

BODINIER Guillaume

Morant Rémi

MP3 Diffraction des ondes lumineuses

Bibliographie: • Optique expérimentale - Sextant

• Expériences d'optique - Duffait

Plan:

Introduction

I. Diffraction de Fresnel

- Transition: de Fresnel à Fraunhofer

II. Diffraction de Fraunhofer

1) Mesure de longueur d'onde d'un laser

2) Optique de Fourier: filtrage

Conclusion

Introduction

La diffraction est un phénomène qui apparaît pour tout type d'onde qu'elle soit électromagnétique, sonore ou de matière. La diffraction est caractérisé par la modification de la surface d'onde par un objet. Ce phénomène est d'autant plus important que la taille de cet objet est proche de la longueur d'onde. Dans notre cas, on s'intéresse aussi aux ondes lumineuses, et aux propriétés de la diffraction.

Les travaux d'Huygens et Fresnel ont permis de valider la théorie ondulatoire de la lumière au XIX^{ème} siècle, c'est pourquoi le principe fondamental de la diffraction est à leur nom:

"Toute onde émise par une source atteignant un objet crée des sources secondaires en chaque point de l'objet. Ces sources secondaires émettent des ondeslettes et interfèrent entre elles."

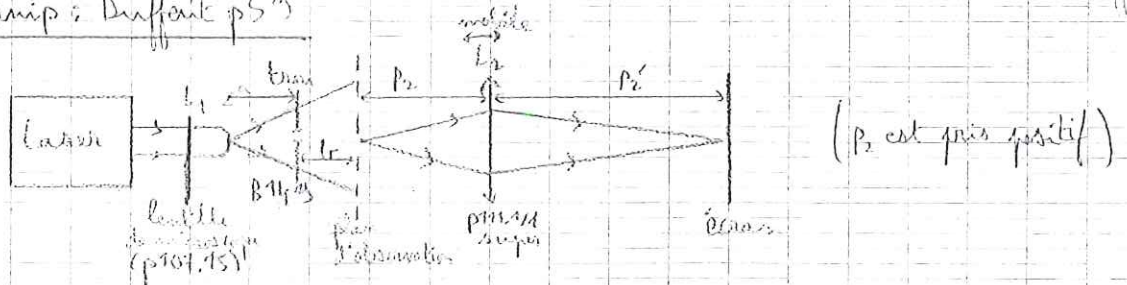
I Diffraction de Fresnel

À priori, les ondes émises par diffraction par un objet sont sphériques.

↳ Fresnel: approximation parabolique

↳ Un énoncé plan ne coïncide pas avec une surface équiréglée

Manip: Différent p53



• On observe des anneaux sur l'écran de rayon: $r_k = \sqrt{\frac{a \cdot b \cdot \lambda}{a+b}} \cdot \sqrt{k}$ (Différent)
 on le est pair pour un anneau brillant et impair pour un anneau sombre

• Ainsi on peut remonter au rayon du tron $S = \sqrt{\frac{kab\lambda}{a+b}}$

Suit $\frac{1}{b} = \frac{k\lambda}{g^2} - \frac{1}{a} \Rightarrow$ régression linéaire $\frac{1}{b} = f(k)$

On a: $D = l + p_1 + p_1' = 190,4 \pm 0,2 \text{ cm}$ fixé

$a = 6,1 \pm 0,2 \text{ cm}$ fixé

$2l = 0,48 \text{ mm}$ indiqué sur la diapositive

$\lambda = 632,8 \text{ nm}$ indiqué sur le laser

$f_2 = 10 \text{ cm}$

On mesure $X = l + p_2$

Regressi nous donne $\frac{\lambda}{a^2} = (86,4 \pm 3,7) \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ d'où $\lambda_{\text{exp}} = 0,27 \pm 0,01 \text{ mm}$

La valeur expérimentale correspond à celle indiquée sur la diapositive.

Transition: Fresnel: approximation parabolique

Fraunhofer: approximation d'onde plane $\rightarrow$ valable à encore plus grande distance.

Influence de la taille du trou (switch de trav de la diapo $\rightarrow$ Fraunhofer)

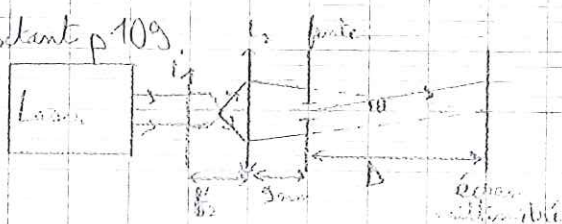
nombre de Fresnel: $\mathcal{F} = \frac{\pi R^2}{\lambda} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$: $\begin{cases} \mathcal{F} \ll 1 : \text{Fraunhofer} \\ \mathcal{F} \gg 1 : \text{Fresnel} \end{cases}$

Fraunhofer $\rightarrow$ transformé de Fourier de l'objet diffractant

II Diffraction de Fraunhofer

1) Mesure de longueur d'onde d'un laser

Sextant p109.



Indiqué sur le laser: $\lambda = 632,8 \text{ nm}$

$D = 169,5 \pm 0,2 \text{ cm}$

On mesure la taille de la tache centrale de pour différentes tailles de fentes calibrées.

On note a la taille d'une fente.

Sextant: $d = 2\lambda D = f \left(\frac{1}{a} \right)$ puis regression linéaire.

Par une seule mesure: $\Delta d = 1 \text{ mm}$; Δa est connue, on se fie à la diapositive.

$\lambda = \frac{a d}{2 D}$ donc $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta D}{D} \approx \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta D}{D}$

On connait $d =$ donc $\lambda =$

Par ces mesures, $\Delta \lambda$ est divisé par 10. Dans la pratique: Regressi donne $\lambda =$

2) Optique de Fourier filtrage

* Expérience d'Albrecht : Sésant p. 129



- o Grille (170): belle image de Mills
- o Grille (173): bien visible sur l'écran

o On filtre passe-bas avec une fente (p115.2/1 convient) $\Rightarrow$ Disposition de lignes.

Duffait p.48

* Rétromagie : remplacer l'objet + objectif par une lampe QI + filtre antireflet + transverse.

$\hookrightarrow$ Ne pas déplacer L_2 , placer le tron par autocollimation

$\hookrightarrow$ Retrouver le plan de Fourier

$\hookrightarrow$ Remplacer la grille par la photo de Fresnel transmise puis filtrer avec diaphragme p116.3/11

Conclusion

o Approximation de Fresnel : anneaux ; Approximation de Fraunhofer : tâche

$\hookrightarrow$ Propriétés très différentes

o Les deux cas permettent de faire des mesures de taille d'objet (ordre λ , même si λ a microns)

o Approximation de Fraunhofer : l'image d'un objet correspond à sa transformée de Fourier (TF)

$\hookrightarrow$ Utilisation des propriétés de la TF $\Rightarrow$ filtrage.

o Diffraction peut aussi être un phénomène limitant :

Problème de résolution car la monture d'une lentille joue le rôle d'objet diffractant.

$\hookrightarrow$ Gros objectifs de télescopes.