

Mots-clés : diffraction d'une onde lumineuse

1. Principe physique utilisé par un appareil de contrôle du diamètre d'un fil

Q1. Indiquer qualitativement comment évolue l'angle caractéristique de diffraction θ avec le diamètre a du fil.

(0,5pt) Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que le diamètre du fil a est petit. Ainsi l'angle de diffraction θ augmente si le diamètre du fil a diminue.

Q2. Écrire, à l'aide de la figure 2, la relation entre l'angle caractéristique de diffraction θ et les grandeurs D et L .

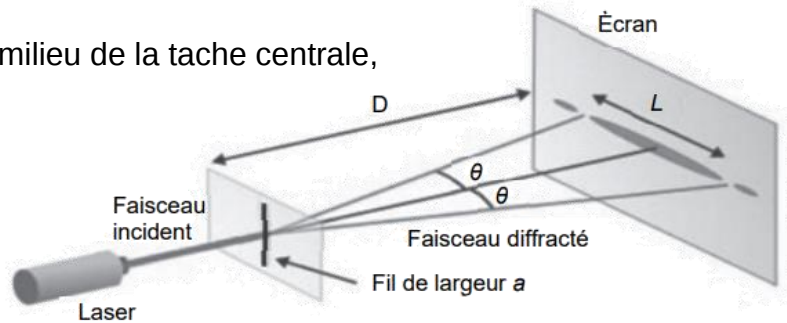
(0,75 pt)

Dans le triangle rectangle délimité par le milieu de la tache centrale, le fil et la première extinction :

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

Comme θ est petit alors $\tan \theta = \theta$.

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



Q3. Établir l'expression de la largeur L de la tache centrale de la figure de diffraction en fonction de λ , D et a .

(0,75 pt) $\theta = \frac{L}{2D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \text{ donc } L = 2 \cdot \lambda \cdot D \cdot \frac{1}{a}$$

Q4. Vérifier que les résultats expérimentaux de la figure 3 sont cohérents avec l'expression établie à la question Q3.

(0,5pt) D'après Q3., on a $L = 2 \cdot \lambda \cdot D \cdot \frac{1}{a}$

que l'on peut écrire sous la

forme $L = k \cdot \frac{1}{a}$ avec $k = 2 \cdot \lambda \cdot D$.

Ainsi L est proportionnelle à $\frac{1}{a}$.

Ce qui est en accord avec la représentation graphique de la figure 3 montrant que les points expérimentaux sont alignés sur une droite passant par l'origine.

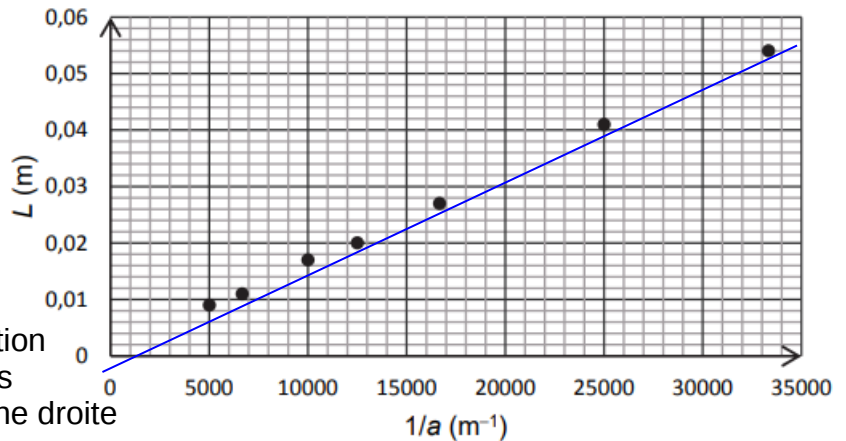


Figure 3. Représentation graphique de L en fonction de $1/a$

Q5. Montrer que la modélisation suivante permet de rendre compte des résultats expérimentaux : $L = 1,6 \times 10^{-6} \times \frac{1}{a}$ avec a et L exprimés en m.

(1pt) On détermine le coefficient directeur k de la droite passant au plus près de tous les points expérimentaux.

On choisit le point A ($1/a = 30\,000 \text{ m}^{-1}$; $L = 0,05 \text{ m}$), $k = \frac{L}{1/a} = \frac{0,05 \text{ m}}{30\,000 \text{ m}^{-1}} = 1,7 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Cette valeur est en accord avec la modélisation proposée pour la valeur de L .

$$\frac{0,05}{30000} = 1.66666667 \text{E-}6$$

2. Mesure du diamètre d'un fil de suture vendu en pharmacie

Q6. En utilisant la figure 4, estimer la valeur du diamètre de ce fil de suture.

On mesure L sur la figure 4.

(1 pt)

1,9 cm schéma $\rightarrow$ 1,0 cm réel

2,5 cm schéma $\rightarrow$ L cm réels

Par proportionnalité, $L = \frac{2,5 \times 1,0}{1,9} = 1,3$ cm

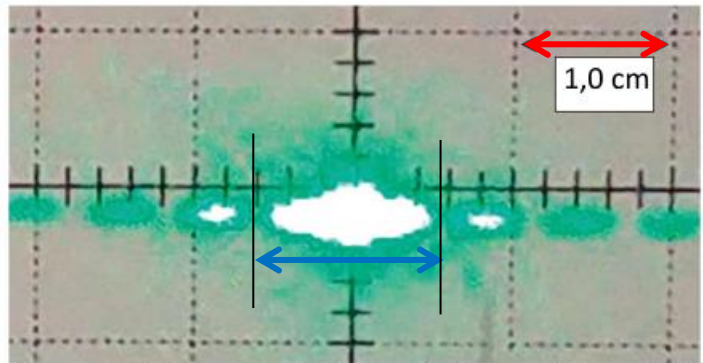


Figure 4. Photographie de l'écran de l'appareil de contrôle

D'après la modélisation $L = 1,6 \times 10^{-6} \times \frac{1}{a}$ donc $a = 1,6 \times 10^{-6} \times \frac{1}{L}$

$$a = 1,6 \times 10^{-6} \times \frac{1}{1,3 \times 10^{-2}} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$\frac{1.6E-6}{1.3E-2}$
$1.230769231E-4$

Q7. Analyser le résultat de la mesure en lien avec la plage de référence indiquée sur l'étiquette du fil de suture.

(0,5pt) $u(a) = a \times \frac{u(L)}{L}$

$$u(a) = 1,2307 \times 10^{-4} \times \frac{1 \times 10^{-3}}{1,3 \times 10^{-2}} = 9,5 \times 10^{-6} = 1 \times 10^{-5} \text{ m} = 0,1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$a = (1,2 \pm 0,1) \times 10^{-4} \text{ m}$$

D'après l'étiquette du paquet, il s'agit d'un fil USP 5/0 dont le diamètre doit être compris entre 0,100 et 0,149 mm, soit entre 100 et 149 μm ou encore $1,00 \times 10^{-4}$ m et $1,49 \times 10^{-4}$ m.

Notre résultat est compris dans cet intervalle, ce qui est cohérent.

$\text{Rep} \times \frac{1E-3}{1.3E-2}$
$9.467455621E-6$