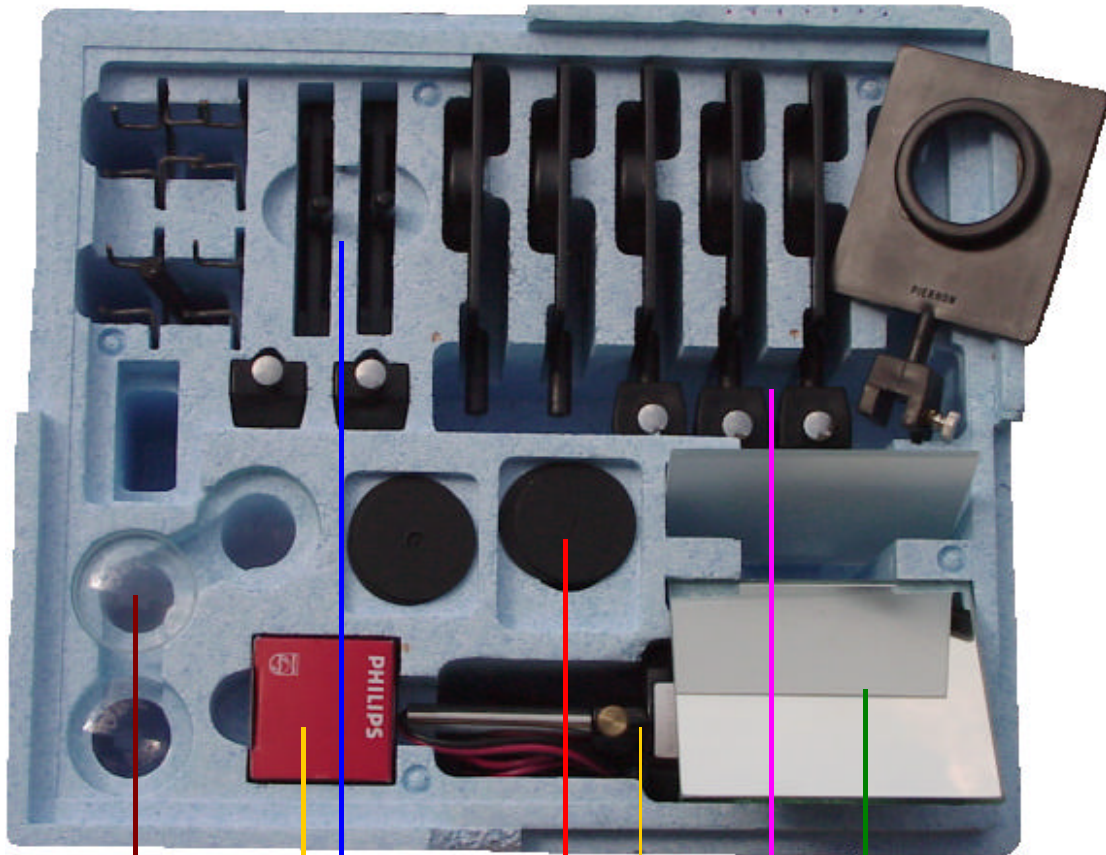


Le Banc Optique Optisup[®]

MD03201



Présentation et Contenu du Coffret.



ampoule

lampe 6 V, 5 A

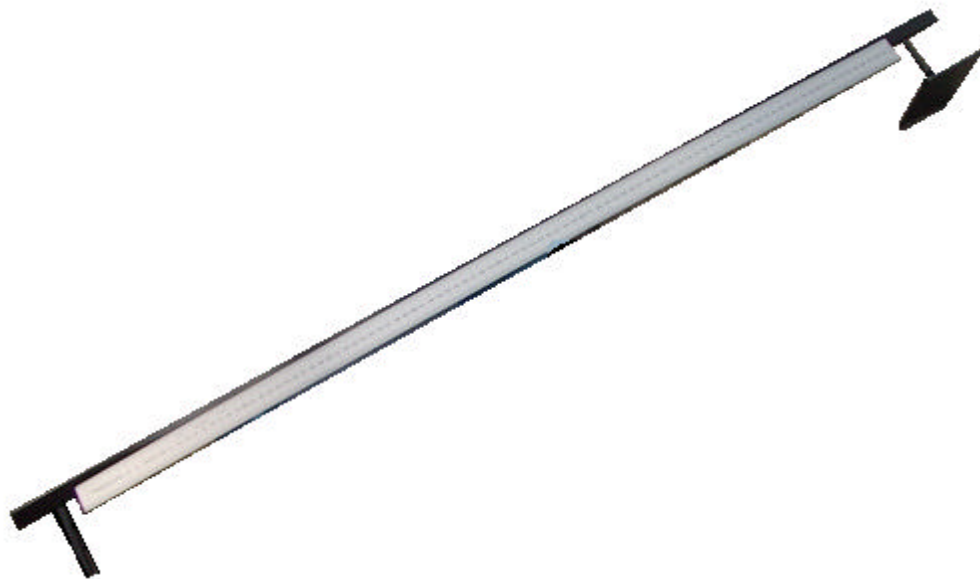
3 lentilles convergentes,
1 lentille divergente

3 diaphragmes à trou,
3 diaphragmes à fente et
1 diaphragme spécial

1 miroir plan, 1 verre
transparent, 1 verre dépoli

2 porte - écran ou supports de plaques

6 cavaliers curseurs avec vis de blocage et
6 porte - lentilles ou porte - diaphragme



rail avec règle graduée de 100 cm

Les Thèmes Proposés.

1. Propagation de la lumière ; les ombres.
2. Généralités sur les lentilles minces.
3. Les conditions d'obtention d'une bonne image.
4. Les relations des lentilles minces.
5. La mesure des distances focales.
6. La loupe.
7. Le microscope.
8. La lunette astronomique.
9. La dispersion de la lumière

1. Propagation de la Lumière, les Ombres.

Le matériel utilisé : dans le coffret :
la lampe et le rail,
les trois diaphragmes à trou et trois supports,
un porte-écran et un écran en verre dépoli,
complémentaire:
une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple).

La manipulation :

- placer la lampe à l'extrémité gauche du rail ; la relier à l'alimentation continue,
- placer tout contre la lampe le diaphragme à gros trou,
- placer le porte-écran et l'écran 30 cm plus loin,
- remarquer que la tache de lumière recueillie sur l'écran est un disque dont les contours sont obtenus en traçant par la pensée des lignes droites qui s'appuient sur les contours du trou du diaphragme.

- sans rien changer à la disposition, remplacer successivement le diaphragme par un diaphragme de diamètre plus petit et constater que le diamètre de la tache de lumière sur l'écran diminue.

La lumière se propage en ligne droite selon des rayons lumineux à la vitesse de 300 000 km par seconde dans le vide ; dans les milieux transparents, la vitesse est plus faible et sa valeur dépend de la nature du milieu transparent.

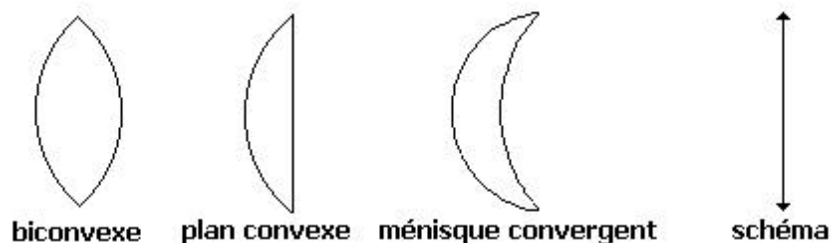
- Si on place un obstacle sur le cône de lumière issu de la source (le bâton objet, par exemple, fiché sur un support), on obtient sur l'écran l'ombre projetée de cet obstacle,
- remarquer que les contours de l'ombre sont flous,
- si on diminue le diamètre du diaphragme placé devant la source de lumière, les contours deviennent moins flous car la source de lumière devient ainsi plus ponctuelle,
- au lieu de mettre un obstacle sur le trajet de la lumière, on peut lui faire traverser des fentes de largeurs différentes et finir par la faire passer à travers le diaphragme spécial (le chiffre 1) et faire les mêmes constatations en ce qui concerne les contours de l'image obtenue sur l'écran.

Une expérience amusante : placer la plaque de verre dans un porte-écran ; fixer ce support sur le rail ; placer, de part et d'autre de la vitre deux bougies identiques (on peut utiliser deux supports du coffret) ; allumer l'une des bougies et constater que la deuxième semble aussitôt s'allumer spontanément ; bien entendu, ce n'est pas le cas : il s'agit d'un effet d'optique basé sur la réflexion des rayons lumineux par la vitre.

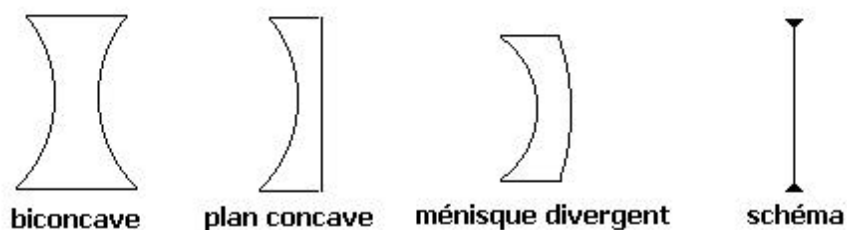
Quelques rappels de cours.

Une lentille mince est constituée d'un milieu transparent limité par deux dioptries sphériques.
On distingue **deux types de lentilles minces** :

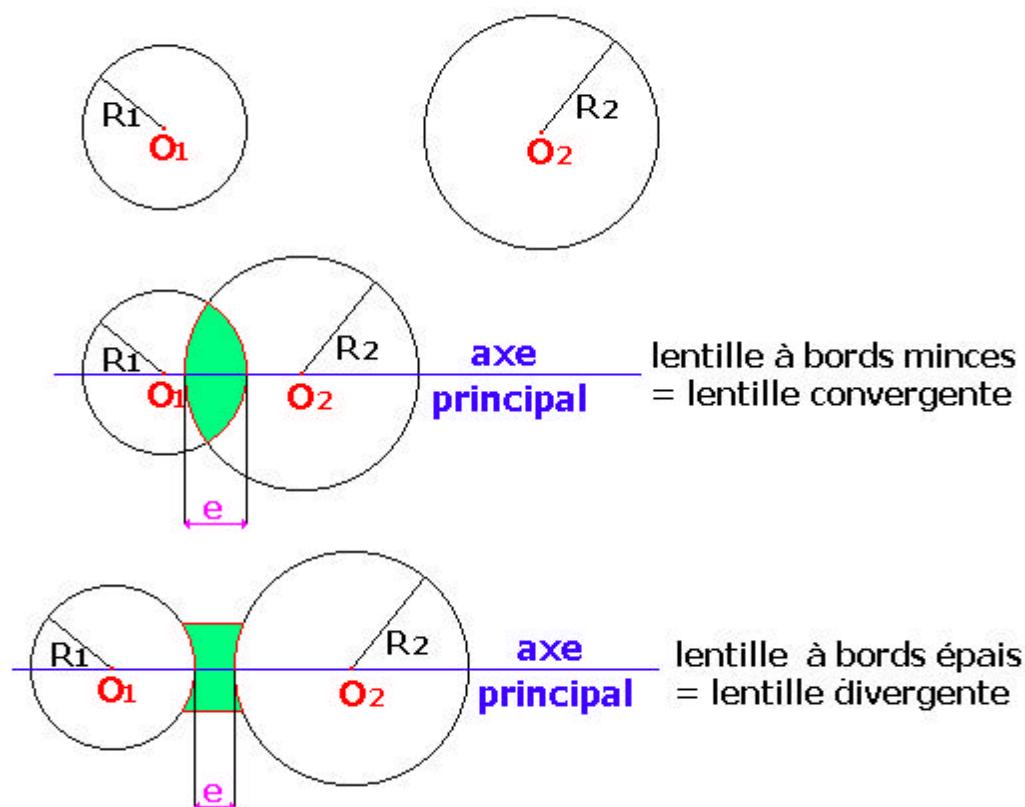
Les **lentilles à bords minces** : elles sont **convergentes**.



Les **lentilles à bords épais** : elles sont **divergentes**.



on définit l'épaisseur e et l'axe optique principal comme indiqué sur la figure.



Afin de définir et de visualiser un foyer image, un axe optique secondaire, des foyers images secondaires, un plan focal..., nous conseillons d'utiliser le coffret "Ensemble Optique Géométrique" référencé MT02342 et de se reporter à sa notice d'utilisation.

Un faisceau de rayons parallèles à l'axe principal converge en un point, noté F' , de cet axe après avoir traversé une lentille convergente ; ce point est le foyer principal image de la lentille ; sa distance algébrique **OF'** est appelée distance focale de la lentille ; l'inverse de la distance focale est appelé la vergence de la lentille et on la note C ; l'unité de vergence est la dioptrie (symbole δ) à condition d'exprimer la distance focale en m ; pour les lentilles convergentes, la distance focale et la vergence sont toujours positives.

Un faisceau de rayons parallèles à l'axe principal diverge après avoir traversé une lentille divergente, mais semble provenir d'un point de l'axe principal ; ce point est le foyer principal image de la lentille ; ce point est dit **virtuel** car les rayons lumineux ne passent pas réellement par ce point ; pour les lentilles divergentes, la distance focale et la vergence sont toujours négatives.

2. Généralités sur les Lentilles Minces.

Le matériel utilisé :

- dans le coffret :**
 - le banc optique,
 - la lampe,
 - les quatre lentilles et les supports,
 - un porte-écran et son support,
 - le diaphragme spécial (chiffre 1) et son support,

complémentaire :
une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple).

La manipulation :

- sortir les quatre lentilles du coffret ; trois d'entre elles sont convergentes (leurs bords sont minces), l'autre est divergente (ses bords sont épais) ?
- placer les lentilles dans les porte-lentilles (enlever l'anneau-ressort métallique, placer la lentille puis remettre l'anneau-ressort tout contre la lentille) ; fixer la lentille convergente intermédiaire sur le rail,
- installer la lampe sur son support ; fixer la lampe sur le banc optique, à l'extrémité gauche du rail,
- choisir, dans le lot de diaphragmes, celui qui représente le chiffre 1 ; l'installer sur un support ; le fixer sur le rail, tout contre la lampe, l'ergot du support étant au zéro de la règle du rail (reculer éventuellement un peu la lampe) ; ce chiffre 1 va constituer, pour la suite des manipulations, un objet réel,
- installer le porte-écran sur un support ; le fixer sur le rail après la lentille ; découper, dans un carton blanc rigide, un carré de 10 cm de côté qui servira d'écran ; insérer l'écran dans le porte-écran ;
- Relier la lampe à l'alimentation continue 6 V, 5 A (on peut éventuellement utiliser deux alimentations 6 V, 2,5 A montées en parallèle),
- placer la lentille à 30 cm de l'objet et déplacer l'écran afin d'obtenir une image nette sur l'écran (veiller à placer tous les supports perpendiculairement au rail).

Cette manipulation avait pour but de se familiariser avec le matériel et de se rendre compte du bon fonctionnement des différents éléments du coffret ; éteindre, après chaque manipulation, l'alimentation de la lampe afin d'éviter un échauffement trop long du filament.

3. Les conditions d'Obtention d'une Bonne Image.

Pour mettre en évidence les aberrations géométriques, on se place dans des conditions extrêmes

Le matériel utilisé : dans le coffret :

le banc optique,
la lampe,
la lentille biconvexe la plus bombée et son support,
un porte-écran et son support,
le diaphragme à gros trou et son support,

complémentaire :

une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
découper, dans un transparent pour photocopieuse, un rond de même dimension qu'un diaphragme ; tracer, sur ce rond, une grille carrée de 3 cm de côté avec un feutre noir permanent (les traits seront espacés de 0,5 cm) ; placer cette grille sur un support.

La manipulation :

- fixer la lampe à l'extrémité gauche du rail,
- placer, à 20 cm, la grille sur son support,
- placer, 10 cm plus loin, la lentille et son support,
- installer l'écran sur son support derrière la lentille.

Mise en évidence d'une aberration géométrique : l'aberration de sphéricité ainsi que d'une aberration chromatique (du grec *khroma* = couleur) :

- relier la lampe à son alimentation et fermer l'interrupteur,
- déplacer l'écran sur le rail de façon à obtenir la plus petite tache lumineuse,
- constater que, lors de cette recherche, on observe la formation d'un rond coloré en rouge à l'intérieur et bordé d'un rond bleu à l'extérieur.

Explication :

la lumière blanche est constituée d'une infinité de lumières colorées (du rouge au violet en passant par l'orange, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo ; ce sont ces couleurs que l'on observe dans un arc-en-ciel) ;

dans un milieu transparent, les différentes lumières colorées se déplacent à des vitesses différentes les unes des autres ;

quand ces lumières pénètrent dans la lentille, elles subissent le phénomène de réfraction, c'est-à-dire qu'elles sont déviées de leur trajectoire d'un certain angle ;

or, cette déviation dépend de la vitesse de chacune de ces lumières ;

la lumière bleue est davantage déviée que la lumière rouge, ce qui fait que les rayons rouges vont converger plus loin que les rayons bleus ;

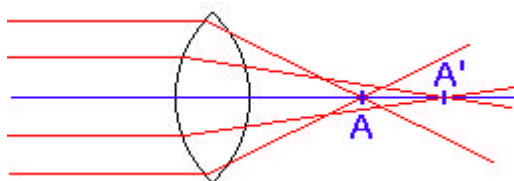
ce phénomène s'appelle la dispersion de la lumière ; un tel milieu transparent est dit dispersif ;

pour corriger ces aberrations chromatiques, on accole des lentilles convergentes et divergentes en verre d'indices différents dont les défauts se compensent (on obtient des lentilles dites achromatiques).

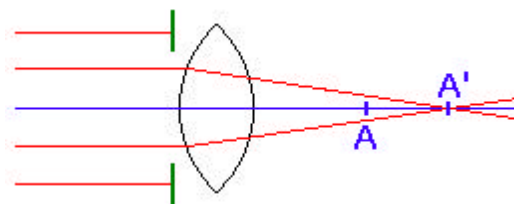
- Placer le diaphragme devant la lentille,
- on observe alors une petite image très déformée de la grille,
- on constate que si on éloigne un peu l'écran (environ 1 cm) on réussit à obtenir une tache lumineuse bien plus petite que la précédente.

Explication :

tous les rayons lumineux qui traversent la lentille ne convergent pas au même point sur l'axe principal ; les rayons les plus éloignés du centre optique O convergent davantage que ceux qui sont plus proches de O ;



pour corriger ce défaut, on place un diaphragme contre la lentille ; ainsi, on ne conserve plus que les rayons les plus proches de l'axe optique.

**Mise en évidence d'une autre aberration géométrique : la distorsion.**

- Enlever le diaphragme et reculer l'écran afin d'obtenir une image de la grille,
- constater que les traits de la grille sont très déformés sur les bords,
- constater également que si les traits du centre sont nets, ceux des bords ne le sont pas,
- replacer le diaphragme contre la lentille ; constater que l'image de la partie de la grille obtenue sur l'écran est nette et non déformée.

Conclusion : pour obtenir une bonne image d'un objet à l'aide d'une lentille, il faut se rapprocher des deux conditions suivantes :

faire traverser la lentille, par le faisceau lumineux, au voisinage du centre optique,
faire en sorte que les rayons lumineux soient peu inclinés sur l'axe optique,
ces conditions d'utilisation sont dites conditions de Gauss.

On utilisera systématiquement un diaphragme contre la lentille pour se rapprocher des conditions de Gauss

4. Les Relations des Lentilles Minces.

Le matériel utilisé :

dans le coffret :
le banc optique,
la lampe,
la lentille biconvexe moyennement bombée et son support,
un porte-écran et son support,
le diaphragme à gros trou et son support.

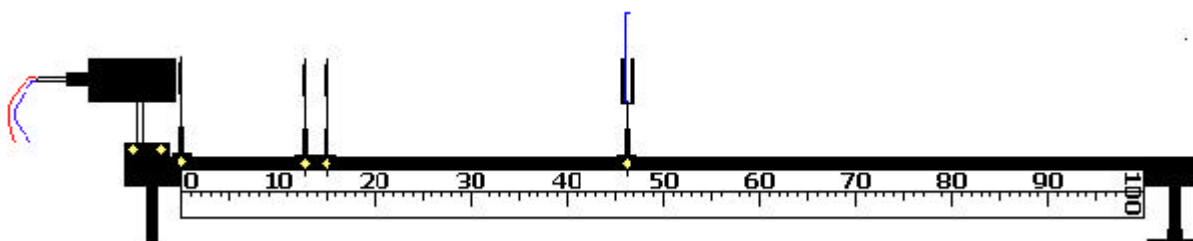
complémentaire :
une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
découper, dans un carton blanc rigide, un écran de 10 cm de côté.

La manipulation :

Conventions :

les mesures algébriques seront notées en gras (**OA** par exemple),
le sens positif est celui de la propagation de la lumière, donc, ici, de la gauche vers la droite,
le sens positif est, pour l'objet comme pour l'image, du bas vers le haut,
la position du centre optique O des lentilles sera celle de l'ergot du support de la lentille,
la position du point objet A sera la position de l'ergot du support de l'objet,
la position du point image A' sera la position de l'ergot du support de l'écran sur lequel on aura recueilli une image nette.

- Fixer la lampe à l'extrémité gauche du rail,
- fixer l'objet AB (le chiffre 1), l'ergot du support en face du zéro de la règle,
- fixer la lentille, l'ergot du support en face de la graduation 15 cm,
- placer, devant la lentille, le diaphragme à gros trou,
- installer, derrière la lentille, l'écran et faire coulisser cet écran le long du rail afin d'obtenir une image nette du chiffre 1 sur l'écran,
- noter la graduation en face de laquelle se trouve l'ergot du support de l'écran
- avant de noter cette mesure, vérifier si tous les supports sont bien perpendiculaires au rail ; rectifier si besoin est,
- déduire de la mesure la distance algébrique de **OA'**.



- Mesurer la hauteur de l'image du chiffre 1 obtenue sur l'écran,
- recommencer les mesures en changeant la position de l'objet et en cherchant, à chaque fois, la position de l'écran donnant une image nette,
- remplir le tableau de mesures suivant :

$\overline{AO}$ en cm	13	14	15	17	20	25	30	35
$\overline{OA}$ en cm								
$\overline{AA'}$ en cm								
$\overline{OA'}$ en cm								
$\overline{AB}$ en mm								
$\overline{A'B'}$ en mm								
$-\frac{1}{\overline{OA}}$ en cm^{-1}								
$\frac{1}{\overline{OA'}}$ en cm^{-1}								
$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}}$ en cm^{-1}								
$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$								
$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$								

Constatations :

aux incertitudes de mesures près (l'image semble nette sur une certaine distance qu'on appelle latitude de mise au point)
 - $1 / \overline{OA} + 1 / \overline{OA'}$ est constant
 de plus, le rapport $\overline{A'B'} / \overline{AB}$ est, dans chaque cas, sensiblement égal au rapport $\overline{OA'} / \overline{OA}$.

Généralisation : les relations des lentilles minces, convergentes ou divergentes.

Relation de conjugaison de Descartes.

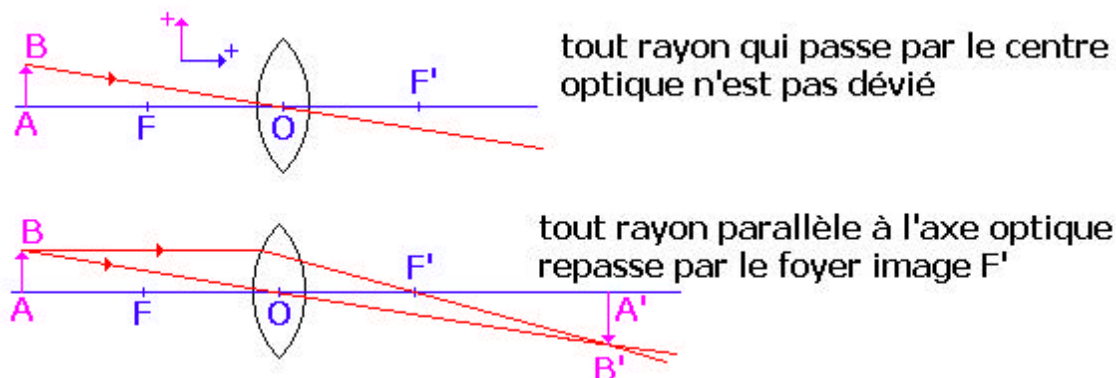
$$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Relation de grandissement.

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \gamma$$

Application : déterminer la distance focale OF' de la lentille étudiée ainsi que sa vergence, construire, à l'échelle 1/3, la marche des rayons lumineux issus du point objet B dans le cas où l'objet AB est situé à la distance $AO = +15\text{ cm}$; comparer les résultats du schéma (distance OA' et grandissement) aux résultats expérimentaux.

Rappels : construction de l'image d'un objet.



5. La Mesure d'une Distance Focale.

5.1 Cas des lentilles convergentes.

Le matériel utilisé : dans le coffret :
 le banc optique,
 la lampe,
 la lentille biconvexe moyennement bombée et son support,
 un porte écran et son support,
 le diaphragme à gros trou et son support,
 le miroir.

complémentaire :
 une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
 découper, dans un carton blanc rigide, un écran de 10 cm de côté.

1^{ère} méthode : l'autocollimation :

- fixer la lampe à l'extrémité gauche du rail,
- fixer l'objet AB (le chiffre 1), l'ergot du support en face du zéro de la règle,
- fixer la lentille sans le diaphragme à gros trou,
- installer, derrière la lentille, le porte écran dans lequel on a inséré le miroir, en face de la graduation 30,
- relier la lampe à l'alimentation et fermer l'interrupteur.

Les rayons lumineux traversent la lentille, se réfléchissent sur le miroir, reviennent en sens inverse et forme une image sur le diaphragme spécial ; il s'agit de faire coulisser la lentille de manière à situer l'objet AB dans le plan focal objet de la lentille ; dans ce cas, les rayons ressortent parallèles à l'axe optique et, après réflexion sur le miroir, reviennent par le même chemin pour former une image, sur l'objet, de mêmes dimensions mais renversée.

Pour mieux évaluer les dimensions de l'image par rapport à l'objet, il suffit de faire pivoter légèrement le miroir pour amener l'image à côté de l'objet.

Il ne reste plus qu'à noter la distance entre les ergots de l'objet et de la lentille : c'est la distance focale de la lentille.

2^{ème} méthode : l'image à l'infini :

- sans rien changer au montage précédent, enlever l'écran-miroir,
- si la salle où se passe la manipulation est suffisamment grande, diriger le rail vers le mur le plus éloigné,
- une grande image du chiffre 1 renversé doit se former sur le mur,
- si ce n'est pas le cas, déplacer la lentille pour obtenir cette image.

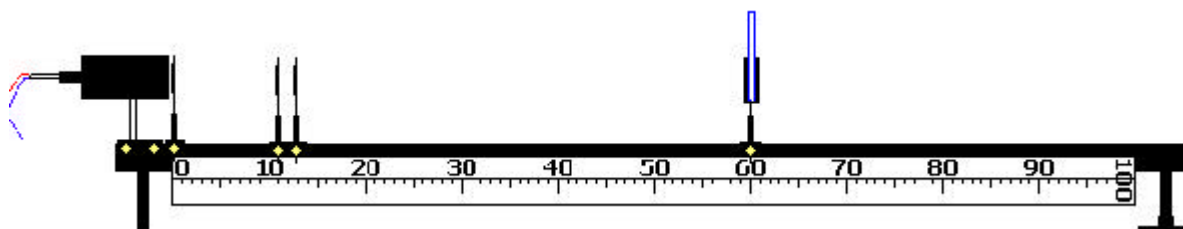
L'objet est alors dans le plan focal objet de la lentille et la distance objet-lentille est égale à la distance focale de la lentille (les rayons issus du point objet B ressortent parallèles après la traversée de la lentille et vont se couper à l'infini).

3^{ème} méthode : la méthode de Bessel :

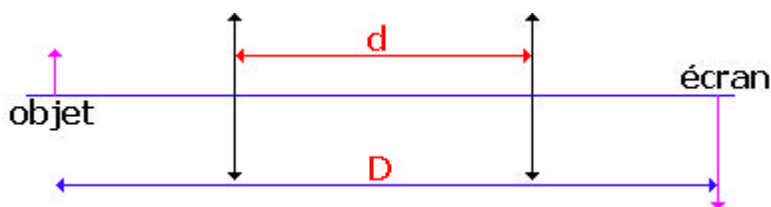
- pour mettre en œuvre cette méthode, il faut que la distance objet-image soit supérieure à quatre fois la distance focale,

$$AA' > 4 OF'$$

- comme on connaît cette distance focale, on place l'écran à 60 cm par exemple de l'objet,
- l'objet et l'écran restent fixes ; faire coulisser la lentille afin d'obtenir une première image A'B' ; noter la distance AO.



- Refaire coulisser la lentille pour obtenir une deuxième image A''B'' (l'une des images est plus grande que AB, l'autre est plus petite) ; noter AO'.



- Recommencer en changeant la distance AA' et remplir le tableau de valeurs suivant :

AA' = D en cm	45	50	55	60	65	70
AO en cm						
AO' en cm						
AO' - AO = d en cm						
OF' = (D ² - d ²) / 4D en cm						

Pour calculer la distance focale, on applique la formule de Bessel :

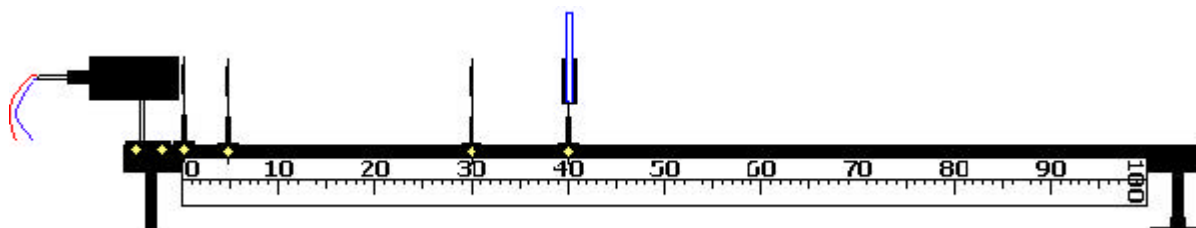
$$\overline{OF'} = \frac{D^2 - d^2}{4 D}$$

4^{ème} méthode : la méthode de Silbermann :

- c'est une variante de la méthode de Bessel ; en effet, dans la formule précédente, il suffit d'annuler d pour obtenir $OF' = D/4$; pour obtenir $d = 0$, il faut placer l'écran à exactement quatre fois la distance focale de l'objet AB et placer la lentille au milieu de AA' ; alors, l'image A'B' obtenue est de mêmes dimensions que l'objet AB mais renversée,
- rechercher ce cas de figure puis mesurer AA' et, enfin, diviser cette distance par quatre pour obtenir la distance focale.

5^{ème} méthode : l'objet à l'infini :

- pour la mettre en œuvre, il faut utiliser une lentille auxiliaire, la lentille biconvexe la plus bombée, par exemple,
- placer à environ 5 cm de l'objet (le chiffre 1) la lentille auxiliaire,
- faire coulisser la lentille pour obtenir une image à l'infini de cet objet,
- c'est cette image qui va servir d'objet à l'infini pour la lentille étudiée,
- placer alors cette lentille à une vingtaine de centimètres environ de la lentille auxiliaire, après celle-ci,
- déplacer l'écran afin d'obtenir une image nette du chiffre 1.



- La distance lentille-écran mesure la distance focale,
- afin de se convaincre de la véracité de cette méthode, remplacer dans les formules de conjugaison OA par l'infini (son inverse s'annule et il reste $OA' = OF'$).

6^{ème} méthode : utilisation de la relation de conjugaison de Descartes

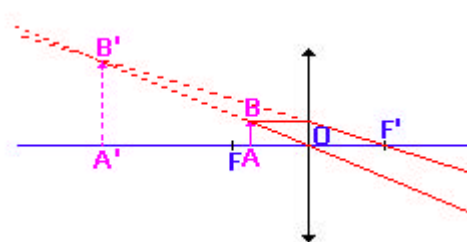
$$-\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OF'}$$

- cette méthode consiste à mesurer les distances OA et OA' correspondantes puis à représenter sur un graphique $1/OA'$ en fonction de $1/OA$.

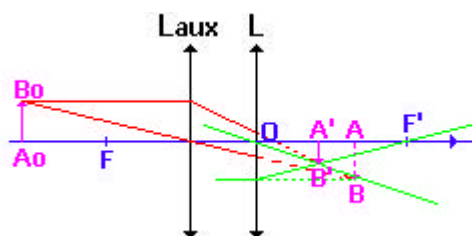
$\overline{AO}$ en cm								
$\overline{OA}$ en cm								
$\overline{AA'}$ en cm								
$\overline{OA'}$ en cm								
$-\frac{1}{\overline{OA}}$ en cm^{-1}								
$\frac{1}{\overline{OA'}}$ en cm^{-1}								

Remarque : La représentation graphique est une droite dont l'ordonnée à l'origine est égale à $1/\overline{OF'}$; on en déduit $\overline{OF'}$.

- On obtient une image sur l'écran tant que l'objet reste à gauche du foyer principal objet de la lentille.
- Si on place l'objet entre le foyer principal et la lentille, on ne peut plus obtenir une image réelle ; il suffit de faire une construction d'image pour se rendre compte que les rayons lumineux issus de B ne se coupent pas réellement ; par contre, si on les prolonge à gauche de B, ils semblent se couper : on obtient une image virtuelle, droite et plus grande que l'objet, que l'on peut observer en regardant à travers la lentille (les rayons non réels sont représentés en pointillés).



- Il est possible de réaliser une image à partir d'un objet virtuel ; on utilise, à cet effet, une lentille auxiliaire ; son rôle est de former une image réelle de l'objet réel ; on intercale, entre la lentille auxiliaire et l'image qu'elle donne, la lentille étudiée ; ainsi, on empêche la formation de cette image qui devient objet virtuel pour la lentille étudiée ; la distance $\overline{OA}$ est alors la distance qui sépare la lentille de la position de l'image intermédiaire ; la distance $\overline{OA'}$ est la distance qui sépare la lentille de la nouvelle position de l'écran sur lequel on recueille l'image réelle donnée par la lentille étudiée



5.2 Cas des lentilles divergentes.

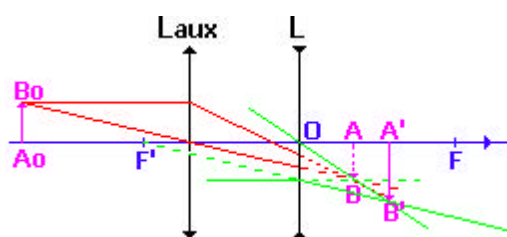
Avec un objet réel, on ne peut obtenir une image réelle si la lentille est divergente.

On ne peut obtenir une image réelle que si l'objet est virtuel, et à condition que celui-ci soit placé entre la lentille et son foyer principal objet (attention, F est situé à droite de la lentille).

On utilise donc une lentille auxiliaire pour former une image qui servira d'objet virtuel pour la lentille divergente.

1^{ère} méthode : utilisation de la relation de conjugaison de Descartes :

- former une image réelle à partir de la lentille auxiliaire (lentille biconvexe la plus bombée),
- placer l'écran en ce point et noter son abscisse ; il s'agit du point A ,
- placer la lentille divergente avant le point A , à 6 cm de A ,
- la distance OA vaut donc + 6 cm,
- déplacer l'écran pour recueillir l'image réelle $A'B'$ et noter la distance OA' ,
- recommencer les mesures en modifiant la position de la lentille divergente par rapport à l'objet virtuel fixe AB et remplir le tableau de valeurs,
- faire le graphique $1/OA'$ en fonction de $1/OA$.



2^{ème} méthode: méthode des lentilles accolées :

cette méthode consiste à accoler à la lentille divergente une lentille convergente de vergence connue ; l'ensemble constitue une lentille dont la vergence est la somme algébrique des vergences des deux lentilles ; si les vergences sont égales, mais de signes opposés la vergence résultante est nulle, c'est-à-dire que l'ensemble se comporte comme une lame de verre.

- accoler à la lentille divergente la lentille convergente qui annulera la vergence du système,
- connaissant la vergence de la lentille convergente, déduire celle de la lentille divergente.

6. La Loupe.

Le principe :

la loupe est une lentille convergente de faible distance focale (généralement une lentille biconvexe fortement bombée) ; elle donne une image virtuelle ; droite et agrandie d'un objet réel (l'œil regarde à travers la lentille pour observer cette image qui joue donc le rôle d'un objet virtuel pour le cristallin de l'œil).

Le matériel utilisé : dans le coffret :

la lentille biconvexe la plus bombée et son support,
la lentille biconvexe de 10 cm de distance focale.

La manipulation :

- écrire le mot **éclairément** sur une feuille de papier,
- observer successivement ce mot avec les deux lentilles,
- dans les deux cas, l'image est virtuelle, droite et plus grande que l'objet,
- constater qu'avec la lentille la moins convergente, l'image est moins grande mais que le champ de vision

est plus large,

- l'œil et la lentille restent fixes ; approcher la feuille jusqu'à ce que le mot devienne trouble ; repérer cette position de la feuille,
- éloigner la feuille jusqu'à ce que le mot redevienne trouble et noter cette nouvelle position de la feuille,
- l'intervalle entre les deux positions donne l'ordre de grandeur de la latitude de mise au point,
- constater que cette latitude de mise au point est plus petite si la lentille est plus convergente.

Remarque : pour que l'œil puisse observer sans se fatiguer, il faut que l'objet soit dans le plan focal objet de la loupe ; ainsi, son image se forme à l'infini et l'œil peut observer sans accommoder.

7. Le Microscope.

Le principe :

à l'aide d'une première lentille (l'objectif), on forme une image réelle, renversée et plus grande que l'objet observé ; puis, à l'aide d'une deuxième lentille (l'oculaire) qui est une loupe, on observe cette image ; l'image finale est virtuelle, droite par rapport à l'image intermédiaire mais renversée par rapport à l'objet initial et nettement plus grande que lui ;

pour permettre une observation sans accommodation, l'image intermédiaire doit se former dans le plan focal objet de l'oculaire ;

la distance entre les deux lentilles reste fixe et on déplace cet ensemble par rapport à l'objet pour former l'image intermédiaire dans le plan focal objet de l'oculaire.

Le matériel utilisé :

dans le coffret :

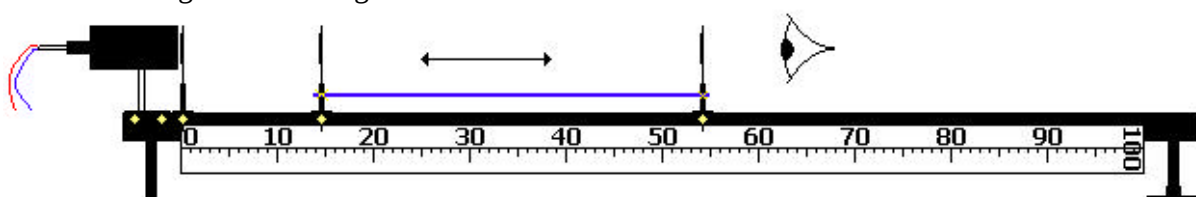
le rail,
la lampe,
la lentille biconvexe la plus bombée et son support (oculaire),
la lentille biconvexe de 10 cm de distance focale (objectif),
le diaphragme à gros trou,

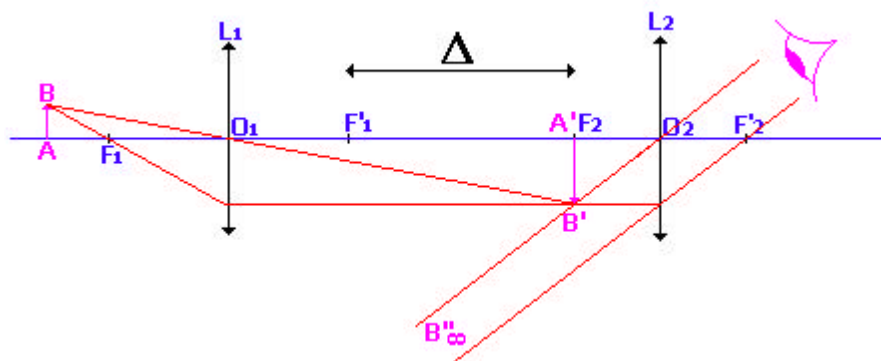
complémentaire :

une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
une tige rigide de 40 cm de long et de la ficelle fine,
dessiner, avec un feutre permanent, au centre d'un rond de 3,5 cm de diamètre, découpé dans une feuille transparente pour photocopieuse, une grille carrée de 1 cm de côté avec un espacement de 2 mm entre les traits ; scotcher cette grille sur le diaphragme ; ce sera l'objet à observer.

La manipulation :

- placer la lampe sur le rail,
- si c'est possible, diminuer fortement l'intensité de la lumière émise,
- placer le diaphragme et la grille devant la lampe,
- placer l'objectif (distance focale de 10 cm) sur le rail,
- placer, 40 cm plus loin, l'oculaire,
- solidariser les deux lentilles à l'aide de la tige rigide que l'on fixera sur les supports des lentilles avec de la ficelle,
- déplacer l'ensemble ainsi constitué en regardant à travers l'oculaire et faire la mise au point constater que les traits de la grille sont très grossis.





La théorie établit que le grossissement du microscope est donné par la formule suivante :

$$G = \frac{\Delta}{4 \cdot \overline{O_1 F_1} \cdot \overline{O_2 F_2}}$$

- réduire la distance entre les deux lentilles (30 cm au lieu de 40),
- faire la mise au point et constater que le grossissement de la grille est moindre dans ce cas.

8. La Lunette Astronomique.

8.1 La lunette afocale.

le principe :

la lunette permet d'observer des objets situés à l'infini (planètes, astres...) ; une première lentille (l'objectif) permet de former une image dans son plan focal (objet à l'infini), la deuxième lentille (l'oculaire) est une loupe qui permet d'observer l'image précédente, pour ne pas fatiguer l'œil, le plan focal objet de l'oculaire coïncide avec le plan focal image de l'objectif ; c'est pour cette raison que la lunette est dite afocale.

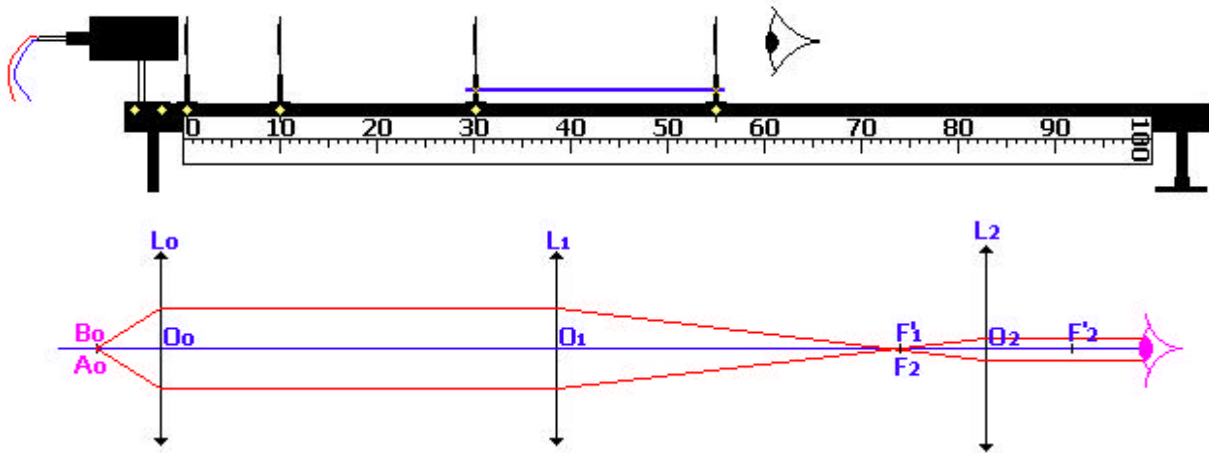
Le matériel utilisé : **dans le coffret :**
le rail,
la lampe,
les quatre lentilles,
le diaphragme à gros trou,

complémentaire :
une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
une tige rigide de 40 cm de long et de la ficelle fine,
dessiner, avec un feutre permanent, au centre d'un rond de 3,5 cm de diamètre, découpé dans une feuille transparente pour photocopieuse, une grille carrée de 1 cm de côté avec un espacement de 2 mm entre les traits ; scotcher cette grille sur le diaphragme ; ce sera l'objet à observer.

La manipulation :

- placer la lampe sur le rail,
- placer le diaphragme et la grille devant la lampe,
- placer la lentille convergente de 10 cm de distance focale à 10 cm de la grille ; ajuster la lentille afin d'obtenir une image à l'infini ; cette image sera l'objet étudié,
- si c'est possible, diminuer fortement l'intensité de la lumière émise,

- placer l'objectif (distance focale de 20 cm) sur le rail,
- placer, 25 cm plus loin, l'oculaire (lentille de distance focale 5 cm) ; faire la mise au point en déplaçant éventuellement l'oculaire,
- solidariser les deux lentilles à l'aide de la tige rigide que l'on fixera sur les supports des lentilles avec de la ficelle,
- déplacer l'ensemble ainsi constitué en regardant à travers l'oculaire,
- constater que les traits de la grille sont grossis quelle que soit la position de cet ensemble.



L'expression du grossissement de la lunette est :

$$G = \frac{\overline{O_1 F_1}}{\overline{O_2 F_2}}$$

- échanger les lentilles L1 et L2,
- faire les ajustements nécessaires,
- constater que le grossissement est moindre dans ce cas.

8.2 La lunette de Galilée.

Cette lunette associe une lentille divergente (l'oculaire) à une lentille convergente (l'objectif).

Pour que cette lunette soit afocale, il faut que la distance entre les deux lentilles soit égale à la somme algébrique des distances focales ;

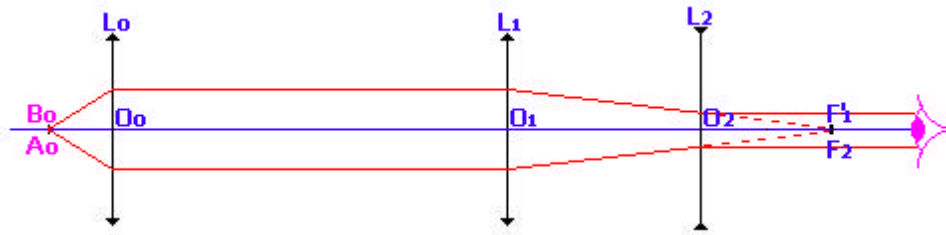
La distance focale de la lentille divergente étant de - 10 cm, la seule lentille convergente que l'on puisse lui associer est celle de distance focale + 20 cm, la distance entre les deux lentilles étant alors de 10 cm.

La manipulation :

- placer la lampe ainsi que l'objet (la grille) sur le rail,
- placer la lentille de distance focale + 10 cm sur le rail et ajuster sa position pour obtenir une image nette à l'infini,
- diminuer la luminosité de la lampe,
- placer la lentille convergente de distance focale + 20 cm sur le rail,
- placer la lentille divergente à 10 cm derrière la lentille convergente,
- ajuster la position de la lentille divergente afin d'observer, en regardant à travers la lentille, l'image nette de la grille (on n'en voit qu'un détail).

Remarque :

il se peut que l'on ne distingue pas bien l'image ; il faut alors utiliser l'autre œil (œil directeur) pour l'observation.



9. La Dispersion de la Lumière.

Le matériel utilisé :**dans le coffret :**

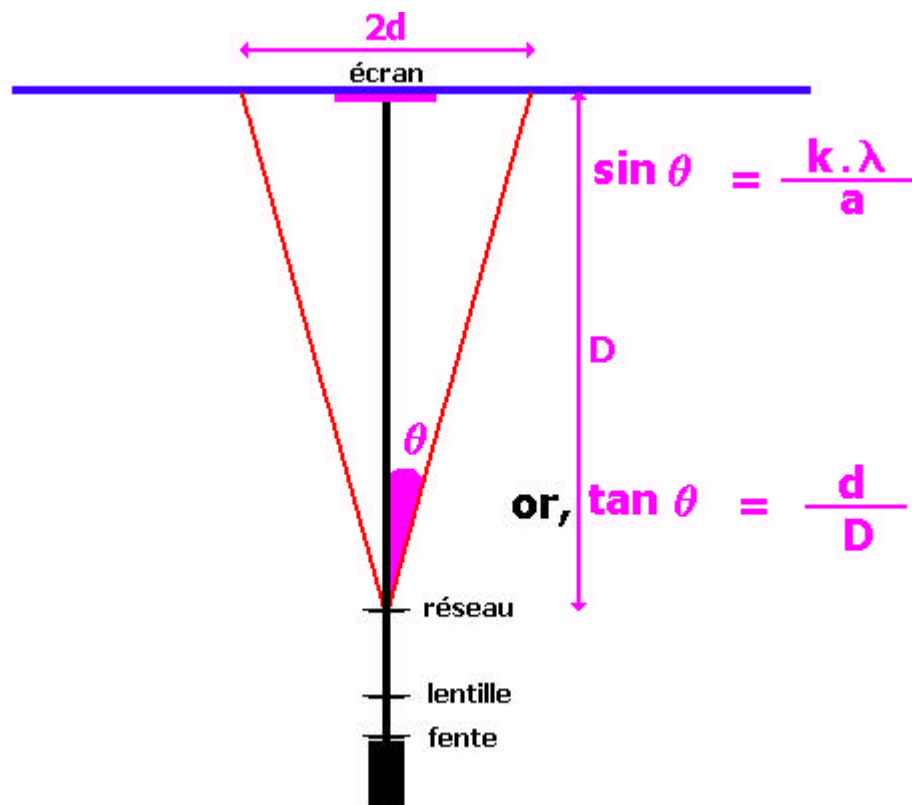
le rail,
la lampe,
la lentille de distance focale + 10 cm,
une fente,
le porte-écran et l'écran,

complémentaire :

une alimentation continue 6 V, 5 A (MD04851 par exemple),
un réseau multiple (MB03229 par exemple),
un lot de 6 filtres couleurs (MB02509 par exemple).

La manipulation :

- placer la lampe sur le rail,
- placer la fente derrière la lampe, tout contre pour éviter la lumière parasite,
- placer la lentille à 15 cm environ de la fente,
- placer l'écran à l'extrémité du rail,
- ajuster la position de la lentille pour obtenir une image nette sur l'écran,
- intercaler alors, entre la lentille et l'écran le deuxième porte-écran dans lequel on aura inséré le réseau multiple (on commencera par le réseau à 100 traits par mm, puis par celui à 300 et enfin par celui à 600 traits par mm),
- observer que l'image sur l'écran n'est guère modifiée,
- par contre, en déplaçant latéralement, dans le plan de l'écran, une feuille de papier blanc, on observe un beau spectre de la lumière blanche (de multiples images colorées de la fente),
- placer successivement les différents filtres couleurs derrière la fente et faire le tri entre filtres de couleurs primaires et filtres de couleurs secondaires,
- calculer la longueur d'onde des différentes lumières en s'aidant du schéma et de la formule associée :



Ici, $k = 1$ (c'est la première image déviée de la fente),
 a est le pas du réseau, c'est-à-dire la distance entre deux traits consécutifs du réseau,
 ($1 \text{ mm} / 600 = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}$),
 λ est la longueur d'onde cherchée,

Pour déterminer θ , il suffit de mesurer D et d puis d'appliquer la formule indiquée.

