

## Kit d'optique ondulatoire avec laser 1003053

### Instructions d'utilisation

06/18 Alf



#### 1. Consignes de sécurité

Le laser émet un rayon visible d'une longueur d'onde de 635 nm avec une puissance de sortie max. inférieure à 1 mW et correspond ainsi aux dispositions sur la classe 2 de la norme DIN EN 60825-1 « Sécurité des appareils à laser ». En d'autres termes, l'œil humain est protégé normalement par des réflexions de détournement, y compris par le réflexe de fermeture des paupières.

- Ne regardez pas dans le rayon laser direct ou réfléchi.
- Seules des personnes autorisées et instruites ont le droit de manipuler le laser.
- Toutes les personnes observant et participant à l'expérience doivent être informées sur les risques émanant du rayon laser et sur les mesures de protection nécessaires.
- N'effectuez les expériences qu'avec la plus petite puissance de rayonnement requise.
- Ajustez le rayon de manière à ce qu'il ne passe pas à hauteur des yeux.
- Limitez la zone du laser en la blindant autant que nécessaire, évitez des réflexions involontaires.

- Les salles où sont réalisées des expériences avec le laser doivent être identifiées à l'aide de pancartes adéquates.
- En Allemagne, observez les prescriptions de prévoyance des accidents BGV B2 « Rayonnement laser » et, le cas échéant, les ordonnances des Ministres de la Culture ; dans les autres pays, respectez les prescriptions en vigueur.

En cas d'utilisation conforme, l'exploitation sûre du laser est garantie. En revanche, la sécurité n'est pas garantie si le laser n'est pas manipulé dans les règles ou avec inattention. S'il s'avère qu'une exploitation peu sûre n'est plus possible (par ex. en présence de dommages apparents), mettez le laser immédiatement hors service.

- Avant sa mise en service, vérifiez si le boîtier présente quelque endommagement. En cas de dysfonctionnements ou de vices apparents, mettez immédiatement le laser hors service et protégez-le contre tout service involontaire.
- N'ouvrez en aucun cas le boîtier.

## 2. Description

Ce kit permet de mettre en évidence des phénomènes fondamentaux d'optique ondulatoire au cours travaux pratiques.

### Thèmes des expériences :

Diffraction et interférence sur une plaque en verre, sténopé, diaphragme carré, réseau de diffraction à traits, réseau de diffraction à croix

Interféromètre de Michelson

Reconstitution d'un hologramme

Etude de lumière à polarisation linéaire

Absorption de lumière

Un laser à diode en partie polarisé, avec support réglable, sert de source lumineuse. L'alimentation électrique est assurée par un bloc secteur (fourni) ou par des piles. Les composants sont aimantés et peuvent être assemblés sur le tableau métallique (article fourni) dans le sens vertical ou horizontal pour réaliser différentes configurations. Toutes les pièces sont rangées dans un coffret revêtu de mousse épousant la forme des composants.

## 3. Matériel fourni

- 1 laser à diode avec support réglable
- 1 alimentation enfichable
- 1 compartiment à pile (sans pile)
- 2 miroirs avec support réglable
- 1 miroir semi-transparent
- 1 écran blanc
- 1 écran en verre mat
- 1 lentille convexe
- 1 filtre de polarisation
- 1 support pour lentille et filtre
- 3 écrans colorés dans un cadre de diapositive (rouge, vert, bleu)
- 2 sténopés dans un cadre de diapositive
- 2 diaphragmes carrés dans un cadre de diapositive
- 3 réseaux de diffraction à traits dans un cadre de diapositive
- 1 réseau de diffraction à croix dans un cadre de diapositive
- 1 plaque en verre dans un cadre de diapositive
- 1 support dans un cadre de diapositive
- 1 hologramme
- 1 tableau métallique à support amovible
- 4 pieds en caoutchouc pour le tableau métallique
- 1 coffret de rangement
- 1 mode d'emploi

## 4. Caractéristiques techniques

- Laser à diode : classe de protection de laser II, max. 1 mW
- Longueur d'onde : 635 nm
- Alimentation enfichable : primaire 100 - 240 V CA second. 3 V CC, 300 mA
- Compartiment à piles : pour 2 piles AA 1,5 V (piles non fournies)
- Tableau métallique : 600 mm x 450 mm

## 5. Exemples d'expériences

### 5.1 Interférence

#### 5.1.1 Interférence sur une plaque mince en verre

- Placez le laser (sans lentille) dans l'autre angle du tableau métallique afin que le rayon chemine parallèlement au côté long de ce tableau (voir Fig. 1).
- Placez le support avec la plaque en verre dans l'autre angle afin que le rayon y soit visible. Ajustez éventuellement la hauteur au moyen de la vis de réglage du support laser.
- Placez l'écran en verre mat dans l'angle diagonalement opposé.
- Tournez la plaque en verre jusqu'à ce que le rayon tombe au milieu de l'écran.
- Placez la lentille directement devant le laser afin d'élargir le rayon.

Le diamètre du rayon ne devrait pas dépasser celui de la plaque en verre.

- Observez les structures d'interférence à l'écran. Variez éventuellement la position du rayon jusqu'à l'obtention d'un résultat optimal.

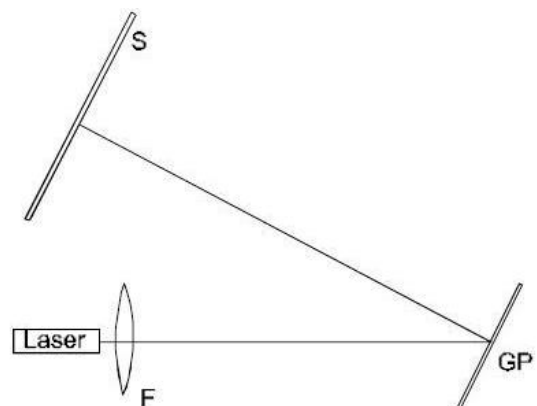


Fig.1 Appareillage expérimental (F = lentille, GP = plaque en verre, S = écran en verre mat)

### 5.1.2 Interféromètre de Michelson

- Placez le laser approximativement au milieu du côté longitudinal du tableau (Fig. 2), puis alignez le rayon laser parallèlement à la plaque de montage (voir remarques).
- Positionnez le miroir M2 sur la face opposée du tableau afin que le côté présentant la vis de réglage ne s'oriente pas vers le laser. En utilisant les vis du support miroir et du laser, réglez le rayon laser afin que ce dernier revienne au laser.
- Placez le miroir semi-transparent entre le laser et le miroir M2 (voir Fig. 2). L'angle compris entre le miroir semi-transparent et l'axe du rayon laser devrait se rapprocher aussi exactement que possible d'une valeur de 45 degrés.
- Montez l'écran en verre mat, conformément à la Fig. 2. Veillez à ce que le rayon laser tombe au milieu de cet écran.
- Montez le miroir M1 en face de l'écran en verre mat.
- En déplaçant le miroir M1 et en utilisant la vis de réglage située sur le support du miroir, faites coïncider le rayon laser à l'écran et à la même hauteur que la source laser (voir remarques).
- Placez la lentille entre le miroir semi-transparent et le laser. Des structures d'interférence typiques se forment alors.

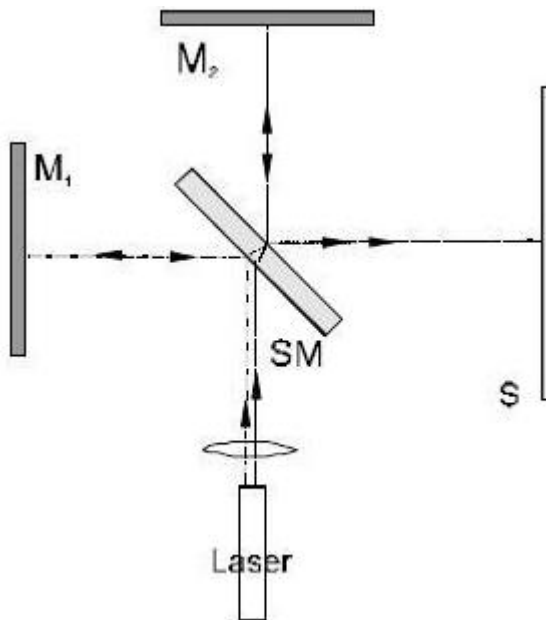


Fig. 2 Appareillage expérimental : interféromètre de Michelson (M1, M2 = miroir, SM = miroir semi-transparent, S = écran en verre mat)

#### Remarques :

Avant l'essai expérimental, veillez à nettoyer soigneusement la lentille afin d'éviter toute for-

mation d'interférences intempestives venant de particules de poussière présentes sur la lentille. Ces interférences sont visibles sous forme de nombreux anneaux concentriques. Il est possible d'avoir des interférences de rayons provenant des miroirs M1 ou M2. Les miroirs seront simplement masqués l'un après l'autre afin de pouvoir reconnaître ces interférences.

Lors d'un montage conforme à la Fig. 2, il est important que les ondes sphériques se superposant ne forment qu'un petit angle. Les structures d'interférence sont alors visibles sur la surface I (voir Fig. 3a). Si cet angle est trop grand (Fig. 3b), il n'est pas possible d'observer les interférences. C'est pourquoi il est important d'aligner le rayon laser afin qu'il chemine parallèlement à la plaque de montage et qu'il continue à cheminer parallèlement après sa réflexion sur les miroirs M1 et M2.

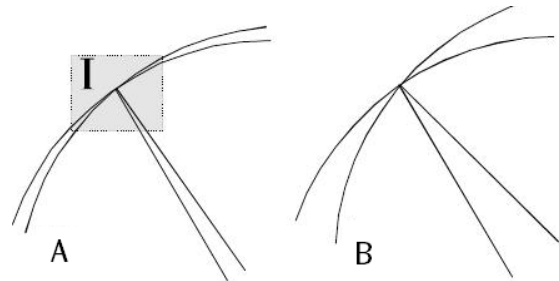


Fig. 3 Interférences de deux ondes sphériques

Après avoir placé et aligné les miroirs, deux points de projection sont visibles à l'écran. En alignant les miroirs, vous devrez faire coïncider ces points à la même hauteur que la source laser et les amener en superposition à l'écran. Ce qui garantira que les axes du rayon cheminent parallèlement à la surface de base et se rencontrent à l'écran. Il est préférable de procéder à cet alignement sans lentille.

Nous vous recommandons de placer le laser tout près du miroir semi-transparent lorsque vous alignez les miroirs. Les images sur les miroirs devraient avoir la même taille et la même position. Une fois que les structures d'interférence sont visibles à l'écran, le laser peut être librement déplacé sans que cela n'influence d'aucune manière les interférences.

L'interféromètre de Michelson étant particulièrement sensible, il est important d'installer le tableau métallique sur un support stable et exempt de vibrations.

Au cas où aucune structure d'interférence n'est visible à l'écran, il faudra retirer la lentille et vérifier si les rayons laser cheminent parallèlement à la surface de base et se rencontrent au même point de l'écran. Si c'est le cas et qu'aucune structure d'interférence ne soit encore visible, nous vous recommandons de déplacer l'un des miroirs de l'axe optique d'environ 1 mm vers l'avant ou vers l'arrière.

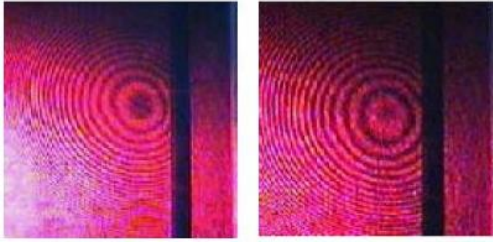


Fig. 4 Structures d'interférence de deux ondes sphériques lorsque les axes des rayons se superposent ou forment un petit angle

## 5.2 Diffraction

### 5.2.1 Diffraction sur un diaphragme rond et sur un diaphragme carré

- Fixez le diaphragme carré ou le diaphragme rond sur son support et placez-le entre le laser et l'écran. La distance entre le diaphragme et l'écran devrait être au moins égale à 50 cm.
- Observation des structures de diffraction de différents diaphragmes.

Pour les diaphragmes ronds, l'équation des valeurs maximales de diffraction est égale à :

$$\sin\varphi = k \frac{\lambda}{D}$$

avec les valeurs suivantes :  $\varphi$  = angle de diffraction,  $k$  = ordre de diffraction (0, 1, 2, ...),  $\lambda$  = longueur d'onde de la lumière,  $D$  = diamètre de l'ouverture.

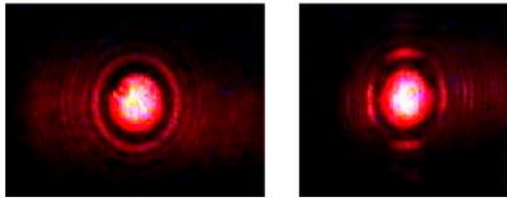


Fig. 5 Structures de diffraction d'un diaphragme rond et d'un diaphragme carré

### 5.2.2 Diffraction sur un réseau de diffraction

- Positionnez le laser et l'écran en verre mat l'un en face de l'autre à la plus grande distance possible du tableau métallique (voir Fig. 6).
- Interposez-y le réseau de diffraction. La distance à l'écran devrait être au moins égale à 50 cm.
- Observation des structures de diffraction (voir Fig. 7).

L'équation s'appliquant aux valeurs maximales de diffraction est :

$$\sin\varphi = m \frac{\lambda}{d}$$

avec les valeurs suivantes :  $\varphi$  = angle de diffraction,  $m$  = ordre de diffraction (0, 1, 2, ...),  $\lambda$  = longueur d'onde de la lumière,  $d$  = constante réticulaire.

- Observation des structures de diffraction de différents réseaux de diffraction (G1, G2, G3, G4).

- Placez deux différents réseaux de diffraction l'un après l'autre.
- Observation des structures de diffraction.

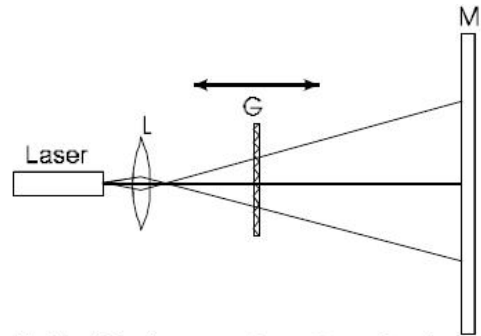


Fig. 6 Appareillage expérimental permettant de déterminer la diffraction [G = objet de diffraction (diaphragme, réseau de diffraction), M = écran en verre mat, L = lentille]



Fig. 7 Structures de diffraction d'un réseau de diffraction

### 5.3 Reconstruction d'un hologramme

- Montez l'appareillage expérimental sur le tableau métallique, conformément à la Fig. 8. L'hologramme devra être placé aussi loin que possible du laser avec le repère rouge et s'orienter du côté du laser.

Plus la surface éclairée de l'hologramme est grande, plus l'image reconstruite est distincte.

- Examinez l'hologramme sous un angle d'environ 30 degrés. Le cas échéant, tournez et retournez lentement l'hologramme jusqu'à ce que l'image soit visible.
- Si l'image n'est pas trouvée, tournez l'hologramme de 180 degrés ou tournez la tête (une observation sous un angle de 30 degrés peut se faire à partir de deux positions différentes).

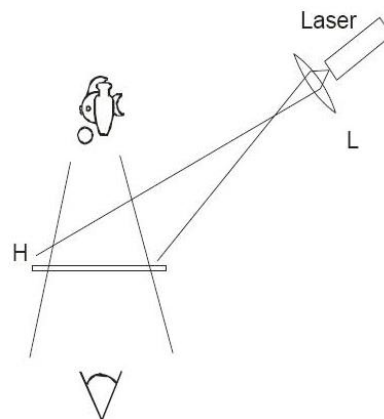


Fig. 8 Appareillage expérimental permettant la reconstruction d'un hologramme (L = lentille, H = hologramme)

#### 5.4 Examen de lumière à polarisation linéaire

- Montez l'appareillage expérimental, conformément à la Fig. 9.
- Tournez le filtre de polarisation autour de l'axe optique.
- Observez la modification de l'intensité du point de projection à l'écran.

#### Attention

En raison de l'effacement par le filtre de polarisation, aucune lumière n'est visible à l'écran. Ce qui ne signifie toutefois pas que les yeux soient protégés du rayon laser. Un contact direct avec le rayon laser peut entraîner des dommages oculaires permanents.

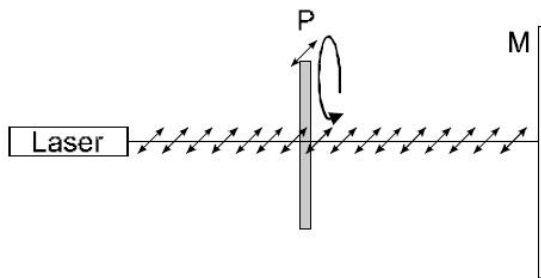


Fig. 9 Examen de la lumière à polarisation linéaire (P = filtre de polarisation, M = écran en verre mat)

#### 5.5 Absorption de la lumière

- Montez l'appareillage expérimental, conformément à la Fig. 10.
- Observez la modification de l'intensité du point de projection à l'écran, obtenue par le placement de différents écrans colorés.

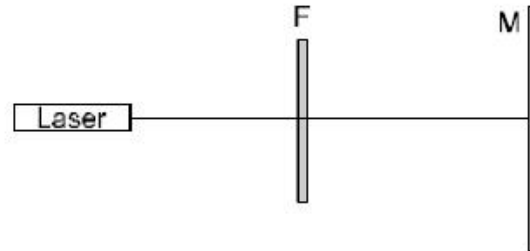


Fig. 10 Démonstration de l'absorption de la lumière au moyen d'écrans colorés (F = écran coloré, M = écran en verre mat)

