

Optique

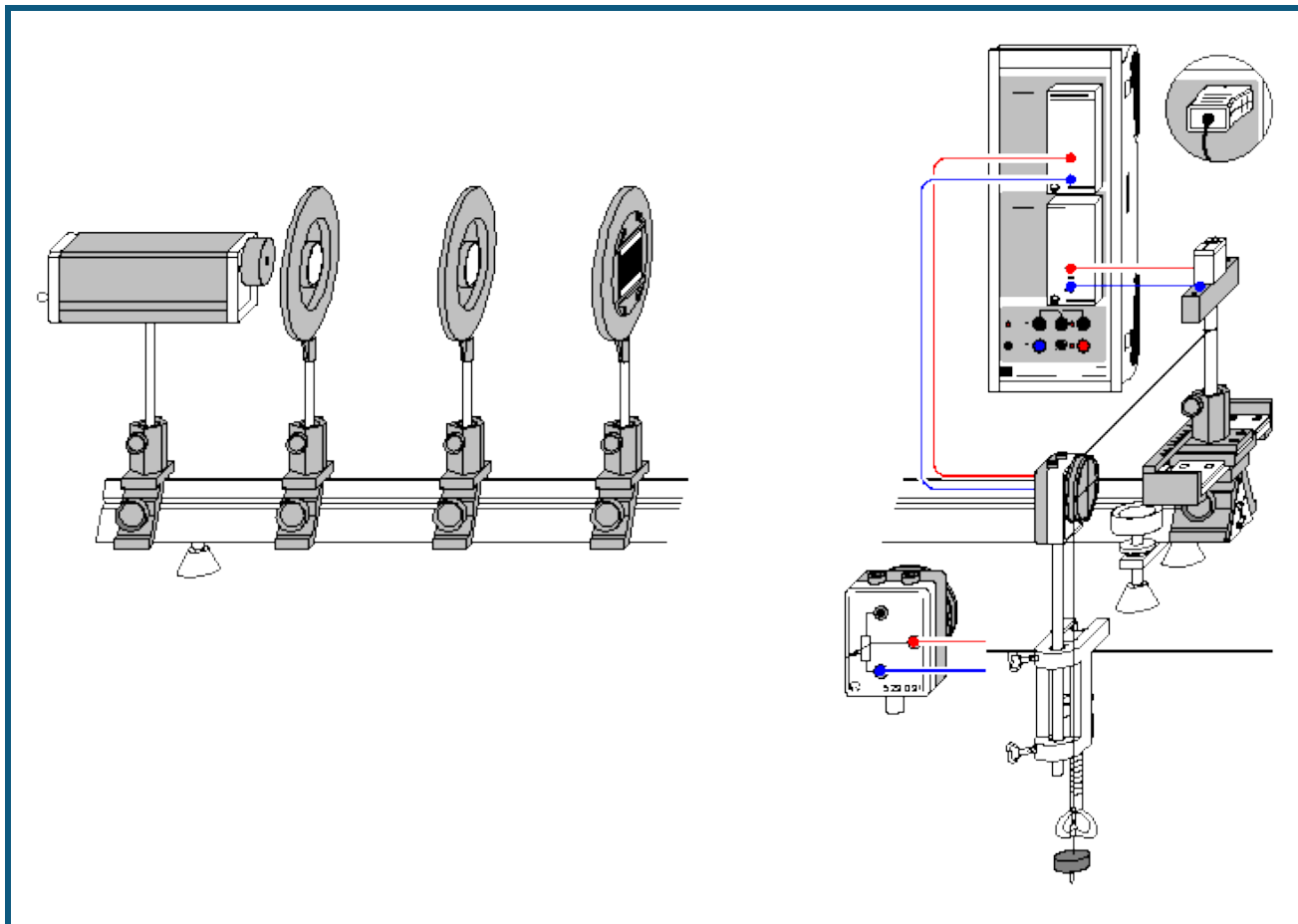
Optique ondulatoire
Diffraction


Diffraction par une fente
double et par des fentes
multiples - tracé et
évaluation avec CASSY

Description tirée de CASSY Lab 2

Pour charger des exemples et des
paramétrages, merci de bien vouloir
utiliser l'aide de CASSY Lab 2.

Diffraction par fentes multiples



 Convient aussi pour [Pocket-CASSY](#)

Prudence lors de l'expérimentation avec le laser He-Ne

Le laser He-Ne satisfait aux " exigences de sécurité pour le laser utilisé en enseignement, en apprentissage et en formation ; DIN 58126 partie 6 " pour les lasers de classe 2. Une expérimentation avec le laser He-Ne est sans danger si l'on respecte scrupuleusement les consignes stipulées dans le mode d'emploi.

Ne pas fixer le rayon laser direct ou réfléchi.

Eviter tout dépassement de la limite d'éblouissement (c'est-à-dire qu'aucun observateur ne doit se sentir ébloui).

Description de l'expérience

Les phénomènes de diffraction se produisent généralement lorsque la propagation libre de la lumière est modifiée par la présence d'obstacles, comme un diaphragme à trou ou une fente. La déviation de la propagation de la lumière en ligne droite observée est appelée diffraction.

On mesure la tension d'un élément photoélectrique en fonction de l'angle de diffraction. On peut observer qu'au fur et à mesure que la largeur de la fente diminue, la répartition de l'intensité de l'image diffractée se déplace vers le centre de l'espace d'ombre. Les valeurs de mesure enregistrées sont comparées avec le modèle mathématique d'intensité de diffraction $U \propto \frac{\sin(\pi b/\lambda \cdot \alpha)}{(\pi b/\lambda \cdot \alpha)} \cdot \frac{\sin(N\pi d/\lambda \cdot \alpha)}{\sin(\pi d/\lambda \cdot \alpha)}$ où interviennent les paramètres largeur de fente (b), écart entre les fentes d , nombre de fentes N et longueur d'onde λ . Pour les petits angles de diffraction α , α peut être déterminé simplement à partir de l'écartement L entre l'objet de diffraction et l'élément photoélectrique ainsi que de la course de déplacement s de l'élément photoélectrique par rapport à $\alpha \approx \tan \alpha = s/L$.

Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	μV-Box	524 040

1	adaptateur source de courant	524 031
	avec capteur de déplacement et	529 031
	paire de câbles, 100 cm, rouge et bleu	501 46
	ou	
1	capteur de mouvement de rotation S	524 082
1	laser He-Ne, à polarisation linéaire	471 840
1	banc optique, profil normal de 2 m	460 33
4	languettes optiques, H=90 mm/L=60 mm	460 374
1	languette de déplacement	460 383
1	lentille f = +5 mm	460 01
1	lentille f = +50 mm	460 02
1	diaphragme à 3 doubles fentes	469 84
1	diaphragme à 4 doubles fentes	469 85
1	diaphragme à 5 fentes multiples	469 86
1	support à pinces à ressorts	460 22
1	élément photoélectrique STE	578 62
1	support pour élément enfichable	460 21
1	pince de table, simple	301 07
1	fil de pêche, 10 m	de 309 48ET2
1	jeu de 12 masses de 50 g chacune	342 61
1	paire de câbles, 100 cm, rouge et bleu	501 46
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	



Montage expérimental (voir schéma)

Remarque : réaliser l'ajustement dans une pièce légèrement obscure.

- Fixer le laser He-Ne sur le banc optique au moyen de la languette optique conformément au schéma.
- Placer l'élément photoélectrique à environ 1,90 m du laser, au moyen de la languette de déplacement et du support de l'élément enfichable. L'élément photoélectrique devrait se trouver au milieu de la languette de déplacement. A l'aide de deux bandes de papier collant foncé, fixer l'élément photoélectrique de sorte à former une petite fente d'admission d'une largeur de 1 mm environ.
- Orienter le laser sur l'élément photoélectrique et le mettre en marche.
- Ajuster la hauteur du laser de sorte que le rayon laser touche le centre de la cellule photoélectrique.
- Placer la lentille sphérique de focale f = +5 mm à environ 1 cm devant le laser. Le rayon laser doit bien éclairer l'élément photoélectrique.
- Positionner la lentille convergente de focale f = +50 mm à environ 55 mm devant la lentille sphérique puis la déplacer sur le banc optique en direction de la lentille sphérique jusqu'à ce que le rayon laser soit reproduit nettement sur l'élément photoélectrique.
- Déplacer encore un peu la lentille convergente sur le banc optique en direction de la lentille sphérique jusqu'à ce que le diamètre du rayon laser sur la cellule photoélectrique se soit agrandi à 6 mm. Le rayon laser devrait alors présenter un profil circulaire de diamètre constant le long de l'axe optique.
- Placer le support à pinces à ressort et diaphragme fixé sur le banc optique et le déplacer jusqu'à ce que l'écartement L entre l'élément photoélectrique et le diaphragme à fente soit de 1,50 m.
- Fixer la pince de table avec le capteur de course conformément au schéma.
- La mesure de la course de déplacement s_{A1} perpendiculairement à l'axe optique est réalisée par le biais du capteur de course sur l'adaptateur de source de courant à l'entrée A du Sensor-CASSY.
- L'élément photoélectrique est raccordé à l'entrée B du Sensor-CASSY par le biais de la μV -Box pour mesurer la tension.

Procédure expérimentale

- Charger les paramètres
 - Placer l'élément photoélectrique à la position -6,0 cm dans le sens opposé au capteur de course.
 - Tourner la roue du capteur de course contre la butée de sorte que l'aiguille de la course s_{A1} indique environ -6,0 cm. S'il est à supposer que la mesure de la course fournira un signe de polarité erroné, il faut alors placer le raccordement de l'adaptateur de source de courant sur l'autre bras du capteur de course.
 - Nouer le fil de pêche au support pour éléments enfichables et l'enrouler une fois autour de la roue du capteur de course et accrocher une masse.
 - Calibrer le point 0 de la course – pour ce faire, positionner l'élément photoélectrique au centre de la languette de déplacement (= point zéro de l'échelle, ou position de la valeur maximale principale d'intensité).
 - Dans les [paramètres \$s_{A1}\$](#) **Corriger**, entrer la **valeur prescrite** 0 cm puis sélectionner **Corriger offset**.
 - Déplacer à nouveau l'élément photoélectrique à la position opposée au capteur de course et l'y fixer.

- Si nécessaire, corriger la luminosité de l'arrière-plan dans les [paramètres UB1](#) **Corriger**. Pour ce faire, entrer la **valeur prescrite** 0 mV puis sélectionner **Corriger offset**.
- Lancer la prise de mesure avec  (il s'affiche le message **Pas de signal de déclenchement**).
- Très lentement, déplacer à la main en direction du capteur de course. La lecture des valeurs de mesure commence dès que le point de départ à -5,5 cm est dépassé.
- Interrompre la prise de mesure avec .

Exploitation

La répartition de l'intensité de l'image diffractée apparaît dès le début de la prise de mesure. La répartition d'intensité mesurée ne peut être comparée avec le résultat du modèle de calcul exécuté pour les petits angles de diffraction $\alpha \approx \tan \alpha = s_{A1}/L$ que par une [modélisation libre](#). Pour ce faire, appliquer la formule suivante :

$$A \cdot \frac{\sin(180 \cdot B / 0.633 \cdot (x-C) / 150)}{(180 \cdot B / 0.633 \cdot (x-C) / 150)^2} \cdot \frac{\sin(2 \cdot 180 \cdot D / 0.633 \cdot (x-C) / 150)}{\sin(180 \cdot D / 0.633 \cdot (x-C) / 150)^2}$$

avec

x: déplacement s_{A1} perpendiculairement à l'axe optique

A: intensité I_0

B: largeur de fente b en μm

C: correction de la position de la valeur maximale principale

D: écartement des fentes d in μm

N: Nombre de fentes (ici double fente : N = 2)

L: distance entre le diaphragme et l'élément photoélectrique (ici : L = 150 cm)

λ : longueur d'onde du laser He-Ne (ici : $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$)

Lors de cette adaptation, la longueur d'onde $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$ du laser He-Ne fut considérée comme connue et la largeur de fente b déterminée. Inversement, lorsque la largeur de fente b est connue, il est possible de déterminer la longueur d'onde λ du laser.

Pour la [modélisation libre](#), il convient utiliser des valeurs initiales de largeur de fente et d'écartement des fentes judicieuses, par exemple B = 200 (μm) pour b=0,2 mm et D = 250 (μm) pour d = 0,25 mm.

Si les valeurs maximales secondaires pour N > 2 n'apparaissent pas nettement, la [modélisation libre](#) ne sera pas en mesure de définir l'écartement des fentes d. Dans ce cas, il convient d'indiquer, en μm , l'écartement des fentes correct comme valeur initiale de l'adaptation et de le maintenir constant (par ex. 250 pour 0,25 mm).

Remarque

Au cours de cette expérimentation de diffraction de la lumière par fentes multiples, la répartition de l'intensité est enregistrée manuellement. Un enregistrement automatique de la valeur de mesure de la répartition de l'intensité peut être réalisé avec VideoCom (expérimentation P5.3.1.7).