

Ce que dit le jury...

La différence entre diffraction de *Fraunhofer* et diffraction de *Fresnel* doit être connue, et l'on doit s'assurer que les conditions de Fraunhofer (tant sur l'onde incidente que sur le plan d'observation) sont remplies. Les phénomènes de diffraction peuvent s'observer avec d'autres sources lumineuses que des lasers, dont le speckle peut parfois nuire à la précision des mesures. A propos des *réseaux* : attention aux protocoles de réglages : *alignements* (bancs d'optique conseillés), orientation, hauteur, conditions de Fraunhofer. Attention aux conditions de validité des relations employées : l'angle d'incidence n'est pas toujours nul (par exemple dans la relation de Bragg) : on peut avoir intérêt ou pas, à se placer à un minimum de déviation. Les figures sont de bien meilleure qualité quand les appareils sont convenablement alignés. Il ne suffit pas de présenter des expériences du niveau de la classe de seconde. Dans les expériences de filtrage spatial de type passe-haut, l'utilisation d'*objets de phase* serait certainement plus pertinente que celle d'une plume. La diffraction est certes un phénomène gênant, mais pas uniquement : le principe de fonctionnement d'instruments comme les *réseaux* optiques repose sur son existence. L'optique diffractive prend de plus en plus d'*importance industrielle*. Le *filtrage* en éclairage incohérent a aussi des applications. La *strioscopie* est rarement montrée dans de bonnes conditions, la conduite de cette expérience exige une certaine maîtrise théorique du sujet.

Bibliographie

Duffait, Expériences d'optique : Pour Fresnel par un trou, Abbe, Strioscopie.
Sextant, Optique expérimentale : Pour de Fresnel à Fraunhofer, limite de résolution.
Houard, Optique : Pour les fils.

Introduction

Limites de l'optique géométrique.

Expérience

Fermer une fente éclairée par un faisceau laser.

pas de référence

1 - De Fresnel à Fraunhofer

1.1 - Nombre de Fresnel

Expérience

Faire la diffraction par un trou. Observer qu'on a deux limites distinctes selon que la figure de diffraction est dans ou hors de l'image géométrique. Dans ces deux conditions, estimer le nombre de Fresnel pour introduire les deux types de diffraction. Banc d'optique.

référence partielle

1.2 - Ouverture circulaire

Expérience

Diffraction d'un laser par un trou. Vérifier la loi des rayons. Si on enlève la dernière lentille. Placer l'écran très loin pour dire qu'on observe le plan focal.

2 - Diffraction de Fraunhofer

2.1 - Propriétés

Expérience

Revenir sur les conditions de l'approximation et justifier le montage. Faire la diffraction par une fente et montrer les propriétés de la figure de diffraction : invariance par translation, rotation en bloc, homothétie, complémentarité.

pas de référence

2.2 - Mesure du diamètre d'un fil

Expérience

Mesurer pour plusieurs fils l'écart des N tâches centrales. Vérifier la linéarité. Pour un fil inconnu, idéalement un cheveu, utiliser la courbe d'étalonnage ainsi établie pour déduire sa taille.

3 - Filtrage

3.1 - Strioscopie

Expérience

Trace de doigts sur plaque de microscope super propre. Utiliser diapositive avec la tête d'épingle.

3.2 - Expérience d'Abbe

Expérience

Montage $4f$ avec fente dans le plan de Fourier (on peut le montrer avec laser si besoin, et lame semi-réfléchissante). Faire le reste de l'expérience en lumière blanche.

4 - Application : Réseau et spectroscopie

Expérience

Montrer simplement la décomposition de la lumière par un réseau, éclairé bien comme il faut surtout. *pas de référence*

5 - Limite de résolution

Expérience

Retour sur les bifentes. On ajoute en amont une fente diffractante. On diminue jusqu'à brouillage. Enlever la fente et pointer avec un laser l'image d'une des fentes. *référence partielle*

Mettre la fente avec le même écartement en sortie du laser et mesurer d'écartement de la fente grâce à la figure de sinus cardinal où les zéro sont à $\theta = \lambda/d$, et theta par simple trigonométrie avec les bifentes.

Vérifier cette formule avec trois bifentes et deux longueurs d'onde. Comparer cette limite avec la valeur théorique pour l'oeil.

Conclusion

La diffraction n'est pas toujours gênante, elle est utilisée en spectroscopie avec les réseaux, le filtrage, et l'analyse interne de la matière, par exemple la découverte de la structure en double hélice de l'ADN.

Avis

Vive la diffraction !

Remarques

Lentille de projection = convergente de courte focale avec écran placé loin. On forme l'image sur l'écran environ du plan focal objet de la lentille. Déplacer la lentille de projection en gardant l'écran fixe permet d'observer sur l'écran différents plans objets. Il faut des expériences visibles. Attention aux lasers. Le faisceau laser n'est onde plane que proche de la sortie. Il y a dans le nombre de Fresnel une contribution source et une contribution image. Si N objets, on peut parler du facteur de forme et du facteur de structure. Facteur de structure : interférence des ondes diffusées par les atomes de la maille. Facteur de forme : interférence des ondes diffractées par les différentes mailles. Estimer en direct un ordre de grandeur du nombre de Fresnel dans chacune des configurations extrêmes. Il faut être capable de poser la lentille à peu près au bon endroit. Une fois les mesures de préparation prises, il ne faut plus toucher à la diffraction de Fresnel qui est très sensible aux distances laser-source et source-écran. Un choix discutable est de pas ou peu présenter de diffraction par un objet périodique type réseau. Dans le cas des réseaux, le terme de diffraction d'une seule fente est modulé par le terme d'interférence à N fentes, d'autant plus fin que N est grand (imbrication de deux sinus cardinal).