L'expérience des trous de Young
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Asie - mars 2022)

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

Relation entre l'interfrange et la longueur d'onde

1. $\delta = n_{air} \times (S_2M - S_1M) = S_2M - S_1M$ car $n_{air} = 1$

2. D'après le théorème de Pythagore dans le triangle (S_1O_1M), $S_1O_1^2 + O_1M^2 = S_1M^2$

$\Rightarrow \; S_1M^2 = D^2 + (x - \frac{b}{2})^2$

De même, d'après le théorème de Pythagore dans le triangle (S_2O_2M), $S_2O_2^2 + O_2M^2 = S_2M^2$

$\Rightarrow \; S_2M^2 = D^2 + (x + \frac{b}{2})^2$

3. D'après les données, $S_2M^2 - S_1M^2 = 2D\delta$

$$\Rightarrow \; \delta = \frac{1}{2D}\left[D^2 + (x+\frac{b}{2})^2 - D^2 - (x-\frac{b}{2})^2\right] = \frac{1}{2D}\left[x^2 + bx + \frac{b^2}{4} - (x^2 - bx + \frac{b^2}{4})\right] = \frac{2bx}{2D}$$

$$\Rightarrow \; \delta = \frac{bx}{D}$$

4. Au maximum d'intensité d'une frange brillante, les interférences sont constructives, donc $\delta = k\lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$.

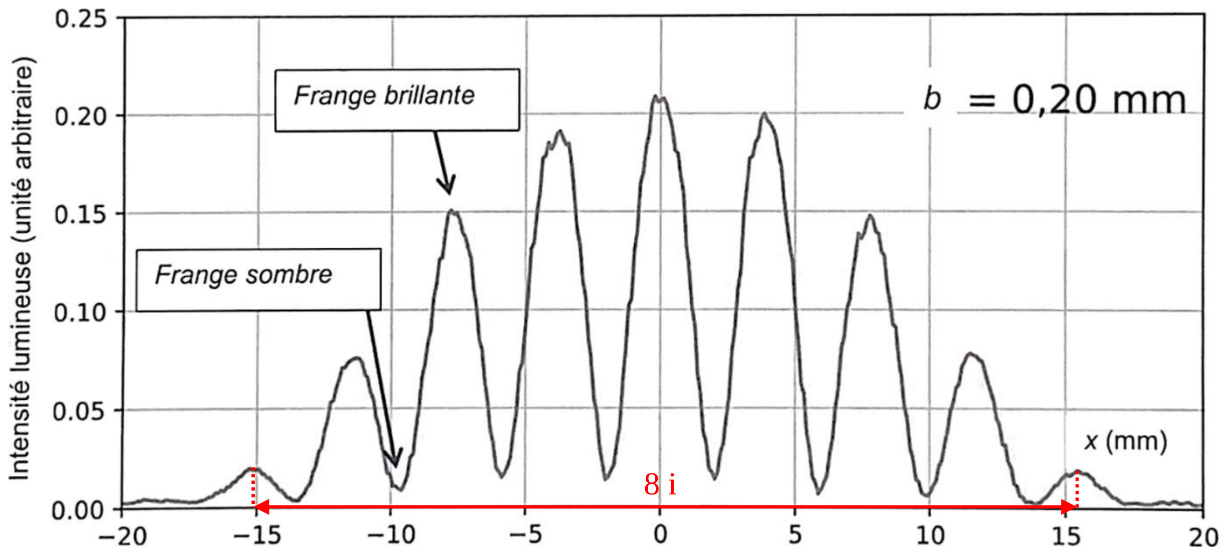
En reportant cela dans l'expression de la question précédente, on obtient : $k\lambda = \frac{bx}{D}$

$$\Rightarrow \; x_k = \frac{k\lambda D}{b}$$

5. L'interfrange est la distance entre 2 franges consécutives de même nature (par exemple, 2 franges brillantes consécutives).

$$\Rightarrow \; i = x_{k+1} - x_k = \frac{(k+1)\lambda D}{b} - \frac{k\lambda D}{b} = \frac{\lambda D}{b}$$

6.



D'après le graphique, $8i = 30{,}4$ mm $\Rightarrow$ $i = \dfrac{30{,}4}{8} = 3{,}8$ mm

7. $i = \dfrac{\lambda D}{b} \Rightarrow \lambda = \dfrac{ib}{D} = \dfrac{3{,}8\times10^{-3}\times0{,}20\times10^{-3}}{119{,}0\times10^{-2}} = 6{,}4\times10^{-7}$ m $= 6{,}4\times10^{2}$ nm

Identification du laser utilisé

8.

- Commençons par calculer l'incertitude-type sur la longueur d'onde λ :

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(b)}{b}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2} = 6{,}4\times10^2 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}1}{2{,}0}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{3{,}8}\right)^2 + \left(\frac{0{,}5}{119{,}0}\right)^2} = 36 \text{ nm}$$

- Calculons le rapport $\dfrac{|\lambda - \lambda_{réf}|}{u(\lambda)}$ pour chacun des lasers proposés.

Pour le laser bleu, $\dfrac{|\lambda - \lambda_{réf}|}{u(\lambda)} = \left|\dfrac{6{,}4\times10^2 - 473}{36}\right| = 4{,}58$

En opérant de même pour les autres lasers, on obtient les résultats suivants :

laser	bleu	vert	rouge A	rouge B	rouge C
longueur d'onde	473 nm	532 nm	632 nm	650 nm	694 nm
$\dfrac{\lvert\lambda - \lambda_{réf}\rvert}{u(\lambda)}$	4,58	2,95	0,18	0,31	1,53

Seuls les lasers rouges A, B et C conviennent car il n'y a que pour eux que le rapport $\dfrac{|\lambda - \lambda_{réf}|}{u(\lambda)}$ est strictement inférieur à 2.