

Travaux dirigés d'Optique n°2
Miroir et images
Exercice 1 : Mise en évidence de faibles rotations

Un rayon lumineux arrive au point d'incidence I sur la surface d'un miroir plan M. Ce miroir peut tourner autour d'un axe Δ passant par I et perpendiculaire au plan d'incidence.

1. Le rayon lumineux arrive perpendiculairement à la surface du miroir. Dans quelle direction est réfléchi la lumière ?
2. A partir de la situation précédente, le miroir tourne d'un angle α autour de Δ . De quel angle β tourne le rayon réfléchi dans le même temps ? (Faire un schéma)
3. A la distance $D = 1$ m du miroir, on place une règle R graduée parallèle au miroir et perpendiculaire au pinceau. Le plus petit déplacement visible de la tache lumineuse réfléchi arrivant sur la règle est $d = 1$ mm. Quel est le plus petit angle de rotation mesurable avec ce dispositif ?

Exercice 2 : Ah, je ris, de me voir si belle dans ce miroir ... (Un classique de l'oral)

Un cantatrice de taille $L=1,60$ m se regarde dans une glace de hauteur H dont la base se situe à la hauteur h du sol. Sachant que ses yeux sont à $l=1,50$ m du sol, quelles sont les conditions sur H et h pour que la cantatrice puisse admirer son image en entier ? *Indice en bas de page¹*

Exercice 3 : Champ de vision avec un miroir plan

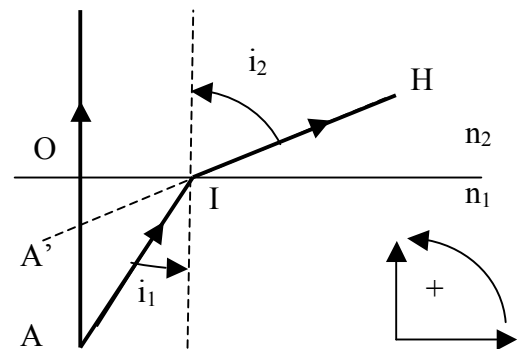
Un individu dont les yeux sont situés à une hauteur $H=1,80$ m cherche à observer un petit arbre de hauteur $h=1,50$ m, situé à une distance $D=5$ m, par réflexion dans un miroir plan posé sur le sol. Quelles doivent être les dimensions de ce miroir et où doit-il être placé ?

Exercice 4 : A propos du dioptre plan

On trempe un crayon rouge dans l'eau, orthogonalement à la surface de l'eau supposée plane.

L'extrémité A du crayon immergé est repérable par une petite tâche de couleur. Ce point renvoie de la lumière vers un observateur qui la reçoit dans la direction IH.

Les indices des deux milieux (eau et air) seront notés n_1 et n_2 .



1. A quoi correspond physiquement le point A' ?
2. Pour un rayon issu de A d'incidence i_1 , exprimer OI en fonction de OA et i_1 et en fonction de OA' et i_2 . Quelle relation lie OA, OA' , i_1 et i_2 ?
3. Peut-on en déduire qu'un dioptre plan est stigmatique ?
4. Que deviennent les formules précédentes dans les conditions de Gauss (petits angles d'incidence) ? En déduire une relation liant OA' , OA, n_1 et n_2 .
5. Application : un observateur estime le fond d'une rivière, situé à l'aplomb d'un pont, à 2m sous la surface. Quelle est la profondeur réelle de la rivière ?

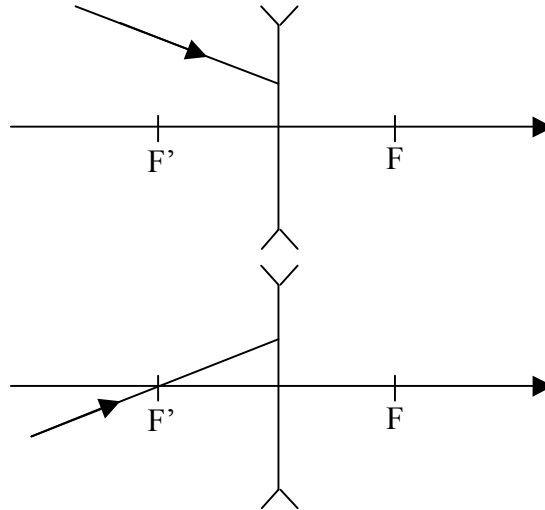
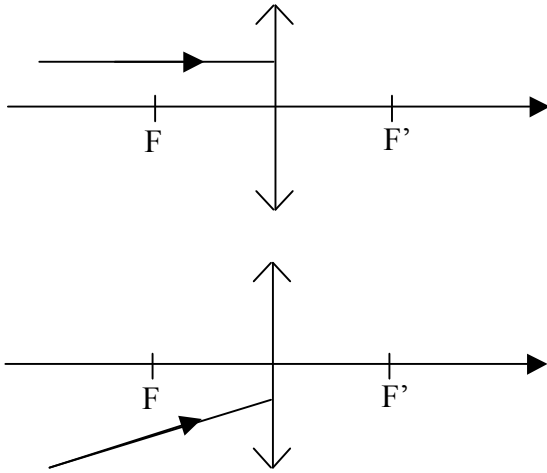
¹ On pourra commencer par déterminer l'image de la cantatrice à travers le miroir

Lentilles minces

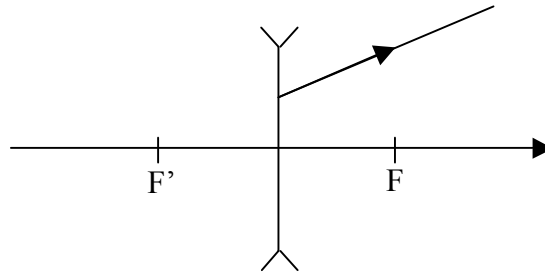
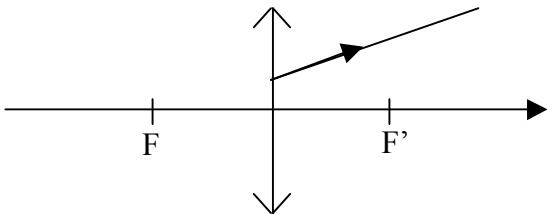
Tracé de rayons lumineux.

Exercice 5 : Construction de rayons

Représenter les rayons émergents correspondants aux rayons incidents dans les cas suivants. On fera figurer tous les traits de construction :



Représenter les rayons incidents correspondants aux rayons émergents dans les cas suivants. On fera figurer tous les traits de construction :



Exercice 6 : Diamètre apparent d'un astre

Un astre est vu d'une lentille convergente de vergence $V=1\delta$ sous un diamètre apparent de une minute d'angle. Dans quel plan se forme son image ? Déterminer la taille de son image.

Indication : 1 minute d'angle = $1/60^\circ$

Exercice 7 : Principe de la loupe.

Un œil emmétrope (sans défaut) observe un objet à travers une lentille de vergence $V = +12,5 \delta$. On suppose les conditions de Gauss satisfaites.

- Pour un objet AB situé devant la lentille, entre le foyer F et le centre optique, où se situe l'image ? Est-elle droite ou renversée ? Donner sa nature. (Faire une construction graphique)
- L'œil possède un punctum proximum situé à $d = 25\text{cm}$. Dans quel intervalle doit se situer l'image pour que l'accommodation soit possible ?
- L'utilisation d'une loupe est optimale si l'objet est situé en F. Expliquer. Représenter le parcours des rayons lumineux dans ce cas.
- Rappeler l'ordre de grandeur de la limite de résolution angulaire de l'œil humain et en déduire la dimension des plus petits détails de l'objet discernables à la loupe dans le cas précédent.

Exercice 8 : Lentille entre objet et écran

Un objet lumineux AB se trouve à une distance $AE=4\text{m}$ d'un écran (E). Une lentille mince L (centre optique O, distance focale f') produit sur l'écran une image réelle de l'objet, inversée, 3 fois plus grande.

- Quelle est la nature de la lentille ?
- O est situé entre A et E. Faites un schéma. Déterminer graphiquement AO et f' .
- En déplaçant L de O à un nouveau point O' (A et E étant fixés), on obtient une nouvelle image nette sur (E). En utilisant le principe du retour inverse de la lumière, représenter cette nouvelle situation. En déduire le nouveau grandissement.

Détermination numérique de la position des objets et images..

On rappelle la relation de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ où O est le centre optique de la lentille, f' sa distance focale, A la position de l'objet et A' la position de l'image.

Exercice 9 : Détermination d'une image

- Un objet AB de 0,5cm est placé à 30cm devant une lentille convergente de focale $f'=20\text{cm}$, perpendiculairement à son axe. Déterminer la position, la taille et la nature de l'image en utilisant les formules de Descartes.
- Retrouver ces résultats par une construction graphique.

Exercice 10 : Etude d'un appareil photographique 24x36

L'objectif d'un appareil photographique est assimilable à une lentille de distance focale $f'=5\text{cm}$. L'émulsion sensible (pellicule) est disposée sur une plaque rectangulaire centrée sur l'axe, de dimensions 24mm x 36mm.

- La mise au point est faite sur l'infini, ce qui définit une position P_0 pour la plaque sur l'axe.
 - A quel point particulier correspond P_0 ?
 - De combien et dans quel sens faut-il déplacer la plaque si l'on veut photographier un objet placé à 5m de l'objectif ?
 - La mise au point ne permet pas d'éloigner la plaque à plus de 5mm de P_0 . Evaluer la distance minimale d'un objet par rapport à l'objectif pour obtenir une photographie nette.
- Dans le cas b) de la mise au point, l'objet étant à 5m, déterminer les dimensions de la portion de plan photographiée.

Système de 2 lentilles

Exercice 11 : Elargisseur de faisceau*

Un faisceau lumineux quasi-parallèle de diamètre $d=2\text{mm}$ est issu d'une source laser. On désire multiplier ce diamètre par 10 grâce à un système à 2 lentilles.

- Ce système est-il focal ou afocal ? En déduire la position des foyers des deux lentilles.
- L'élargisseur utilise une lentille mince divergente et une lentille mince convergente pour laquelle $f'_2=50\text{mm}$. Calculer f'_1 . Faire un schéma du dispositif. Quelle distance sépare les deux lentilles.
- Les deux lentilles sont convergentes et $f'_2=50\text{mm}$. Reprendre les questions précédentes.
- En pratique, quel phénomène empêchera d'obtenir ce type de système ?

Exercice 12 : Lunette de Galilée*

Une lunette de Galilée est constituée d'une lentille convergente L_1 de distance focale 50cm (objectif) et d'une lentille divergente L_2 de distance focale -5cm (oculaire)

- a) Préciser la position relative des deux lentilles lorsque la lunette est réglée à l'infini.
- b) Faire un schéma de la lunette quand elle est réglée à l'infini. Dessiner la marche d'un faisceau lumineux issu d'un objet situé à l'infini mais pas sur l'axe, les rayons arrivent alors sur l'objectif en faisant un angle α avec l'axe optique.
- c) Calculer le grossissement angulaire $G = \alpha' / \alpha$ de la lunette où α' est l'angle que font les rayons avec l'axe optique en sortie du système.