

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 ?

2. 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).
3. 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).

1. Faire une figure à l'échelle en plaçant les points remarquables.
2. Déterminer les positions des deux foyers F et F' du système.
3. Retrouver graphiquement la position des deux foyers.
4. 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 .
5. 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.

1. Déterminer la position $\overline{O_1A_0}$ de l'objet pour que le grandissement transversal soit égal à 0,5.
2. 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.

3. 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.

4. Calculer la distance $\overline{O_1O_2}$ permettant cela.
5. 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.

1. Sachant que $O_1O_2 = 5$ cm, calculer O_2O_3 pour obtenir un système afocal.
2. 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.

1. Tracer la construction du foyer image Φ' du système. On appellera A' l'image de F' par le miroir.
2. 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...
3. Quelle est la position du foyer objet de ce système optique?