

Diffraction et Réseaux A. Spiga, Interrogation MP*, Lycée Condorcet

Diffraction à l'infini (tiré d'un TD Université Pierre et Marie Curie)

Une onde plane, monochromatique de longueur d'onde λ arrive en incidence normale sur un écran opaque percé d'une fente de la largeur a . La longueur de la fente est suffisamment grande pour que la diffraction longitudinale soit négligeable.

- 1 Les ondes diffractées par le milieu de la fente sont prises comme références. Calculer le déphasage de l'onde diffractée dans la direction de vecteur unitaire $\vec{u}(\alpha, 0, \gamma)$. Calculer l'amplitude complexe élémentaire dA diffractée par la bande infinitésimale située entre x et $x + dx$ en fonction de celle de même épaisseur située au milieu de la fente. En déduire l'intensité I diffractée dans la direction \vec{u} .
- 2 Comment observer la figure de diffraction totale ? Quelle est alors la distribution de l'intensité lumineuse I ? Représenter graphiquement I pour $\lambda = 0.5\mu\text{m}$, $f = 600\text{mm}$ et $a = 0.2\text{mm}$.
- 3 On ajoute sur l'écran une deuxième fente identique à la première, à la distance d de celle-ci, telle que $d \gg a$. Déterminer la nouvelle intensité diffractée dans la direction $\vec{u}(\alpha, 0; \gamma)$ et interpréter le résultat obtenu.

Réseau "passoire" (tiré d'un TD MP*)

Un écran est percé de N^2 trous fins selon un réseau carré : les trous sont aux points $x_i = 2ia$ et $y_j = 2ja$ avec i et j entiers entre 0 et $N-1$. On place cet écran devant une source lumineuse.

- 1 Etablir l'expression de l'intensité I dans une direction donnée. Pour N très grand, représenter ce qu'on observe dans une lunette réglée sur l'infini et pointant vers le dispositif.
- 2 Expliquez pourquoi un calcul de diffraction est un calcul d'interférences. Le calcul ci-dessus est-il un calcul de diffraction ou d'interférences ? A l'aide du théorème de Babinet, trouver une application concrète au dispositif de cet exercice.

Apodisation (tiré d'un TD Université Pierre et Marie Curie)

L'apodisation est le nom donné à tout procédé optique qui permet d'atténuer partiellement l'amplitude d'une onde lumineuse sans en changer le front d'onde. On donne un exemple d'un tel procédé dans cet exercice.

La transparence d'une pupille plane est donnée par la formule suivante : $t(x) = \exp(-|x|/a)$.

- 1 Déterminer la largeur a_0 d'une fente de même longueur qui, éclairée par la même onde plane, laisserait passer le même flux lumineux.
- 2 Cette pupille est éclairée sous incidence normale par une onde plane de longueur λ_0 . Déterminer sa figure de diffraction à l'infini. Comparer avec la figure de diffraction d'une fente fine de largeur a_0 .
- 3 Reprendre les mêmes questions avec une pupille de transparence gaussienne : $t(x) = \exp(-x^2/a^2)$. On rappelle à ce sujet que l'intégrale sur l'ensemble des réels de la fonction $f(x) = \exp(-x^2/a^2) \exp(jux)$ est $a\sqrt{\pi} \exp(a^2 u^2)$.

Réseau en échellettes (tiré d'un TD Université Pierre et Marie Curie)

Un réseau constitué de N motifs crénelés (de largeur a) est gravé sur un métal parfaitement réfléchissant. Il est éclairé par une onde plane monochromatique de longueur d'onde λ , sous un angle d'incidence θ_0 .

- 1 Déterminer l'intensité diffractée à l'infini dans une direction θ .
- 2 Comment choisir l'angle d'incidence pour que l'intensité diffractée dans l'ordre p soit maximale ? Faire le calcul pour l'ordre 1.
- 3 Que se passe-t-il si le réseau est éclairé en lumière blanche ? Donner un autre exemple d'un tel phénomène.