

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 γ .
- 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 Φ' 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?