

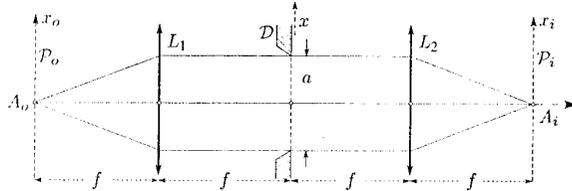
Optique physique

T.D N° 3

diffraction de Fraunhofer

★ Exercice 1 : Diffraction de Fraunhofer dans le montage 4f

Un système optique, composé de deux lentilles minces convergentes identiques L_1 et L_2 (focales images f), est éclairé par un faisceau de lumière monochromatique provenant d'un point source A_0 placé au foyer objet de L_1 . On place entre les deux lentilles, à mi-distance, un écran opaque D percé d'une fente rectangulaire de largeur a et de longueur $b \gg a$.

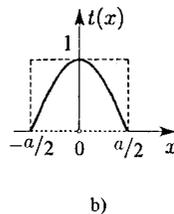
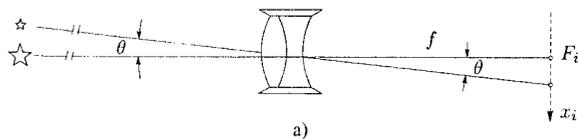


- Calculer et décrire le phénomène observé sur un écran situé dans le plan conjugué P_i du plan de front P_0 contenant A_0 . On donne $\lambda = 0,5 \mu m$, $a = 0,05 \text{ mm}$ et $f = 1 \text{ m}$
- Que se passe-t-il si on fait subir à la fente diffractante :
 - une translation suivant la direction x .
 - une rotation dans son propre plan,
 - une dilatation ?
- La fente étant placée comme l'indique la figure, que se passe-t-il lorsqu'on fait subir à la source A_0 un petit déplacement suivant l'axe des x_0 ?

★ Exercice 2 : Apodisation à l'aide d'un écran absorbant en $\cos(\pi x/a)$

À l'aide d'une lunette astronomique, on observe deux étoiles rapprochées dont l'une est bien plus brillante que l'autre. L'objectif de la lunette, de focale image f , est limité par une fente longue de largeur a (Fig. 2a).

- Décrire ce que l'on observe dans le plan focal de l'objectif.
- Quelle est, en fonction de $u = \frac{x_i}{\lambda f}$ et de la distance apparente θ des deux étoiles, la répartition de l'intensité observée (x_i désigne la coordonnée linéique dans le plan focal) ?
- Afin d'améliorer la visibilité de l'étoile la moins brillante, on interpose sur la fente une lame partiellement transparente dont la transmittance $t(x)$ est égale à $\cos(\pi x/a)$ pour $|x| \leq a/2$ (Fig. 2b). Déterminer la nouvelle distribution de l'intensité. La Comparer à celle relative à la fente rectangulaire. Quel est son intérêt ? Justifier le nom d'apodisation donné à cette technique.



★ Exercice 3 : Apodisation à l'aide d'un écran absorbant en $\cos^2(\pi x/a)$

Trouver la figure de diffraction de Fraunhofer donnée par un diaphragme dont la fonction transmittance $t(x)$ est :

$$t(x) = \cos^2(\pi x/a) \quad \text{pour } |x| < a/2$$

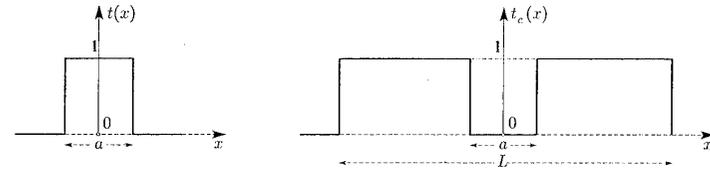
$$t(x) = 0 \quad \text{pour } |x| > a/2$$

★ Exercice 4 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par trois fentes

Quelle est la figure de diffraction donnée par trois fentes parallèles, de largeur a et distantes de d ? On représentera les répartitions de l'amplitude et de l'intensité dans le cas où $d = 3a$.

★ Exercice 5 : Théorème de Babinet (écrans complémentaires)

On désire comparer les figures de diffraction de Fraunhofer données par deux écrans Complémentaires que l'on éclaire de la même façon avec une onde monochromatique plane tombant normalement. Les fonctions caractéristiques des écrans, $t_1(x)$ et $t_c(x)$, réalisées à l'aide de fentes, sont représentées sur la figure ci-dessous. Elles ne dépendent que de la seule variable linéique x . Montrer que les figures de diffraction de Fraunhofer sont identiques en dehors du centre.



★ Exercice 6 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance triangulaire

Trouver la figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance triangulaire de support a .

★ Exercice 7 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance amortie exponentiellement :

Trouver la figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance amortie exponentiellement de la forme $\exp(-\frac{|x|}{a})$.

★ Exercice 8 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance gaussienne :

Trouver la figure de diffraction de Fraunhofer donnée par une transmittance gaussienne de la forme $\exp(-\frac{x^2}{2\sigma^2})$. Conclure.

★ Exercice 9 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par 4 trous aux sommets d'un carré :

Établir l'expression de la répartition de l'intensité de la figure de diffraction donnée par un diaphragme percé de 4 trous aux sommets d'un carré de côté a .

★ Exercice 10 : Figure de diffraction de Fraunhofer donnée par un diaphragme absorbant au centre :

Trouver l'expression de l'amplitude de l'onde diffractée dans l'approximation de Fraunhofer par un diaphragme de transmittance :

$$t(x) = \frac{1}{2} [1 - \cos(2\pi \frac{x}{a})]$$