



TD 2 – Formation d'une image

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Stigmatisme rigoureux et approché, conditions de Gauss
- Construire l'image d'un objet par un miroir plan.
- Exploiter les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence.
- Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle.
- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal de Descartes et de Newton.
- Établir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.

J'apprends mon cours : Questions de cours, QCM, exercices 1, 3, 4, 5

Questions de cours

- Q1.** Définir les mots suivants : objet, point objet ponctuel (réel ou virtuel), image, point image ponctuelle (réel ou virtuel) en optique géométrique
- Q2.** Tracer l'image d'un objet par un miroir plan. Quelle est la relation entre l'image et l'objet ?
- Q3.** Définir le stigmatisme rigoureux et approché. Donner les caractéristiques d'un détecteur permettant d'avoir un stigmatisme approché (on pourra faire un schéma). Définir les conditions de Gauss et donner leur intérêt.
- Q4.** Que peut-on dire des rayons émergents d'un système optique lorsque l'image ponctuelle se forme à l'infini ?
- Q5.** Définir les foyers objet et image d'une lentille mince dans les conditions de Gauss, ainsi que la distance focale et la vergence d'une lentille.
- Q6.** Représenter une lentille mince convergente et une lentille mince divergente en faisant apparaître son centre optique, ses foyers principaux F et F' et ses plans focaux.
- Q7.** Lorsqu'un objet est placé dans le plan focal objet d'une lentille, où se forme son image ?
- Q8.** Lorsqu'une image se forme dans le plan focal image d'une lentille, où se trouve son objet conjugué ?
- Q9.** Quelle est la propriété du centre optique O d'une lentille ?
- Q10.** Ecrire les relations de conjugaison de Descartes et de Newton.
- Q11.** Définir le grandissement transversal. Quelles informations sont contenues dans le grandissement ?

QCM

1) L'image par une lentille convergente d'un objet réel :

- ☐ a. est toujours réelle.
- ☐ b. est toujours virtuelle.
- ☐ c. peut être réelle ou virtuelle.

2) L'image par une lentille divergente d'un objet réel :

- ☐ a. L'image est toujours réelle.
- ☐ b. L'image est toujours virtuelle.
- ☐ c. L'image peut être réelle ou virtuelle.
- ☐ d. L'image est plus grande que l'objet.
- ☐ e. L'image est plus petite que l'objet.

3) On projette l'image d'un objet réel sur un écran avec une lentille convergente. Il faut que :

- ☐ a. L'objet soit situé entre le foyer objet et le centre optique.
- ☐ b. L'objet soit situé avant le foyer objet.

4) Soit une lentille mince convergente et un objet situé entre le foyer objet et le centre optique :

- ☐ a. L'image est projetable sur un écran.
- ☐ b. L'image n'est pas projetable sur un écran.
- ☐ c. L'image est plus grande que l'objet.
- ☐ d. L'image est plus petite que l'objet.

5) On observe l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente sur un écran. On approche l'objet de la lentille, pour observer l'image (toujours supposée réelle), il faut :

- ☐ a. Avancer l'écran.
- ☐ b. Reculer l'écran.

6) Soit une lentille mince convergente et un objet virtuel :

- ☐ a. L'image est toujours réelle.
- ☐ b. L'image est toujours virtuelle.
- ☐ c. L'image peut être réelle ou virtuelle.
- ☐ d. L'image est plus grande que l'objet.
- ☐ e. L'image est plus petite que l'objet.

7) On projette l'image d'un objet sur un écran avec une lentille divergente. Il faut que :

- ☐ a. L'objet soit virtuel.
- ☐ b. L'objet soit réel.

Exercices

Exercice 1 : Mouvements d'un miroir ♥

★★★

Ref. 0011

- ✓ Miroir plan
- ✓ Constructions géométriques

- 1) On considère un objet fixe A, un miroir mobile M et l'image A_1 de l'objet donnée par le miroir en position M_1 . Le miroir est déplacé d'une distance $d = M_1M_2$ et donne une image A_2 . Dans quel sens se déplace l'image, et de quelle distance ?
- 2) Considérons un rayon lumineux arrivant sur un miroir plan, ainsi que son rayon réfléchi. De quel angle le rayon réfléchi tourne-t-il lorsque le miroir tourne d'un angle α perpendiculairement au plan d'incidence ?

Exercice 2 : Périscope

★★★

Ref. 0012

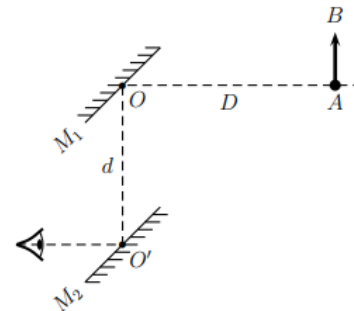
- ✓ Miroir plan
- ✓ Constructions géométriques



Le périscope est un instrument d'optique pour l'observation d'un objet distant sans être vu depuis celui-ci. Dans sa forme la plus simple c'est un boîtier rectiligne qui comporte à chaque extrémité ouverte un miroir. Les rayons lumineux entrant par l'extrémité objectif ressortent vers l'œil de l'observateur parallèlement mais décalés de la longueur du boîtier permettant ainsi de voir au-dessus d'une foule ou à un tireur embusqué de tirer sur sa cible sans être vu lui-même.

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 constitué des 2 miroirs.
- 2) Quelle est la valeur du grandissement ?



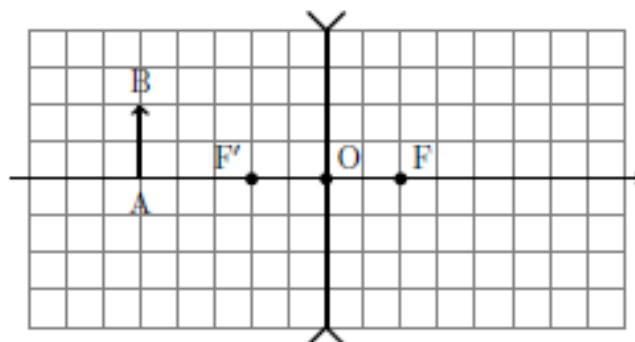
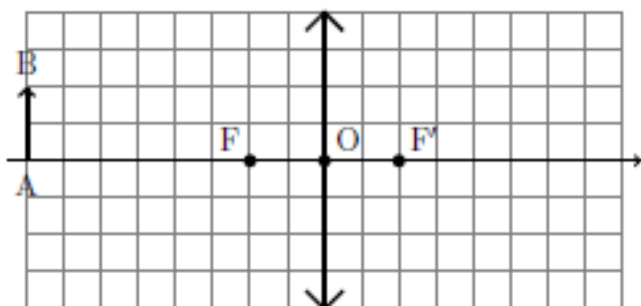
Exercice 3 : Constructions géométriques ♥

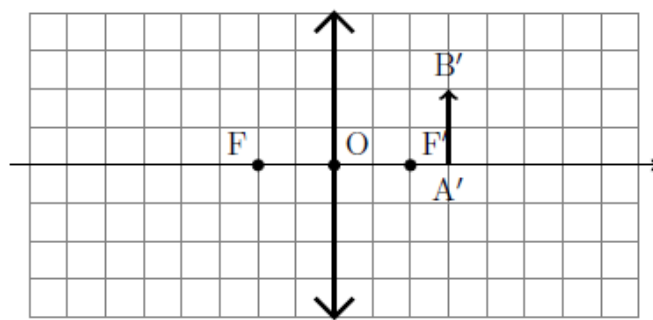
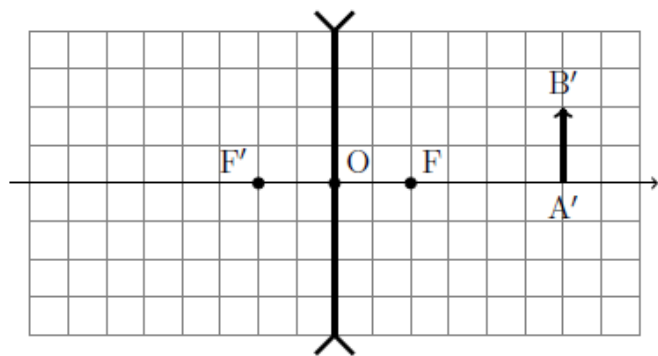
★★★

Ref. 0013

- ✓ Lentille mince
- ✓ Constructions géométriques

Construire les images des objet AB ou les objets des images $A'B'$.

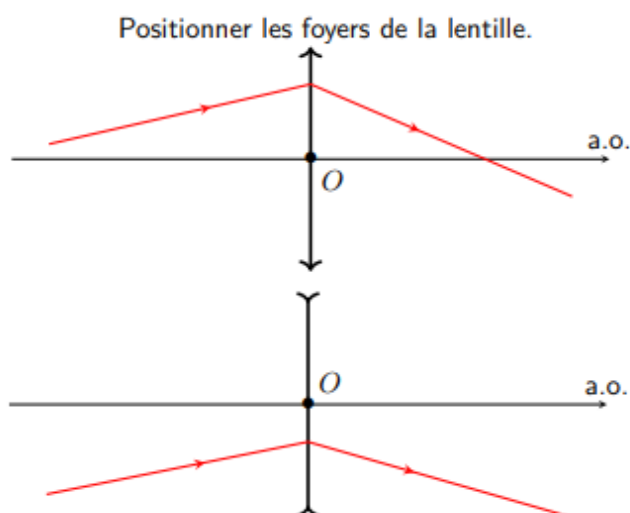
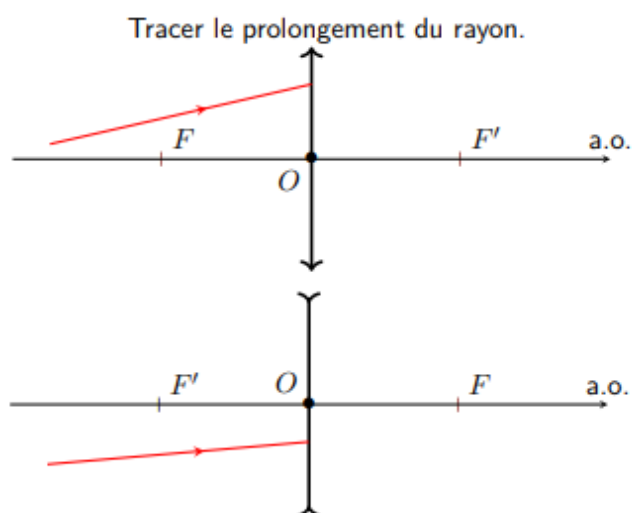




Exercice 4 : Constructions diverses ♥

★★★
Ref. 0014

- ✓ Lentille mince
- ✓ Constructions géométriques



Exercice 5 : Projection d'une diapositive

★★★
Ref. 0015

- ✓ Lentille mince
- ✓ Relation de conjugaison
- ✓ Grandissement transversal

On veut projeter sur un mur l'image d'une diapositive (24 mm × 36 mm), à l'aide d'une lentille de distance focale image $f' = 5,0$ cm.

Si l'écran est à 2,0 m de la lentille, préciser la position de la diapositive par rapport à la lentille et les dimensions de l'image projetée.

Exercice 6 : Identification d'une lentille ♥

★★★
Ref. 0016

- ✓ *Constructions géométriques*
- ✓ *Relation de conjugaison*
- ✓ *Grandissement transversal*

Une lentille mince donne d'un objet AB réel une image A'B' réelle deux fois plus grande. La distance AA' est de 90 cm.

- 1) Identifier la nature de la lentille.
- 2) Faire une construction graphique pour placer AB, A'B', la lentille, les foyers F et F'.
- 3) Déterminer $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ et f' par le calcul.
- 4) Reprendre les mêmes questions dans le cas d'une image virtuelle 2 fois plus petite.

Exercice 7 : Etude d'un rétroprojecteur

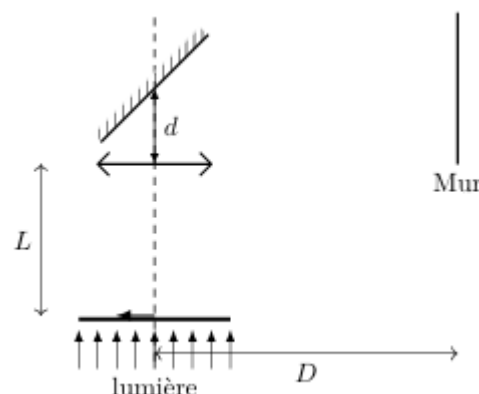
★★★
Ref. 0017

- ✓ *Miroir plan*
- ✓ *Relation de conjugaison*
- ✓ *Grandissement transversal*

Un rétroprojecteur est constitué d'une lentille convergente de projection de distance focale image $f' = 30$ cm et d'un miroir plan incliné à 45° et placé à $d = 10$ cm de L (cf. figure ci-contre).

On suppose que l'objet est situé à une distance réglable $L = 35$ cm de la lentille et que l'objet AB mesure 10 cm.

- 1) Déterminer la position et la taille de l'image A_1B_1 de AB par la lentille.
- 2) Le miroir renvoie l'image de A_1B_1 sur un écran situé à une distance D du centre du miroir. Déterminer cette distance.
- 3) Quelle est la taille de l'image définitive A'B' sur l'écran.



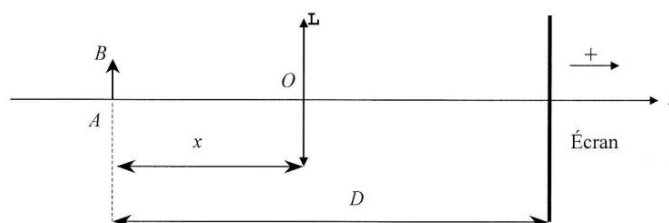
Exercice 8 : Méthode de Bessel ♥

★★★
Ref. 0018

- ✓ *Lentille mince*
- ✓ *Relation de conjugaison*

La méthode de Bessel permet de mesurer expérimentalement la valeur de la distance focale d'une lentille convergente. Un objet transverse AB est placé à une distance D fixe d'un écran. On a à disposition une lentille mince convergente de distance focale f' qu'on peut déplacer librement le long de l'axe optique.

On note x la distance OA où O est le centre optique de la lentille. On cherche à déterminer comment placer la lentille, entre l'objet et l'écran, pour projeter l'image de AB sur l'écran.



- 1) Montrer que si la lentille est placée de manière à ce que l'image de AB se forme sur l'écran, alors x est solution d'une équation du second degré à établir.
- 2) En déduire que, si $D > 4f'$, il existe deux positions de la lentille pour lesquelles on obtient une image A'B' nette sur l'écran.
- 3) On note d la distance séparant les deux positions précédentes de la lentille. Déterminer la distance focale image de la lentille en fonction de D et d .
- 4) Justifier que les deux positions de la lentille sont symétriques par rapport au milieu de AA'. Comparer alors les grossissements obtenus pour les deux positions de la lentille.

Exercice 9 : Photographier la Lune ♥

★★★

Ref. 0019

| ✓ *Lentille mince*

Le capteur d'un appareil photo, centré sur l'axe optique, a pour dimensions $16 \text{ mm} \times 23 \text{ mm}$. Cet appareil photographique est utilisé pour photographier le ciel nocturne. On assimile l'objectif à une lentille mince convergente de distance focale $f' = 135 \text{ mm}$.

- 1) Calculer l'angle de champ vertical puis l'angle de champ horizontal du ciel photographié.
- 2) On veut photographier la Lune afin que son image tienne parfaitement sur le capteur. On supposera la Lune sphérique, de diamètre $d_L = 3474 \text{ km}$, et de centre situé à $D = 384\,000 \text{ km}$ de l'objectif. Calculer son diamètre apparent. La lune est-elle photographiée en entier avec la distance focale choisie ?
- 3) Calculer la distance focale de l'objectif à utiliser pour que l'image de la lune occupe verticalement toute la hauteur du capteur.

**Exercice 10 : Principe d'un photocopieur (d'après Agro-Véto) ♥**

★★★

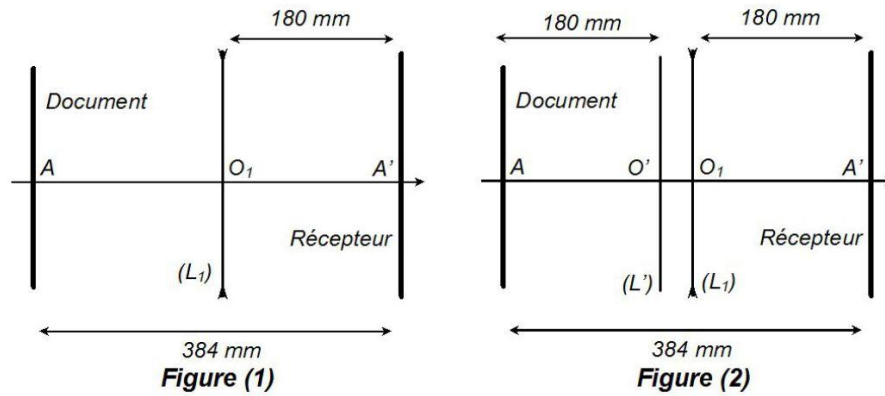
Ref. 0020

- | ✓ *Doublet de lentilles*
- | ✓ *Relation de conjugaison*
- | ✓ *Grossissement transversal*

Les procédés actuels de reprographie nécessitent la formation de l'image du document sur une surface photosensible par l'intermédiaire d'un objectif de reproduction. On désire reproduire un document de format A4 soit en A4 (même format), en A3 (format double en surface) ou en A5 (format moitié en surface).

On réalise ces différents tirages à l'aide d'un objectif en modifiant les positions respectives des lentilles à l'intérieur du système.

La distance entre le document et le récepteur photosensible est de 384 mm et l'on positionne une première lentille divergente L_1 de distance focale image $f'_1 = -90 \text{ mm}$ à 180 mm du récepteur. (Figure 1)



- 1) La lentille L₁ peut-elle donner une image du document sur le récepteur ? Justifier.
- 2) On ajoute alors une lentille mince L' devant la lentille L₁ à 180 mm du document (figure 2). Quelle doit être sa nature ?
- 3) Calculer la distance focale image f' de cette lentille L' pour obtenir une image réelle du document sur le récepteur.
- 4) En déduire le grandissement de l'association des deux lentilles et indiquer quel type de tirage permettra cet objectif : transformation de A4 en A3 ou de A4 en A5.
- 5) En fait la lentille L' est constituée de deux lentilles accolées L₂ et L₃. L₂ étant identique à L₁. Calculer la distance focale image f'₃ de la lentille L₃. Quelle est la nature de cette lentille mince ?
- 6) On glisse alors la lentille L₃ afin de l'accoler à L₁. Justifier sans calculs que l'image du document reste sur le récepteur et calculer le grandissement et le type de tirage obtenu correspondant à cette configuration.

Résolution de problème

Exercice 11 : Hauteur du mont Saint-Michel (D'après CCINP MP) ♥

★★★
Ref: 0021

La photo ci-dessous a été prise avec un appareil photo numérique dont le capteur a les dimensions suivantes : 5.7 mm x 7.6 mm, avec un objectif de focale f' = 18 mm. Il s'agit d'une photo prise dans la baie du Mont Saint-Michel, à une distance de 1,46 km du Mont Saint Michel.

À partir de la photo obtenue déterminer la hauteur du Mont Saint-Michel (flèche comprise) en indiquant les hypothèses posées, la modélisation du problème (par exemple par un schéma légendé) et les calculs effectués.

