les expériences 2 et 3, si a diminue alors L augmente, donc a se trouve au dénominateur de l'expression : la première expression est fautive.

D'après les expériences 2 et 4, si D diminue alors L diminue, donc D se trouve au numérateur de l'expression : la deuxième expression est fautive.

b. $\dim\left(\frac{2\lambda D}{a}\right) = \frac{\dim \lambda \times \dim D}{\dim a} = \frac{L^2}{L} = L$.

La troisième expression est bien homogène à une longueur.

c. $L_1 = \frac{2\lambda_1 D}{a}$ et $L_2 = \frac{2\lambda_2 D}{a}$; $\frac{L_1}{L_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

d. $\lambda_1 = \frac{L_1}{L_2} \times \lambda_2$; $\lambda_1 = \frac{3,4 \times 10^{-2}}{2,1 \times 10^{-2}} \times 405 \times 10^{-9} = 6,6 \times 10^{-7} \text{ m}$.

e. Calcul de l'écart relatif :

$$\left| \frac{\text{valeur obtenue} - \text{valeur attendue}}{\text{valeur attendue}} \right| = \frac{6,6 \times 10^2 - 658}{658} = 3,0 \times 10^{-3} = 0,30 \%$$

Cette valeur est compatible avec celle du fabricant.

21 Écographie

a. $\lambda = \frac{v}{f}$; $1450 < v < 1700 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1,5 \times 10^{-3} < \lambda < 1,7 \times 10^{-3} \text{ m}$.

b. Si la dimension de l'obstacle devient inférieure à la longueur d'onde alors le phénomène de diffraction devient trop important.

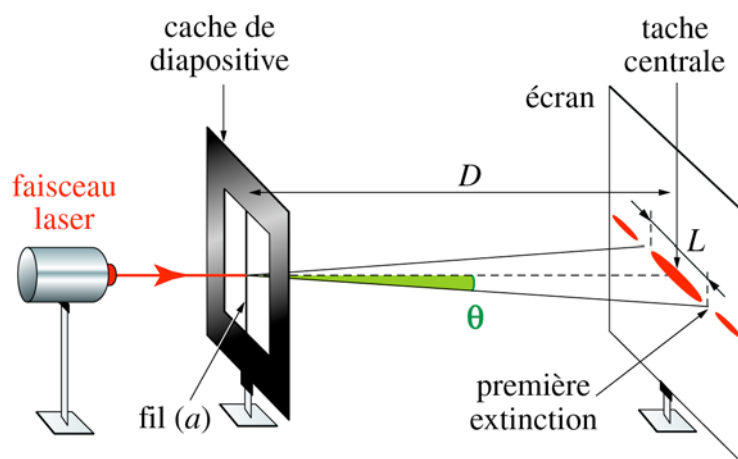
c. Si on souhaite diminuer la longueur d'onde pour détecter des détails plus petits, il faut augmenter la fréquence.

d. Les fréquences utilisées sont de 2,0 MHz pour les organes profonds, de 6,0 MHz pour les petits organes et la pédiatrie, et de 15 MHz pour l'ophtalmologie.

Approfondir — **24** — **28** — **30**

24 Apprendre à chercher

a.



b. $L = \frac{2\lambda D}{a}$.

c. $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{L_2}{L_1}$; $\lambda_2 = \frac{L_2}{L_1} \lambda_1$.

d. $\lambda_2 = 5,6 \times 10^2 \text{ nm}$.

28 Critère de Rayleigh

a. et b. c avec e avec $\alpha < \alpha_{\text{lim}}$; b avec d avec $\alpha = \alpha_{\text{lim}}$; a avec f avec $\alpha > \alpha_{\text{lim}}$.

c. $\alpha_{\text{lim}} = 1,22 \frac{\lambda}{a}$. $\alpha_{\text{lim}} = 1,3 \times 10^{-7} \text{ rad}$.

En utilisant la valeur non arrondie pour continuer le calcul, on trouve :

$$\alpha_{\text{lim}} = 7,7 \times 10^{-6} = 2,8 \times 10^{-2}''$$

d. $\alpha = \frac{2}{3,84 \times 10^5} = 5,2 \times 10^{-6} \text{ rad} > \alpha_{\text{lim}}$ donc les deux images seront séparées.

30 Objectif BAC – Rédiger une synthèse de documents

Exemple de rédaction

Un microscope acoustique (le premier date de 1974) utilise des ondes ultrasonores, ondes mécaniques longitudinales de fréquences supérieures à 20 kHz.

Il permet d'étudier la structure interne d'échantillons (même ceux en matériaux opaques) sans les endommager. On peut obtenir des images acoustiques d'échantillons de quelques cm² de surface sur quelques dizaines de µm d'épaisseur.

Ces images fournissent des informations sur les propriétés mécaniques et sur la structure des matériaux, cette technique est utilisée dans la recherche et l'industrie pour détecter des défauts dans les matériaux mais aussi dans le domaine médical pour explorer des échantillons d'os et de cartilage ainsi que dans le domaine agroalimentaire pour le contrôle de certains produits.

Le fonctionnement d'un microscope à ultrasons est le suivant : un générateur d'ultrasons convertit un signal électrique en un signal acoustique. Le faisceau focalisé en une petite tache est recueillie par réflexion (ou transmission) après interaction entre l'onde incidente et les irrégularités du matériau. L'onde est ensuite reconvertie en un signal électrique.

La résolution spatiale de l'instrument, c'est-à-dire la dimension des plus petits détails repérables, est de l'ordre de 0,1 µm pour une onde ultrasonore de fréquence 1 GHz.

La résolution est limitée par le phénomène de diffraction qui intervient lorsque la taille des irrégularités est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de l'onde ultrasonores. L'image obtenue est alors de trop mauvaise qualité pour repérer des défauts de taille inférieure à 0,1 µm.