

1002649 Miroirs de Fresnel sur tige

Instructions d'utilisation

11/15 MH



- 1 Verre acrylique de protection
- 2 Manche, 10 mm de diamètre, acier inox
- 3 Coulisseau optique (non fourni)
- 4 Boîtier en aluminium anodisé noir
- 5 Vis moletée pour régler le miroir
- 6 Miroir de surface en verre acrylique noir

Fig. 1 Composants

1. Consignes de sécurité

- En cas d'emploi d'un laser, respecter rigoureusement les consignes de sécurité indiquées. Par ex. ne jamais regarder dans le rayon !
- Aucun observateur ne doit être ébloui pendant l'expérience.

2. Description

Le miroir de Fresnel permet de réaliser des expériences sur l'interférence de la lumière cohérente monochromatique, deux sources lumineuses virtuelles – qui interfèrent alors – étant générées par les deux miroirs à partir d'une seule source. L'idée de Fresnel de faire interférer des ondes lumineuses par deux miroirs est illustrée par la figure 2. La lumière émise par une source lumineuse ponctuelle P (rayon laser parallèle à l'axe optique) est réfléchi par deux miroirs de telle sorte que les deux faisceaux partiels se superposent et interfèrent. Pour permettre une éva-

luation mathématiquement simple et physiquement claire de l'expérience, il suffit de déterminer l'écart entre les deux sources de lumière ponctuelles P_1 et P_2 et de calculer le modèle d'interférence comme superposition d'ondes circulaires résultant de P_1 et P_2 .

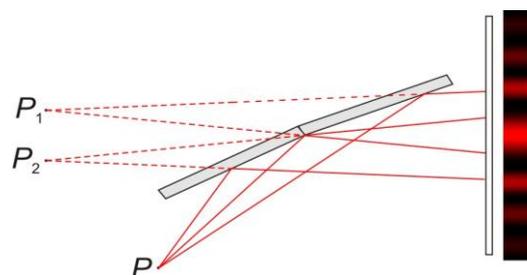


Fig. 2 Principe des miroirs de Fresnel

Le miroir de Fresnel est constitué de deux miroirs partiels en verre acrylique de 29 mm x 45 mm. Les expériences requerrant une incidence rasante, la réflexion est totale et le verre acrylique agit comme un miroir de surface. L'un des deux miroirs est fixé au boîtier, tandis que l'autre peut être incliné dans un angle d'env. $-0,5^\circ$ à $+2^\circ$. Devant les miroirs

se trouve un verre acrylique de protection qu'il n'est pas nécessaire de retirer pour effectuer les expériences. Cette protection évite de toucher les miroirs par mégarde. La barre de support présente un diamètre de 10 mm et sa longueur permet d'obtenir une hauteur standard de 150 mm pour le centre du miroir.

3. Manipulation et entretien

- Incliné d'env. 1 à 2° par rapport au faisceau lumineux, le miroir de Fresnel est exploité avec une incidence rasante. La source lumineuse étant ajustée de telle sorte que les deux miroirs sont éclairés avec environ la même intensité, on peut régler l'inclinaison des deux faisceaux réfléchis en tournant la vis moletée (5).
- Entretien : fondamentalement, le miroir de Fresnel ne nécessite aucun entretien. Pour le nettoyer, on peut l'essuyer avec de l'eau et un produit de rinçage. Dans la mesure du possible, les miroirs ne seront libérés de la poussière qu'avec un pinceau et à sec. Le cas échéant, ils pourront être nettoyés avec une solution de rinçage et un chiffon doux.
- Rangement : ranger les miroirs à l'abri de la poussière, éventuellement dans un sac en plastique.

4. Réalisation et évaluation des expériences

Nous allons décrire une expérience « classique », évaluée à l'aide d'un exemple.

4.1 Montage d'expérience classique

4.1.1 Montage de l'expérience

Les appareils suivants sont nécessaires:

1 Laser Hélium-Néon	1003165
1 Objectif achromatique 10x/ 0,25	1005408
1 Miroirs de Fresnel sur tige	1002649
1 Banc d'optique D, 50 cm	1002630
3 Cavalier optique D, 90/50	1002635
1 Lentille convergente $f = +200$ mm	1003025
1 Ecran de projection	1000608
1 Socle de serrage, 1 kg	1002834
1 Décamètre à ruban de poche, 2 m	1002603

Le montage de l'expérience est illustré dans la figure 3. Tout d'abord, monter et orienter le laser et la lentille de divergence de telle sorte que le faisceau lumineux élargi par la lentille soit à peu près parallèle au banc optique. La

marche du rayon peut être rendue visible avec une feuille de papier. Ne pas regarder directement dans le faisceau ! Puis, monter le miroir de Fresnel incliné d'env. 1 à 2° dans la direction du laser.



Fig. 3 Montage « Expérience d'interférence classique »

En tournant la vis moletée (5) on devrait obtenir maintenant sur l'écran distant de 2 - 3 m une image correspondant en gros à celle représentée par la figure 4. A gauche du modèle d'interférence se trouve une zone claire provenant de la lumière passant à côté des miroirs. Selon la qualité et la propreté du laser et de la lentille, d'autres franges d'interférences et anneaux peuvent encore être visibles, en plus du modèle d'interférence à proprement parler. Pour obtenir une délimitation des franges émanant des miroirs, il suffit tout simplement d'ajuster la vis moletée (5). Seules les franges dont la largeur est modifiée sont de « vraies » franges d'interférence. On doit pouvoir régler leur écart entre env. 1 et 4 mm.

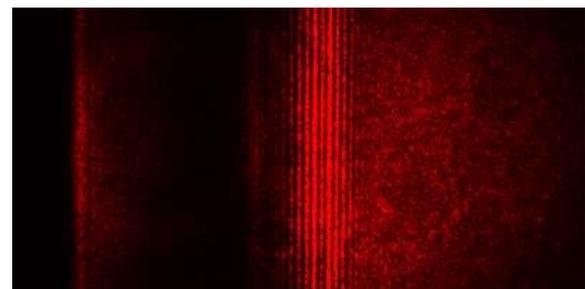


Fig. 4 Image d'interférence projetée sur l'écran d'observation. Sur le bord gauche se trouve encore une frange claire provenant de la lumière passant à côté des miroirs.

4.1.2 Réalisation de l'expérience

- Pendant l'expérience, on détermine d'abord l'écart D entre les franges d'interférence. Si, par exemple, l'écart entre 7 maxima est de 24 ± 1 mm, alors $D = 3,43$ mm.
- Puis, l'on monte la lentille de 200 mm et, le cas échéant, on la décalera pour obtenir à l'écran deux taches lumineuses distinctes

distantes d'environ 3 - 15 mm (la lumière passant à côté du miroir génère une troisième tache dans un écart supérieur à gauche). Pour la mesure, il peut s'avérer avantageux que les taches lumineuses soient un peu plus grandes que la taille maximale avec une lentille focalisée. Dans cet exemple, l'écart A des taches lumineuses, déterminé avec un pied à coulisse, s'élève à 6,8 mm.

- La dernière grandeur nécessaire à l'évaluation est la distance b entre la lentille de 200 et l'écran d'observation ($b = 2700$ mm).

4.1.3 Evaluation de l'expérience

Comme nous l'avons déjà expliqué à l'aide de la figure 2, l'image de l'interférence peut être interprétée comme une superposition de la lumière provenant de deux sources de lumière ponctuelle P_1 et P_2 . Pour obtenir à l'écran un maxima d'intensité, la différence d entre deux rayons émanant de P_1 et P_2 doit très précisément correspondre à la longueur d'onde λ ou à un multiple entier de λ :

$$\frac{d}{a} = \sin \varphi \quad (1)$$

et

$$\frac{D}{L} = \tan \varphi \quad (2)$$

Si les angles φ sont suffisamment petit,

$\sin \varphi \approx \tan \varphi$. Par ailleurs, il faut que $d = \lambda$ (premier maxima). Il résulte des équations 1 et 2:

$$\lambda = a \cdot \frac{D}{L} \quad (3)$$

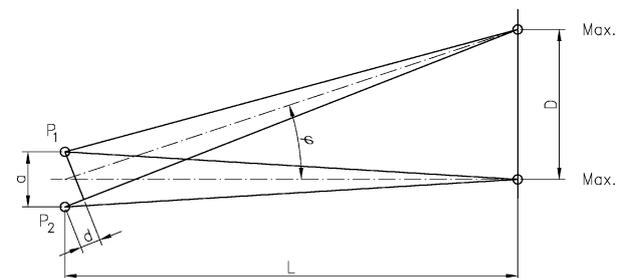


Fig. 5 Formation de maxima d'intensité, si $d = n \lambda$ (n est entier).

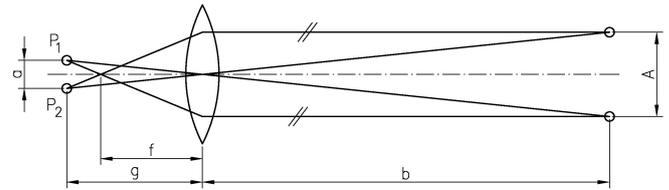


Fig. 6 Détermination de l'écart a des sources de lumière ponctuelle en utilisant une lentille (par ex. $f = 200$ mm). Mesure des écarts A et b .

- La détermination de l'écart a des sources de lumière ponctuelle virtuelle est illustrée dans la figure 6. D'après la loi de Thalès, on obtient directement les deux équations suivantes

$$\frac{a}{A} = \frac{g}{b} \quad (4)$$

et

$$\frac{a}{A} = \frac{g-f}{f} \quad (5)$$

- En égalisant les deux équations pour éliminer a/A et résoudre g , on obtient

$$g = \frac{bf}{b-f} \quad (6)$$

- Si on l'utilise dans l'équation 4, a peut être déterminé et utilisé dans l'équation 3. La longueur manquante L dans l'équation 3 résulte d'après la figure 6 de la somme des deux écarts g et b . On obtient finalement l'équation 3:

$$\lambda = \frac{ADF}{b^2}$$

- Pour notre exemple $\lambda = 640$ nm, ce qui correspond très bien à l'indication du constructeur pour le laser utilisé (632,8 nm).