

Exercice N°1 :

I. Les ondes électromagnétiques**1. Nature de la lumière**

1.1. Le phénomène mis en évidence ici est le phénomène de diffraction.

1.2. La propriété de la lumière mise en évidence par cette expérience est la nature ondulatoire de la lumière.

2. Détermination de la longueur d'onde

2.1. $\tan \theta = \frac{\ell/2}{L}$ soit $\theta \approx \frac{\ell}{2L}$ car l'angle θ est petit.

2.2. La valeur manquante de θ est $2,75 \times 10^{-3} \approx 2,8 \times 10^{-3}$ rad (2 chiffres significatifs).

a (m)	0,000 15	0,000 20	0,000 25	0,000 30	0,000 35	0,000 40	0,000 45
$x = \frac{1}{a}$ (m ⁻¹)	$6,7 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$
ℓ (cm)	1,8	1,4	1,1	0,88	0,78	0,67	0,59
θ (rad)	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

2.3. La courbe de la fonction $\theta = f(x)$ représente la variation de θ (en ordonnée) en fonction de x (en abscisses)



2.4. $p = \frac{\text{variation des ordonnées}}{\text{variation des abscisses}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta x} = \frac{4,1 \times 10^{-3} - 0}{6,0 \times 10^3 - 0}$ soit $p = 6,8 \times 10^{-7}$ m

2.5. D'après la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$, $\theta = \lambda \times \frac{1}{a} = \lambda \times x$ donc par identification $p = \lambda$; $\lambda = 6,8 \times 10^{-7}$ m = 680 nm.

3. Diamètre d'un fil

3.1. D'après $\theta \approx \frac{\ell}{2L}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$ soit $\theta = \frac{\lambda}{d}$ pour un fil de diamètre d , on obtient $\frac{\ell}{2L} = \frac{\lambda}{d}$

$$\text{D'où } d = \frac{2L \times \lambda}{\ell} ; d = \frac{2 \times 2,00 \times 650 \times 10^{-9}}{1,7 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m} = 150 \mu\text{m}.$$

II. Mesure par un sonomètre

1) Lorsque la distance entre le récepteur et l'émetteur double, l'intensité sonore perçue est-elle alors réduite d'un facteur 4. D'après la définition de l'intensité sonore $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{2\pi \times R^2}$. Si R est multiplié par 2, R^2 est multiplié par 4 donc I est divisée par 4.

2) D'après la définition du niveau sonore, $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ soit $\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{L}{10}$.

Comme la fonction $\log(x)$ a pour fonction réciproque 10^x , $\frac{I}{I_0} = 10^{L/10}$ d'où $I = I_0 \times 10^{L/10}$.

3) $I = I_0 \times 10^{L/10}$ soit $I = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{84/10} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$.

4) La distance entre le récepteur et l'émetteur double, l'intensité sonore est divisée par 4 soit $I' = I/4 = 6,3 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$.

$$L' = 10 \times \log\left(\frac{I'}{I_0}\right); L' = 10 \times \log\left(\frac{6,3 \times 10^{-5}}{1,0 \times 10^{-12}}\right) = 78 \text{ dB}$$

Exercice N°2 :

I. Les ondes électromagnétiques

1. Nature de la lumière

- 1.1. Le phénomène observé est la diffraction.
- 1.2. Un laser émet une lumière visible monochromatique.
- 1.3. La propriété de la lumière mise en évidence est la propriété ondulatoire.

2. Détermination de la longueur d'onde

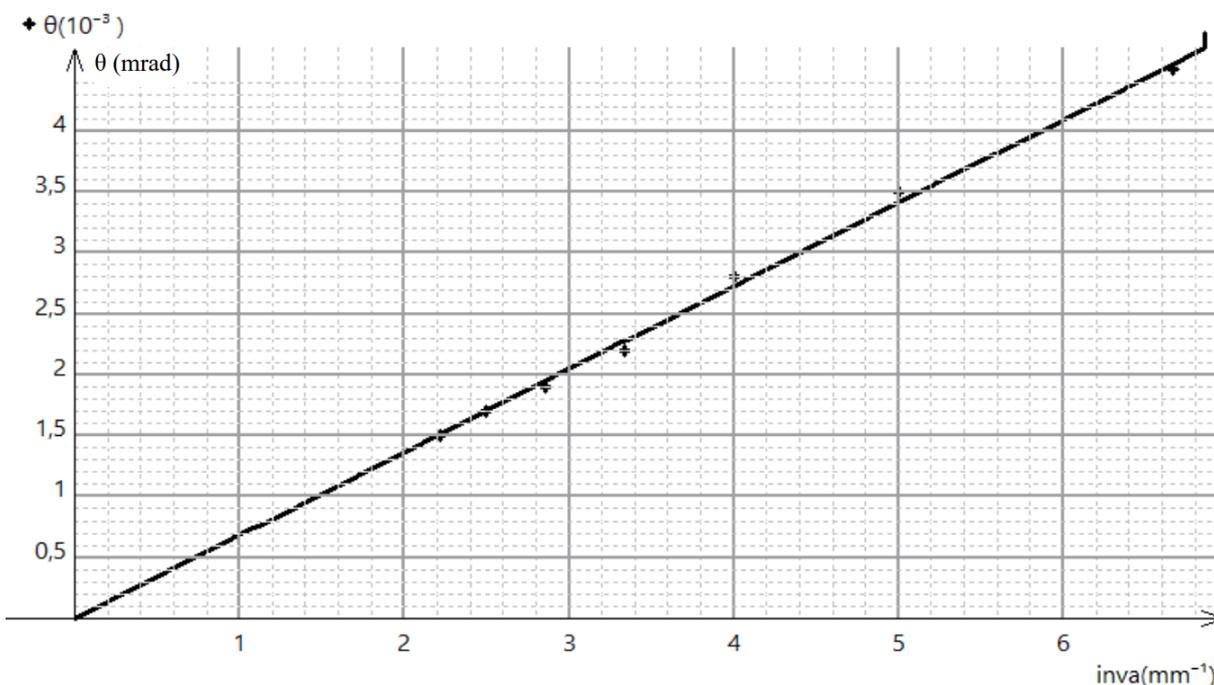
2.1. Les données accessibles sur la figure sont θ , d , X et a . Dans le triangle rectangle visible entre la fente et l'écran on a la relation : $\tan \theta = \frac{X/2}{2D} \Leftrightarrow \theta = \frac{X}{2D}$ car θ est très petit (θ en radians).

2.2. On a donc, d'après la formule précédente : $\theta = \frac{0,011}{2 \times 2,0} \Leftrightarrow \theta = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

$a \text{ (m)}$	0,000 15	0,000 20	0,000 25	0,000 30	0,000 35	0,000 40	0,000 45
$\frac{1}{a} \text{ (m}^{-1}\text{)}$	6.67×10^3	5.00×10^3	4.00×10^3	3.33×10^3	2.86×10^3	2.50×10^3	2.22×10^3
$X \text{ (cm)}$	1,8	1,4	1,1	0,88	0,78	0,67	0,59
$\theta \text{ (rad)}$	$4,5 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$

2.3. La variable inva dans Regressi désigne $1/a$.

2.4. En modélisant par une droite linéaire, du type $\theta = k \times 1/a$, on obtient $k = 682 \times 10^{-9} \text{ m} = 682 \text{ nm}$



2.5. $\theta = \frac{\lambda}{a}$ donc de la forme $\theta = k \times \frac{1}{a}$. La longueur d'onde λ du laser est donc $\lambda = k = 682 \text{ nm}$.

2.6. D'après la question 2.1. $\theta = \frac{X}{2D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{\lambda}{d}$ car $a = d$ pour cette expérience.

On obtient alors $\frac{X}{2D} = \frac{\lambda}{d}$ soit $d = \frac{2 \lambda D}{X}$; $d = \frac{2 \times 700 \times 10^{-9} \times 2}{1,7 \times 10^{-2}} = 1,65 \times 10^{-4} \text{ m} = 165 \text{ }\mu\text{m}$.

II. Interférences

1) Energie d'un photon : $E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$; $E = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{632 \times 10^{-9}} = 3,15 \times 10^{-19} \text{ J}$

2) On utilise une même source de lumière pour éclairer les deux fentes pour avoir deux sources de lumière cohérentes.

3) Avec l'échelle proposée sur la figure agrandie des interférences, on mesure que :

85 mm sur le schéma représente $7 \times i$ en réalité

34 mm sur le schéma représente 4 mm en réalité soit $7 \times i \times 34 = 4 \times 85$ donc $i = \frac{4 \times 85}{7 \times 34} = 1,4 \text{ mm}$

4) La différence de marche pour un point M de l'écran est définie mathématiquement par $\delta = |S_1M - S_2M|$

5) $\delta = |0,500\ 001\ 357 - 0,500\ 002\ 937| = 0,000\ 001\ 580 \text{ m} = 1\ 580 \text{ nm}$

$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1580}{632} = 2,5$; On voit que la différence de marche en ce point est telle que $\delta = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda$ avec $k \in \mathbb{N}$ (ici $k = 2$)

Donc les interférences sont destructives en M .

6) En $x = 0$, donc au centre de l'écran, les interférences sont constructives. Ainsi, en tout point situé à une distance multiple entier de i on observera aussi des interférences constructives.

$\frac{x}{i} = \frac{4,2}{1,4} = 3$ Donc, comme l'abscisse $x = 4,2 \text{ mm}$ est bien un multiple entier de i , on y observe des interférences constructives.

7) La figure d'interférence en lumière polychromatique présente des irisations.

8) Il faut faire deux trous circulaires de diamètre proche ou inférieur à la longueur d'onde du laser incident.