

## TD d'Optique 1

## Diffraction (1)

08/09/2015

## I. RAPPELS

On considère une source lumineuse monochromatique ponctuelle  $S$  éclairant un objet en  $O$  de transmittance complexe  $t(x, y) = |t(x, y)|e^{i\varphi(x, y)}$  dans le plan  $Oxy$ . Une lentille  $L$  placée après l'objet permet de conjuguer l'infini au plan focal image que l'on notera  $\Pi'$  (plan  $O'XY$ ).

1. Énoncer le principe de Huygens-Fresnel.

2. Qu'observe-t-on à l'infini (sans lentille  $L$ ), ou dans le plan  $\Pi'$  (avec lentille).

3. Qu'est-ce que la diffraction de Fraunhofer ? Quelles sont ses conditions de validité ? Qu'est-ce que la diffraction de Fresnel ?

4. Décrire quantitativement la figure de diffraction de Fraunhofer d'une fente rectangulaire de longueur  $a$  et de largeur  $b$  éclairée par une onde plane monochromatique de vecteur d'onde  $\vec{k}$ , observée dans le plan image d'une lentille de focale  $f$ .

5. À l'aide de la question précédente, estimer la largeur de la tâche d'Airy dans le cas d'un trou comme objet diffractant.

6. Énoncer et démontrer le théorème de Babinet.

## II. DIFFRACTION PAR UN ENSEMBLE DE STRUCTURES

On considère un ensemble de petites structures diffractantes, réparties dans un objet (de petite dimension devant la distance  $D$  entre l'objet et l'écran sur lequel on regarde).

On éclaire cet objet par une onde plane monochromatique ( $\lambda_0$ ), de direction quelconque, et on étudie la figure de diffraction obtenue sur l'écran, dans l'approximation de Fraunhofer.

## 1. Cas général

1.1. Expliciter de très générale le principe d'Huygens-Fresnel dans ce cas, pour obtenir l'amplitude diffractée en un point  $M(x, y, D)$  situé sur l'écran d'observation.

1.2. Montrer que l'on obtient la figure de diffraction d'un motif, modulée par une fonction caractéristique de la répartition de ces motifs.

## 2. Structures réparties de façon aléatoire

Que nous donne cette formule dans le cas de motifs répartis de façon aléatoire ?

## 3. Structures périodiques : réseau

On considère maintenant une répartition périodique de structures diffractantes : un réseau de  $N$  fentes de largeur  $e$ , réparties sur une longueur  $L = Na$  où  $a$  est la période de ce réseau.

La fonction de transparence de chaque fente est  $t_0(X)$  pour  $-e/2 < X < e/2$ . On étudie la figure de diffraction obtenue en transmission.

3.1. Déterminer les directions privilégiées dans lesquelles va se concentrer l'intensité.

3.2. Calculer l'intensité diffractée par l'ensemble du réseau dans une direction donnée, en fonction de l'intensité  $I_0$  en sortie d'une seule fente de transparence  $t_0$ .

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International" license.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>