Coffret Mini-Laser Tout-Optic 09833

NOTICE

Scan
to discover !

Download this free Unitag App to scan at unitag.io/app

Retrouvez l'ensemble de nos gammes sur : www.pierron.fr

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77 • **Fax :** 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Ce coffret est un ensemble idéal pour réaliser simplement, à la fois des expériences d'optique ondulatoire et d'optique géométrique. Son mini-laser fourni avec son alimentation, est d'une très grande souplesse d'utilisation ; ce qui rend les réglages très rapides.
Grâce à ses accessoires, on peut réaliser les expériences classiques :

- **En Optique Ondulatoire**, telles que :
  - la diffraction de la lumière par :
    - diverses fentes calibrées
    - divers trous
  - les interférences lumineuses au travers de diverses doubles fentes d'Young ;
- **En Optique Géométrique** telles que :
  - la propagation rectiligne de la lumière ;
  - la réflexion totale de la lumière par un miroir plan ;
  - la réfraction, la réfraction limite, la réflexion partielle ou totale de la lumière (dioptres air-plexiglas ou plexiglas-air) ;
  - la réfraction par un prisme ;
  - la réflexion totale dans le cas d'un prisme à réflexion totale ;
  - le déplacement de la lumière à la traversée d'une lame à faces planes et parallèles ;
  - les 2 lois de la réflexion et les 2 lois de la réfraction avec la maquette réfraction (réf. 00597, non fournie).

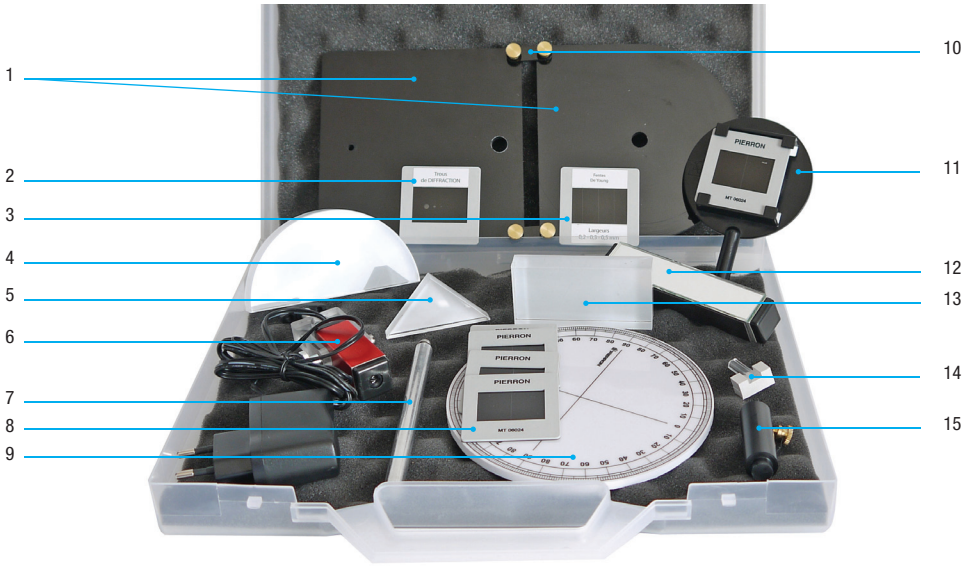
2 - Contenu de l'emballage

- Un mini-laser multidirectionnel et son alimentation
- Un plan de travail :
  - Socle avec statif vertical pour le mini-laser
  - Socle (avec trou central) articulé au précédent pour le disque optique
- Un support de diapositive et son pied
- Des accessoires montés sur diapositives pour l'optique ondulatoire :
  - Jeu de fentes calibrées (x5) de largeur 40, 80, 100, 150, 200 µm
  - Trous de diffraction de diamètre 0,25 - 0,40 - 0,80 - 1,60 et 3,20 mm
  - Fentes d'Young (x3) : épaisseur d'une fente 70 µm ; distance entre 2 fentes : 200, 300 et 500 µm.
- Des accessoires pour l'optique géométrique :
  - Un dispositif faisceau rasant

- Un disque optique
- Un miroir
- Une lentille demi-circulaire
- Un prisme à réflexion totale
- Une lame à faces parallèles

■ Une notice

Descriptif

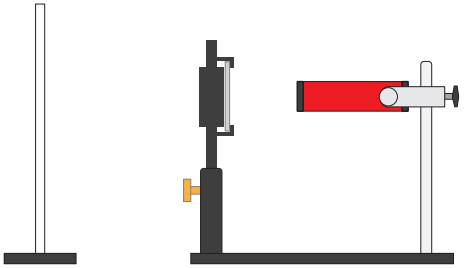


(1) : Plan de travail : socle (A) et socle (B)
(2) : Diapositive avec 5 trous de diffraction
(3) : Diapositive avec triple fentes d'Young
(4) : Lentille demi-circulaire
(5) : Prisme à réflexion totale
(6) : Mini-laser et son alimentation
(7) : Tige, statif vertical
(8) : Diapositive avec fente calibrée (x 5)
(9) : Disque optique avec rapporteur
(10) : Vis moletée (x4) et patte de liaison (x2)
(11) : Support de diapositive
(12) : Miroir plan
(13) : Lame à faces planes et parallèles
(14) : Dispositif faisceau rasant
(15) : Pied du support de diapositive

Montage

Le matériel pour les expériences d'Optique Ondulatoire est quasiment prêt à l'emploi.

L'organisation du matériel correspond à la présentation du schéma ci-contre.



- Placer le pied du support de diapositive (15) dans le trou du plan de travail (1), prévu à cet effet.
- Insérer le support de diapositive (11) dans le pied (15).
- Fixer la tige (7) dans le trou du plan de travail (1), prévu à cet effet.
- Positionner le laser (6) sur la tige (7) qui sert de statif vertical, en direction du support de diapositive.
- Mettre en place la diapositive correspondant à l'expérience souhaitée, dans le support.
- Placer un écran (non fourni) à environ 2,0 m du trou, par exemple, pour observer dans de bonnes conditions la figure de diffraction ou d'interférences. L'observation est meilleure si l'écran est plus éloigné de la diapositive et si la lumière ambiante est réduite.
- Alimenter le laser.
- Ajuster la position de l'objet diffractant (ou du dispositif interférentiel) de façon à observer convenablement le phénomène correspondant. Affiner, s'il y a lieu, en modifiant aussi légèrement l'orientation du rayon laser.

Utilisation

Par mesure de sécurité et de prévention, ne pas diriger le laser (classe 2, puissance inférieure à 1 mW) en direction des yeux.

De façon générale, le laser utilisé produit un rayon lumineux très visible en lumière ambiante. Selon la nature des expériences, on obtient des résultats d'autant plus contrastés que la luminosité ambiante est moins grande.

I. OPTIQUE ONDULATOIRE

1 - Diffraction par un trou

1.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) avec la tige verticale (7)
- Support de diapositive (11) sur son pied (15)
- Objet diffractant : diapositive avec trous de diffraction (2)
- Un écran vertical (non fourni)
- Un double mètre ou triple mètre (non fourni)

1.2. Montage

Procéder au **Montage** indiqué (§ Montage) en insérant la diapositive (2) dans le support de diapositive (11). Choisir un trou et ajuster convenablement position du trou et direction du rayon incident.
Si on juge utile, on pourra positionner le support de diapositive soit diapositive du côté source, soit diaphragme (circulaire) du côté source.

1.3. Mode opératoire

Observer la figure de diffraction obtenue lorsqu'on change de trou diffractant, donc de diamètre du trou.
On observe que la diffraction est d'autant plus prononcée (largeur plus grande des franges brillantes et sombres) que le diamètre du trou est petit.

2 - Diffraction par une fente

2.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) avec la tige verticale (7)
- Support de diapositive (11) sur son pied (15)
- Objet diffractant : diapositive(s) avec fente calibrée (8)
- Un écran vertical (non fourni)
- Un double mètre ou triple mètre (non fourni)
- Un double décimètre (non fourni)

2.2. Montage

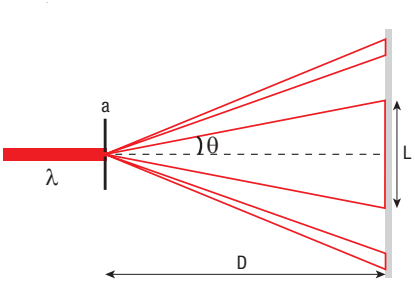
Procéder au **Montage** indiqué (§ Montage) en insérant une diapositive (8) avec fente calibrée dans le support de diapositive (11). Ajuster convenablement position de la fente et direction du rayon incident.

2.3. Mode opératoire

Observer la figure de diffraction obtenue lorsqu'on change de fente, donc de largeur **a** de la fente.

On observe que la diffraction est d'autant plus prononcée (largeur plus grande des franges brillantes et sombres) que la largeur a de la fente est petite.

De manière quantitative, on peut étudier l'évolution de la largeur **L** de la frange centrale en fonction de la largeur **a** de la fente.
On peut alors exploiter les mesures précédentes pour déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique produite par le laser.
Dans le cas où θ est petit, on a :



$$\theta = \lambda / a = L / 2.D$$

θ représente l'écart angulaire entre le milieu de la frange centrale et la première extinction,
λ la longueur d'onde de la lumière monochromatique produite par le laser,
D la distance de la fente diffractante à l'écran.
Par exemple, l'exploitation du graphe L = f(1/a) permet de déduire la valeur de la longueur d'onde λ de la radiation monochromatique produite par le laser.

3 - Interférences lumineuses par deux fentes d'Young

3.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) avec sa tige verticale (7)
- Support de diapositive (11) sur son pied (15)
- Dispositif interférentiel (3) : deux fentes d'Young (diapositive avec triple fentes d'Young)

- Un écran vertical (non fourni)
- Un double mètre ou triple mètre (non fourni)
- Un double décimètre (non fourni)

3.2. Montage

Procéder au **Montage** indiqué (§ Montage) en insérant la diapositive (3) dans le support de diapositive (11). Choisir deux fentes d'Young et ajuster convenablement position des deux fentes et direction du rayon incident.

3.3. Mode opératoire

Observer la figure d'interférences obtenue lorsqu'on change de fentes, donc de distance **a** entre les deux fentes.

On observe des raies alternativement brillantes et sombres qui sont d'autant plus éloignées que la distance a entre les fentes est petite.

De manière quantitative, on peut étudier l'évolution de la valeur de l'interfrange **i** en fonction de la distance **a** entre les deux fentes.

On peut alors exploiter les mesures précédentes pour déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique produite par le laser :

$$i = \lambda.D / a$$

i représente la valeur de l'interfrange (distance entre le milieu de deux franges successives de même nature),

λ la longueur de la lumière monochromatique produite par le laser,

D la distance des fentes à l'écran,

a la distance entre les deux fentes.

II. OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

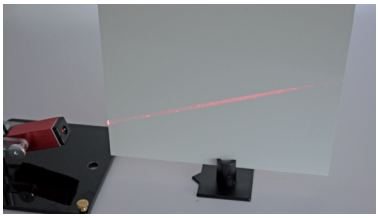
Remarques pratiques :

- Le réglage du dispositif à faisceau rasant (14) conditionne la bonne réalisation des expériences. Il convient de choisir l'orientation du laser et la position du dispositif (14) pour que l'on obtienne un «rayon» laser bien visible sur la totalité du disque optique (9). Il peut être utile d'affiner le réglage, une fois tous les accessoires expérimentaux en place.
- Le faisceau laser est d'autant mieux visible que la luminosité ambiante n'est pas trop élevée.
- La surface des accessoires en Plexiglas est protégée par deux pellicules adhésives. Il convient de les enlever. Cependant, on pourra faire au préalable un constat intéressant : enlever la plus fine et transparente des deux pellicules ; poser la face pelliculée restante de l'accessoire sur le disque optique ; observer que l'on matérialise alors facilement le trajet du rayon lumineux du laser dans le Plexiglas (voir les résultats sur les photos d'illustration réalisées dans ces conditions). Ce qui n'a pas lieu habituellement dans tout milieu transparent homogène. Si les pellicules ont été enlevées, on peut refaire cette observation en utilisant un fin film «opaque» adhésif (ex. : adhésif pour emballage).

1 - Propagation rectiligne de la lumière

1.1. Matériel nécessaire

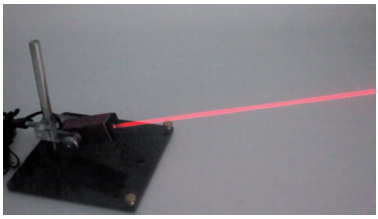
- Mini-laser et son alimentation (6)
- Tige (7) fixée sur le socle (A) du plan de travail (1), dans le petit trou prévu à cet effet
- Écran vertical ou poussière (craie, talc…) ou générateur autorisé pour produire de la fumée (éléments non fournis)



1.2. Mode opératoire

Placer le laser sur le statif et l'orienter de façon quelconque. Brancher l'alimentation.

Rechercher la position unique de l'écran qui permet d'obtenir la trace du rayon lumineux. On doit obtenir un segment de droite, de part en part, sur l'écran.



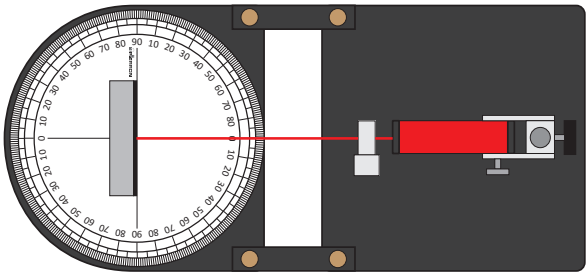
Cette méthode est plutôt délicate à mettre au point rapidement.
Ou, plus classiquement, projeter de la poussière ou de la fumée en direction du laser : les particules opaques en suspension dans l'air matérialisent temporairement, en rouge, le pinceau laser assimilable à un rayon lumineux.
On met ainsi en évidence concrètement la propagation rectiligne de lumière dans un milieu transparent homogène

2 - Réflexion totale par un miroir plan

2.1. Matériel nécessaire

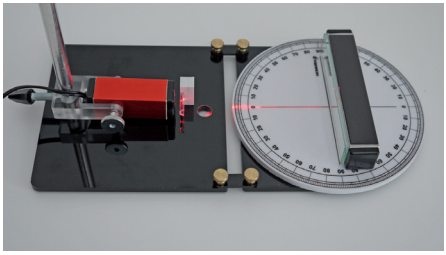
- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) monté : socle (A) et tige (7) + socle (B) relié au socle (A) au moyen des pattes de liaison et des vis moletées (10)
- Disque optique (9)
- Dispositif faisceau rasant (14)
- Miroir plan (12)

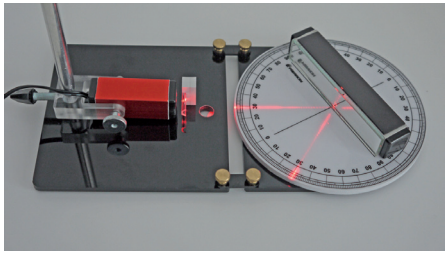
2.2. Montage



- Assembler les 2 socles (A) et (B) à l'aide des vis moletées (sans forcer) et des pattes de liaison (10).
- Positionner le disque optique dans le trou central du socle B ; diriger l'axe 0° - 0° du rapporteur suivant l'axe de symétrie du dispositif.
- Placer le laser en position basse et le diriger vers le centre du rapporteur. Brancher l'alimentation.
- Placer le dispositif faisceau rasant (14), près de la source laser, de façon à obtenir un rayon lumineux nettement visible sur le rapporteur.
- Vérifier que le rayon passe par l'axe 0° - 0° du rapporteur. Sinon, orienter socle B et/ou rapporteur, de façon à ce qu'il en soit ainsi. Bloquer le réglage en serrant modérément les vis moletées.
- Centrer le miroir et placer son arête selon l'axe 90°- 90° du rapporteur. Le rayon réfléchi doit être confondu avec le rayon incident, suivant l'axe 0° - 0°.

2.3. Mode opératoire





On retrouve une expérience classique.
En faisant varier l'angle d'incidence $\hat{i}_1$, mesurer l'angle de réflexion $\hat{i}_2$ correspondant.
(Remarque : affiner si nécessaire le réglage de l'orientation du laser et la position du dispositif faisceau rasant de façon à ce que le trajet des rayons lumineux soit bien visible.)
On vérifie ainsi la deuxième loi de la réflexion : $\hat{i}_1 = \hat{i}_2$.

Remarque :
Ce coffret permet bien de retrouver ici la deuxième loi de la réflexion ($\hat{i}_1 = \hat{i}_2$), mais comme dans les montages habituels, en toute rigueur, on ne prouve pas la première loi.

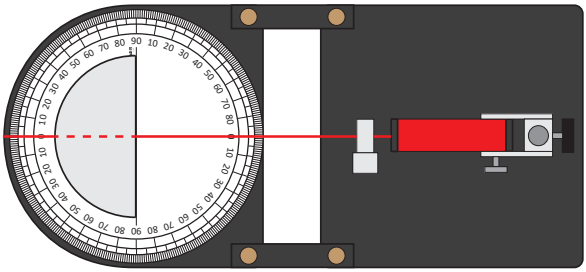
3 - Réfraction dans le cas du dioptre air-plexiglas ou/et plexiglas-air

3.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) monté : socle (A) et tige (7) + socle (B) relié au socle (A) au moyen des pattes de liaison et des vis moletées (10)
- Disque optique (9)
- Dispositif faisceau rasant (14)
- Lentille demi-circulaire (4)

3.2. Montage

- Voir § 2.2.
- Remplacer le miroir (12) par la lentille demi-circulaire (4) convenablement centrée : son diamètre est positionné selon l'axe 90° - 90° du rapporteur. Le rayon incident et le rayon émergent dans l'air, après traversée de la lentille, doivent être confondus avec l'axe 0°- 0° du rapporteur.

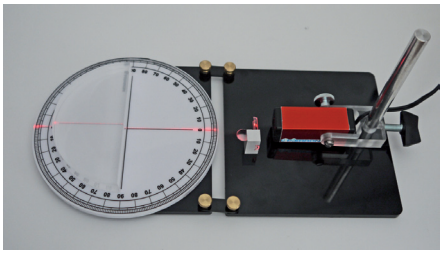


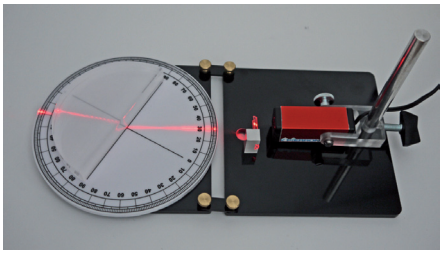
- Affiner si nécessaire le réglage de l'orientation du laser et la position du dispositif faisceau rasant de façon à ce que le trajet des rayons lumineux soit bien visible.

3.3. Mode opératoire

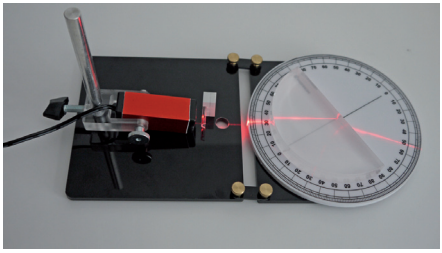
On retrouve une expérience classique.
En faisant varier l'angle d'incidence $\hat{i}_1$, mesurer l'angle de réfraction $\hat{i}_2$ correspondant.
Selon le positionnement de la lentille demi-circulaire, on étudie ainsi :

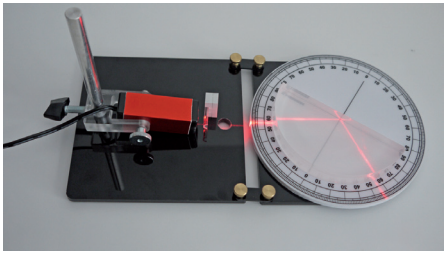
- la réfraction air-plexiglas : si le rayon incident pénètre dans la lentille par sa face plane,





- la réfraction plexiglas-air: si le rayon incident pénètre dans la lentille par sa face circulaire. On peut alors déterminer la valeur de l'angle de réfraction limite et observer la réflexion totale.





On met à profit les mesures pour exploiter la relation : $n_1.\sin \hat{i}_1 = n_2.\sin \hat{i}_2$ (deuxième loi de la réfraction). On observe par ailleurs :

- **la réfraction air-plexiglas et la réflexion partielle**
- **la réfraction plexiglas-air, la réfraction limite et la réflexion totale.**

Remarque :

Le coffret permet bien de retrouver la deuxième loi de la réfraction ($n_1.\sin \hat{i}_1 = n_2.\sin \hat{i}_2$), mais comme dans les montages habituels, en toute rigueur, on ne prouve pas la première loi.
Pour la mise en évidence des **deux** lois de la réfraction (**notamment**, rayon réfracté dans le plan d'incidence), la maquette réfraction (réf. 00596.10) pourra grandement être mise à profit.

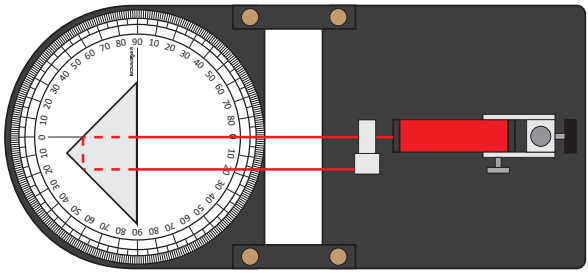
4 - Réfraction par un prisme

4.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) monté : socle (A) et tige (7) + socle (B) relié au socle (A) au moyen des pattes de liaison et des vis moletées (10)
- Disque optique (9)
- Dispositif faisceau rasant (14)
- Prisme à réflexion totale (5)

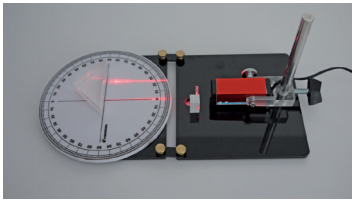
4.2. Montage

- Voir § 2.2.
- Remplacer le miroir par le prisme.
- Placer la base du prisme suivant l'axe 90° - 90° mais veiller à ne pas centrer le prisme. Le centre du rapporteur sera situé, par exemple, au tiers de la base ; l'axe 0° - 0° est perpendiculaire à la base du prisme mais ne passe par le sommet.



4.3 Mode opératoire

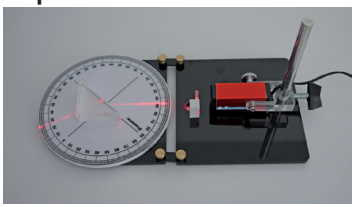
4.3.1. Étude de la réflexion totale



On observe alors que lorsque le rayon incident est perpendiculaire à la base du prisme, le rayon ressort du prisme parallèlement et du même côté que le rayon incident.

Ce qui résulte d'une double réflexion totale du rayon à l'intérieur, liée aux conditions expérimentales : un angle d'incidence de 0° ; particularités du prisme (en forme d'un triangle rectangle isocèle).

4.3.2. Étude de la double réfraction à la traversée du prisme



En tournant le rapporteur (exemple de la photo : $\hat{i}_1 = 47°$), on observe un rayon émergent sur l'autre face du prisme, qui résulte des deux réfractions : air-plexiglas puis plexiglas-air.

On peut alors mettre à profit l'expérience pour retrouver l'indice de réfraction de la matière constituant le prisme.

Pour cela, on fait un relevé de l'expérience sur une feuille de papier placée auparavant sous le dispositif : faces du prisme, rayon incident, rayon émergent. Puis on exploite les lois de la réfraction de Descartes pour en déduire n.

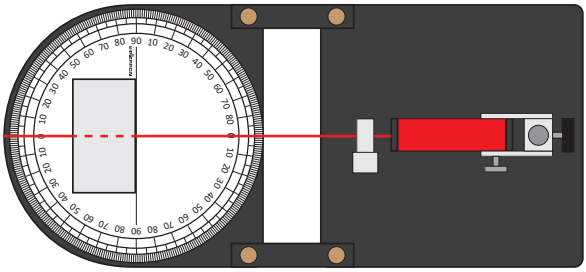
5 - Déplacement d'un rayon lumineux à la traversée d'une lame à faces planes et parallèles

5.1. Matériel nécessaire

- Mini-laser et son alimentation (6)
- Plan de travail (1) monté : socle (A) et tige (7) + socle (B) relié au socle (A) au moyen des pattes de liaison et des vis moletées (10)
- Disque optique (9)
- Dispositif faisceau rasant (14)
- Lame à faces planes et parallèles (13)

5.2. Montage

- Voir § 2.2.
- Remplacer le miroir par la lame à faces planes et parallèles. Une face de la lame est alignée suivant l'axe 90° - 90° du rapporteur.

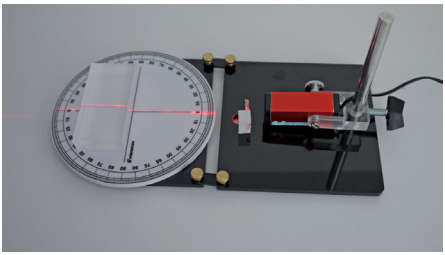


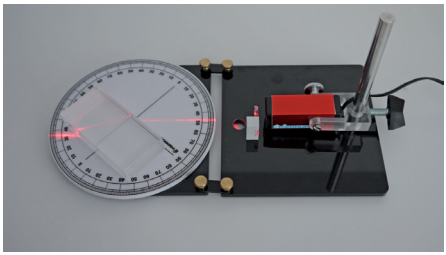
5.3 Mode opératoire

On fait varier l'angle d'incidence. On compare la direction du rayon incident avec celle du rayon émergent.

Pour une incidence nulle, on n'observe aucune modification de la direction du rayon émergent.

Pour une incidence quelconque, on observe que la direction du rayon émergent est parallèle à celle du rayon incident, mais décalée (translatée). C'est le résultat des deux réfractions, air-plexiglas puis plexiglas-air, que subit le rayon lumineux à la traversée de la lame aux caractéristiques particulières : faces planes et parallèles.

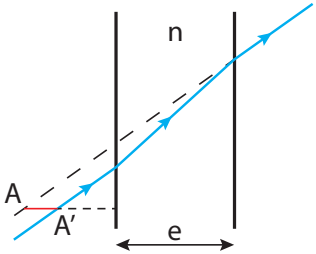




Pour de faibles incidences, on pourra alors exploiter l'expérience en faisant un relevé sur une feuille de papier placée auparavant sous le dispositif : faces de la lame, rayon incident, rayon émergent, et exploiter la relation :

$$AA' = e\,(1 - 1/n)$$

où e est l'épaisseur de la lame, n son indice de réfraction.



1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.
Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON ÉDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON ÉDUCATION sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.
Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.
Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.
Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.
Vices apparents : nous ne pourrons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.
La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA
CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77
Fax : 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr