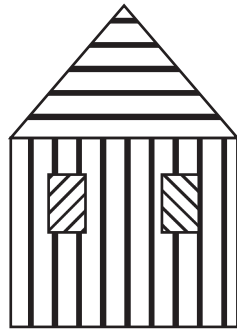


Ingénierie optique, série d'exercices 6, du 27 octobre 2025

Exercice 1



Monsieur Fourier a construit la maison ci-dessus. Déterminer l'image obtenue dans le plan de Fourier d'un système $4f$.

Dessiner les filtres nécessaires pour ne laisser passer dans l'image

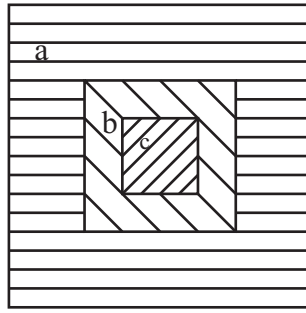
- a) que le toit,
- b) que la façade,
- c) que les deux fenêtres.

Quelle image obtient-on si on coupe l'ordre zéro et ne laisse passer que les ordres supérieurs ?



Les photographies imprimées dans les journaux anciens ont parfois une mauvaise qualité. Un défaut souvent rencontré est l'impression qu'une grille périodique, de période fixe et identique dans les directions horizontales et verticales, est superposée à l'image, comme illustré sur la figure (a) ci-dessus. Expliquer comment on pourrait utiliser l'optique de Fourier pour enlever ce défaut et obtenir une meilleure image, comme illustré sur la figure (b). Donner les détails du filtrage à effectuer.

Exercice 2



On considère la figure ci-dessus avec les trois zones a, b et c.

- a) Faire le dessin de l'image correspondante dans le plan de Fourier d'un système $4f$. Tenir compte des différentes fréquences spatiales dans votre dessin.
- b) Dessiner les filtres nécessaires dans le plan de Fourier pour ne laisser passer de l'image :
 - b1) que la zone a,
 - b2) que la zone c,
 - b3) que les zones a et b.
- c) La taille des différentes zones dans la figure ci-dessus a-t-elle une influence sur l'image correspondante dans le plan de Fourier ?

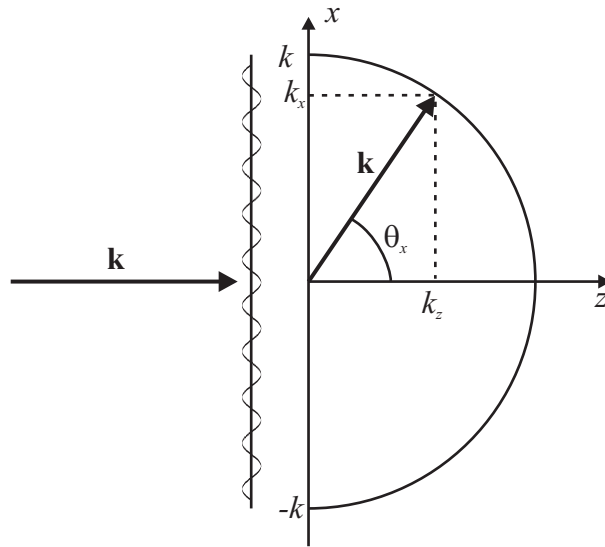
Exercice 3

Pour un ordre donné q , la déflexion de différentes couleurs transmises par un réseau de diffraction périodique de période Λ dépend de la longueur d'onde λ selon l'équation de Bragg,

$$\sin \theta_q = \sin \theta_i + q \frac{\lambda}{\Lambda}, \quad q = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

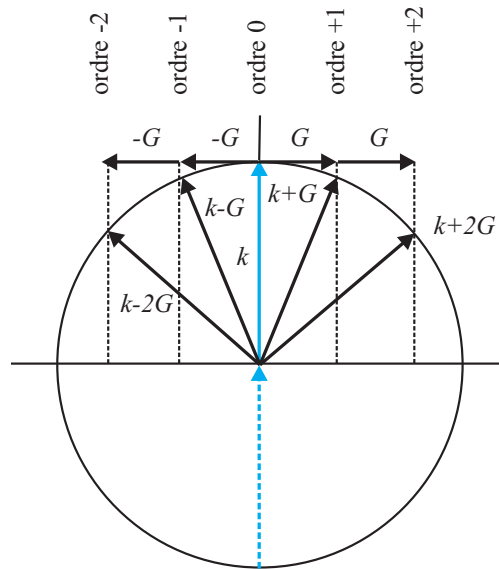
On considère une onde à incidence normale, $\theta_i = 0$. Calculer les angles de diffraction θ_q pour les longueurs d'ondes $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$ pour les ordres $q = 0, 1$ et 2 pour des réseaux de périodes $\Lambda_1 = 2 \mu\text{m}$ et $\Lambda_2 = 3 \mu\text{m}$. Quelles sont les conditions pour que ces deux longueurs d'ondes soient bien séparées dans l'espace ? On supposera la lumière incidente à incidence normale sur le réseau.

Exercice 4



On travaille dans le vide ($n = 1$) et on considère une onde de longueur d'onde λ arrivant à incidence normale sur une surface sinusoïdale de fréquence spatiale $\nu_x = 1.25 \cdot 10^{-3} \text{ nm}^{-1}$ comme indiqué sur la figure ci-dessus. Calculer l'angle θ_x que fait l'onde qui ressort de cette surface pour les longueurs d'onde suivantes : rouge ($\lambda = 630 \text{ nm}$), vert ($\lambda = 510 \text{ nm}$) et bleu ($\lambda = 475 \text{ nm}$).

Exercice 5



On peut comprendre l'équation des différents ordres de diffraction par un réseau périodique,

$$\theta_q = \theta_i + q \frac{\lambda}{\Lambda}, \quad q = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (2)$$

comme étant une construction géométrique dans laquelle on ajoute ou soustrait à la composante parallèle à la surface du vecteur d'onde incident des multiples du vecteur $G = 2\pi/\Lambda$ associé à la période Λ du réseau. Cette construction est illustré dans la figure ci-dessus dans le cas où l'onde incidente est normale au réseau.

On considère un réseau périodique avec une période $\Lambda = 800 \text{ nm}$. Une onde optique rouge de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$ est incidente perpendiculairement sur ce réseau.

a) Faire un dessin des vecteurs d'onde et déterminer les différents ordres de diffraction. A quel angle est diffracté le premier ordre ?

b) A quel angle sera diffracté le premier ordre si la longueur d'onde optique est maintenant dans le bleu, $\lambda = 450 \text{ nm}$?