

15,25/20

STROBEE

SCIARRA

PaP2

G4

TP Physique n° 6

Interférence et diffraction

27/04/17

Expérience 1: Interférence

3,75/7

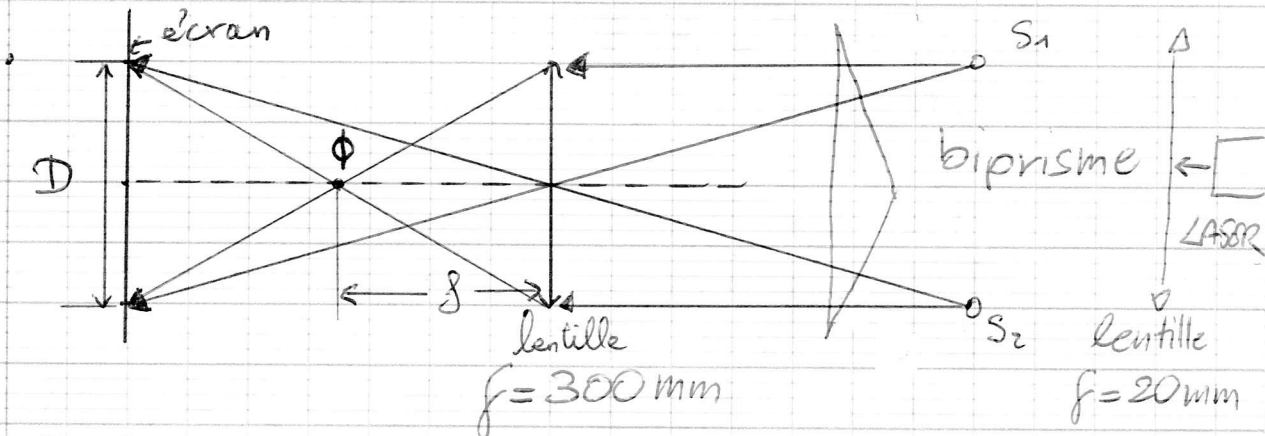
• $b_{\min} = 68 + 22 = 90 \text{ cm}$

$b_{\max} = 68 + 30 = 98 \text{ cm}$

$\Delta b = 1 \text{ mm} + b_{\max} - b_{\min} = 5 \text{ mm}$

donc $b = \frac{b_{\min} + b_{\max}}{2} = \frac{188}{2} = 940 \pm 1 \text{ mm}$

0,5/1



S_1, S_2 : permet de générer les sources et observer le phénomène d'interférence

lentille: permet de projeter l'image des sources sur l'écran

écran: permet de voir la projection du laser, on peut observer des franges, ou les sources lumineuses

• $\delta = \frac{\lambda}{N-1}$ ✓

Par exemple: pour $N=10$

$\delta = \frac{15,5}{10-1} = 1,72 \text{ mm}$

Finalement, la moyenne de S est: $S = 1,76 \text{ mm}$

Ainsi,

$$\Delta S_N = \frac{\Delta x}{N-1} \sqrt{\text{avec } \Delta x = 1 \text{ mm} + \Delta x_{\text{dessin}} \approx 1-2 \text{ mm}}$$

$$\text{donc } \Delta S = \frac{\Delta S_{10} + \Delta S_9 + \Delta S_8 + \Delta S_7 + \Delta S_6 + \Delta S_5}{6}$$

$$= \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{8} + \frac{1}{7} + \frac{1}{6} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4}}{6}$$

$$= 0,17 \text{ mm } \checkmark \quad 0,75/1$$

Traitements de données

$$\bullet (3): I = E_0 E_0^2 c$$

$$(2): E_0^2 = E_w^2 + E_{e0}^2 + 2E_w E_{e0} \cos\left(\frac{2\pi(l_1 - l_2)}{\lambda}\right)$$

Pour que l'intensité soit maximale, il faut que la composante du cosinus doit être égale à $2k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$

$$\text{donc: } \frac{2\pi(l_1 - l_2)}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = 2\pi k$$

$$\text{or (4): } \Delta = \frac{x d}{l}, \text{ donc: } \frac{x d}{l \lambda} = k$$

$$\text{donc } x_k = \frac{l \lambda}{d} k \checkmark k \in \mathbb{Z}$$

$$\bullet \text{ d'après questions précédentes: } S = x_{k+1} - x_k$$

$$\text{donc } S = \frac{l \lambda}{d} \checkmark$$

$$\bullet \frac{1}{b} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f} \Leftrightarrow g = \frac{b f}{b + f} \quad \text{or } d = \frac{g D}{b}$$

$$\text{donc } d = \frac{b f D}{b(b + f)} = \frac{f D}{b + f} \times \quad 0,5/1,5$$

$$\frac{b+f}{b-f} = \frac{b^2}{b-f}$$

$$d = \frac{300 \times 1,3}{940 + 300} = 0,31 \text{ mm} \times$$

0/1

D'après le schéma: $l = b + g$ or $g = \frac{bf}{b+f}$

donc $l = b \left(1 + \frac{f}{b+f}\right) = 940 \left(1 + \frac{300}{940+300}\right) = 1167 \text{ mm}$

$$\delta = \frac{l\lambda}{d} \approx \frac{l\lambda}{d} = \frac{l\lambda}{fD}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{fD\delta}{l(b+f)} = \frac{300 \times 1,3 \times 1,76}{1167(940+300)} \approx 4,74 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

$$= \frac{fD\delta}{b(1 + \frac{f}{b+f})(b+f)} = \frac{fD\delta}{b(b+f + f)} = \frac{fD\delta}{b^2} \checkmark$$

$$= 7,76 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 7,76 \cdot 10^2 \text{ nm} = 776 \text{ nm} \checkmark$$

$$\begin{aligned} \Delta\lambda &= \left| \frac{\partial\lambda}{\partial f} \right| \Delta f + \left| \frac{\partial\lambda}{\partial D} \right| \Delta D + \left| \frac{\partial\lambda}{\partial \delta} \right| \Delta \delta + \left| \frac{\partial\lambda}{\partial b} \right| \Delta b \checkmark \\ &= \frac{D\delta}{b^2} \Delta f + \frac{f\delta}{b^2} \Delta D + \frac{fD}{b^2} \Delta \delta + \left| \frac{-2fD\delta}{b^3} \right| \Delta b \times \\ &= \lambda \left(\frac{\Delta f}{f} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{2\Delta b}{b} \right) = \frac{2\lambda}{b} \end{aligned}$$

donc $\Delta\lambda = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ mm} \approx 262 \text{ nm}$

$$\lambda = 776 \pm 262 \text{ nm} \quad 0,5/1$$

$$E = \frac{|\text{Valeur théo} - \text{Valeur exp}|}{\text{Valeur théo}} = 0,22 = 22\%$$

On a 22% d'erreurs sur les résultats de λ .

Conclusion: Nous avons une bonne correspondance de la longueur d'onde mais une grande incertitude de calcul.

C'est pourquoi, nous pensons que ces incertitudes sont dues aux mesures expérimentales, les mesures d'interfranges sont peu précises, comme la distance entre les objets. ✓

Expérience 2

(5,75/17)

- distance fente-écran: $l = 1,235 \text{ mm}$
- pente moyenne = 10,293

$$(5): I = C \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi\right)}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi\right)^2}$$

Il faut que $\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi\right) = 1$ pour que l'intensité soit maximale

$$\text{Donc } \frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi = \frac{\pi}{2} + k\pi \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$\text{or } \sin \phi \approx \frac{x_k}{l} \quad (\text{d'après schéma}) \quad \tan \phi = \frac{x_k}{l}$$

$$\text{donc } \frac{\pi b}{\lambda} \frac{x_k}{l} = \pi \left(\frac{1}{2} + k\right)$$

$$\Leftrightarrow x_k = \left(\frac{1}{2} + k\right) \frac{\lambda l}{b}$$

$\phi \approx \sin \phi$
pour ϕ petit

$$\bullet \Delta = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda l}{b} \left(\frac{1}{2} + k + 1 - \frac{1}{2} - k\right) = \frac{\lambda l}{b}$$

$$\bullet \frac{\lambda l}{b} = \text{pente} = 10,293 \quad \Leftrightarrow b = \frac{\lambda l}{10,293} = \frac{632,8 \times 10^{-6} \times 1,235}{10,293}$$

1,5/2

$\approx 0,076 \text{ mm}$ ✓

1/1,5

STROBIS
SCIAPPA

$$E = \frac{| \text{valeur th} - \text{valeur exp} |}{\text{valeur th}} = 0,013 = 1,3 \%$$

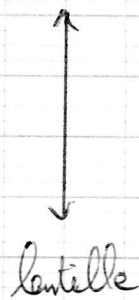
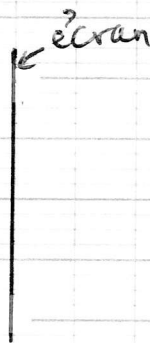
G4

Nous avons une très petite erreur expérimentale.
Nous sommes très proche de la valeur réelle.
Les sources d'erreurs possibles sont les erreurs de mesure pour λ et les franges. Des moyennes sur les pentes.

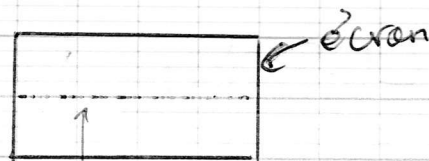
Expérience 3

5,75/6

- Lentille-écran, $l = 1260 \text{ mm}$
- largeur tâche centrale: $L = 21 \text{ mm}$
- Il y a 7 tâches secondaires à l'intérieur de la tâche principale.
- On estime que la distance entre les minima secondaires S_{II} est égal à $\frac{21}{7-1} = 3,5 \text{ mm} \quad \checkmark \quad 1,5/1,5$



• laser



distance
minima secondaire

Traitement des données

$$(6). I(\phi) = 4C \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi\right)}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \phi\right)^2} \cos^2\left(\frac{\pi g}{\lambda} \sin \phi\right)$$

Le cosinus carré doit être égal à 1 pour que l'intensité des minima soit maximum. ✓

$$\text{Donc: } \frac{\pi g}{\lambda} \frac{x_k}{l} = k\pi \Rightarrow x_k = \frac{\lambda l}{g} k \quad \checkmark$$

$$\bullet \delta = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda l}{g} \quad \checkmark \quad 1,5/2,5$$

$$\bullet g = \frac{\lambda l}{\delta} \quad \checkmark = \frac{632,8 \cdot 10^{-6} \times 1860}{3,5} \approx 0,23 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$\epsilon = \frac{|v_{\text{théor}} - v_{\text{exp}}|}{v_{\text{théor}}} = 0,54 = 54\% \quad 2/2$$

Nous avons une grosse erreur de 54%

Nous pensons qu'il manque un facteur 2 dans nos formules, ce qui réduirait fortement notre erreur expérimentale. → Non, c'est bon

Source d'erreur: mesure dans la longueur, arrondis de calculs.

CONCLUSION: Nous avons pu observer

les différents phénomènes de l'optique que sont l'interférence et la diffraction des ondes d'un laser.

Le phénomène de diffraction est étrange, en effet la double fente permet de "partitionner" l'onde et non 2 diffractions par fente, simple côté à côté par logique. OK

→ On peut retrouver les informations sur la source (longueur d'onde + longueur d'une fente)

STROBE
SCARPA
Gu

1. Interférence

Nombre de franges, N	Distance centre des franges, x (mm)	Interfrange delta (mm)
10	15,5	1,72
9	14	1,75
8	12,5	1,79
7	10,5	1,75
6	9	1,80
5	7	1,75
Moyenne		1,76

✓✓ 1,5/1,5

1

2. Diffraction fente simple

	numéro de la tache	distance entre les centres des taches, x_k , mm
tache droite	1	14
	2	24
	3	34
	4	44
	5	55
	6	65
tache gauche	1	14
	2	24
	3	34,5
	4	46
	5	56
	6	65

2,5/1,5

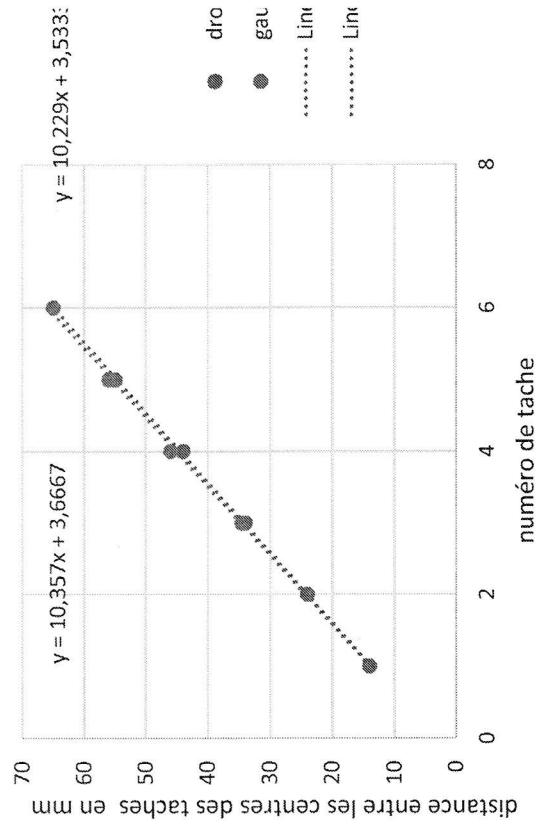
2

graphique
coupé

1,75/2



Graphique de la distance à la tache c
taches à droite et à gauche



STROBBE
SCIARPA
G4

esperienza 1:



esperienza 2:

