Utilisation d'un laser comme instrument de mesure
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Afrique - juin 2024)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

I. Vérification de la longueur d'onde du laser

1. $\left.\begin{array}{l} \tan\theta = \dfrac{\frac{1}{2}\times L}{D} = \dfrac{L}{2D} \\ \theta \text{ petit} \Rightarrow \tan\theta \approx \theta \text{ (en rad)} \end{array}\right\} \Rightarrow \theta = \dfrac{L}{2D}$

2. D'après les données, dans les conditions de l'expérience, $\theta = \dfrac{\lambda_{laser}}{a} = \lambda_{laser} \times \dfrac{1}{a}$

$\Rightarrow$ la courbe $\theta = f\left(\dfrac{1}{a}\right)$ est une droite passant par l'origine de coefficient directeur λ_{laser}

$\Rightarrow$ d'après le résultat du programme Python, $\lambda_{laser} = 6{,}41\times10^{-7}$ m = 641 nm

3. $\dfrac{|\lambda_{laser} - \lambda_{réf}|}{u(\lambda_{laser})} = \dfrac{|\,641 - 650\,|}{5{,}7} = 1{,}6$

$\Rightarrow \dfrac{|\lambda_{laser} - \lambda_{réf}|}{u(\lambda_{laser})} < 2$

Il y a moins de 2 incertitudes-types entre le résultat expérimental et la valeur de référence.
$\Rightarrow$ le résultat obtenu expérimentalement est en accord avec celui indiqué sur la notice.

II. Mesure de la taille d'une maille rectangulaire d'un voile polyester

4. D'après la figure 6,

7i = 45 mm $\Rightarrow$ $i = \dfrac{45}{7} = 6{,}4$ mm

4i' = 18 mm $\Rightarrow$ $i' = \dfrac{18}{4} = 4{,}5$ mm

5.

- $i = \dfrac{\lambda D'}{b} \Rightarrow b = \dfrac{\lambda D'}{i} = \dfrac{650\times10^{-9}\times6{,}17}{6{,}4\times10^{-3}} = 6{,}23855\times10^{-4}$ m = 0,623855 mm

$$u(b) = b \times \sqrt{\left(\frac{u(D')}{D'}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2} = 0{,}623855 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}03}{6{,}17}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{6{,}4}\right)^2 + \left(\frac{20}{650}\right)^2} = 0{,}022 \text{ mm}$$

Avec les valeurs obtenues, on écrira donc[1] : $b = (0{,}624 \pm 0{,}022)$ mm

- $i' = \dfrac{\lambda D'}{b'} \Rightarrow b' = \dfrac{\lambda D'}{i'} = \dfrac{650\times10^{-9}\times6{,}17}{4{,}5\times10^{-3}} = 8{,}912222\times10^{-4}$ m $= 0{,}8912222$ mm

$$u(b') = b' \times \sqrt{\left(\frac{u(D')}{D'}\right)^2 + \left(\frac{u(i')}{i'}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2} = 0{,}8912222 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}03}{6{,}17}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{4{,}5}\right)^2 + \left(\frac{20}{650}\right)^2} = 0{,}034 \text{ mm}$$

Avec les valeurs obtenues, on écrira donc[1] : $b' = (0{,}891 \pm 0{,}034)$ mm

6. Dans la 1ère partie, $\theta = \dfrac{\lambda_{laser}}{a}$ et $\theta = \dfrac{L}{2D} \Rightarrow \dfrac{\lambda_{laser}}{a} = \dfrac{L}{2D}$

$\Rightarrow$ la largeur de la tache centrale de diffraction est :

$L = \dfrac{2D\lambda_{laser}}{a} = \dfrac{2D\lambda_{laser}}{a} = \lambda_{laser} \times \dfrac{D}{\frac{1}{2}a}$, avec $\frac{1}{2}a$ compris entre 15 et 100 µm

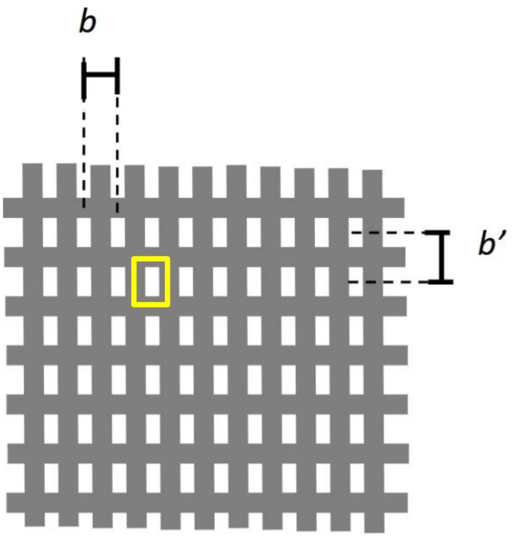
Dans la 2ème partie, $7i = 7 \times \dfrac{\lambda_{laser}D'}{b} = \lambda_{laser} \times \dfrac{D'}{\frac{1}{7}b}$ et $4i' = \lambda_{laser} \times \dfrac{D'}{\frac{1}{4}b'}$,

avec $\frac{1}{7}b = 89$ µm et $\frac{1}{4}b' = 223$ µm

Les valeurs de $\frac{1}{7}b$ et $\frac{1}{4}b'$ étant supérieures à celles de $\frac{1}{2}a$, pour que les distances à mesurer sur l'écran (7i et 4i') soient du même ordre que celles de L (donc aisément mesurables), il faut donc choisir D' supérieure à D.

[1] Conformément aux préconisations du rapport "Mesure et incertitudes" (version 2021), p.34-35, sur le site Éduscol : https://eduscol.education.fr/document/7067/download

7.



La surface du rectangle jaune sur le schéma, associé à une ouverture, est :

$S = b \times b' = 0{,}0624 \times 0{,}0891$

$= 5{,}73 \times 10^{-3}$ cm^2

On en déduit le nombre d'ouvertures par cm^2 :

$$N = \frac{1}{S} = \frac{1}{5{,}73 \times 10^{-3}} = 175 \text{ ouvertures / cm}^2$$

Ce voile peut donc être utilisé comme moustiquaire anti-pollen (selon l'ECARF) car son nombre d'ouvertures par cm^2 (175) est supérieure à la valeur minimale requise ($3 \times 50 = 150$).