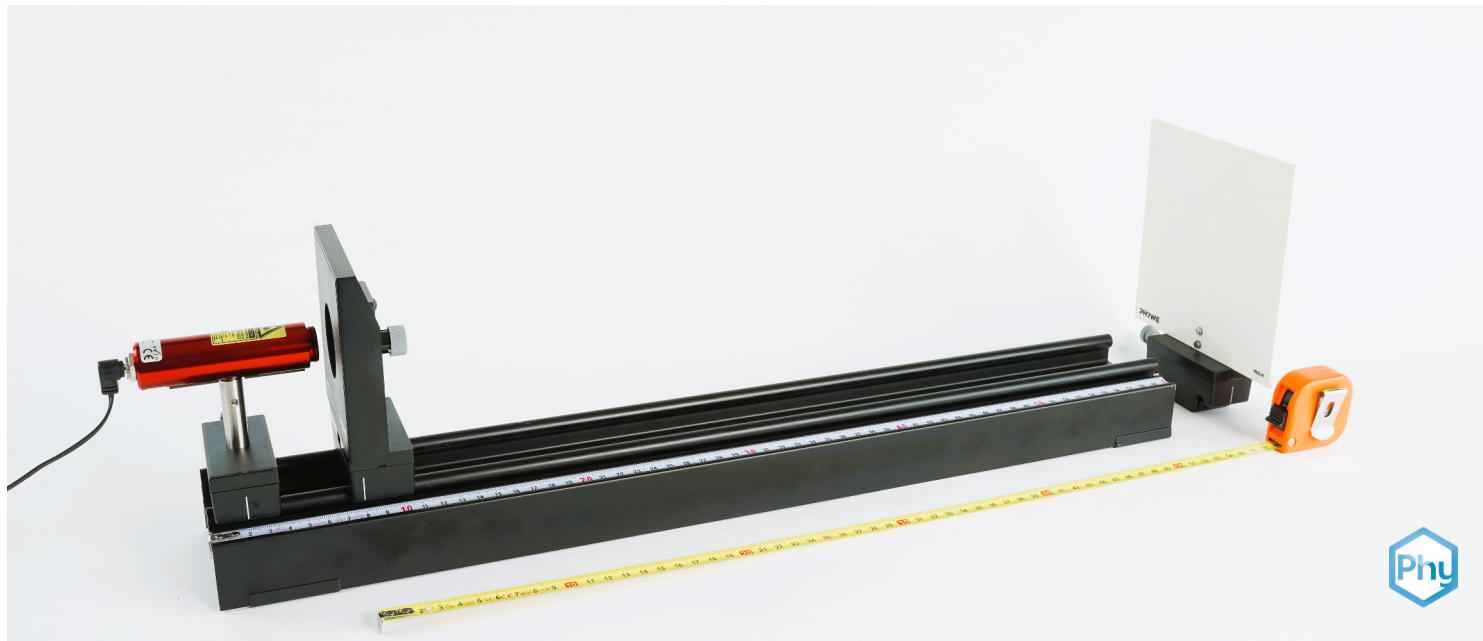


Diffraction sur une fente avec un laser



Si une lumière monochromatique frappe une fente étroite, des minima et des maxima d'intensité apparaissent derrière elle sur un écran, à partir des positions desquelles la largeur de la fente peut être déterminée pour une longueur d'onde connue.

Physique

Lumière et optique

Diffraction et interférence



Niveau de difficulté

facile



Taille du groupe

-



Temps de préparation

10 procès-verbal



Délai d'exécution

10 procès-verbal

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/6937290592aa0b00029f6252>

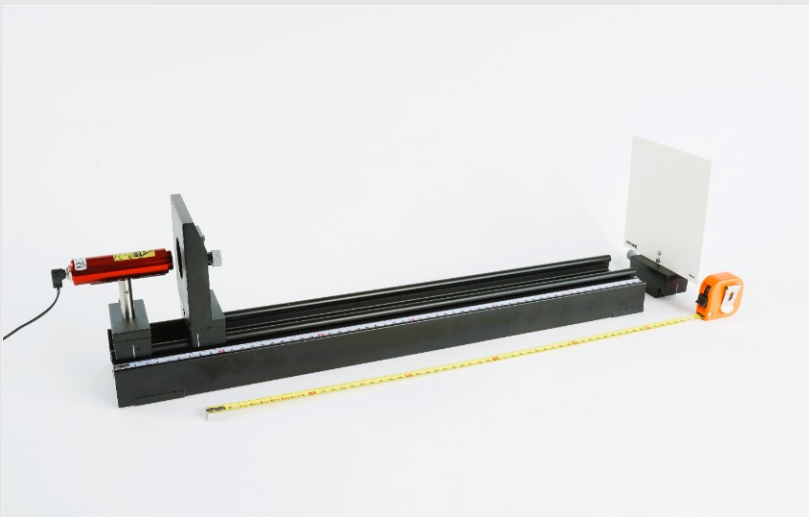
PHYWE



Informations pour les enseignants

Application

PHYWE



Le dispositif expérimental

Si une lumière monochromatique frappe une fente étroite, une figure d'interférence avec des maxima et des minima d'intensité apparaît derrière elle sur un écran. Leur position peut être utilisée pour déterminer la largeur de la fente si la longueur d'onde est connue.

Ce phénomène de diffraction se produit également lorsque des vagues d'eau rencontrent un estuaire étroit : elles s'étalent en cercle derrière lui.

Autres informations sur les enseignants (1/6)

PHYWE

Connaissances préalables



Pour comprendre cette expérience, les élèves doivent déjà être familiarisés avec le comportement ondulatoire de la lumière. Pour illustrer cela, il peut être utile de montrer au préalable l'interférence des ondes de l'eau.

Principe



Un faisceau laser traverse une ouverture à fentes simples et génère une figure d'interférence sur un écran situé derrière lui.

Les minima et maxima d'intensité peuvent être lus à partir de la figure d'interférence et, si la longueur d'onde est connue, la largeur de la fente d'origine peut également être déterminée.

Autres informations sur les enseignants (2/6)

PHYWE

Objectif d'apprentissage



Si vous observez la figure d'interférence d'une fente, vous pouvez voir que les maxima et les minima sont équidistants les uns des autres.

En outre, le maximum d'intensité central est deux fois plus large que les autres maxima. Si l'on compare les figures d'interférence des différentes fentes entre elles, on constate que les distances entre les maxima et les minima augmentent lorsque la largeur de la fente diminue.

Exercices



1. Observez les schémas d'interférence sur l'écran.
2. Marquage des positions des maxima et minima sur l'écran et dépendance de la position des maxima par rapport à la largeur de la fente.

Autres informations sur les enseignants (3/6)

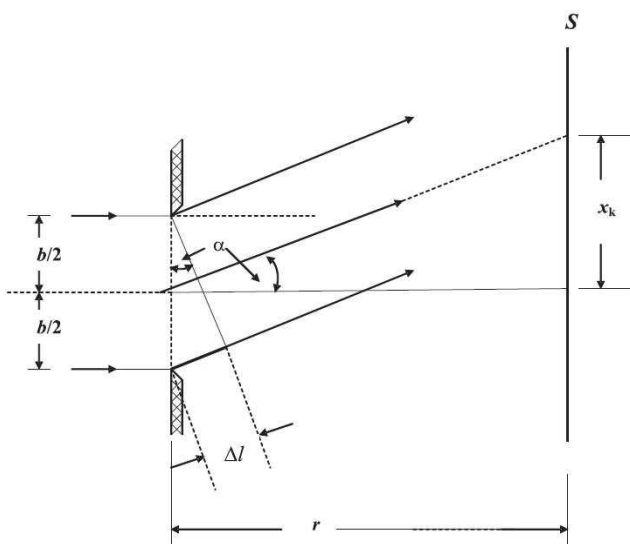
PHYWE

Notes sur la configuration et la procédure :

Les expériences doivent être réalisées dans une pièce légèrement obscurcie. Les composants optiques doivent être soigneusement réglés.

Autres informations pour les enseignants (4/6)

PHYWE



Si un faisceau laser tombe sur une fente de largeur b le faisceau dans la zone de la fente, comme indiqué à gauche, peut être divisé en deux faisceaux partiels égaux.

Après diffraction par l'angle α la différence de vitesse $\Delta l/2$ entre un faisceau de rive et un faisceau central est un multiple entier de $\lambda/2$ ces derniers interfèrent de manière destructive. Cette différence de trajectoire existe également entre chaque faisceau d'une moitié de la fente et un faisceau correspondant de l'autre moitié de la fente.

Autres informations pour les enseignants (5/6)

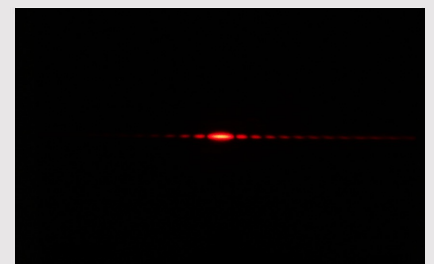
PHYWE

L'obscurité se traduit donc toujours par un schéma d'interférence lorsque Δl la relation s'applique :

$$\Delta l = k \cdot \lambda = b \cdot \sin \alpha \quad | \quad k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (1)$$

Est r la distance entre la fente et l'écran collecteur suffisamment éloigné S et est toujours x_k la distance de la k -ème minimum à partir du centre, donc est :

$$\sin \alpha_k = \frac{x_k}{\sqrt{x_k^2 + r^2}} \approx \frac{x_k}{r} \text{ für } x_k \ll r \quad (2)$$



Autres informations pour les enseignants (6/6)

PHYWE

De (1) et (2) découle pour x_k :

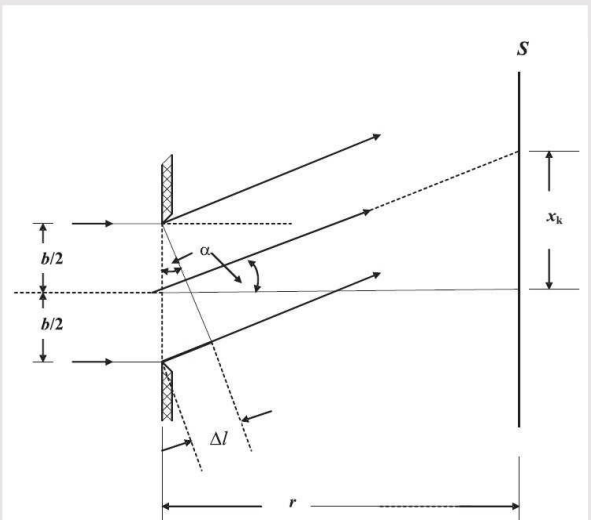
$$x_k = k \frac{\lambda \cdot r}{b} \quad (3)$$

Les maxima de luminosité sont obtenus pour les angles :

$$\sin \alpha_m = \frac{2m+1}{2} \cdot \frac{\lambda}{b} \quad | \quad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (4)$$

En conséquence, les dispositions suivantes s'appliquent x_m :

$$x_m = m \frac{\lambda \cdot r}{b} + \frac{\lambda \cdot r}{2b} \quad (5)$$



Consignes de sécurité

PHYWE

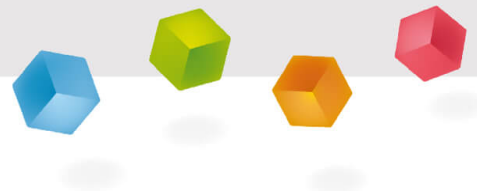


Il est essentiel de veiller à ne pas regarder directement le faisceau laser.

Les instructions générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.

PHYWE

Informations pour les étudiants



Motivation

PHYWE



Le soleil brille à travers les troncs d'arbres

La lumière désigne la partie du spectre électromagnétique visible par l'homme. Les objets de diffraction, tels qu'une fente, peuvent être utilisés pour observer un phénomène particulier de la lumière - la capacité d'interférer - qui indique le caractère ondulatoire de la lumière.

Par exemple, le soleil semble être circulaire, même s'il brille à travers un espace étroit, comme entre deux troncs d'arbre.

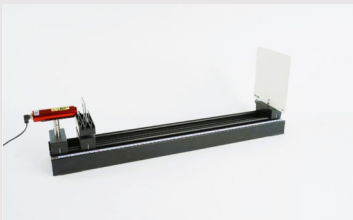
Mais à quoi ressemble une figure d'interférence et quelles sont les lois physiques qui la sous-tendent ? Cette expérience permet de répondre à ces questions.

Exercices

PHYWE



Expérience 1



Expérience 2

1. Laissez un faisceau de lumière étroit atteindre une fente dont la largeur peut être modifiée et observez la modification des images de la fente (figure d'interférence) au fur et à mesure que la fente est élargie.
2. Déterminer la relation entre la largeur de la fente b et la distance d des minima d'interférence se produisant dans chaque cas.

Matériel

Position	Matériel	Numéro d'article	Quantité
1	Banc de profil optique pour les expériences des étudiants, l = 600 mm	08376-00	1
2	Cavalier pour banc de profil optique	09822-00	3
3	Porte-assiette pour 3 objets	09830-00	1
4	Espace réglable jusqu'à 1 mm	11604-07	1
5	Ouverture avec 3 colonnes simples	08522-00	1
6	Réglage de la balance sur le cavalier	09823-00	1
7	Porte-ouverture, à clipser	11604-09	1
8	Abat-jour, blanc, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
9	Laser à diode, 1 mW, 635 nm (rouge-3V) avec tige courte, l = 75 mm	08771-99	1

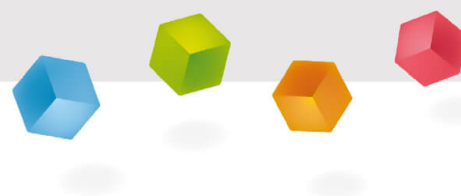
Matériel Supplémentaire

PHYWE

Position	Matériel	Montant
1	Ruban adhésif	1
2	Papier graphique	1
3	Stylo effaçable	1
4	Stylo à bille	1

PHYWE

Informations pour les étudiants



Mise en place (1/2)

PHYWE

Expérience 1

- Fixer l'entrefer réglable (entrefer léger) à la douille (Fig. 1 et 2) et le fixer dans la douille à l'aide de l'échelle (Fig. 3).
- Placer le coureur avec le laser à diode à 2 cm.
- Placer le coureur avec le porte-plaque et l'espace inséré (réglable jusqu'à 1 mm) à l'endroit où se trouve la plaque. 8 cm.

Le coureur avec parapluie est situé à une certaine distance $r \geq 1.5 \text{ m}$ sur le couvercle de la fente (Fig. 4).

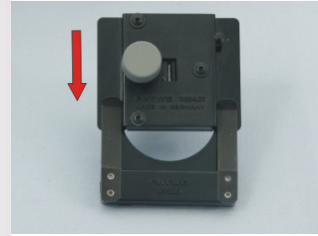


Figure 1



Figure 2



Figure 3

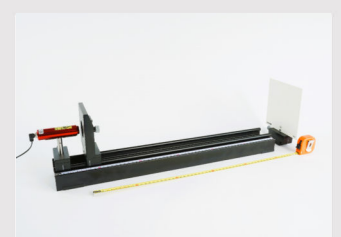


Figure 4

Procédure (1/3)

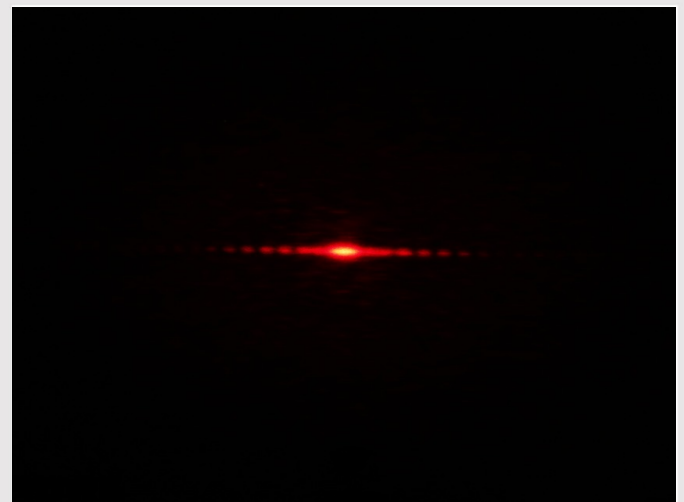
PHYWE

Expérience 1

La fente est ouverte aussi largement que possible à l'aide du bouton rotatif. Le laser est allumé et un point lumineux doit être visible sur l'écran.

On fait varier l'ouverture de la fente et on note les changements dans la figure représentée par le laser sur l'écran. Une figure d'interférence devrait être visible ici (voir figure).

Éteindre le laser.



Un modèle d'interférence

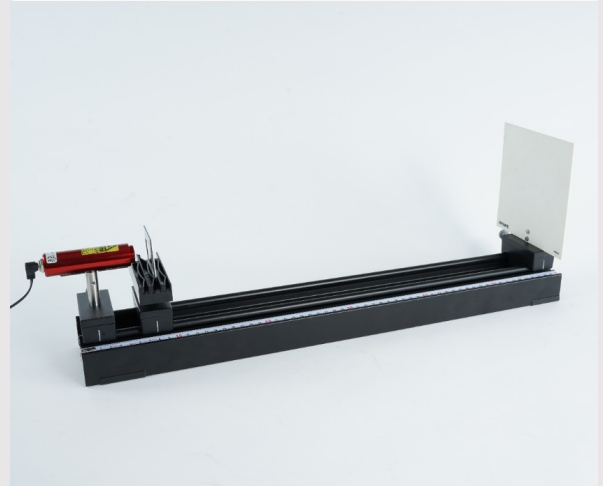
Mise en place (2/2)

PHYWE

Expérience 2

Dans le dispositif expérimental de l'expérience 1, la fente réglable est remplacée par l'écran à 3 fentes simples et l'écran est placé sur le banc à 58 cm.

Une feuille de papier (millimétrique) peut maintenant être fixée à l'écran à l'aide d'un ruban adhésif. Dans ce cas, un stylo est nécessaire pour marquer les maxima d'intensité. Il est également possible d'utiliser un stylo à feuille lavable et une règle pour marquer les maxima d'intensité directement sur l'écran et déterminer leur distance les uns par rapport aux autres.



Le dispositif expérimental

Procédure (2/3)

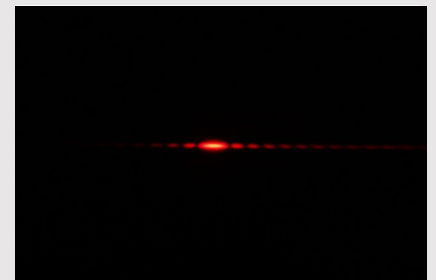
PHYWE

Expérience 2

Le laser est allumé. Si nécessaire, l'ouverture est déplacée dans la languette de manière à ce que la lumière laser couvre la fente avec $b = 0.4 \text{ mm}$. Si la figure d'interférence sur l'écran n'a pas de distances suffisamment grandes, la fente doit être directement reliée à l'écran à l'aide de $b = 0.2 \text{ mm}$.

Marquez au crayon les positions des maxima et minima de plusieurs maxima d'intensité (ordres de diffraction). À l'aide du papier millimétré ou d'une règle, déterminez les distances des différents maxima et minima d'intensité. La distance r entre le diaphragme de la fente et l'écran doit être exactement $r = 50 \text{ cm}$ (voir la configuration du test).

Éteindre le laser pour effectuer la mesure.



Procédure (3/3)

PHYWE

- Déterminer la distance d_n de la n -maximum d'intensité (bande sombre) à partir du centre (0ème maximum d'intensité) : Sélectionner n le plus grand possible et mesurez la distance $2d_n$ de la gauche n -th minimum to the right n -et diviser la valeur mesurée par 2 et noter le résultat.
- Reculez l'écart avec $b = 0.2 \text{ mm}$ dans l'axe optique. Rallumez le laser et marquez les nouveaux maxima.

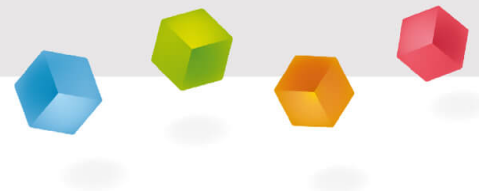
Mettre la distance d_n comme décrit ci-dessus et notez le résultat et la façon dont la d_n ou la figure de diffraction est modifiée.

- Poursuivre avec la troisième fente ($b = 0.1 \text{ mm}$) de la même



PHYWE

Rapport



Tâche 1

PHYWE

Faites glisser les mots dans les bonnes cases !

Plus la est étroite, plus l'intensité
réduite bandes brillantes intensité* est faible.

.NPlus les

de la lumière qui la traverse est faible. \NÀ une certaine largeur de fente, on peut clairement observer un système de franges brillantes parallèles, qui s'éloignent de plus en plus au fur et à mesure que la largeur de la fente est

sont éloignées du centre, plus leur

fente de diffraction

✓ Vérifier

Tâche 2

PHYWE

Conditions d'interférence

Les dispositions suivantes s'appliquent à l'interférence constructive :

... et aux interférences destructrices :

$$\Delta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\Delta = n \cdot \lambda \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\Delta = (n + \frac{1}{2}) \lambda \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

✓ Vérifier

Tâches 3 et 4

PHYWE

Qu'est-ce que b dans ces expériences ?

Longueur d'onde

Distance au centre de l'espace

Largeur de l'écart

Si vous observez la figure d'interférence d'une fente, vous pouvez voir que les maxima et les minima sont inégalement espacés.

☐ Vrai

☐ Faux

✓ Vérifier

Diapositive

Score / Total

Diapositive 22: Effet de la largeur de la fente sur la figure d'interférence

0/4

Diapositive 23: Conditions d'interférence

0/3

Diapositive 24: Tâches multiples

0/4

Montant total

 0/11

👁 Solutions

🔄 Répéter