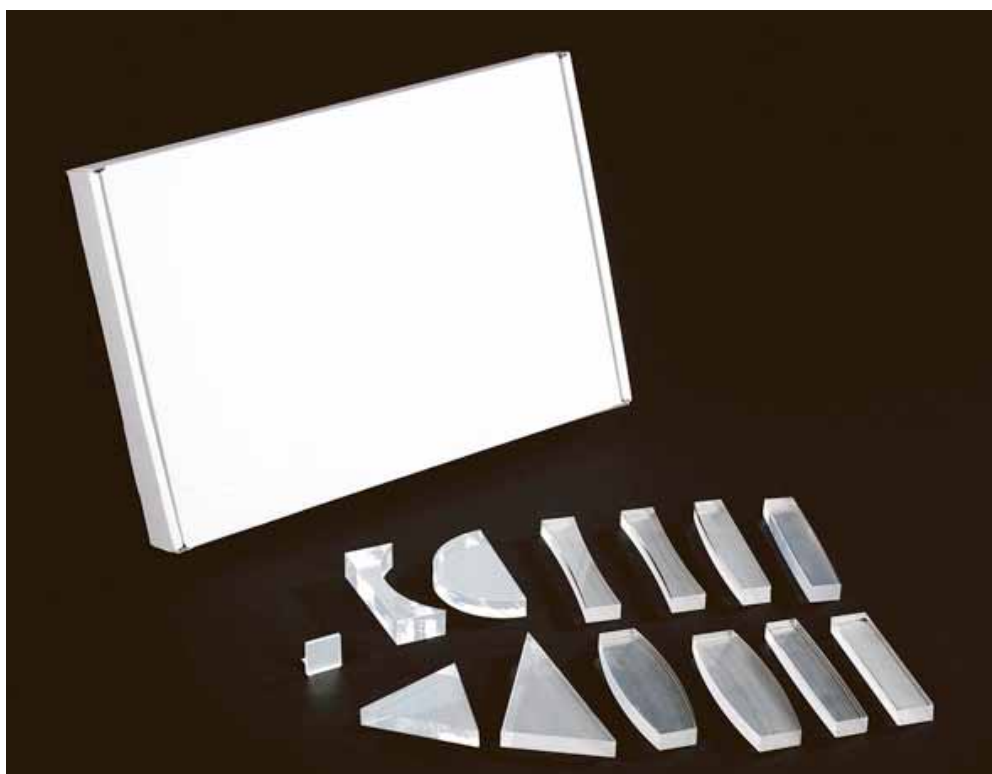


Notice

Ensemble de lentilles magnétiques

Réf. 06111



Présentation

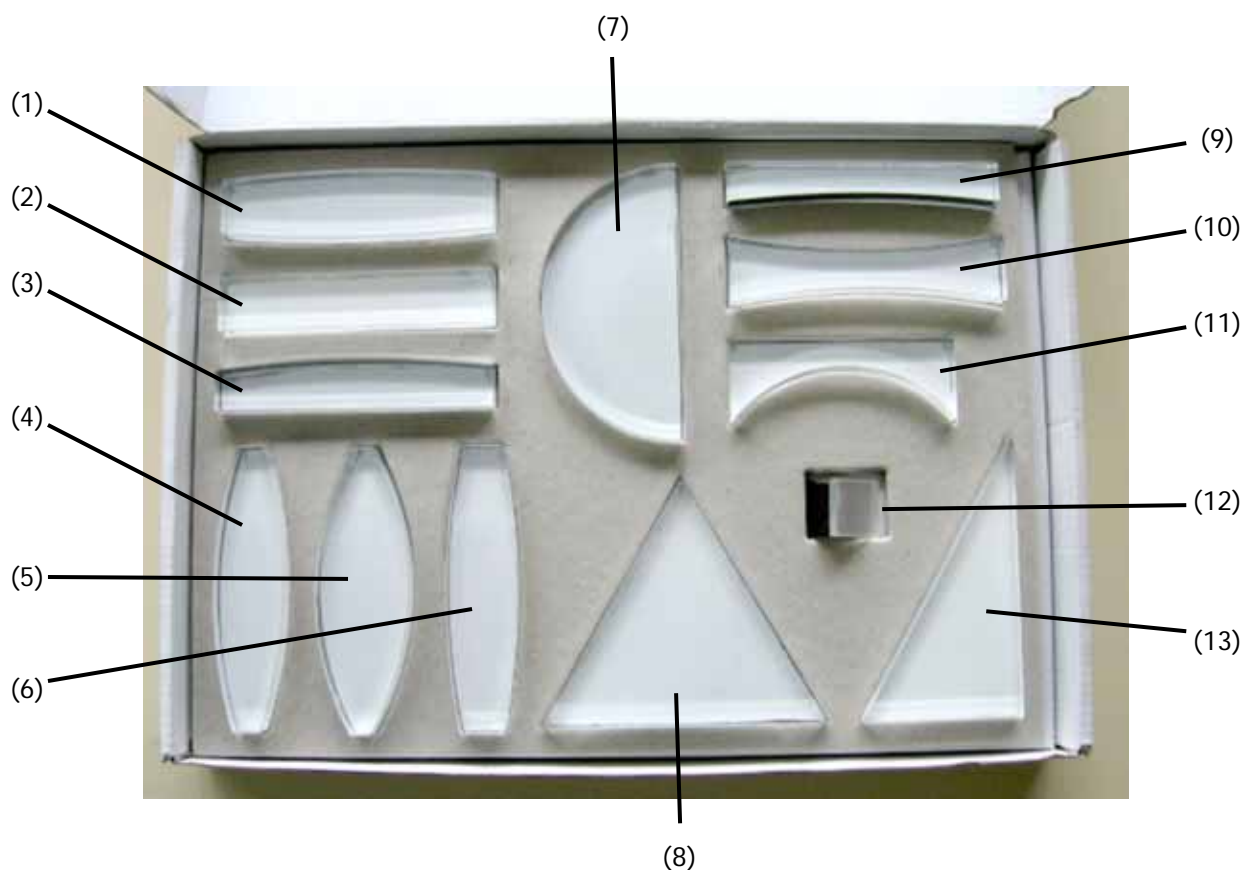
1. Introduction

Cet ensemble est composé de prismes, lentilles et miroirs qui disposent toutes et tous d'une semelle magnétique. Il est destiné à être utilisé au tableau avec un laser pour vous permettre de mettre en évidence le trajet des rayons lumineux aux travers des différentes pièces optiques qui le composent.

2. Contenu de l'emballage

- 1 coffret contenant 13 éléments
- 1 notice

Présentation



- (1) : Lentille convergente $f = +500$ mm
- (2) : lame à faces parallèles
- (3) : Miroir convexe $f = +200$ mm
- (4) : Lentille convergente $f = +166$ mm
- (5) : Lentille convergente $f = +100$ mm
- (6) : Lentille convergente $f = +250$ mm
- (7) : Lentille demi-cylindrique

- (8) : Prisme équilatéral
- (9) : Miroir concave $f = -200$ mm
- (10) : Lentille divergente $f = -250$ mm
- (11) : Lentille divergente $f = -100$ mm
- (12) : Miroir plan
- (13) : Prisme 30-60-90°

Caractéristiques

- ✓ Matière : Plexiglas
- ✓ Dimensions :
 - Pour les lentilles (sauf lentille 11) : Hauteur : 100 mm – Epaisseur : 10 mm
 - Miroirs (sauf miroir 12) : Hauteur : 100 mm – Epaisseur : 10 mm
 - lame à faces parallèles : Hauteur : 100 mm – Epaisseur : 10 mm
 - Lentille plan-concave (11) : Hauteur : 80 mm – Epaisseur : 10 mm
 - Miroir plan : 20 x 20 mm
 - Prisme équilatéral : Côté : 100 mm – Epaisseur : 10 mm
 - Prisme 30-60-90° : 57,5 – 100 – 115,5 mm – Epaisseur : 10 mm

Exemples de manipulations

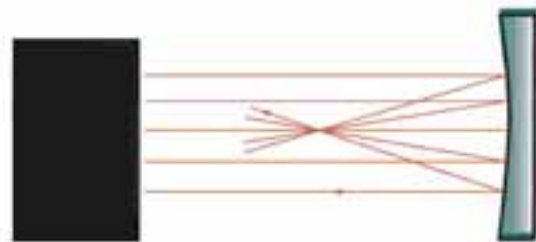
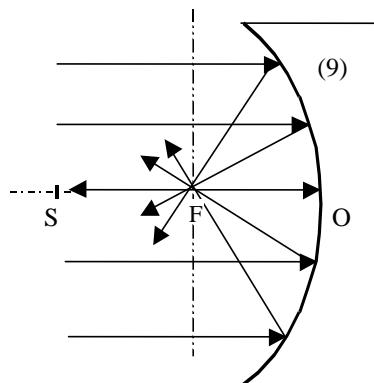
1. Réflexion des rayons lumineux sur un miroir concave

La distance focale f du miroir concave est déterminée par la distance OF où F est le point où convergent les rayons parallèles à l'axe optique.

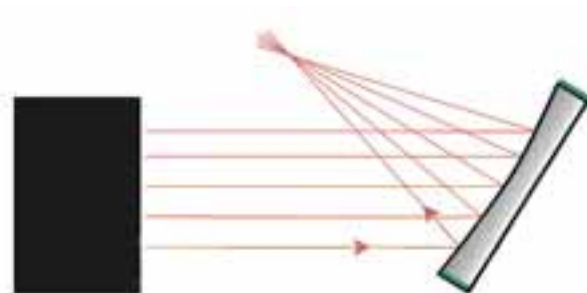
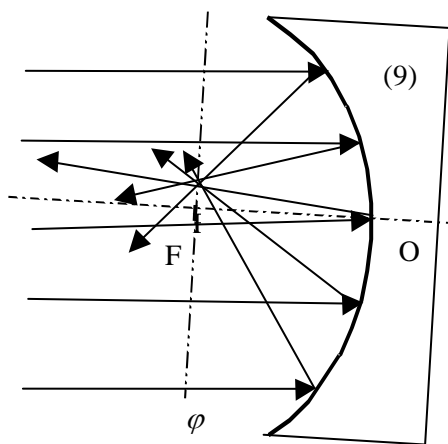
Le rayon de courbure peut être obtenu en utilisant la formule suivante :

$$f = \frac{r}{2}$$

De cette formule, on peut déduire la position du point C qui est le centre de courbure du miroir : $OC = 2 \times OF$



Dans le cas où les rayons lumineux ne sont pas parallèles à l'axe optique, ceux-ci convergent vers un point qui appartient au plan ϕ . Ce plan est perpendiculaire à l'axe optique du miroir et passe par le foyer du miroir. Le plan ϕ est le **plan focal** du miroir concave.

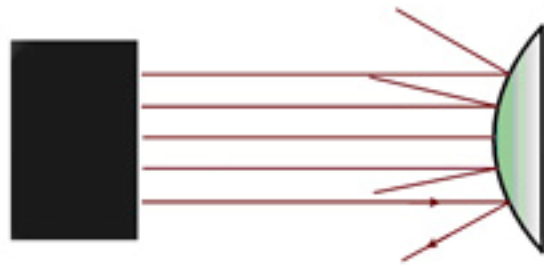
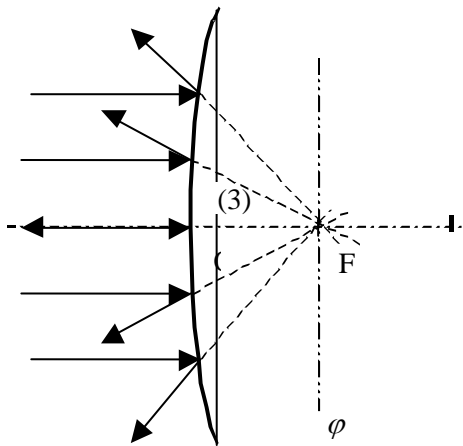


2. Réflexion des rayons lumineux sur un miroir convexe

Les rayons parallèles à l'axe optique, réfléchis par le miroir convexe, semblent provenir d'un seul point situé à l'arrière du miroir. Ce point est appelé **foyer image**. La longueur OF détermine la distance focale f du miroir. Le rayon de courbure peut être obtenu par la formule suivante :

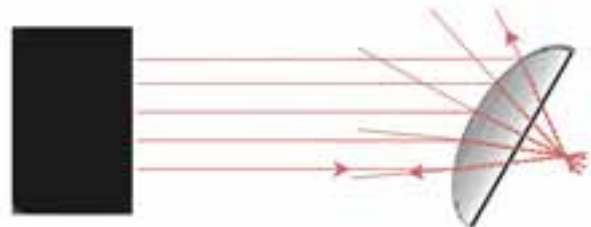
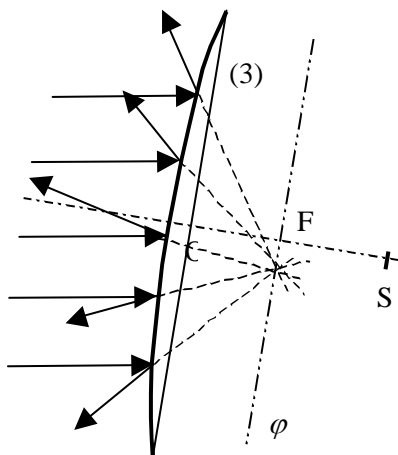
$$f = \frac{r}{2}$$

De cette formule, on peut déduire la position du point C qui est le centre de courbure du miroir : $OC = 2 \times OF$



3. Réflexion des rayons lumineux sur un miroir convexe

Dans le cas où les rayons lumineux ne sont pas parallèles à l'axe optique, ceux-ci semblent converger vers un point à l'arrière du miroir qui appartient au plan φ . Ce plan est perpendiculaire à l'axe optique du miroir et passe par le foyer du miroir. Le plan φ est le **plan focal** du miroir convexe.



4. Réfraction de la lumière

Si la lumière passe d'un milieu caractérisé par l'indice de réfraction n_1 dans un autre caractérisé par l'indice n_2 , sa direction est modifiée par la **loi de Descartes** :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

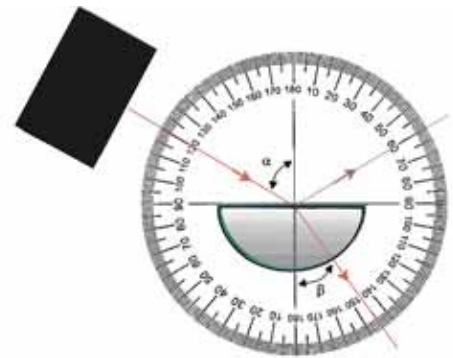
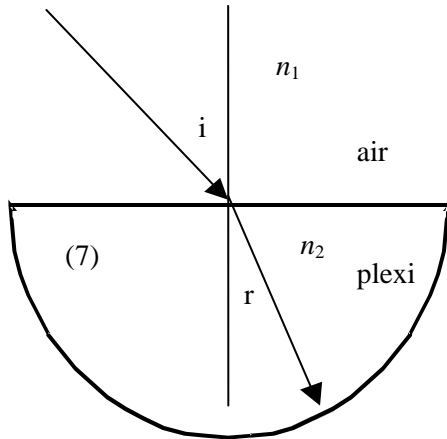
où i est l'angle d'incidence dans le milieu n_1 et r l'angle de réfraction dans le milieu n_2 . Les angles sont repérés par rapport à la normale au plan de séparation des 2 milieux.

4.1. Frontière air-plexiglas

Le milieu 1 est l'air et le milieu 2 est le plexiglas. Pour l'air l'indice de réfraction est $n_1 = 1$ et pour le plexiglas, l'indice de réfraction est $n_2 = 1,5$.

D'après la loi de Descartes ci-dessus on a $\sin i = \frac{n_2}{n_1} \sin r$.

Dans ce cas de figure, $n_2 > n_1$ donc $\sin i > \sin r$, ce qui veut dire que l'angle i est plus grand que l'angle r : après le passage de la frontière air-plexiglas, le faisceau se rapproche de la normale. L'angle de réfraction est plus petit que l'angle d'incidence.

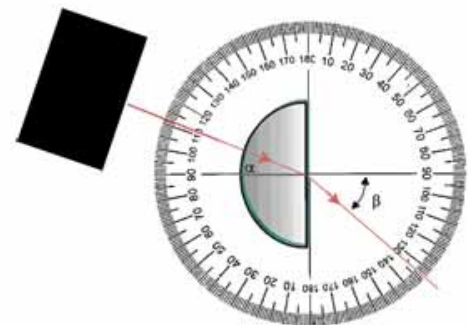
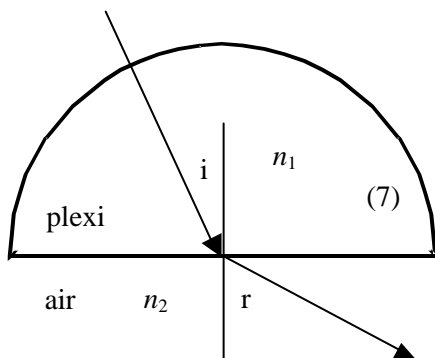


4.2. Frontière plexiglas-air

Le milieu 1 est le plexiglas et le milieu 2 est l'air et le. Pour l'air l'indice de réfraction est $n_1 = 1,5$ et pour le plexiglas, l'indice de réfraction est $n_2 = 1$.

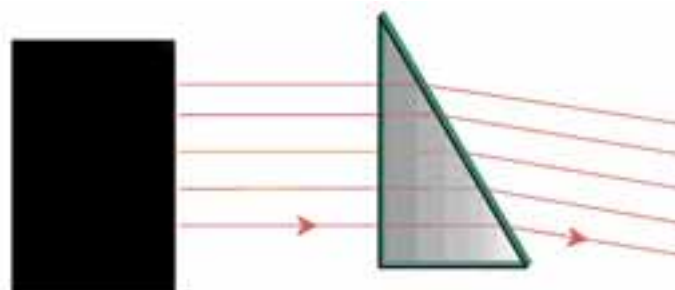
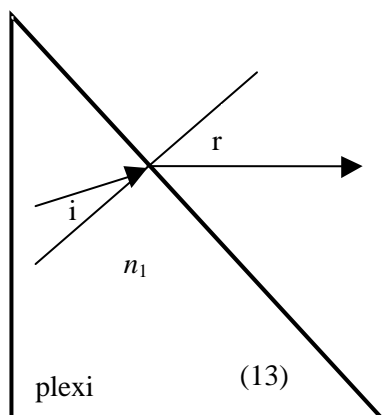
D'après la loi de Descartes ci-dessus on a $\sin i = \frac{n_2}{n_1} \sin r$.

Dans ce cas de figure, $n_2 < n_1$ donc $\sin i < \sin r$, ce qui veut dire que l'angle i est plus petit que l'angle r : après le passage de la frontière plexiglas-air, le faisceau s'éloigne de la normale. L'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence.



5. Réfraction sur le bord d'un prisme en verre

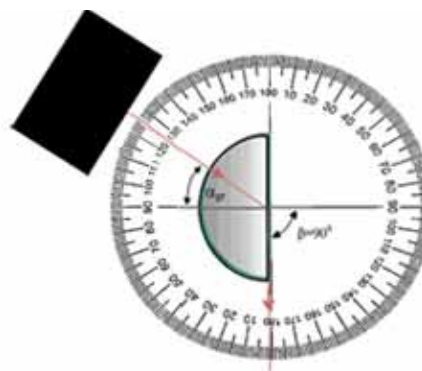
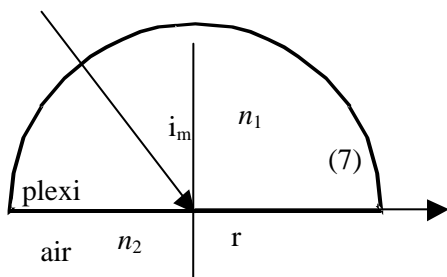
Comme nous l'avons vu précédemment, à la frontière plexiglas-verre, le faisceau s'écarte de la normale au plan de séparation



6. Angle critique, Réflexion totale

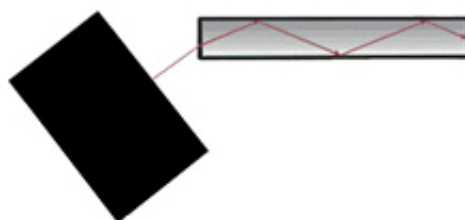
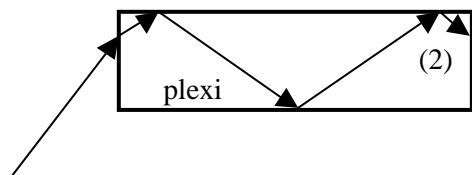
Nous venons de voir qu'à la frontière plexiglas-air (lorsque $n_2 > n_1$) l'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence.

Il existe un angle i_m , appelé angle critique, tel que $r = 90^\circ$. Dans ce cas de figure, le rayon réfracté se trouve sur le plan de séparation des 2 milieux. Si l'angle d'incidence est plus grand que l'angle critique, il n'y a plus de lumière réfractée : toute l'énergie lumineuse est réfléchi. Ce phénomène s'appelle la **réflexion totale**.



7. Réflexion totale – Propagation de la lumière dans les fibres optiques

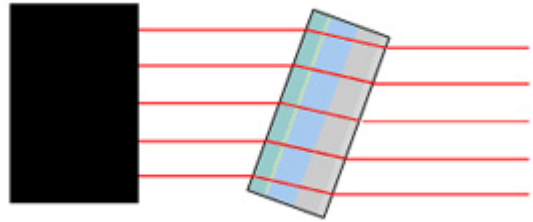
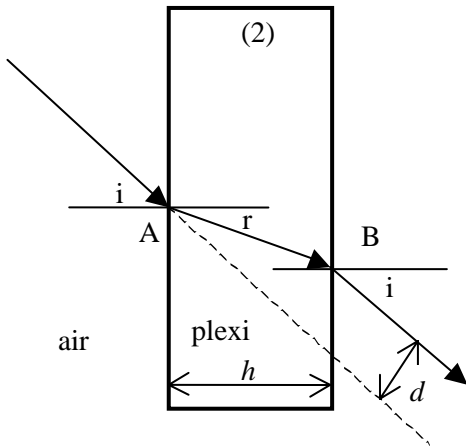
Si la lumière entre dans la fibre optique sous certains angles, elle se propage tout au long de la fibre optique en utilisant le principe de la réflexion totale sur les bords. Un paramètre important détermine l'angle qui ne doit pas être dépassé. Ce paramètre s'appelle l'**ouverture numérique**. Il s'agit du sinus de l'angle maximum sous lequel la lumière rentre dans la fibre.



8. Déviation des faisceaux lumineux par une lame à faces parallèles

Si un rayon lumineux traverse une lame à faces parallèles, sa **direction n'est pas changée**. Le rayon sortant est en fait **décalé** par rapport au rayon incident. Ce décalage est fonction de l'épaisseur h de la lame, et est donné par la relation :

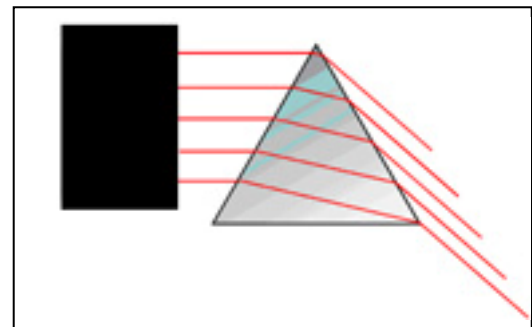
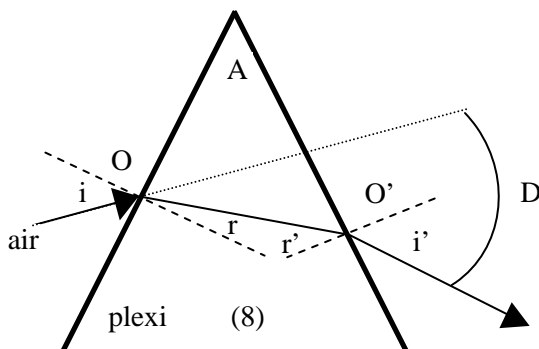
$$d = h \frac{\sin(i - r)}{\cos r}$$



9. Déviation de la lumière par un prisme

Dans un prisme, la direction de la lumière incidente arrivant en O est déviée par rapport à la normale de la face incidente jusqu'au point O' pour ensuite être déviée une nouvelle fois par rapport à la normale, quand elle repasse dans l'air.

La somme des angles de réfraction est appelé **angle de déviation du prisme**, c'est l'angle D entre le rayon incident et le rayon sortant du prisme.



Comme l'indice de réfraction de l'air vaut 1, les lois de Descartes donnent ici :

$$\sin i = n \cdot \sin r \quad (1)$$

$$\text{et } n \cdot \sin r' = \sin i' \quad (2)$$

où n est l'indice de réfraction du plexiglas

D'autre part, la géométrie impose les relations suivantes :

$$A = r + r' \quad (3) \quad (A \text{ étant l'angle au sommet du prisme})$$

et $D = i + i' - A \quad (4) \quad (D \text{ étant la déviation entre le faisceau incident et le faisceau réfracté du prisme})$

de plus, en considérant les angles petits, on peut dire que $\sin i \approx i$, $\sin r \approx r$, $\sin i' \approx i'$, $\sin r' \approx r'$. Des relations (1) et (2), on peut dire que :

$$i = n.r$$

et $n.r' = i'$

en intégrant ces 2 relations dans la relation (4), on obtient : $D = n.r + n.r' - A = n(r + r') - A$.

Or d'après la relation (3), $A = r + r'$, on peut donc déterminer la déviation du prisme par la relation suivante :

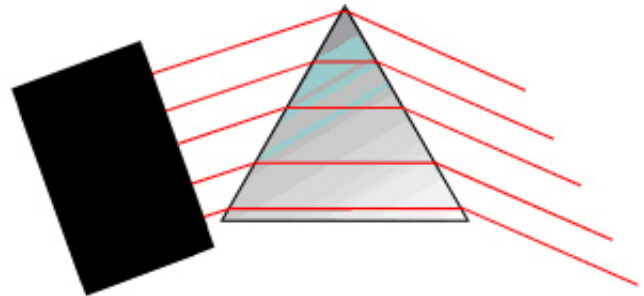
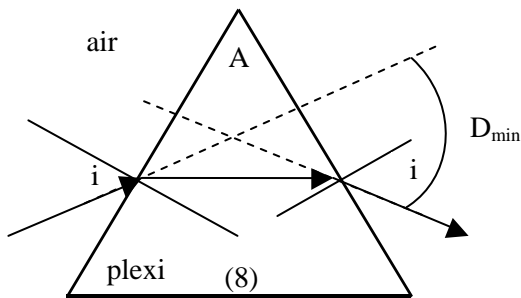
$$D = (n-1).A$$

10. Déviation minimale dans le cas d'un prisme

Dans le cas où la déviation est minimale, l'angle de déviation est alors noté D_{\min} , l'angle du rayon incident et l'angle du rayon sortant sont identiques.

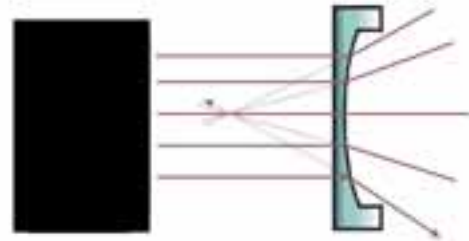
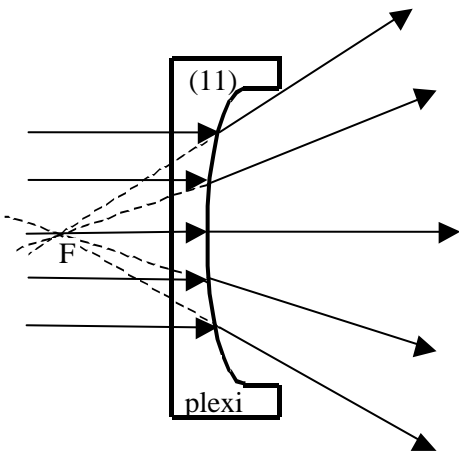
La direction de la lumière réfractée dans le prisme est parallèle à la face du prisme que le rayon ne traverse pas. L'indice de réfraction du prisme obéit à la formule :

$$n = \frac{\sin \frac{D_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$



11. Faisceau lumineux passant une frontière convexe

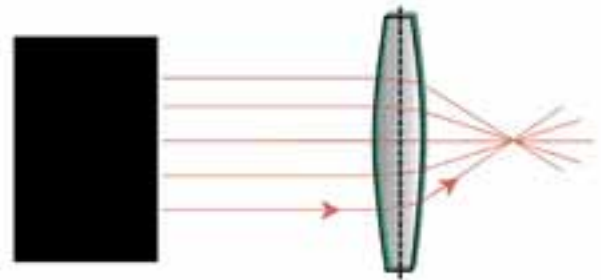
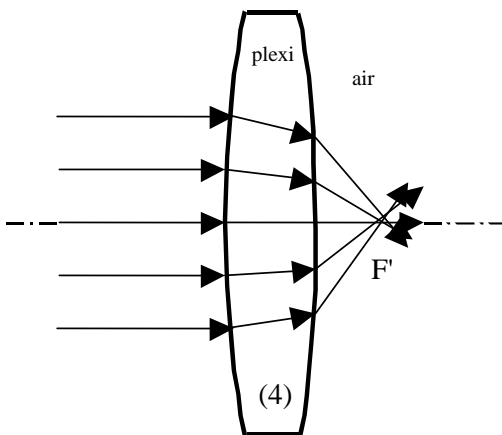
Après que le faisceau ait passé la frontière air-plexiglas, celui-ci devient divergent. L'ensemble de ces rayons semblent provenir d'un point situé sur l'axe optique. Il s'agit du **foyer image** F' .



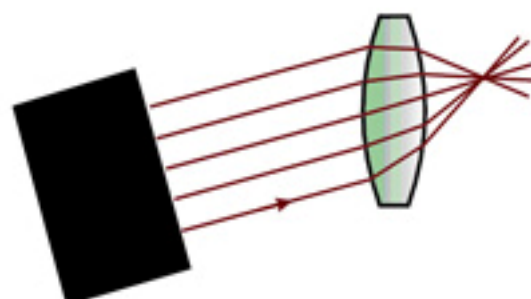
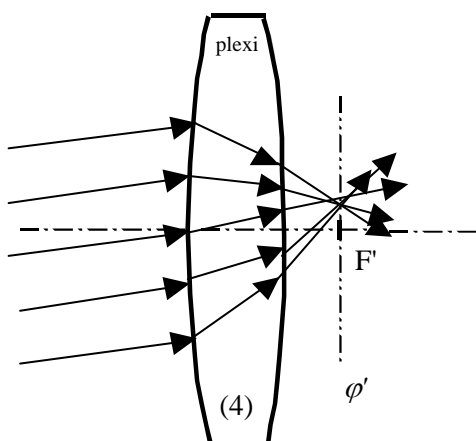
12. Faisceaux lumineux passant une lentille convexe

Un lentille convergente se comporte comme un **système optique convergent**. Après avoir franchi la lentille, les rayons lumineux parallèles à l'axe optique convergent (se recoupent) vers un même point appelé foyer image F' , de la lentille.

L'image donnée par une lentille concave d'un objet est une image réelle.



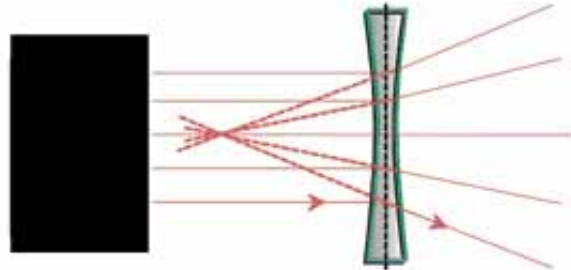
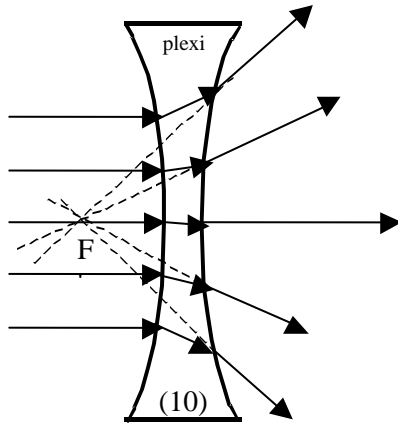
Dans le cas où les rayons lumineux ne sont pas parallèles à l'axe optique, ceux-ci semblent converger vers un point appartenant au plan φ' . Ce plan est perpendiculaire à l'axe optique de la lentille et passe par le foyer image F' . φ' est appelé **plan focal image**.



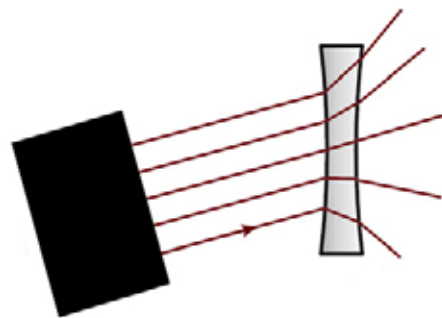
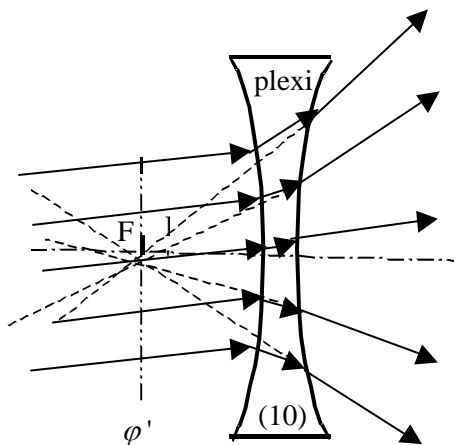
13. Faisceaux lumineux passant une lentille concave

Après être passés au travers de la lentille concave, les rayons parallèles à l'axe optique de la lentille et semblent tous provenir d'un même point situé en avant de la lentille, le **foyer image** F' .

L'image donnée par une lentille concave d'un objet réel est une image virtuelle.



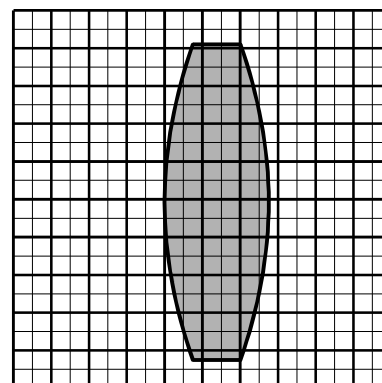
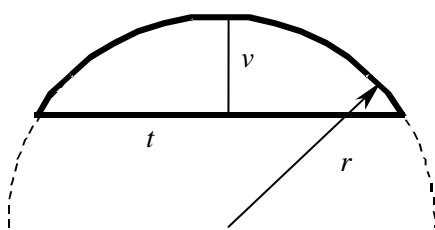
Dans le cas où les rayons lumineux ne sont pas parallèles à l'axe optique, ceux-ci semblent provenir d'un point en avant de la lentille appartenant au plan φ' . Ce plan est perpendiculaire à l'axe optique de la lentille et passe par le foyer image F' . φ' est appelé **plan focal image**.



14. Paramètres des lentilles épaisses – détermination du rayon de courbure

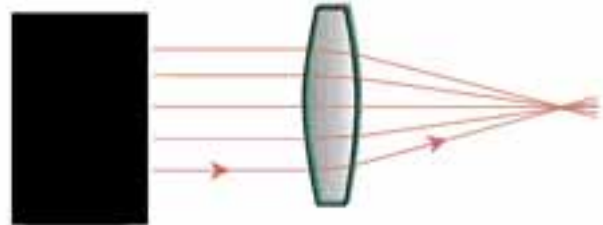
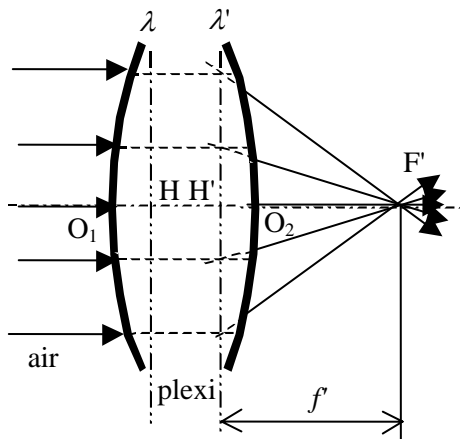
Les lentilles contenues dans l'ensemble ont toutes des surfaces de réfraction circulaires dont le rayon de courbure est identique.

On pourra mesurer le rayon de courbure en utilisant du papier millimétré.



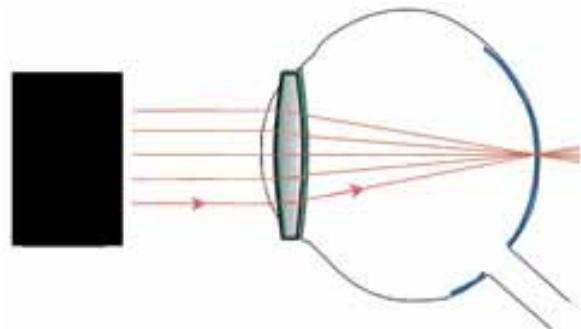
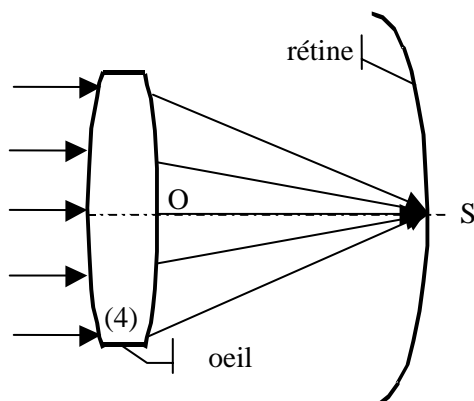
15. Paramètres des lentilles épaisses – distance focale

Dans le cas des **lentilles épaisses** (ces lentilles n'ont pas une épaisseur négligeable) la définition de la distance focale doit tenir compte de la distance entre le foyer et les plans principaux λ et λ' (passant par les points H et H').



16. Modèle de l'oeil normal

Les rayons parallèles à l'axe optique, après être passés au travers de la lentille simulant l'oeil normal (lentille 4) convergent en point situé sur la rétine. La rétine joue alors le rôle d'écran.

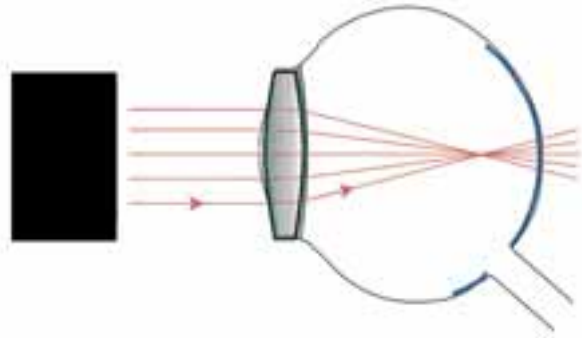
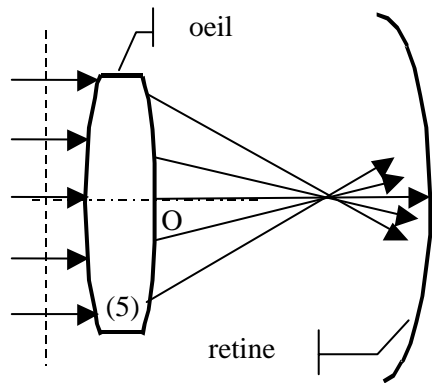


17. Modèle de l'oeil myope

Les rayons parallèles à l'axe optique, après être passés au travers de la lentille simulant l'oeil myope (lentille 5) se recoupent en un point se trouvant à l'avant de la rétine.

Pour corriger le défaut, placer la lentille correctrice (lentille 10) juste avant la lentille 5 et constater que les rayons convergent à nouveau sur la rétine.

Pour corriger un œil myope, il faut placer devant l'œil une lentille divergente.

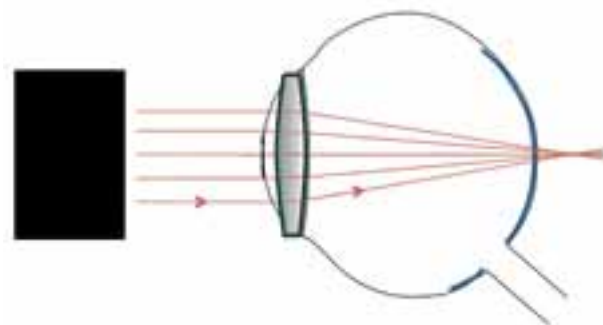
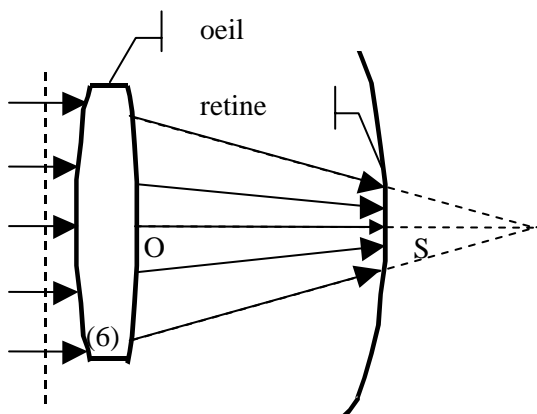


18. Modèle de l'œil hypermétrope

Les rayons parallèles à l'axe optique, après être passés au travers de la lentille simulant l'œil (lentille 6) se recoupent en un point se trouvant à l'arrière de la rétine.

Pour corriger le défaut, placer la lentille correctrice (lentille 1) juste avant la lentille 6 et constater que les rayons convergent à nouveau sur la rétine.

Pour corriger un œil hypermétrope, il faut placer devant l'œil une lentille divergente



Remarque :

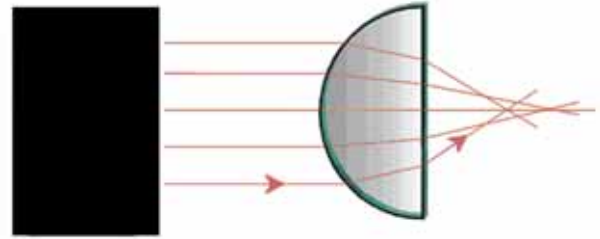
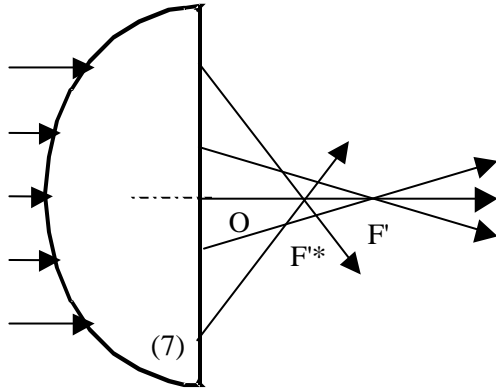
De manière générale, pour calculer la distance focale f' d'un ensemble de 2 lentilles (dans notre cas il s'agit du système œil + lentille correctrice), on utilise la formule suivante :

$$f' = \frac{f_1 f_2'}{f_1 + f_2'}$$

où f_1' est la distance focale de la lentille représentant l'œil et f_2' la distance focale de la lentille correctrice.

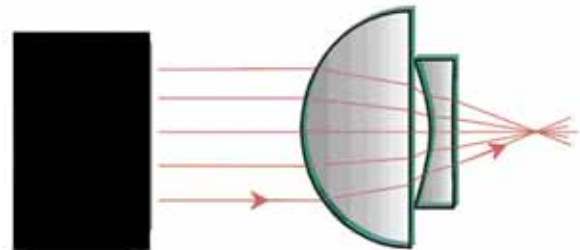
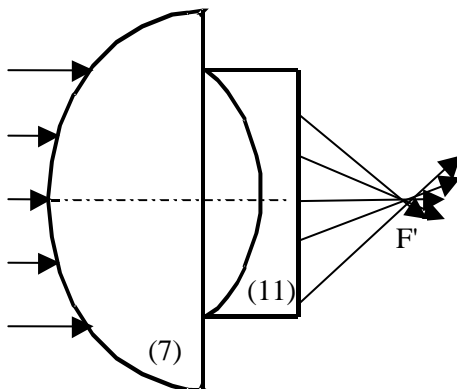
19. Correction de l'aberration sphérique en réduisant le diamètre du faisceau

L'aberration sphérique des lentilles peut être réduite en diminuant le diamètre du faisceau qui arrive sur la lentille. Les rayons les plus éloignés de l'axe optique doivent être "obturés".



20. Correction de l'aberration sphérique par combinaison de lentilles

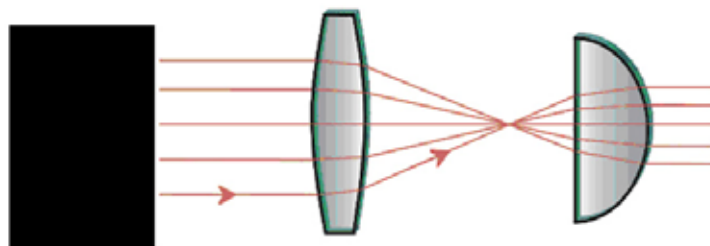
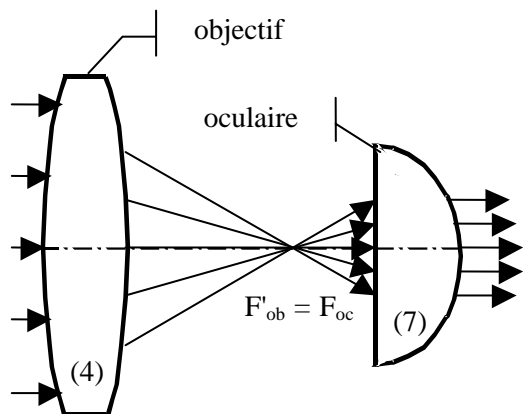
Les aberrations sphériques des lentilles divergentes et convergentes ont des effets inverses. En combinant ces 2 types de lentilles, on peut corriger de telles aberrations.



21. Lunette de Kepler

L'image donnée par une lunette de Kepler est renversée. Ceci peut être vérifié en obturant un des rayons faisceaux marginaux (rayons les plus éloignés de l'axe optique). On remarquera en effet que si on masque le rayon le plus haut, à la sortie de la lentille, c'est le rayon le plus bas qui disparaît.

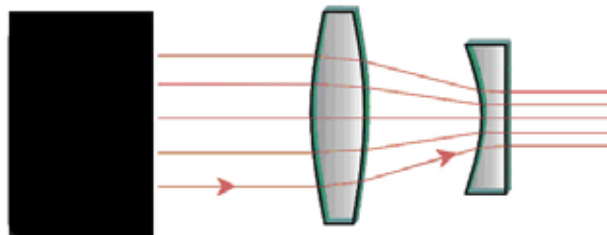
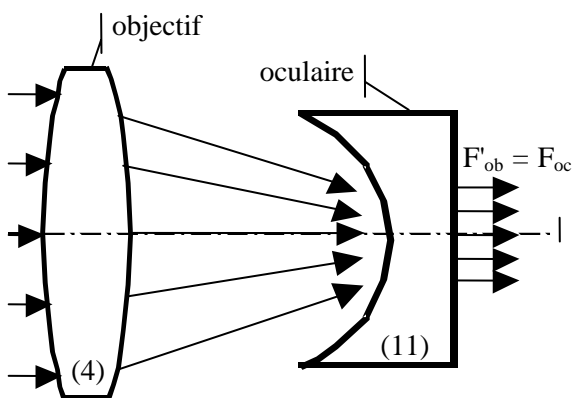
L'image est virtuelle et agrandie.



22. Lunette de Galilée

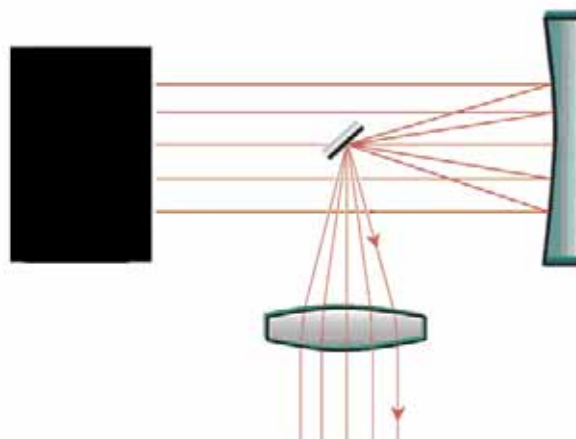
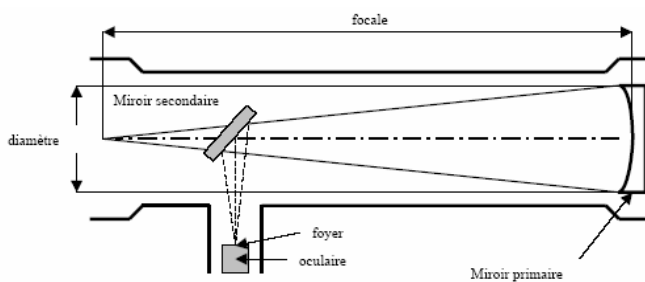
Dans cette expérience, l'angle d'incidence peut être modifié. L'image est créée par des rayons parallèles, elle est donc virtuelle et agrandie.

Si on masque le rayon du haut, en sortie, c'est le rayon du haut qui disparaîtra.



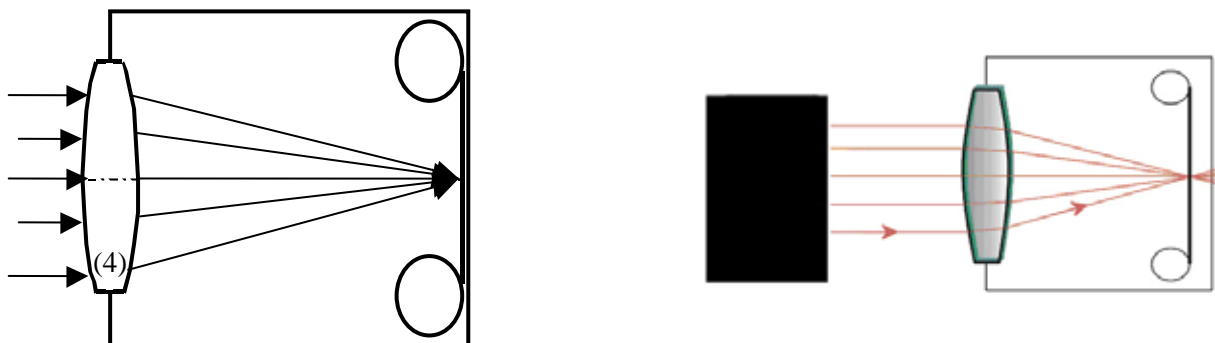
23. Télescope de Newton

On montre ici le principe de fonctionnement du télescope de Newton. On utilisera pour cela le miroir concave (9), le miroir plan (12) et une lentille convexe (5) qui jouera le rôle d'oculaire, versée. L'image est renvoyée à 90° pour un plus grand confort d'utilisation.



24. Appareil Photo

La lentille de l'appareil photo est un système optique convergent. L'image qui apparaît à l'arrière de l'appareil photo est réelle et inversée. Elle est focalisée sur une pellicule photo.



Entretien, garantie et dépannage

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 EDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2. Garantie

Les matériels livrés par PIERRON 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 pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. A 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