Licence de Sciences physiques - Année 2008/2009
La transformée de Fourier

I- Transformée de Fourier en optique ondulatoire

On montre qu'à l'infini, l'éclairement est proportionnel au carré de la transformée de fourrier de la fonction pupille t(x,y) de l'objet diffractant :

F(U,V)=$K \iint_{-\infty}^{+\infty} t(x,y) exp\{-2\pi Ux - 2\pi Vy\}\, dxdy$ avec U=$\frac{sin\theta i}{\lambda}$ et U=$\frac{sin\theta d}{\lambda}$
θi *et* θd étant les angles d'incidence et de diffraction de l'onde.

II- Produit de convolution

Soit f(x) et g(x) deux fonctions de transformées de Fourier F(U) et G(V).

1°) Définition :

On appelle produit de convolution de f(x) par g(x) et l'on note : f(x)*g(x), la fonction h(x) définie par:

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(y) g(x-y) dy$$

2°) Propriétés principales :

$$h(x) = f(x)*g(x) = g(x) * f(x)$$
$$f(x)*(g_1(x)+ g_2(x))= f(x)*g_1(x)+ f(t)*g_1(x)$$
$$f(x)*(g_1(x) * g_2(x))= (f(x)*g_1(x)) * g_2(x))$$

3°) Transformée de Fourier et produit de convolution

$$TF(f(t)*g(t)) = F(\nu).G(\nu)$$
$$TF(f(t) .g(t)) = F(\nu)*G(\nu)$$

4°) Fonction de Dirac et produit de convolution

$$\delta(x)*f(x)=f(x)$$

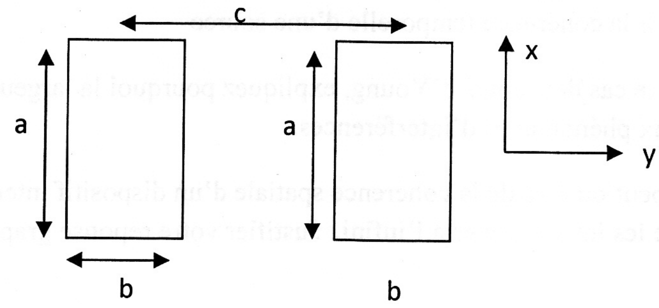
élément neutre du produit de convolution

$$f(x-a)= f(x) * \delta(x-a)$$

la convolution par δ(x-a) est une translation de a

B- Diaphragme rectangulaire double

On remplace la fente simple par un système de fentes doubles constitué de deux fentes rectangulaires parallèles, égales et distantes de c.



8°) Ecrire la fonction pupille t(x, y) de ce diaphragme

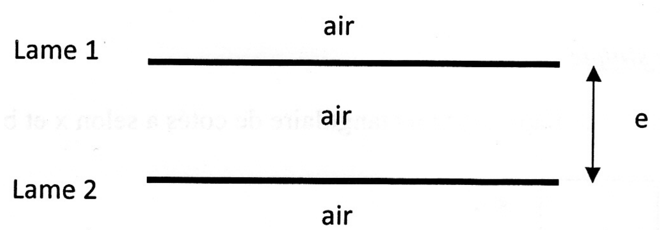
9°) Donner, en développant les étapes du calcul des transformées de Fourier, l'expression de l'éclairement en un point M (X, Y) de l'écran.

10°) Faire un schéma représentant les lieux d'intensité minimum et maximum.

11°) Comment doit on choisir le rapport c/b pour que 50 franges d'interférences soient contenues à l'intérieur de la tache centrale ?

II-Interférences par un système de lame d'air

On regarde sous incidence normale une lame d'air d'épaisseur e et constituée de deux lames minces de mica parallèles. On supposera que les faisceaux réfléchis par les lames 1 et 2, on même intensité.



12°) Ecrire la différence de marche entre un faisceau réfléchi par la lame 1 et un faisceau réfléchi par la lame 2.

On désire que la longueur d'onde λ= 632 nm (correspondant au rouge) ne soit pas réfléchie.

13°) Quelle doit être l'épaisseur minimale de la lame ?

14°) De quelle couleur la lame apparait-elle lorsqu'on l'observe par réflexion ?

Epreuve d'Optique Ondulatoire : durée 1h30mn

I Généralités

1°) Définir la cohérence temporelle d'une source

2°) Dans le cas des fentes d'Young, expliquez pourquoi la largeur de la source peut être un facteur néfaste aux phénomènes d'interférences.

3°) Que peut-on dire de la cohérence spatiale d'un dispositif interférentiel à lames parallèles quand on observe les interférences à l'infini. Justifier votre réponse graphiquement (aucun calcul n'est demandé)

4°) Indiquer dans les exemples ci-dessous si c'est le phénomène de réfraction ou d'interférence qui est à l'origine de la décomposition de la lumière :

a- Goutte d'eau
b- Bulle de savon
c- Cédérom (face inscrite)
d- Flaque d'huile
e- Prisme

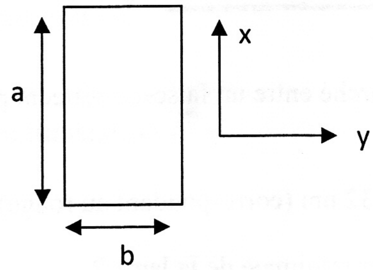
II Diffraction à l'infini

On désire étudier la figure de diffraction de différents diaphragmes. Pour cela on éclaire l'objet diffractant par une source ponctuelle supposée à l'infini et située sur l'axe optique du dispositif. On regarde la figure de diffraction à la distance focale d'une lentille L de focale 1m.

5°) Faire un schéma du dispositif et tracer les faisceaux qui interfèrent en un point M d'abscisse X de l'écran.

A- Diaphragme rectangulaire simple

On choisit comme objet diffractant un diaphragme rectangulaire de cotés a selon x et b selon y.



6°) En utilisant la transformée de Fourier, donner l'expression de l'éclairement en un point M (X, Y) de l'écran

7°) Faire un schéma représentant les lieux d'intensités minimum et maximum sur l'écran.