

Optique

Réf :
202 003

Français – p 1

Version : 4101

Coffret pour TP d'optique



Cet ensemble complet est idéal pour découvrir les principes de base de l'optique géométrique et comprendre les notions de mélange des couleurs.

La source lumineuse est réversible, ce qui permet des utilisations diverses : en source lumineuse ponctuelle, en faisceaux parallèles et en faisceaux multiples et orientables.

Grâce au jeu d'accessoires, on pourra réaliser différentes expériences classiques en optique :

- Étude des lentilles
- Lois de la réflexion
- Lois de la réfraction
- Spectre de dispersion de la lumière blanche
- Synthèse additive des couleurs
- Absorption des couleurs par des filtres

1 Principe - description

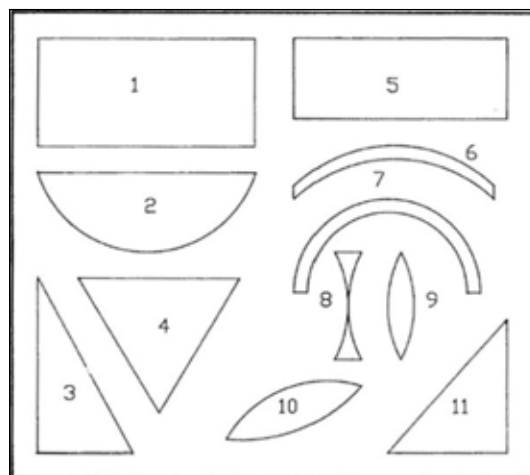
1.1 Principe

Ce coffret contient une source lumineuse constituée d'un boîtier réversible. Une lentille réglable, placée devant l'ampoule, permet d'obtenir un faisceau divergent, convergent ou parallèle. Du côté opposé, deux miroirs latéraux, permettent de mélanger les faisceaux sortant latéralement avec celui de la source.

La trace des rayons lumineux étant visible sur le support de l'ensemble, on pourra en tracer le parcours à travers les différents éléments optiques (lame à faces parallèles, prismes, lentilles, filtres colorés, objet plans de différentes couleurs, un jeu de fentes pour la source lumineuse).

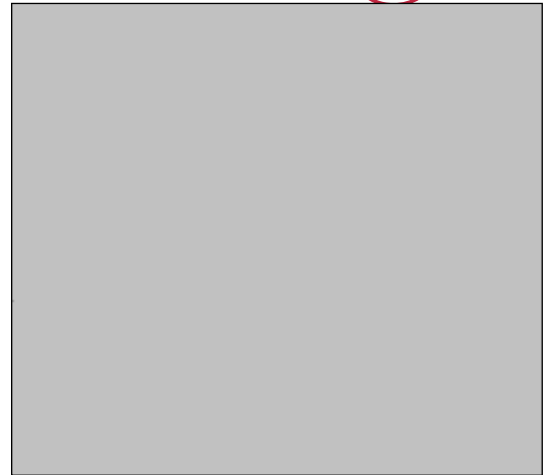
1.2 Composition

1. lame à face parallèles
2. Bloc semi-circulaire
3. Prisme $90^\circ - 60^\circ - 30^\circ$
4. Prisme équilatéral
5. Miroir plan
6. Miroir parabolique
7. Miroir semi-circulaire
8. Lentille biconcave
9. Lentille biconvexe épaisseur 15 mm
10. Lentille biconvexe épaisseur 30 mm
11. Prisme $90^\circ - 45^\circ - 45^\circ$



12. Série de 8 filtres colorés + série de 6 cartes colorées

- 13.3 écrans avec fentes
- 14. Lampe 12 V / 30 W
- 15. Source lumineuse



1.3 Accessoires conseillés

- Alimentation Evolution 12 V / 5 A (Réf. 281 083)
- Lampe de rechange (Réf. 203 123)

1.4 Maintenance de la lampe

Alimentation : 12 V, 5 A courant alternatif

Remplacement de l'ampoule :

- Débrancher l'appareil de sa source d'alimentation.
- Enlever la plaque servant de clips située à l'intérieur du boîtier au-dessus de la douille en la tirant vers l'extérieur de l'appareil.
- La douille s'enlève très facilement par le haut.
- Changer l'ampoule en prenant soin de la tenir avec un papier de soie propre et surtout pas avec les doigts sous risque de la détériorer.
- Replacer la douille et la plaque.
- Rebrancher l'appareil.

2 Manipulation

Mode opératoire :

On disposera les blocs, prismes, miroirs, sur une feuille de papier, dans différentes positions, comme indiqué dans les divers schémas ci-dessous.

On manipulera les éléments optiques par leur index de préhension, pour protéger les faces de toutes taches et éraflures. La base de chaque élément est faite de telle sorte que le trajet suivi par les rayons lumineux y soit visible. Bien sûr, on obtiendra de meilleurs résultats dans une salle semi-obscurcie.

Pour faciliter l'exploitation des résultats, on inscrira sur la feuille de papier la trace des chemins optiques.

2.1 Réflexion

Avec un seul rayon

Déterminer la valeur des angles d'incidence et de réflexion. Répéter l'expérience en modifiant la position du miroir.



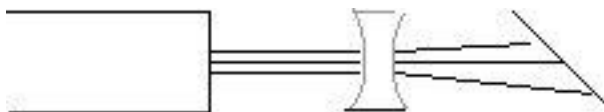
Constater l'égalité des angles i et r .

Avec des rayons divergents

Mesurer les 3 angles d'incidence et de réflexion.

Déterminer si la divergence du faisceau incident est conservée par la réflexion.

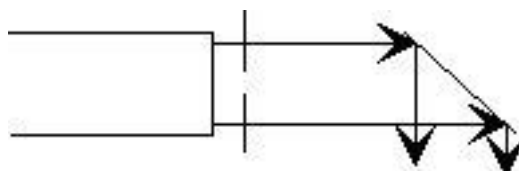
Faire la même expérience avec un faisceau parallèle et un faisceau convergent.



Inversion latérale et verticale

Placer devant l'ampoule l'écran avec 4 fentes.

Placer 2 filtres colorés, 1 rouge et 1 bleu (de façon à ce que le montant des cache-diapos cache les 2 faisceaux du centre).



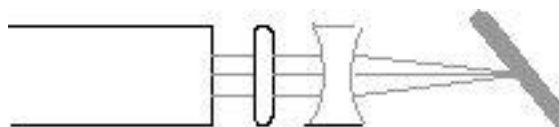
Examiner la place respective des rayons incidents et des rayons réfléchis.

Image réelle, Image virtuelle

Cette expérience permet de localiser la position du point image. Projeter un faisceau convergent et inscrire la position du point de convergence sur une feuille de papier.



Placer un miroir sur le trajet des rayons lumineux.



On obtient ainsi un faisceau réfléchi convergent.

On compare la position respective des points de convergence, incident et réfléchi, par rapport au miroir.

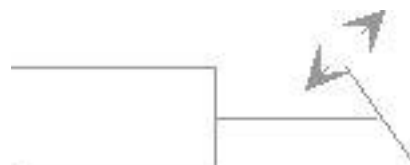
Réflexions multiples

On opère avec un seul rayon lumineux et un miroir plan.

Au lieu de tourner le miroir plan autour d'un axe vertical, l'incliner vers l'avant, ou vers l'arrière autour d'un axe horizontal.

On observe d'une part que lorsque le miroir est incliné vers l'arrière il n'y a pas de trace des rayons réfléchis, et d'autre part que lorsqu'il est incliné vers l'avant il y a accumulation de lumière.

Par conséquent, les rayons incidents réfléchis et la normale, sont dans un même plan.



Rotation d'un miroir-plan - Principe du galvanomètre

On projette un seul rayon incident sur le miroir.

Noter les positions du miroir, du rayon incident et du rayon réfléchi.

Faire pivoter le miroir autour d'un axe vertical passant par le point d'incidence du rayon.

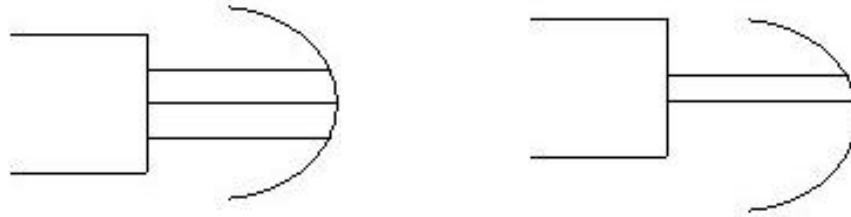
Noter les positions respectives du miroir et des rayons réfléchis correspondants.

On constate alors que la différence entre les deux angles de réflexion est le double de celle des deux angles d'incidence.



Réflexion sur un miroir semi-circulaire

Diriger un faisceau de 3 rayons parallèles dans la courbure interne du miroir sphérique de façon à ce que la direction des rayons soit parallèle à l'axe de symétrie du miroir.



En dirigeant un faisceau de rayons parallèles dans l'axe de symétrie du miroir, on obtient une caustique.

Dans le cas particulier où on ne dirige que 3 rayons parallèles à l'axe de symétrie du miroir et en son centre, les rayons réfléchis convergent en un point unique.

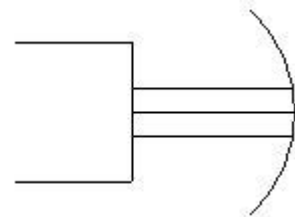
Réflexion sur un miroir convexe

On utilise l'écran à 4 fentes et on projette les rayons lumineux sur la face externe du miroir semi-cylindrique. On obtient un faisceau réfléchi divergent. Localiser le foyer virtuel du faisceau réfléchi.

Réflexion sur un miroir parabolique

On projette sur la face interne du miroir parabolique, un faisceau de rayons parallèles entre eux et parallèles à l'axe de symétrie du miroir parabolique.

On constate que ces rayons convergent en un point qui est le foyer de la parabole.

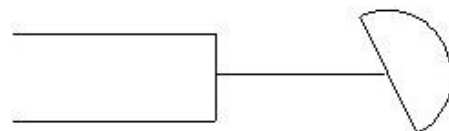


2.2 Réfraction

Réfraction avec un bloc semi-circulaire

Projeter un rayon unique perpendiculairement au bloc semi-circulaire en son centre.

On constate que le rayon n'est pas dévié.



On fait varier l'angle d'incidence de 0 à 90° mais de telle manière que celui-ci rencontre la face du bloc toujours au même point.

Noter les angles d'incidence i et de réflexion r , et remplir le tableau suivant :

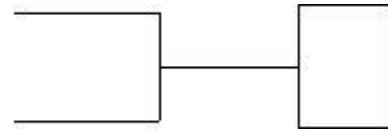
	i	r	$\sin i$	$\sin r$	$\sin i / \sin r$
1					
2					
3					
4					

On observe :

- que l'on obtient toujours un rayon réfléchi sur la surface plane. Dans le cas de petits angles d'incidence, il est peu lumineux, le rayon réfracté étant presque aussi lumineux que le rayon incident,
- que le rayon réfracté a des bords colorés,
- que l'intensité du rayon réfléchi augmente au fur et à mesure que l'angle d'incidence augmente.

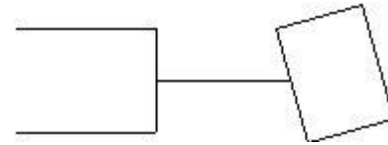
Réfraction à travers une lame à faces parallèles

On place la lame à faces parallèles de telle façon que le côté le plus long soit perpendiculaire au rayon incident.



On constate que le rayon incident subit 2 réfractions successives (air-acrylique puis acrylique-air) sans subir de modification de direction.

Modifier ensuite la position de la lame à faces parallèles de telle façon que l'angle d'incidence fasse un angle de 10°.



On tracera sur une feuille de papier les traces :

- du rayon incident,
- du rayon réfracté,
- du rayon convergent,
- des faces parallèles.

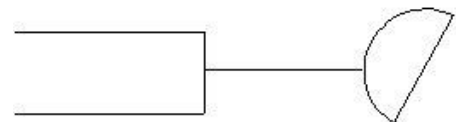
On répètera l'expérience pour plusieurs angles d'incidence et on complètera le tableau suivant :

	i	R	sin i	sin r	sin i / sin r
1					
2					
3					
4					

Réfraction - Réflexion totale

On utilisera le bloc semi-circulaire et l'écran à une seule fente.

Faire en sorte que le rayon incident traverse le bloc semi-circulaire pour arriver au centre de la surface plane comme indiqué dans le schéma ci-dessous.



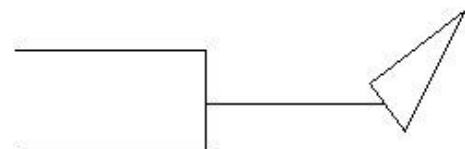
- S_i = rayon incident
- I_r = rayon réfléchi
- R = rayon réfracté.

Chercher l'angle d'incidence pour lequel le rayon réfracté disparaît et pour lequel il n'existe plus que le rayon réfléchi.

Répéter plusieurs fois l'expérience pour trouver que cet angle d'incidence minimum a toujours la même valeur : cet angle est appelé angle limite : i_c .
 Noter que $\sin i_c = 1/n$

Réfraction - Réflexion totale

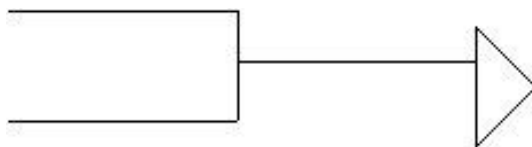
On utilise le prisme (30° - 60° - 90°).
 On dispose ce dernier selon le schéma ci-dessous, le rayon réfracté sortant par l'hypoténuse.



On cherche l'angle d'incidence minimum, tel que le rayon incident se réfléchisse sur l'hypoténuse et émerge par le 3^{ème} côté.
 Retrouver ainsi le même angle limite i_c que précédemment.

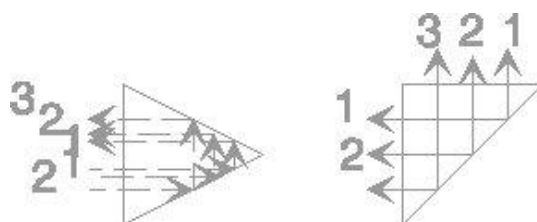
Utilisation du prisme pour modifier la direction des rayons lumineux

On utilise maintenant le prisme ($45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$), selon le schéma ci-dessous, le rayon incident étant perpendiculaire à l'hypoténuse et le point d'incidence situé à $1/4$ de la longueur totale de cette dernière.



On détermine le tracé des rayons incident et émergent.

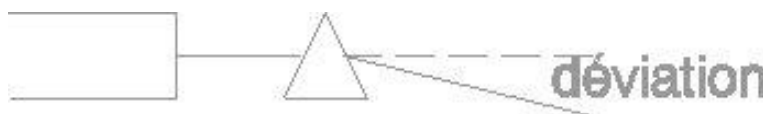
Avec un écran à 3 fentes et le prisme ($45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$), on compare la position respective des rayons incidents et émergents selon que l'on utilise le prisme dans l'une ou l'autre des configurations illustrées dans les schémas 1 et 2.



Réfraction - Double réfraction - Angle de déviation

Diriger le rayon issu de l'écran à une fente sur une des faces d'un triangle équilatéral, tel que le rayon soit approximativement parallèle à un côté, comme indiqué dans le schéma ci-dessous.

On notera, l'angle de déviation.



Répéter l'expérience avec les autres prismes en prenant grand soin d'appliquer la face d'incidence sur la trace précédente, de façon à ne pas faire varier l'angle d'incidence.

Relever les angles de déviation, et les comparer aux différents angles du prisme ($30^\circ - 45^\circ - 60^\circ$ ou 90°).

Déviation - Influence de l'angle d'incidence

Utiliser l'écran à une fente.

Faire varier l'angle d'incidence du rayon lumineux, en faisant varier la position du prisme selon un axe passant par le point A.



Relever les angles d'incidence i et de déviation D , et les comparer.

Dispersion de la lumière

Diriger un faisceau assez large à travers un prisme équilatéral de façon à obtenir une déviation maximum.

Placer un carton blanc sur le trajet du rayon émergent.

Constater que le faisceau émergent est composé de différentes radiations lumineuses. Il s'agit du spectre coloré de la lumière blanche.

Avec des lentilles biconvexes

On utilisera l'écran à 4 fentes.



Pour chaque lentille, on détermine le point de convergence des 4 rayons émergents: le foyer de la lentille donne la distance focale de la lentille (distance du centre de la lentille au point de convergence).

Après avoir déterminé les rayons de courbure des 2 faces, on vérifie ainsi, pour les 2 lentilles, la formule : $1/f = (n-1) [1/R_1 + 1/R_2]$

avec :

- f = distance focale,
- n = indice de réfraction
- R₁ = rayon de courbure d'une face
- R₂ = rayon de courbure de l'autre face

Avec des lentilles biconcaves

On utilise l'écran à 4 fentes et on projette ces 4 rayons lumineux, parallèlement à l'axe de symétrie de la lentille.

Les rayons émergents sont divergents.

Tracer sur une feuille de papier, le chemin des rayons incidents et divergents, et déterminer, par prolongement, le foyer virtuel de la lentille.

3 Expériences sur les couleurs

Utiliser la partie de la boîte à lumière équipée pour recevoir les diapositives et mélanger les faisceaux colorés.

Colorer le faisceau incident au moyen de filtres colorés, et éclairer tour à tour chacune des cartes colorées du Kit.

Rabattre les miroirs latéraux.

Couleur de l'objet en lumière blanche	Couleur de l'objet quand la lumière incidente est :					
	rouge	orange	jaune	verte	bleue	violette
rouge						
orange						
jaune						
verte						
bleue						
violette						

Couleur d'un objet :

Un objet est vu blanc lorsqu'il reflète l'ensemble des radiations composant la lumière blanche.

Un objet est vu coloré lorsqu'il ne reflète qu'une partie des radiations lumineuses.

Par exemple, un objet rouge absorbe toutes les radiations, sauf le rouge qu'il reflète.

Éclairer les différentes cartes avec de la lumière blanche, et observer les cartes à travers les différents filtres colorés.

(Pour éliminer toute lumière blanche, placer un filtre devant l'œil, et empêcher avec les mains, la pénétration de lumière entre l'œil et le filtre).

Couleur de l'objet en lumière blanche	Couleur quand l'objet est vu à travers un filtre de couleur					
	rouge	orange	jaune	verte	bleue	violette
rouge						
orange						
jaune						
verte						
bleue						
violette						

Addition des couleurs :

On utilise la face arrière du boîtier avec les volets latéraux.

On projette les 3 faisceaux lumineux colorés (en les superposant) sur une feuille blanche.

Le meilleur résultat est obtenu en plaçant au centre la couleur la plus pâle, et sur les côtés, les 2 autres couleurs plus denses, ceci de façon à compenser la perte d'intensité par réflexion sur les miroirs latéraux.

On déplace les miroirs pour que les faisceaux lumineux se chevauchent successivement.

Établir la liste des résultats d'expérience comme suit :

- rouge + bleu =
- rouge + jaune =
- bleu + jaune =
- rouge + bleu + jaune =

Utiliser les autres filtres et trouver toutes les combinaisons possibles, par exemple : les 3 groupes de couleurs complémentaires dont la superposition des faisceaux donne le blanc.

Obtenir le blanc avec 3 couleurs : déplacer un miroir de façon à ce qu'un des 3 faisceaux lumineux ne s'additionne pas avec les 2 précédents, la couleur obtenue à l'écran est la couleur complémentaire du faisceau déplacé.

Ombres colorées :

Obtenir le blanc avec 3 filtres.

Placer un crayon environ 8 mm en avant de l'écran, de telle façon qu'il soit éclairé par les 3 faisceaux.

Observer les 3 ombres colorées sur l'écran.

3.1 Utilisation avec banc d'optique

3.1.1 Mode opératoire

On peut utiliser la source lumineuse en banc d'optique avec différents miroirs et lentilles.

Il suffit d'occulter le faisceau issu de la source par du papier calque sur lequel est dessinée la lettre F.

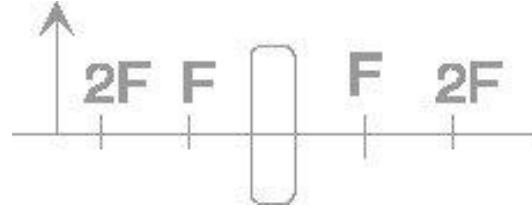
Disposer verticalement les lentilles en alignant les centres optiques avec la lettre F (l'utilisation de la pâte à modeler permet d'assurer l'équilibre des lentilles).

Former l'image de la lettre F sur un écran en carton.

3.1.2 Lentilles biconvexes

On connaît la distance focale F de chacune des lentilles biconvexes.

Repérer sur le plan de manipulation l'axe du système et les points F et $2F$ de part et d'autres de la lentille.



Pour différentes positions de l'objet, déterminer la position de l'image.
Choisir comme emplacement pour l'objet les distances objet-lentille (P_o) suivantes :

- $P_o > 2F$
- $P_o = 2F$
- $P_o < 2F$
- $P_o = F$
- $P_o < F$

Dans chaque cas, mesurer la distance q (lentille-image) et déterminer le grandissement.

Retrouver la formule : $1 / P + 1 / q = 1 / f$

4 Service après-vente

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN S.A.V.
468 rue Jacques Monod
CS 21900
27019 EVREUX CEDEX France

0 825 563 563 *

* 0,15 € TTC/ min à partir d'un poste fixe

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts
à votre disposition
du lundi au vendredi
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge
immédiatement votre appel
pour vous apporter une réponse
adaptée à votre domaine
d'expérimentation :
Sciences de la Vie et de la Terre,
Physique, Chimie, Technologie.

Service gratuit*

0 825 563 563 choix n°3**

* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.
** Numéro valable uniquement pour la France
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE,
composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne
FAQ.jeulin.fr

Direct connection for technical support

A team of experts
at your disposal
from Monday to Friday
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request
immediately to provide you
with the right answers regarding
your activity field : Biology, Physics,
Chemistry, Technology.

Free service*

+33 2 32 29 40 50**

* Call cost not included.
** Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France
Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - www.jeulin.fr - support@jeulin.fr
International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - www.jeulin.com - export@jeulin.fr
SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux