

TRAVAUX DIRIGÉS DE O_2

Conseils pour ce TD :

- Ceux du TD de O_1 .
- Pour tracer un rayon réfléchi par un miroir plan, placer l'image de l'objet dont il est issu (symétrique par rapport à un miroir plan).
- Pour utiliser une relation de conjugaison, orienter les distances algébriques et les angles. Vérifier la cohérence des signes.
- Dans le cas d'un système optique constitué de plusieurs lentilles, on peut utiliser la notion d'images intermédiaires (faire un tableau du type $A - (L_1) \rightarrow A_1 - (L_2) \rightarrow A'$ par exemple) ou alors tracer le devenir d'un rayon après la suite de réfractions.
- Dans le cas courant où l'objet (respectivement, l'image) est à l'infini, aucune relation de conjugaison n'est nécessaire : l'image (resp. l'objet) est dans le plan focal image (resp. objet).

Exercice 1 : Réflexion sur un miroir horizontal.

Un homme dont les yeux sont placés à $H = 1,80$ m du sol cherche à observer un petit arbre de hauteur $h = 1,50$ m situé à une distance $D = 5,00$ m par réflexion sur un miroir plan posé à plat sur le sol. Déterminer la position et la largeur minimale du miroir.

Exercice 2 : Réflexion sur un miroir vertical.

Un homme dont les yeux sont placés à $H = 1,80$ m du sol cherche à s'observer entièrement par réflexion dans un miroir plan vertical. Déterminer la position et la hauteur minimale du miroir.

Exercice 3 : Image d'un objet par un périscope.

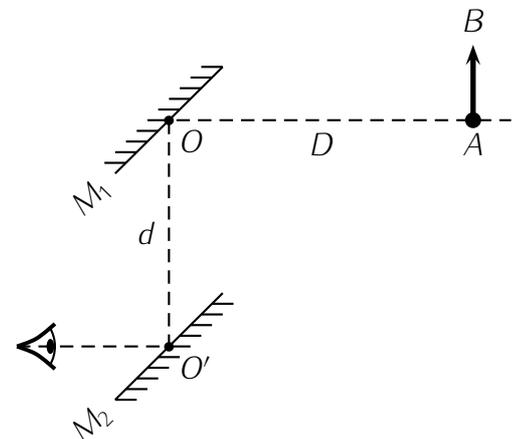
Un périscope simple est un système optique formé de deux miroirs plans qui permet par exemple d'observer un défilé par dessus une foule.

Les périscope de sous-marins sont des systèmes optiques plus compliqués.

On suppose que les plans des miroirs font un angle de 45° avec la verticale.

L'objet AB observé est lui aussi vertical et à la distance D du centre O du miroir supérieur.

La distance OO' entre les deux centres des miroirs est d .



1. Par construction, déterminer la position de $A''B''$, l'image de AB par le système optique.
2. Quelle est la valeur du grandissement ?
3. Le système optique est-il stigmatique ?
4. Tracer deux rayons issus de AB et qui traversent le système optique et parviennent à l'œil. Préciser la nature de $A''B''$.

Exercice 4 : Applications directes du cours

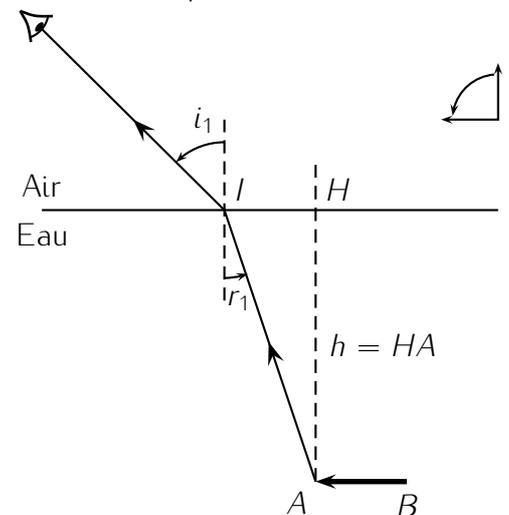
1. Une camera aérienne survolant la Terre à une altitude de 4000 m de distance focale 50 cm produit une image de format 18 cm sur 18 cm d'une ville. Calculer la surface photographiée.

- Considérons une paire de lunettes correctrices pour la myopie. L'ordonnance indique une vergence de -2δ .
 - Quelle est la distance focale image de la paire de lunettes? Quelle est le type de lentilles utilisées?
 - Muni de cette paire de lunettes, je lis un livre situé à 30 cm de mon visage. Quelle est la distance de l'image de cet ouvrage à travers les lunettes?
- On donne un lentille mince convergente de 50 cm de distance focale. À quelle distance faut-il placer un objet pour que son image réelle soit 5 fois plus grande?
- Même question pour une image virtuelle.
- On donne point lumineux P placé à 75 cm d'une lentille convergente dont la distance focale est 50 cm. Que voit-on sur un écran placé de l'autre côté de la lentille à 1 m? Faire varier la position de l'écran et expliquer ce que l'on voit.
- Même question avec une lentille divergente.
- Soit un appareil photo composé d'une seule lentille de 50 mm de focale. Un PCSI2 de 1,70 m se tient à 10 m devant l'objectif. Montrer que la distance lentille/capteur doit être de 50,3 mm. Déterminer la taille du PCSI2 sur la photographie.

Exercice 5 : Pécheur au harpon.

On considère $n_{\text{air}} \simeq 1,00$ et $n_{\text{eau}} = n \simeq 1,33$.

- Une truite assimilée à un segment $AB = 40$ cm horizontal se situe à la profondeur $HA = 1$ m. Un pêcheur observe A_1B_1 , l'image de AB par le dioptre, sous une incidence (pour A_1) $i_1 = 30^\circ$. Puis en se rapprochant sous une incidence $i_2 = 10^\circ$. Exprimer HA_1 et HA_2 la position des images A_1 et A_2 vues par le pêcheur en fonction de h , n et i_1 ou i_2 . Faire les applications numériques et conclure.
- Le pêcheur étant maintenant quasi vertical par rapport au milieu O de la truite, quelle est la position apparente du poisson et son diamètre angulaire apparent α . On considérera que les yeux du pêcheur sont situés à 1 m de la surface de l'eau?



Exercice 6 : Plans principaux d'un système de deux lentilles

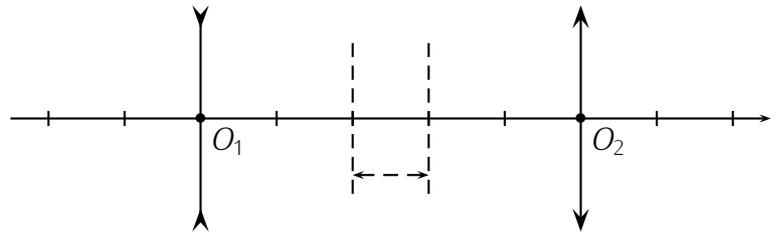
On considère l'association de deux lentilles de distance focale f'_1 et f'_2 . On appelle f' la distance focale de l'association et $e = \overline{O_1O_2}$. La distance focale de l'association est égale à $f' = \overline{H'F'} = -\overline{HF}$ où H et H' sont les points d'intersection entre l'axe optique et les plans principaux : un objet d'un plan principal a son image dans l'autre plan principal avec un grandissement de un. Les points F et F' sont les foyers objet et image de l'association.

On donne $f'_1 = 3$ cm, $f'_2 = 6$ cm et $e = 12$ cm.

- Déterminer la position de F' par construction graphique puis par le calcul.
- Déterminer la position des plans principaux.
- En déduire la valeur de f' .

Exercice 7 : Calcul algébrique de la position des foyers d'un doublet.

On donne les distances focales pour chacune des deux lentilles représentées ci-contre : $|f'_1| = 3a$ et $|f'_2| = 2a$, avec $a > 0$. Déterminer par le calcul puis par tracé, la position des foyers principaux du système.

**Exercice 8 : Focométrie, la totale.**

La focométrie est la recherche de la distance focale d'un système optique : lentilles minces sphériques.

- Détermination très rapide. Comment savoir, au touché si une lentille est convergente ou divergente ?
- Détermination rapide. Montrer, à l'aide de constructions graphiques qu'il est possible de différencier une lentille convergente d'une lentille divergente en regardant un objet suffisamment près : $|\overline{AO}| < |f|$.
- Méthode d'auto-collimation. On déplace un objet AB face à une lentille accolée ou non à un miroir plan jusqu'à ce que l'image $A'B'$ de AB se forme dans le plan de l'objet. Montrer que cette méthode permet de déterminer la distance focale de la lentille : on tracera l'image de AB si A en F . Peut-on directement utiliser cette méthode avec une lentille divergente ?
- Méthode de BESSEL Un objet AB et un écran (E) sont maintenus fixes et distants de D . Entre l'objet et l'écran, on déplace une lentille convergente de distance focale f' image à déterminer. Montrer que si $D > 4f'$, il existe deux positions de la lentille distantes de d pour lesquelles il y a une image nette de l'objet sur l'écran. Exprimer f' en fonction de d et D .
- Méthode par conjugaison. Montrer qu'on peut déterminer la distance focale d'une lentille mince par utilisation d'une formule de conjugaison. Laquelle choisiriez-vous ? Quelle type de courbe traceriez-vous à partir d'un tableau de valeurs composé de couples $(p = \overline{OA}, p' = \overline{OA'})$ pour déterminer f' ?
- Expliquez comment on peut mesurer la distance focale d'une lentille (L_1) divergente inconnue en lui accolant utilisant une deuxième lentille (L_2), celle-ci connue et convergente.
- Méthode de BADAL. On utilise deux lentilles convergentes (L_1) et (L_2) distantes de $\overline{O_1O_2} > f'_2$. Faire une figure.
Un objet ponctuel A est placé en F_1 (par auto collimation) et a pour image A'' . Déterminer la position de A'' .
On intercale une lentille divergente (L_3) dont on veut mesurer la distance focale telle que $O_3 = F_2$
Faire une figure et déterminer une méthode de mesure de f'_3 .