Ensemble optique géométrique GÉOPTIC® 02342

NOTICE

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

Présentation

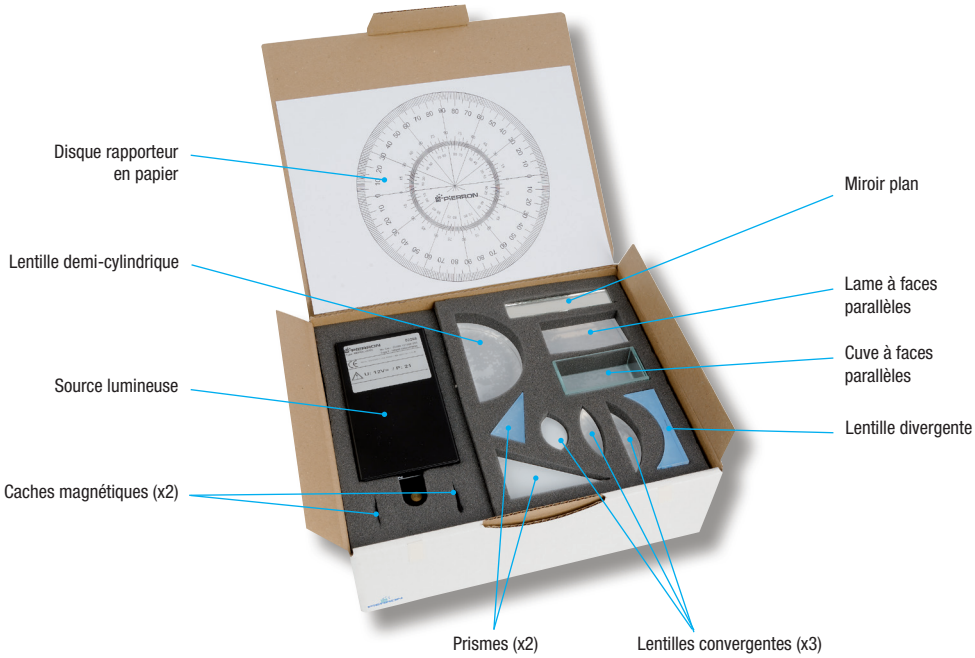
1 - Introduction

GÉOPTIC® est un ensemble de composants optiques magnétiques. Ils se fixent sur toute surface métallique et notamment sur un tableau métallique. Leur mise en place est très facile et très rapide. Muni d'une source à faisceaux rasants, GÉOPTIC® offre une très bonne visibilité du trajet suivi par les rayons lumineux lorsque ceux-ci traversent des lentilles ou des prismes. Les accessoires de ce coffret permettent de réaliser un grand nombre d'expériences telles que : Lentilles - Propagation rectiligne - Réflexion - Diffraction - Réfraction - Changement de milieu.

2 - Contenu de l'emballage

- Un ensemble GÉOPTIC®
- Une notice

Descriptif



Composition

L'ensemble GÉOPTIC® est composé des éléments suivants :

- Une source lumineuse 12 V - 21 W
- Une lentille demi-cylindrique Ø 105 mm
- Une lentille divergente F = -100 mm
- 3 lentilles convergentes F = +24, +50 et +100 mm
- Un prisme isocèle 30°
- Un prisme rectangle 30-60-90°
- Une cuve à faces parallèles (L x l x h : 80 x 30 x 40 mm)
- Une lame à faces parallèles (L x l x h : 80 x 40 x 15 mm)
- Un miroir plan (L x l x h : 105 x 20 x 20 mm)
- Un disque optique Ø 230 mm sur papier

Expériences

Les thèmes proposés :

- Les lois de la réflexion
- Les lois de la réfraction
- Une application : les lois du prisme
- L'étude d'une lentille mince :
  - La lentille convergente
  - La lentille divergente
- La mesure d'une distance focale par association de lentilles minces
- La lame et la cuve à faces parallèles

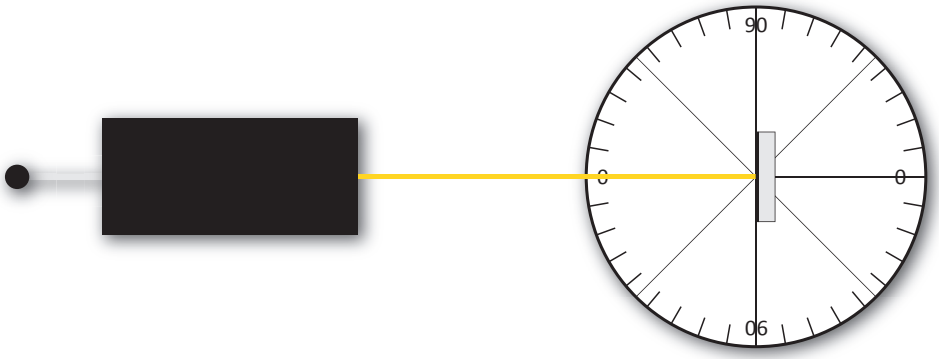
1. Les lois de le réflexion

Le matériel utilisé :

- Dans le coffret : La source lumineuse
  Le disque rapporteur
  Le miroir plan
  2 caches magnétiques
- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  2 longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

La manipulation :

- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
- Régler la lampe (en tirant sur la tige à l'arrière de la source) pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer les deux caches magnétiques, sur la face avant de la source, afin de ne laisser passer qu'un mince rayon de lumière.



- Placer le disque «rapporteur» et le miroir plan sur le panneau ; le miroir disposant d'une semelle magnétique, il permettra de maintenir le disque à la verticale.
- Régler le disque pour que le rayon lumineux soit confondu avec l'axe « 0-0 » et placer le miroir au bord de l'axe « 90-90 ».
- Faire pivoter l'ensemble {disque - miroir} autour du centre du disque (le rayon lumineux doit, dans tous les cas, aboutir au centre du disque).
- Le rayon lumineux forme avec l'axe « 0-0 » (la normale au plan du miroir au point d'incidence) un angle appelé angle d'incidence que l'on notera **i**.
- Le rayon réfléchi forme avec le même axe « 0-0 » un angle appelé angle de réflexion que l'on notera **r**.
- Ces deux angles sont directement lisibles sur le disque « rapporteur ».
- Remplir le tableau de mesures suivant :

i en °	10	20	30	40	50	60	70	80
r en °								

Conclusion : les lois de la réflexion :

- **1re loi** : les rayons incident et réfléchi, ainsi que la normale au plan du miroir au point d'incidence, sont dans un même plan.
- **2ème loi** : l'angle d'incidence **i** est égal à l'angle de réflexion **r**.

2. Les lois de le réfraction

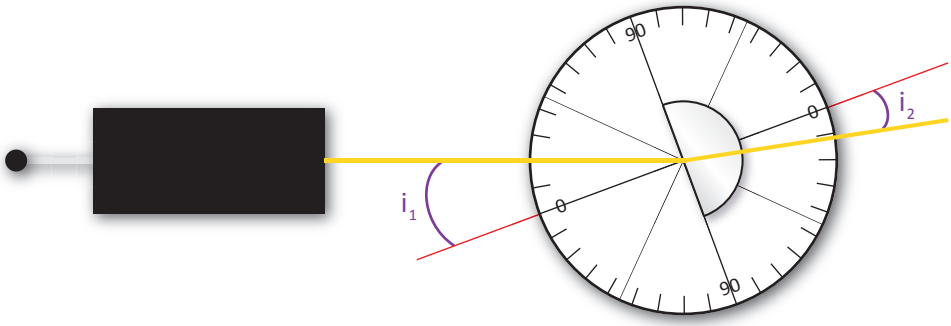
Le matériel utilisé :

- Dans le coffret : La source lumineuse
  Le disque rapporteur
  La lentille demi-cylindrique
  Deux caches magnétiques
- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

Rappel : la réfraction est observée lors du passage de la lumière d'un milieu transparent (milieu 1) à un autre milieu transparent (milieu 2) ; la lumière se propage dans chacun de ces milieux à vitesse constante mais différente d'un milieu à l'autre ; le rayon lumineux subit alors un brusque changement de direction au passage de la frontière entre ces deux milieux (on appelle cette frontière un dioptre).

La manipulation :

- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
- Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer les deux caches magnétiques afin de laisser passer un mince rayon de lumière issu de la source.
- Faire pivoter l'ensemble {disque - lentille demi-cylindrique}.
- Le rayon lumineux forme avec l'axe « 0-0 » (la normale à la surface de séparation entre les deux milieux transparents, au point d'incidence) un angle noté $\mathbf{i_1}$ appelé angle d'incidence.
- Ce rayon pénètre dans le milieu 2 en changeant de direction et forme avec la normale un angle noté $\mathbf{i_2}$ appelé angle de réfraction.



- Remplir le tableau de valeurs suivant :

i_1 en °	10	20	30	40	50	60	70	80
i_2 en °								
sin i_1								
sin i_2								
sin i_1 / sin i_2								

On constate que le rapport **sin i_1 / sin i_2** est constant ; on le désigne par **$n_{2/1}$** et on l'appelle indice de réfraction du milieu 2 par rapport au milieu 1.
On définit un indice de réfraction absolu qui caractérise chaque milieu transparent, le milieu de référence étant le vide ; l'indice de réfraction est égal à la vitesse de propagation de la lumière dans le vide (c = 300 000 km/s) que divise la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu transparent considéré (v < c),

$$\boxed{n = \frac{c}{v}}$$

On pose $n_{2/1} = n_2 / n_1 = (c / v_2) / (c / v_1) = v_1 / v_2 = \sin i_1 / \sin i_2$.

Conclusion : Les lois de la réfraction :

- **1re loi** : les rayons incident et réfracté, ainsi que la normale au plan du dioptre au point d'incidence, sont dans un même plan.
- **2ème loi** : $n_1.\sin i_1 = n_2.\sin i_2$

Remarque : Si le rayon lumineux arrive sur le dioptre sous un angle d'incidence nul, il ne subit pas de réfraction et continue son trajet sans être dévié ; la lumière peut toujours passer d'un milieu 1 à un milieu 2 plus réfringent ($n_2 > n_1$) ; l'inverse n'est pas vrai.
Il suffit de faire pivoter l'ensemble {disque - lentille demi-cylindrique} de 180° ; la lumière arrive toujours sous incidence nulle et pénètre dans le milieu transparent 2 sans être déviée ; elle va subir la réfraction lorsqu'elle sortira du milieu 2 et pénétrera dans le milieu 1 (l'air)
Recommencer les mesures et remplir le nouveau tableau de valeurs suivant :

i_2 en °	10	15	20	25	30	35	40	45
i_1 en °								

On constate qu'au-delà d'une certaine valeur (à calculer), le rayon lumineux ne peut plus sortir du milieu 2 et subit une **réflexion totale** sur le dioptre qui se comporte alors comme un miroir.

Application de la réflexion totale : dans le domaine des télécommunications, on remplace de plus en plus les câbles électriques par des fibres optiques constituées de substances transparentes très réfringentes ; elles permettent de transmettre la lumière et les informations qu'elle transporte sur de très grandes distances par suite de réflexions totales successives.

Quelques valeurs d'indice de réfraction :

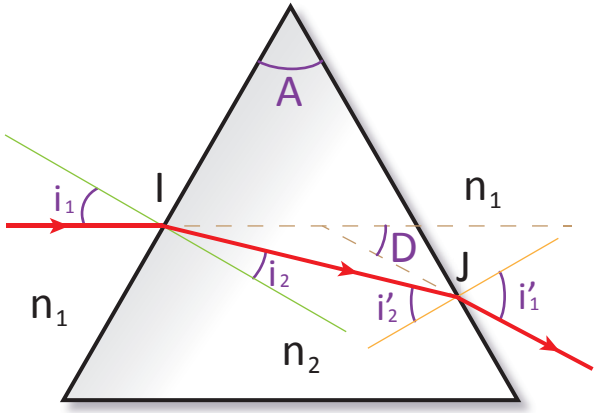
Milieu Transparent	Air	Eau	Benzène	Glace	Verre*	Plexiglas
n	1,000293	1,333	1,5	1,31	1,5	1,49

*Cet indice dépend de la composition du verre.

3. Les lois du prisme

Qu'est-ce qu'un prisme ?

Un prisme est formé d'un milieu transparent, d'indice de réfraction $\mathbf{n_2}$, limité par deux dioptres plans non parallèles ; ces deux dioptres forment un angle, noté **A**, appelé l'angle du prisme. Un rayon lumineux arrive sous l'incidence $\mathbf{i_1}$ par l'une des faces du prisme et subit une première réfraction sur ce dioptre ; ce rayon est donc dévié une première fois, à l'intérieur du prisme, et arrive sur la deuxième face du prisme sous une incidence $\mathbf{i'_2}$; si $\mathbf{i'_2}$ est inférieur à l'angle de réfraction limite, ce rayon va ressortir du prisme en subissant une nouvelle réfraction accompagnée d'une nouvelle déviation ; on appelle **D** la déviation totale du rayon lumineux.



Les quatre lois du prisme :

$$n_1.\sin i_1 = n_2.\sin i_2$$
$$n_1.\sin i'_1 = n_2.\sin i'_2$$
$$A = i_2 + i'_2$$
$$D = i_1 + i'_1 - A$$

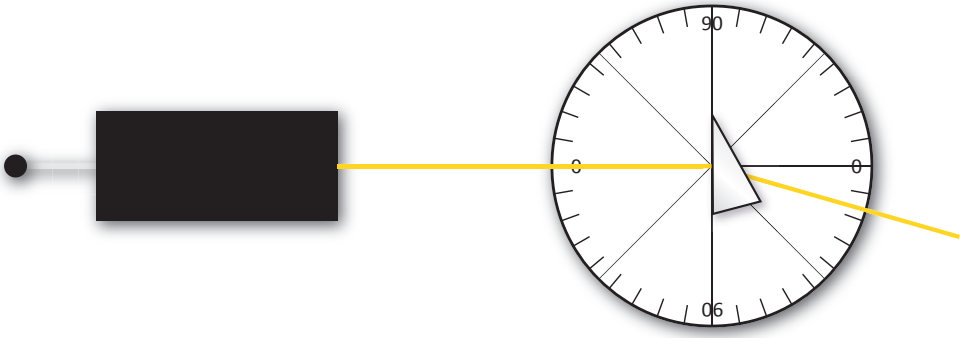
Le matériel utilisé :

- Dans le coffret : La source lumineuse
  Le disque rapporteur
  Le prisme d'angle au sommet 30°
  Deux caches magnétiques

- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  Un filtre rouge (réf. 04413.10 par exemple)
  Deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

La Manipulation :

- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
- Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer le filtre rouge puis les deux caches magnétiques afin de laisser passer un mince rayon de lumière monochromatique issu de la source.



- Placer l'arête du prisme sur l'axe « 90-90 » comme indiqué sur la figure.
- Faire coïncider le rayon lumineux avec l'axe « 0-0 ».
- Le rayon émergent fait, avec le même axe, un angle directement lisible sur le rapporteur et qui est, dans ce cas précis, l'angle de déviation **D**.
- Faire pivoter l'ensemble {rapporteur - prisme} ; l'angle d'incidence $\mathbf{i_1}$ est directement lisible sur le rapporteur.
- Pour lire **D**, il faut ajouter (ou soustraire si on pivote dans l'autre sens) la valeur de $\mathbf{i_1}$ à la valeur de l'angle mesuré entre le rayon émergent et l'axe « 0-0 », comme indiqué sur la figure.
- Remplir le tableau de valeurs suivant :

i_1 en °	0	10	20	30	40	50	60	70
D en °								

- Représenter graphiquement **D** en fonction de $\mathbf{i_1}$.
- Constater que **D** passe par un minimum et noter la valeur de ce minimum :

$$D_{min} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

- Se replacer dans les conditions d'obtention du minimum de déviation et constater que le trajet du rayon lumineux est symétrique par rapport à l'axe de symétrie du prisme passant par le sommet **A**,
- En tirer les conclusions en ce qui concerne les angles $\mathbf{i_1, i_2, i'_1, i'_2}$ **et** $\mathbf{D_{min}}$,
- Établir alors la formule :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \dfrac{D_{min} + A}{2}}{\sin \dfrac{A}{2}}$$

- Comme le milieu 1 est l'air, son indice est très proche de 1 (en fait c'est l'indice du vide qui est rigoureusement égal à 1) ; la formule établie permet alors de déterminer l'indice de réfraction du milieu qui constitue le prisme,
- On peut refaire la manipulation en utilisant le deuxième prisme, en prenant successivement comme angle au sommet **A**, l'angle de 60° puis celui de 90°,
- Constater que sous certaines incidences, que l'on relèvera, le rayon lumineux est totalement réfléchi sur le deuxième dioptre et émerge par la face du bas,
- Sachant que l'indice de réfraction du diamant vaut 2,42, calculer l'angle de réfraction limite ; on comprend alors qu'un diamant taillé présentant de nombreuses facettes peut piéger les rayons lumineux qui y pénètrent (ils vont subir de multiples réflexions totales sur les facettes) et briller ainsi de mille feux.

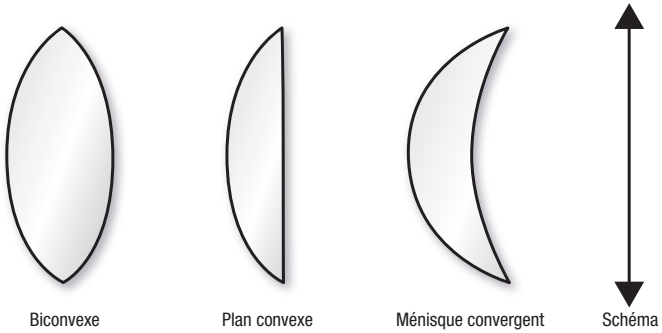
4. L'étude d'une lentille mince

Qu'est-ce qu'une lentille mince ?

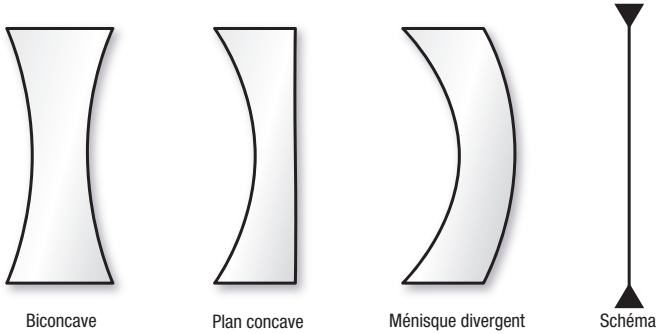
Une lentille mince est constituée d'un milieu transparent limité par deux dioptres sphériques (dans le cas de ce coffret, les dioptres sont cylindriques pour permettre une fixation aisée sur le panneau métallique),

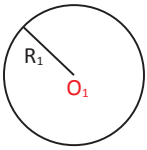
On distingue deux types de lentilles minces :

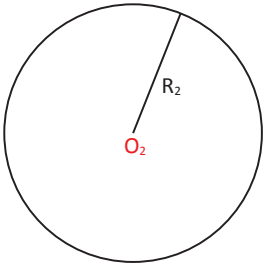
- Les lentilles à bords minces : elles sont convergentes,

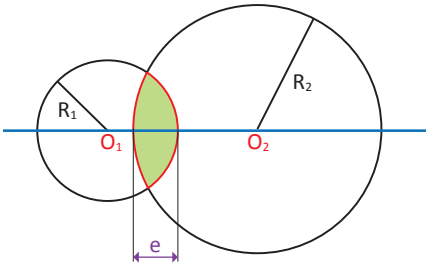


- Les lentilles à bords épais : elles sont divergentes.

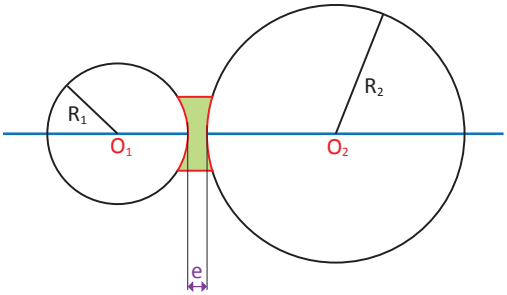








Lentille à bords minces
=
Lentille convergente



Lentille à bords épais
=
Lentille divergente

On définit l'épaisseur e ainsi que l'axe principal de la lentille comme indiqué sur la figure.

4.1 Lentilles convergentes

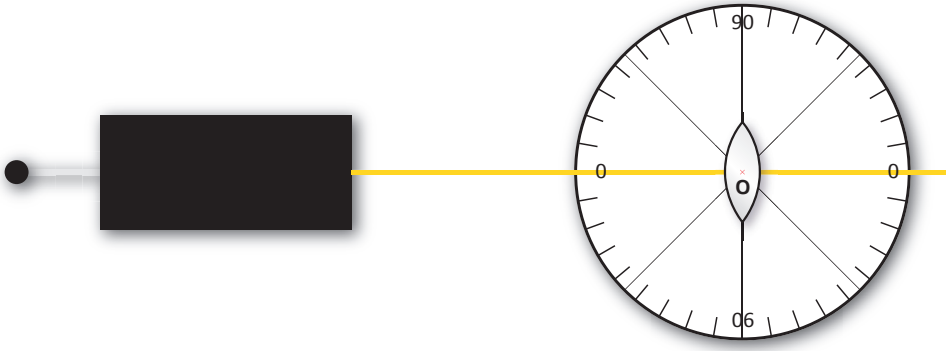
Le matériel utilisé :

- Dans le coffret : La source lumineuse
  Le disque rapporteur
  La grande lentille convergente biconvexe
  Deux caches magnétiques
- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  Un filtre rouge et un filtre bleu (réf. 04413.10 par exemple)
  Deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

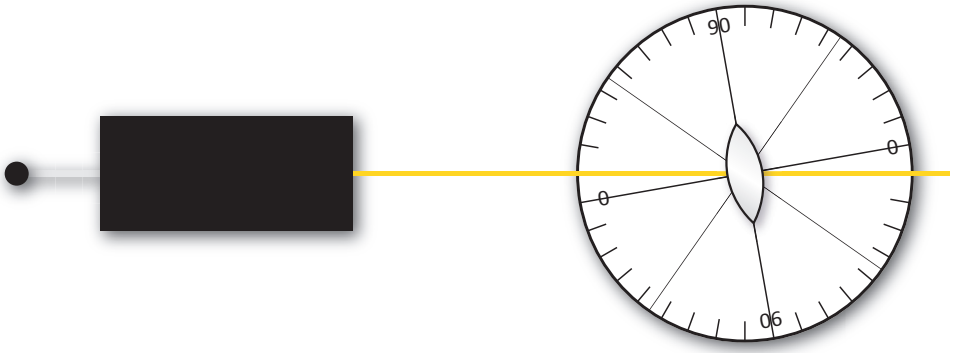
La manipulation :

- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.

- Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer le filtre rouge pour avoir une lumière monochromatique.
- Sélectionner le rayon lumineux central en disposant les deux caches magnétiques.
- Placer le disque rapporteur et la lentille biconvexe sur l'axe « 90-90 » ; régler la position du disque pour que le rayon lumineux incident coïncide avec l'axe « 0-0 » ; déplacer la lentille verticalement (les deux pointes restent sur l'axe « 90-90 ») de telle sorte que le rayon émergent soit, lui aussi, confondu avec l'axe « 0-0 ».



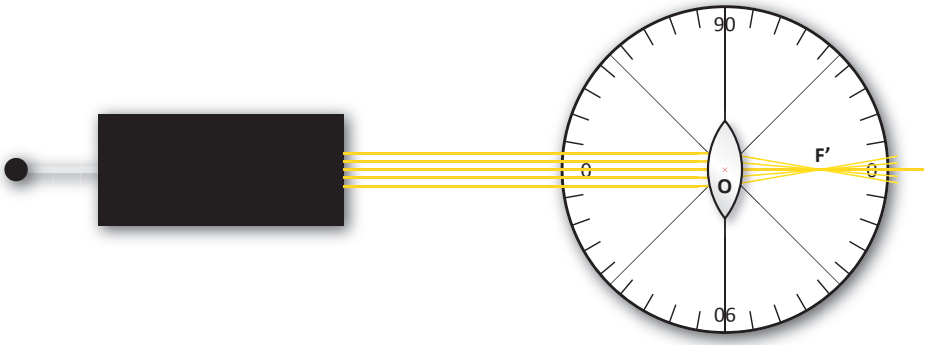
- Faire pivoter l'ensemble {rapporteur - lentille} et constater que le rayon lumineux émergeant ne dévie pas (si ce n'est pas le cas, c'est que la lentille est mal placée.



Conclusion :
Tout rayon lumineux qui passe par le centre optique d'une lentille n'est pas dévié.

- Enlever les caches magnétiques et replacer la lentille perpendiculairement aux rayons incidents parallèles.
- Constater que les rayons émergents convergent en un même point de l'axe optique principal matérialisé par l'axe « 0-0 » du rapporteur.
- Repérer ce point et mesurer sa distance au centre optique (centre de l'axe).

On appelle ce point le foyer principal image et on le note F'.
On appelle distance focale de la lentille, la distance algébrique $\overline{OF'} = f$ (cette distance est toujours positive pour une lentille convergente).



Convention : on « algébrise » les distances horizontales en prenant comme sens positif celui de la propagation de la lumière ; ce sens va traditionnellement de la gauche vers la droite, de même, on choisit un sens positif vertical : du bas vers le haut, le centre optique est l'origine du repère ainsi constitué.

- Faire pivoter l'ensemble {rapporteur - lentille} et constater que le faisceau de rayons parallèles converge, pour une position donnée, en un point situé sur le rayon qui passe par le centre optique, à la verticale du foyer principal image.
  Il existe une infinité de ces foyers secondaires images. L'ensemble des foyers constitue le plan focal image **P'**.

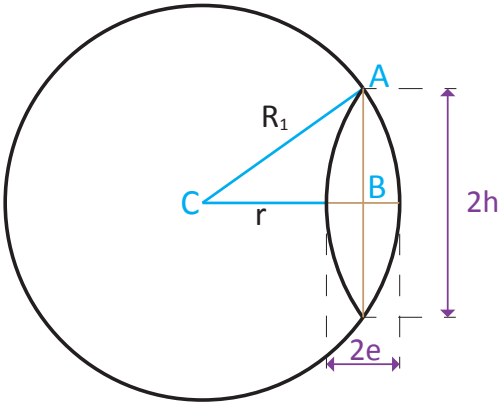
On peut, à présent, comparer la distance focale mesurée à la distance focale calculée à partir de la formule suivante :

$$C = \frac{1}{f} = (n - 1).\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

où $\mathbf{R_1}$ et $\mathbf{R_2}$ sont les rayons des dioptres sphériques (ou cylindriques) qui limitent la lentille.

C désigne l'inverse de la distance focale que l'on nomme vergence et qui s'exprime en dioptries de symbole δ.

Pour appliquer cette formule, il faut déterminer $\mathbf{R_1}$ (la lentille étant symétrique, $\mathbf{R_1} = \mathbf{R_2}$)
Considérons le triangle rectangle **ABC** ci-dessous.
AB mesure **h** (il est facile de mesurer la hauteur **2h** de la lentille) ; **AC** est le rayon cherché $\mathbf{R_1}$ et **CB** vaut $\mathbf{R_1}$ **- e** (il est de même facile de mesurer **2e**, l'épaisseur de la lentille).



Il suffit d'appliquer le théorème de Pythagore pour déterminer $\mathbf{R_1}$.
Vérifier que :

$$R_1 = \frac{(h^2 + e^2)}{2e}$$

- Faire l'application numérique et comparer le résultat obtenu pour **f** au résultat expérimental précédent (la lentille est en plexiglas dont on a déterminé l'indice de réfraction).
- Refaire les manipulations avec les deux autres lentilles convergentes du coffret et noter les valeurs des distances focales.
- Remplacer le filtre rouge par un filtre bleu et constater que le foyer principal image bleu est plus proche de la lentille que le foyer principal rouge ; la lumière blanche est constituée d'une infinité de lumières monochromatiques ; une lentille est un milieu dispersif, c'est-à-dire qu'elle dévie de façon différente les lumières monochromatiques de la lumière blanche, formant des rayons irisés.

4.2 Lentilles divergentes

Le matériel utilisé :

- Dans le coffret : La source lumineuse
  Le disque rapporteur
  La grande lentille divergente plan concave
  Deux caches magnétiques
- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  Un filtre rouge et un filtre bleu (réf. 04413.10 par exemple)
  Deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

La manipulation :

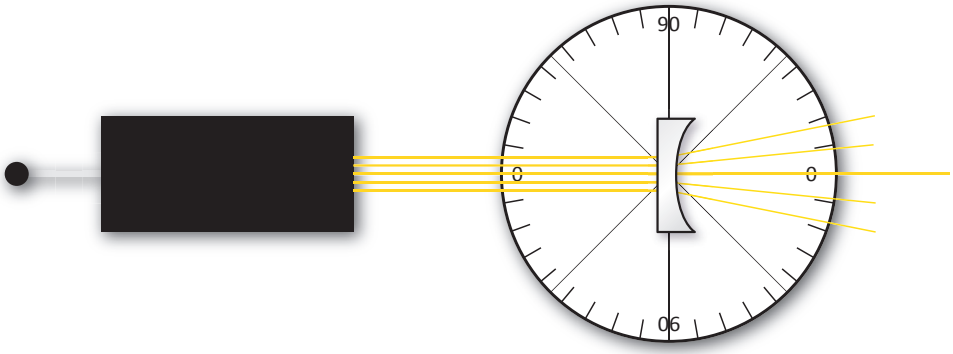
- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
- Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer le filtre rouge pour avoir une lumière monochromatique.
- Sélectionner le rayon lumineux central en disposant les deux caches magnétiques.
- Placer le disque rapporteur et la lentille biconvexe sur l'axe « 90-90 » ; régler la position du disque pour que le rayon lumineux incident coïncide avec l'axe « 0-0 » ; déplacer la lentille verticalement (les deux pointes restent sur l'axe « 90-90 ») de telle sorte que le rayon émergent soit, lui aussi, confondu avec l'axe « 0-0 »,
- Faire pivoter l'ensemble {rapporteur - lentille} et constater que le rayon lumineux émergeant ne dévie pas (si ce n'est pas le cas, c'est que la lentille est mal placée).

Conclusion :

Tout rayon lumineux qui passe par le centre optique d'une lentille n'est pas dévié.

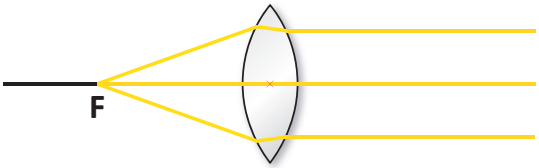
- Enlever les caches magnétiques et replacer la lentille perpendiculairement aux rayons incidents parallèles,
- Constater que les rayons émergents divergent et semblent provenir d'un même point de l'axe optique principal matérialisé par l'axe « 0-0 » du rapporteur. La position de ce point est difficile à repérer (noter qu'il n'a pas de réalité physique : on dit qu'il est virtuel) car la lentille est peu divergente,
- Faire un essai en recopiant au feutre fin la trajectoire de deux rayons lumineux extrêmes et mesurer sa distance au centre optique (centre de l'axe).

Comme pour les lentilles convergentes, on appelle ce point le foyer principal image. On appelle distance focale de la lentille, la distance algébrique $\overline{OF'}$ = f (cette distance est toujours négative pour une lentille convergente).

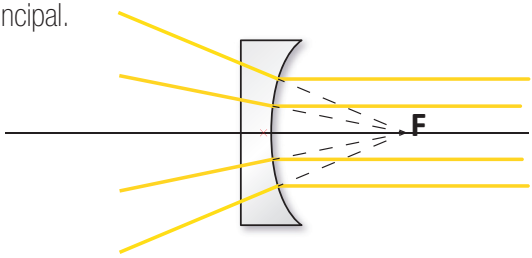


On peut également calculer cette distance focale à partir de la formule déjà utilisée en comptant négativement les rayons des dioptres qui la limitent (la face plane a un rayon infini).

Remarque : les lentilles possèdent également un foyer principal objet, symétrique du foyer principal image par rapport au centre optique et noté **F**.
Si on place en **F** une source émettant des rayons lumineux divergents, ils ressortent, après avoir traversé une lentille convergente, parallèles à l'axe optique principal.



Si on envoie un faisceau de rayons lumineux semblant converger en **F**, foyer principal objet d'une lentille divergente, ces rayons ressortent, après avoir traversé la lentille, parallèles à l'axe optique principal.



Il existe aussi des foyers secondaires objet regroupés dans le plan focal objet, symétrique du plan focal image par rapport au centre optique. En fait, la symétrie n'est plus respectée si les milieux transparents situés de part et d'autre de la lentille sont de natures différentes (eau et air par exemple) :

- Placer la grande lentille biconvexe sur le rapporteur,
- Éclairer avec un faisceau de rayons parallèles et repérer le foyer principal image (il est situé pratiquement sur le premier cercle du rapporteur),
- Placer, derrière la lentille, la cuve à faces parallèles,
- Constater que la position du foyer n'est pas modifiée,
- Introduire de l'eau dans la cuve et constater que le foyer s'éloigne de la lentille.

5. La mesure d'une distance focale par association de lentilles minces

Le matériel utilisé :

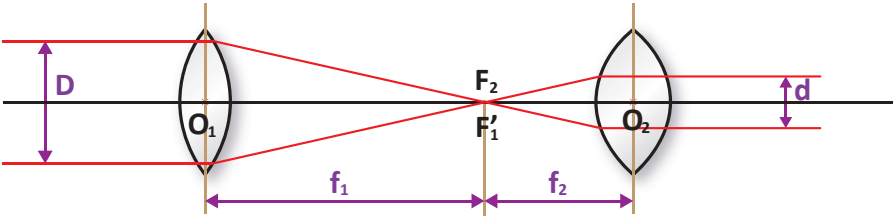
- Dans le coffret : La source lumineuse
  Les lentilles convergentes
  La lentille divergente
  Deux caches magnétiques

- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  Un filtre rouge (réf. 04413.10 par exemple)
  Deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

La manipulation :

- **Association de deux lentilles convergentes :**
  - Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
  - Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer le filtre rouge pour avoir une lumière monochromatique.
  - Placer un cache magnétique afin de ne laisser passer que les deux rayons lumineux extrêmes.
  - Placer la grande lentille biconvexe L_1 perpendiculairement au faisceau de rayons parallèles, le rayon central passant par le centre optique de la lentille.

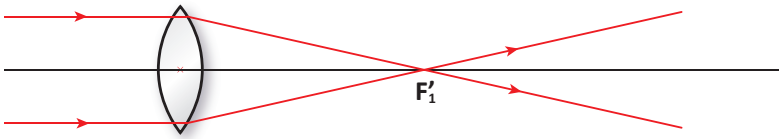
- Ces rayons convergent en **F'$_1$**, foyer principal image de la lentille.
- Placer la deuxième lentille biconvexe **L$_2$** afin que **F'$_1$** coïncide avec le foyer principal objet de **L$_2$**.
- Les rayons ressortent alors parallèles à l'axe optique principal commun aux deux lentilles.

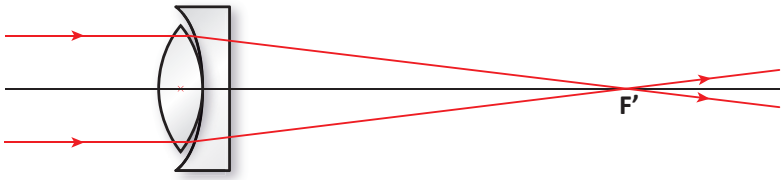


- Repérer avec un feutre fin les positions des rayons lumineux, des lentilles et du foyer commun aux deux lentilles.
- Il ne reste plus qu'à déterminer l'emplacement des deux centres optiques puis de mesurer les deux distances focales.
- Mesurer **D** puis **d**,
- Vérifier que D / d = f_1 / f_2,
- Recommencer la manipulation avec la lentille **L$_1$** et la lentille plan-convexe,
- Accoler deux lentilles convergentes et constater que l'ensemble se comporte comme une lentille plus convergente (on additionne les vergences pour obtenir la vergence équivalente).

■ Association d'une lentille divergente et d'une lentille convergente :

- Accoler la grande lentille biconvexe et la lentille plan-concave comme indiqué sur la figure,





- La vergence de la lentille biconvexe est d'environ +20 δ, celle de la lentille divergente est d'environ -10 δ ; la vergence de l'ensemble est alors de +10 δ (on additionne algébriquement les vergences) ; la distance focale est quasiment doublée.
- Accoler à présent la lentille plan-convexe et la lentille plan-concave ; comme leurs vergences sont opposées, tout se passe comme s'il n'y avait pas de lentille ; le faisceau de rayons parallèles reste inchangé.
- Cette méthode est utilisée pour déterminer la vergence d'une lentille à partir de lentilles de vergences connues et de signes contraires : on cherche l'association qui annule la vergence résultante.

6. La lame et la cuve à faces parallèles

Le matériel utilisé :

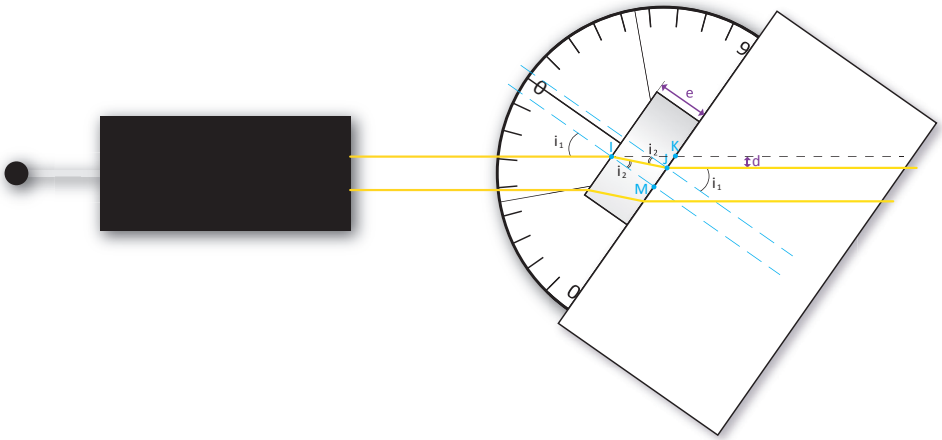
- Dans le coffret : La source lumineuse
  La lame à faces parallèles
  La cuve à faces parallèles
  Le disque rapporteur
  Deux caches magnétiques

- Complémentaire : Un panneau métallique (réf. 02257.10 par exemple)
  Une alimentation continue 12 V / 5 A (réf. 01981.10 par exemple)
  Un filtre rouge (réf. 04413.10 par exemple)
  Deux longs câbles d'alimentation (un rouge et un noir)

La manipulation :

- Placer la source lumineuse sur le panneau métallique ; la relier à l'alimentation continue 12 V.
- Régler la lampe pour que les rayons lumineux soient parallèles et horizontaux ; placer le filtre rouge pour avoir une lumière monochromatique.
- Placer un cache magnétique afin de ne laisser passer que les deux rayons lumineux extrêmes.
- Incliner la lame par rapport aux rayons incidents.
- Les rayons subissent deux réfractions successives (sur chacune des faces de la lame) et ressortent parallèles à leur direction incidente, mais décalés.
- Apposer une feuille de papier sur la moitié du rapporteur comme indiqué sur la figure.

- Mesurer l'angle d'incidence $\mathbf{i_1}$ et repérer sur la feuille de papier les positions des points **I**, **J**, **K** et **M**.
- Mesurer l'épaisseur de la lame à faces parallèles.
- Tracer, sur la feuille, le rayon émergeant ainsi que le rayon incident correspondant.



- La théorie permet d'établir la relation suivante :

$$d = e.\frac{\sin(i_1 - i_2)}{\cos i_2}$$

ou encore

$$d = e.\sin i_1.\left(1 - \frac{n_1.IJ}{n_2.IK}\right)$$

À partir de cette formule, il est possible de déterminer, soit l'indice de réfraction $\mathbf{n_2}$ du milieu qui constitue la lame à faces parallèles, soit l'épaisseur **e** de cette lame comme l'indice est connu (plexiglas), calculer **e** et comparer la valeur trouvée à la valeur mesurée.

- Remplacer la lame à faces parallèles par la cuve à faces parallèles.
- Remplir la cuve d'eau.
- La placer sur le tableau métallique, horizontalement.
- Incliner la source lumineuse.

- Procéder de la même façon que précédemment.
- Calculer cette fois l'indice de réfraction de l'eau à partir de la formule précédente.
- On peut déterminer l'indice de réfraction d'autres liquides transparents en utilisant cette cuve à faces parallèles (benzène, alcool absolu, alcool dilué …).

Entretien et garantie

■ 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 - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

■ Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA 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.

Notes

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