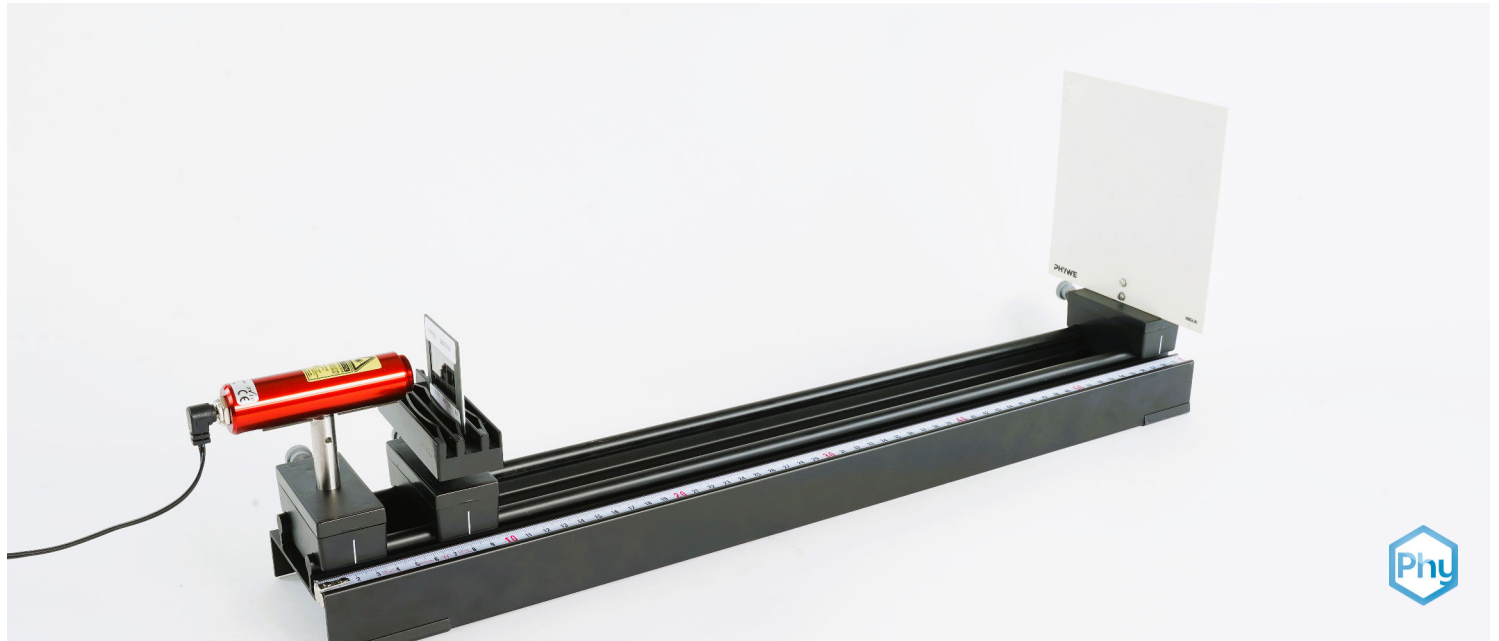


Diffraction sur une double fente avec laser



Si une lumière monochromatique frappe une double fente, des minima et des maxima d'intensité apparaissent derrière elle sur un écran, à partir des positions desquelles la largeur de la fente et sa distance au centre peuvent être déterminées 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

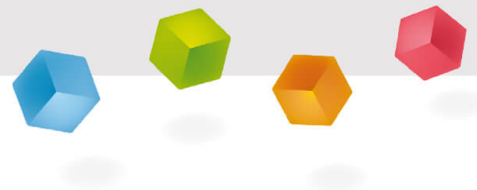
This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/6937299c137bb10002e16697>

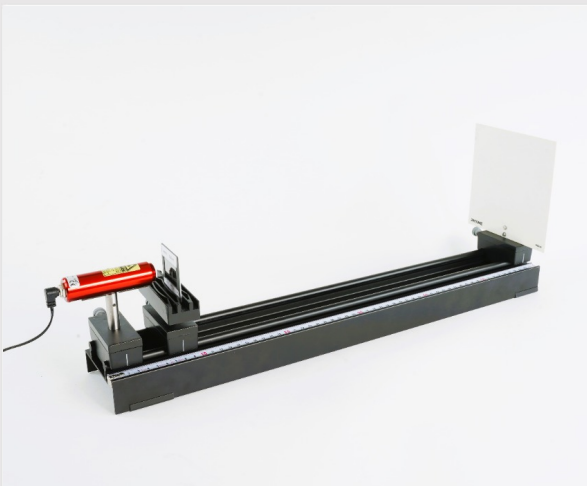
PHYWE

Informations pour les enseignants



Application

PHYWE



Le dispositif expérimental

Si une lumière monochromatique frappe une double fente, une figure d'interférence avec des maxima et des minima d'intensité apparaît derrière elle sur un écran. En fonction de leurs positions, la largeur et la distance centrale de la fente peuvent être déterminées pour une longueur d'onde connue.

La diffraction se produit souvent dans la vie quotidienne pour les ondes lumineuses et sonores. Par exemple, lorsque la lumière tombe sur des poteaux étroits, on observe que leurs ombres ont des bords flous. Ce phénomène est dû aux effets de la diffraction. Les fentes et les barres de même épaisseur se comportent de la même manière.

Autres informations sur les enseignants (1/5)

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 double fente et génère une figure d'interférence sur un écran situé derrière lui.

La figure d'interférence peut être utilisée pour lire les minima et maxima d'intensité et, si la longueur d'onde est connue, la largeur et la distance centrale de la fente d'origine peuvent également être déterminées.

Autres informations sur les enseignants (2/2)

PHYWE

Objectif d'
apprentissage

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

Comparaison des schémas d'interférence des différentes colonnes en fonction de l'espacement des colonnes g les uns avec les autres, on peut constater qu'avec l'augmentation des g les distances entre les maxima et les minima diminuent. En outre, la longueur d'onde λ de la lumière laser peut être calculée.

Exercices



Les élèves doivent étudier l'évolution de la figure d'interférence lors de la diffraction au niveau de la double fente en fonction de la largeur de la fente, b et l'espacement des colonnes g et déterminer la longueur d'onde de la lumière rouge.

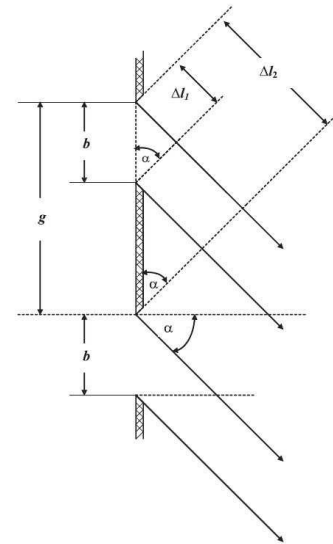
Autres informations sur les enseignants (3/5)

PHYWE

Si un faisceau laser tombe sur une double fente dont le centre est situé à une distance de g et la largeur b le faisceau dans la zone de la double fente, comme indiqué à droite, peut être considéré comme divisé en deux faisceaux, qui sont dirigés à l'angle α être plié.

Les rayons de bord de la fente unique ont la différence de trajectoire suivante Δl_1 . S'il s'agit d'un multiple entier de la longueur d'onde λ ces rayons interfèrent de manière destructive. La fente unique produit donc toujours de l'obscurité dans l'image d'interférence si la relation s'applique en général :

$$\Delta l_1 = k \cdot \lambda = b \cdot \sin \alpha ; \quad k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (1)$$



Autres informations sur les enseignants (4/5)

PHYWE

Or, les faisceaux des deux fentes interfèrent également entre eux. Les faisceaux de bord correspondants de la double fente ont la différence de trajectoire suivante Δl_2 .

S'il s'agit d'un multiple impair de $\lambda/2$ ceci constitue également une annulation.

Cela permet d'obscurcir davantage l'image d'interférence pour les

$$\Delta l_2 = \frac{2m+1}{2} \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha ; \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (2)$$

Est r la distance entre la double fente et l'écran collecteur suffisamment éloigné S et sont toujours $x_{k,m}$ est la distance des minima par rapport au centre :

$$\sin \alpha_{k,m} = \frac{x_{k,m}}{\sqrt{x_{k,m}^2 + r^2}} \approx \frac{x_{k,m}}{r} \text{ pour } x_{k,m} \ll r \quad (3)$$

Autres informations sur les enseignants (5/5)

PHYWE

De (1) et (2) découle ce qui suit :

$$x_k = k \frac{\lambda \cdot r}{b} \quad \text{bzw.} \quad x_m = \frac{2m+1}{2} \cdot \frac{r\lambda}{g} \quad (4)$$

La largeur du maximum central de la fente simple (distance des minima symétriques par rapport au centre) est de $2\lambda \cdot r/b$. Les maxima équidistants d'une double fente ayant le même b ont la largeur $\lambda \cdot r/g$. Cela signifie que le maximum central de la fente unique de

$$\frac{2\lambda \cdot r}{b} / \frac{\lambda \cdot r}{g} = \frac{2g}{b} \quad (5)$$

entrecoupée de maxima supplémentaires.

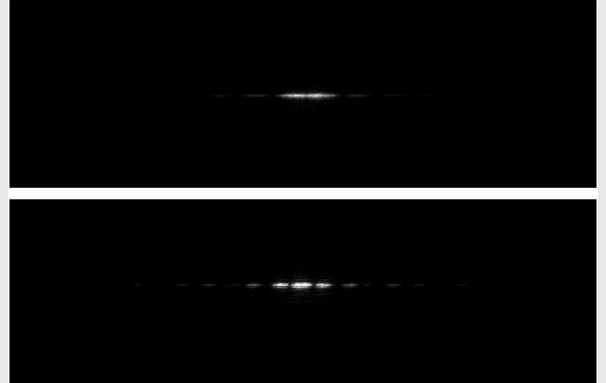


Diagramme de diffraction d'une fente et d'une double fente de même largeur

top : gap : $b = 0.2 \text{ mm}$; bas : Double fente : $b = 0.2 \text{ mm}$ et $g = 0.3 \text{ mm}$

Consignes de sécurité

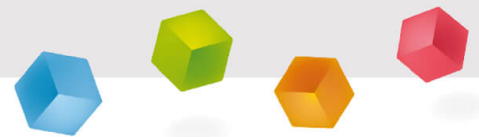
PHYWE



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.

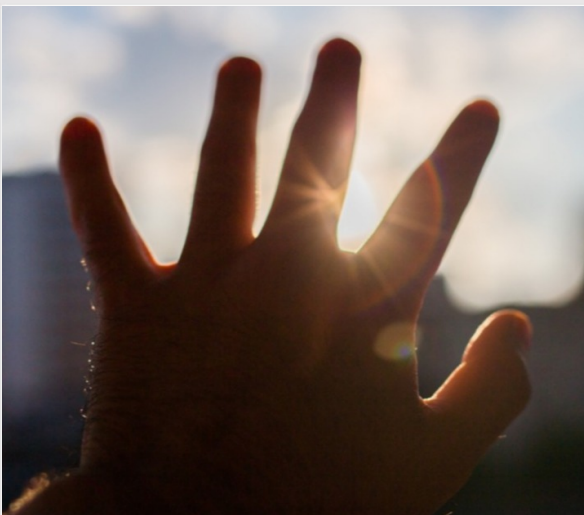
PHYWE



Informations pour les étudiants

Motivation

PHYWE



Diffraction de la lumière lorsque l'on regarde vers le soleil

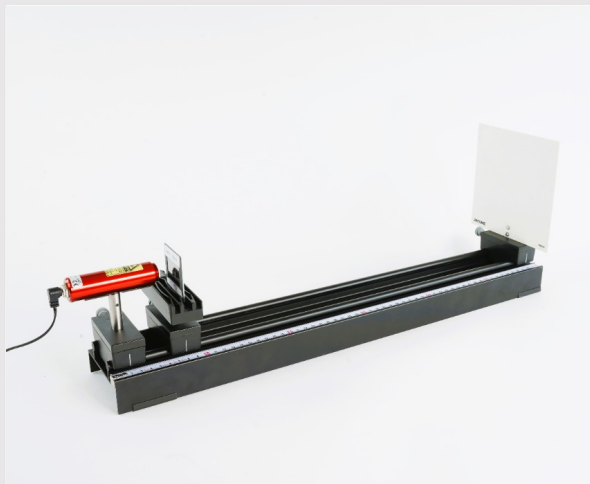
La lumière désigne la partie du spectre électromagnétique visible par l'homme. Avec des objets de diffraction, tels qu'une double fente, on peut observer un phénomène particulier de la lumière - la capacité d'interférence - qui indique le caractère ondulatoire de la lumière.

Ce phénomène peut être observé si vous tenez votre main devant vos yeux et que vous regardez le soleil. Il apparaît comme s'il était partiellement visible, bien qu'une partie soit recouverte par les doigts.

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



Le dispositif expérimental

1. Étudier l'évolution de la figure d'interférence en fonction de la largeur de la fente lors de la diffraction à la double fente. b et l'espacement des colonnes g a changé.
2. Déterminer la longueur d'onde de la lumière rouge.

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	Panneau avec 4 colonnes doubles	08523-00	1
5	Abat-jour, blanc, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
6	Laser à diode, 1 mW, 635 nm (rouge-3V) avec tige courte, l = 75 mm	08771-99	1

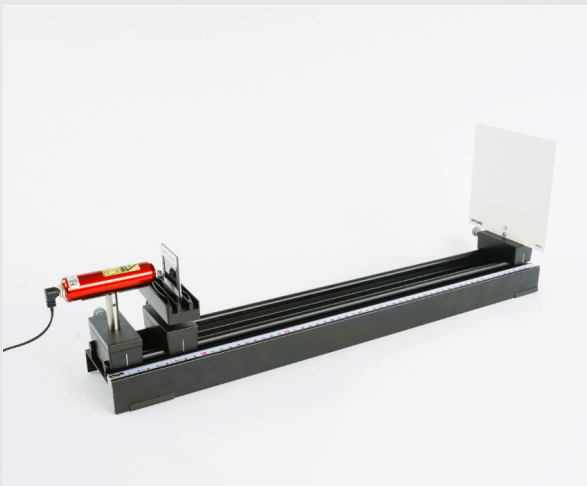
Matériel Supplémentaire

PHYWE

Position	Matériel	Quantité
1	Ruban adhésif	1
2	feuille de papier blanc	1

Montage

PHYWE



Le dispositif expérimental

L'expérience se déroule comme indiqué sur l'illustration.

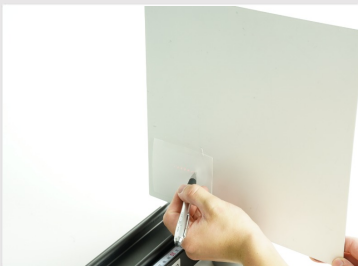
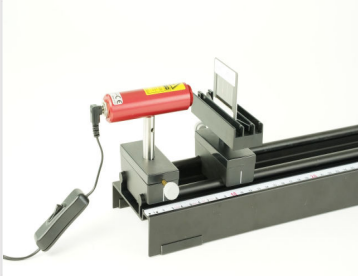
Les repères des cavaliers de maintien des composants ont les positions suivantes sur le banc optique :

- Cavalier avec laser à diode à 2 cm.
- Cavalier avec porte-plaque et ouverture insérée avec double fente à 8 cm.

L'écran dans le cavalier est à distance $r = 1.5$ m du diaphragme à double fente. Si l'on dispose de moins d'espace, l'écran peut être placé sur la paillasse à l'endroit prévu à cet effet. 58 cm pour la fente avec $g < 1.0$ mm.

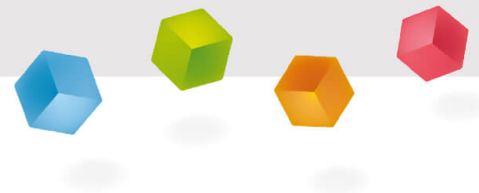
Procédure

PHYWE



- Décrivez ci-dessous, pour chaque fente, l'évolution de la figure d'interférence en fonction de la largeur de la fente b et la distance de la fente g .
- Déplacer la double fente avec $b = 0.2 \text{ mm}$ et $g = 0.25 \text{ mm}$ dans l'axe optique.
- Déterminer la distance entre le premier maximum d'interférence à gauche et à droite du maximum central à l'aide d'une règle ou d'un pied à coulisse, noter la valeur mesurée et la diviser par 2. Le résultat est le suivant d_1 .
- Procéder exactement de la même manière pour les autres distances d_n entre les n -et le maximum adjacent pour au moins $n = 3$.
- Mesurer la distance r de la double fente de l'écran à l'aide d'un mètre ruban et notez-le.

PHYWE



Rapport

Tâches 1 et 2

PHYWE

Qu'est-ce que b dans les expériences ?

Distance au centre de l'espace

Largeur de l'écart

Longueur d'onde

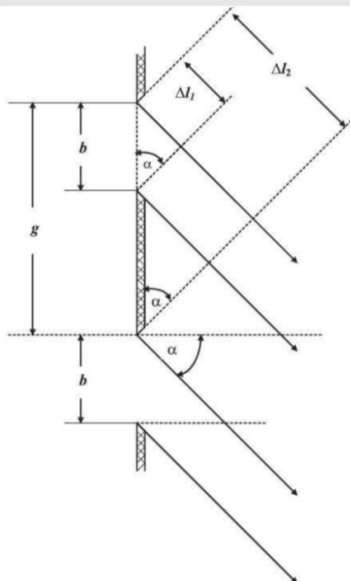
Quelles sont les sources d'erreur possibles qui conduisent à des écarts dans le calcul de la longueur d'onde ? λ du feu rouge ?

- ☐ Lors de la mesure des valeurs de d_n et r les erreurs de lecture entraînent des valeurs mesurées inexactes.
- ☐ Lors de l'utilisation d'une règle ou d'un pied à coulisse, l'erreur d'échelle de ces instruments doit également être prise en compte.
- ☐ Les valeurs spécifiées pour la largeur de l'intervalle b et la distance de l'écart g ont une erreur certaine mais inconnue.

✓ Vérifier

Tâche 3

PHYWE



Influence de la largeur de la fente b et la distance entre les deux d :

Les plus grands b à un niveau constant sont les franges d'interférence.

Les plus grands g à un niveau constant sont le nombre et la netteté des franges d'interférence et d'autant plus leurs distances les uns par rapport aux autres.

plus petit

plus grande

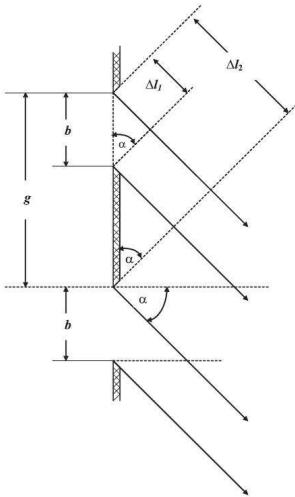
plus lumineux

plus sombre

✓ Vérifier

Tâche 4

PHYWE



Diffraction à la double fente

En utilisant les données enregistrées, le théorème de Pythagore peut être utilisé pour déterminer la longueur d'onde du laser. λ calculer :

$$\lambda(d_n) = \frac{d_n * g}{n * \sqrt{(d_n)^2 + r^2}}$$

Calculer $\lambda(d_n)$ pour $n = 2, 3$ et 4 où $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Quelle est la longueur d'onde approximative de la lumière laser rouge ?

$\lambda \approx$ nm

550

640

700

✓ Vérifier

Diapositive

Score / Total

Diapositive 17: Tâches multiples

0/5

Diapositive 18: Influence de la largeur de la fente $\backslash(b\backslash)$ et la distance ...

0/3

Diapositive 19: Quelle est la longueur d'onde approximative de la lumière...

0/1

Montant total

★ 0/9

👁 Solutions

🔄 Répéter