

ONDE TRANSMISE PAR UN OBJET DIFFRACTANT PLAN-EXERCICES

1. Résolution de l'oeil :

L'œil est assimilable à une lentille (L) diaphragmé par une pupille circulaire de rayon $a = 1,5 \text{ mm}$, et dont la distance focale vaut $f' = 17 \text{ mm}$.

Il observe deux points lumineux séparés par une distance angulaire θ (longueur d'onde $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$). Estimer l'angle θ pour laquelle l'œil commence à séparer ces deux points.

2. Filtrage passe bas d'une mire sinusoïdale :

On éclaire une mire sinusoïdale en incidence normale comportant $8 \text{ traits}\cdot\text{mm}^{-1}$ à l'aide d'une onde plane de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$.

- Quelles sont les fréquences spatiales de la mire ?
- Dans quelles directions observe-t-on des ondes diffractées ?
- On souhaite réaliser une image réelle de la mire avec un grandissement de valeur absolue $+1$, en utilisant une lentille de focale $f' = 125 \text{ mm}$. Comment procéder ?
- On place dans le plan focal de la lentille une fente fine de largeur réglable. Quelle largeur doit-on lui donner pour réaliser un filtrage passe-bas ne laissant passer que la fréquence nulle ?
Qu'observera-t-on sur l'écran ?

3. Filtrage passe-haut d'une mire sinusoïdale :

On éclaire une mire sinusoïdale comportant $200 \text{ traits}\cdot\text{mm}^{-1}$ en incidence normale à l'aide d'une onde plane de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$. On utilise un montage $4f$ (voir cours).

- Faire un schéma du montage ; qu'observe-t-on dans le plan de Fourier ?
- On place un petit disque opaque de rayon R au foyer image de la lentille, de focale $f' = 125 \text{ mm}$. Donner la limite supérieure de R pour que l'éclairement ne soit pas uniformément nul dans le plan image.
- Dans cette hypothèse, et par analogie avec les trous d'Young, déterminer l'amplitude dans le plan image, puis l'éclairement. Quelles fréquences contient-il ?

4. Diffraction par un réseau plan (*) :

On considère un réseau plan supposé d'extension infinie, formé de fentes de largeur l espacées d'une distance a ; a est appelé pas du réseau.

On admet que le coefficient de transmission de ce réseau s'écrit :

$$t(x) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} t_n \cdot \exp(-j2\pi n u_0 x) \quad \text{avec} \quad t_n = \frac{1}{a} \frac{\sin(\pi n l u_0)}{\pi n u_0}$$

- Exprimer la fréquence spatiale u_0 de ce réseau en fonction des données.
- Quelle est la valeur moyenne du coefficient de transmission ?
- Calculer les amplitudes du fondamental et des trois premiers harmoniques de $t(x)$.
- A partir d'une source ponctuelle monochromatique de longueur d'onde λ , le réseau est éclairé en incidence normale par une onde plane ; on place un écran pour y observer le spectre de Fourier. Faire un schéma d'un montage possible, utilisant deux lentilles identiques de focale f' .
- Représenter l'allure de la figure observée sur l'écran, et calculer la distance entre le centre de la figure et la première tache latérale.
Données : $a = 2,0 \mu\text{m}$; $l = 0,5 \mu\text{m}$; $f' = 200 \text{ mm}$; $\lambda = 532 \text{ nm}$.
- Exprimer sans calcul l'onde plane diffractée dans la direction correspondant à la première tache latérale.
- En réalité, le réseau a une largeur finie L . Quelle est l'influence de L sur le spectre de Fourier observé à l'écran ?

