

# TD n° 2 de Physique

## Optique - Lentilles sphériques minces

### Applications directes du cours

#### 1 Lentille convergente et objet réel

On place un objet de 5 cm de haut à 30 cm devant une lentille convergente de distance focale  $f' = 20$  cm. Faire un schéma à l'échelle et construire l'image par la lentille. Déterminer graphiquement sa position, sa nature et sa taille. Retrouver ces grandeurs et propriétés à l'aide des relations de conjugaison et sur le grandissement.

#### 2 Distance focale

Une lentille mince convergente donne d'un objet une image sur un écran, agrandie deux fois. Lorsqu'on rapproche de 0,36 m la lentille de l'écran, la taille de l'image devient la moitié de celle de l'objet. Déterminer la distance focale image de la lentille.

#### 3 Position des foyers d'une lentille

Une lentille mince, dont on ne connaît pas la nature, fait d'un objet réel situé à 5 cm de la lentille une image virtuelle située à 3 cm de la lentille. Déterminer graphiquement les positions des foyers de cette lentille. Retrouver ce résultat par le calcul.

#### 4 Conjugaison à grandissement fixé

Une lentille divergente de distance focale  $f' = -5$  cm réalise le grandissement  $\gamma = -\frac{1}{2}$  d'un objet. Déterminer les positions de l'objet et de l'image par une méthode graphique puis par le calcul.

## Exercices

### 1 Projection d'une diapositive ★

On veut projeter sur un mur une diapositive 24 mm  $\times$  36 mm à l'aide d'une lentille mince de focale  $f' = \pm 5$  cm.

1. Peut-on utiliser une lentille divergente ? convergente ?
2. Si l'écran est à 5 m de la lentille, préciser la position de la diapositive et les dimensions de l'image.
3. Calculer la distance  $D$  entre la diapositive et l'écran.
4. En ne touchant plus la distance  $D$ , montrer qu'il existe une autre position de la lentille où l'image est nette. Calculer le nouveau grandissement.

### 2 Téléobjectif d'appareil photo ★

On désire former l'image d'un monument, de hauteur  $h = 24$  m, qui se trouve devant  $L_1$  à une distance  $D = 1200$  m. Un téléobjectif est assimilable à une lentille  $L_1$  de focale  $f'_1 = 10$  cm et de centre optique  $O_1$  et une lentille  $L_2$ , de focale  $f'_2 = -4$  cm et de centre optique  $O_2$ , distante de  $d = \overline{O_1O_2} = 6,5$  cm.

1. Où se trouve l'image du monument par  $L_1$  ? Quelle est la taille de cette image intermédiaire ?

- Où se trouve l'image du monument par le système  $\{L_1 + L_2\}$ ? Quelle est la taille de la nouvelle image? En déduire l'encombrement du dispositif (distance entre l'extrémité du téléobjectif et le plan dans lequel l'image se forme).
- Si l'objectif était constitué d'une unique lentille  $L$ , quelle devrait être sa focale pour obtenir le même grandissement que  $\{L_1 + L_2\}$ ? Quel serait alors l'encombrement de cet objectif?

### 3 Système à deux lentilles ★★

On considère un système centré constitué de deux lentilles convergentes ( $L_1$ ) et ( $L_2$ ), de distances focales respectives 20 cm et 40 cm, et dont les centres sont distants de 30 cm. Les rayons traversent ( $L_1$ ) avant ( $L_2$ ).

- Faire une figure à l'échelle en plaçant les points remarquables.
- Déterminer les positions des deux foyers  $F$  et  $F'$  du système.
- Retrouver graphiquement la position des deux foyers.
- On considère un objet AB perpendiculaire à l'axe optique tel que  $\overline{O_1A} = -30$  cm. Déterminer la position de l'image  $A'$  de A ainsi que le grandissement  $\gamma$ .
- Faire une figure avec l'objet et les rayons utiles. Comment peut-on qualifier l'image intermédiaire? L'image finale?

### 4 Système à deux lentilles, élargisseur de faisceau ★★

On dispose un objet  $A_0B_0$  réel devant une lentille divergente ( $L_1$ ) de distance focale  $f'_1 = -20$  cm.

- Déterminer la position  $\overline{O_1A_0}$  de l'objet pour que le grandissement transversal soit égal à 0,5.
- Quel est alors la position de l'image  $A_1B_1$ ?

On place derrière la lentille ( $L_1$ ) une deuxième lentille ( $L_2$ ), cette fois convergente, de distance focale  $f'_2 = 40$  cm. On dispose ensuite un écran à une distance  $\overline{O_2E} = 80$  cm.

- Calculer la distance  $\overline{O_1O_2}$  entre les deux lentilles permettant d'obtenir une image nette sur l'écran.

On souhaite désormais utiliser ces deux lentilles pour transformer un faisceau de rayons arrivant parallèlement à l'axe optique. Le faisceau incident ayant un diamètre  $d$ , on cherche à obtenir un diamètre  $D$  pour le faisceau émergent.

- Calculer la distance  $\overline{O_1O_2}$  permettant cela.
- Calculer alors le rapport d'élargissement du faisceau  $r = D/d$ .

### 5 Système afocal à trois lentilles ★★★

Considérons 3 lentilles minces  $L_1, L_2, L_3$ . On donne :  $f'_1 = 8$  cm,  $f'_2 = -4$  cm et  $f'_3 = -4$  cm.

- Sachant que  $O_1O_2 = 5$  cm, calculer  $O_2O_3$  pour obtenir un système afocal.
- Calculer la position  $F_1D$  du point double D du système où l'objet  $D$  est confondu avec son image finale  $D$ . On utilisera plusieurs fois la formule de Newton puis la relation de Chasles.

### 6 Foyers d'un système catadioptrique ★★★

On considère un système optique centré, constitué d'une lentille convergente de distance focale  $f'$  et d'un miroir plan situé à une distance  $d > f'$  du centre optique de la lentille O. Un tel système, par la présence du miroir, est dit catadioptrique.

- Tracer la construction du foyer image  $\Phi'$  du système. On appellera  $A'$  l'image de  $F'$  par le miroir.
- Calculer la distance  $O\Phi'$  en fonction de  $f'$  et  $d$ . Attention : lorsque la lumière revient sur la lentille, celle-ci se comporte comme si l'axe optique était inversé...
- Quelle est la position du foyer objet de ce système optique?