TD P5 Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

Pour tous les exercices : formules de conjugaison

$$\overline{F'A'}.FA = \overline{OF'}.\overline{OF} = -f'^2 \quad \text{et} \quad \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

P5-1 Utilisation des relations de conjugaison et de grandissement

On considère une lentille L_1 convergente de focale f'_1 = 10 cm. On place un objet AB = 5, 0 cm à une distance O_1A = 6, 0 cm à gauche de la lentille.

1. Où est placée l'image A'B' ?
2. Calculer la taille de l'image A'B'.
3. Vérifier vos résultats par la construction.

On place à la suite de L_1 une deuxième lentille convergente L_2 de focale f'_2 = 5, 0 cm, avec O_1O_2 = 2, 0 cm.

4. Où est placée l'image finale A''B'' ?
5. Calculer sa taille.
6. Vérifier vos résultats par construction.

P5-2 Calculs sur les lentilles

1. Un objet de 1,0 cm de hauteur est situé à 2,0 cm d'une lentille divergente dont la longueur focale est de 4 cm. Quelle sera la hauteur, en centimètres, de l'image ?
2. À quelle distance d'une lentille convergente, dont la longueur focale est de 1,5 cm, doit-on placer un objet pour obtenir une image trois fois plus grande ?
3. Un objet de 9 cm de hauteur est situé à 22 cm d'une lentille convergente dont la longueur focale est de 5 cm. À quelle distance du foyer principal image, en centimètres, se situera l'image ?
4. Un objet (bougie) est situé à 63 cm d'une lentille divergente. Sachant que l'image formée est située à 19,1 cm de la lentille, à quelle distance, en centimètres, se trouve-telle du foyer principal image ?

P5-3 À la loupe

Un petit objet de taille 0,10 mm est observé à la loupe, que l'on assimile à une lentille mince de vergence C = 10 δ. L'œil de l'observateur est placé au foyer image de la lentille et voit une image de 1,0 mm.

1. Faire un schéma représentant la loupe et l'image A'B' d'un objet AB. On choisira arbitrairement de placer l'objet à mi-chemin entre la lentille et un des foyers.
2. Déterminer la distance objet-lentille.
3. On accole à la lentille précédente une lentille identique de sorte que le grandissement obtenu est identique. Répondre à la même question que précédemment.

P5-4 Association miroir - lentille

Un système optique est formé d'une lentille mince de centre optique O distance focale f' = 300 mm et d'un miroir plan M dispose à 150 mm après celle-ci.

1. Déterminer par le calcul la position d'image que ce système donne d'un objet A situé 150 mm avant la lentille. On se limite à un passage lentille-miroir.
2. Vérifier les calculs avec un tracé géométrique.

P5-5 Doublet de lentilles

Un doublet est formé successivement d'une lentille L_1 convergente de distance focale f'_1 et d'une seconde lentille mince divergente L_2 de distance focale f'_2. Les centres optiques des lentilles sont distants de O_1O_2 = d. On note F et F' les foyers objet et image du doublet formé par les deux lentilles.

1. Faire un schéma avec f'_1 = 20 mm, f'_2 = −10 mm et d = 5,0 cm, en plaçant les foyers objet et image des deux lentilles.
2. Où se situe l'image A' de F par le doublet ?
3. Déterminer la position de A_1, conjugué de A' par la lentille L_2.
4. En déduire la distance $\overline{F_1F}$ en fonction de f'_1, f'_2 et d. Calculer $\overline{F_1F}$.
5. Vérifier graphiquement en cherchant la provenance d'un rayon parallèle à l'axe optique après traversée du doublet.
6. Où se situe l'objet A qui a pour image F' par le doublet ?
7. Déterminer la position de A_2, conjugué de A par la lentille L_1.
8. En déduire la distance $\overline{F_2'F'}$ en fonction de f'_1, f'_2 et d. Calculer $\overline{F_2'F'}$.
9. Vérifier graphiquement en cherchant le devenir d'un rayon parallèle à l'axe optique avant traversée du doublet.

P5-6 Détermination graphique des foyers d'un doublet

Un doublet de lentilles (L_1, L_2) convergentes de centres optiques respectifs O_1 et O_2 ont des distances focales respectives de f'_1 = 50 mm et f'_2 = 70 mm. Les lentilles sont placées de sorte que O_1O_2 = 20 mm.

1. Pour un objet AB situe à l'infini, A étant sur l'axe optique, déterminer la position de l'image intermédiaire A_1B_1 formée par la lentille L_1.
2. Faire un schéma à l'échelle 1 du doublet de lentilles et positionner leurs foyers (objet et image).
3. On considère un rayon incident provenant de B et passant par le centre optique O_1 de L_1, faisant un angle de 30◦ par rapport à l'axe optique.
   a. Déterminer graphiquement les images A_1B_1 puis A'B' (après traversée du doublet), puis tracer la marche de ce rayon à travers le doublet de lentilles.
   b. En déduire la position du foyer image du doublet F'.
4. On considère cette fois un rayon sortant du doublet et passant par le centre optique O_2 de L_2, faisant un angle de 30◦ par rapport à l'axe optique.
   Refaire un schéma à l'échelle 1 du doublet et s'inspirer du travail précédent pour déterminer graphiquement la position du foyer objet du doublet F, ainsi que la provenance du rayon.

P5-7 Faisceau lumineux parallèle (Résolution de problème)

Un faisceau lumineux quasi parallèle de diamètre d =2,0 mm est issu d'une source laser, on veut multiplier ce diamètre par 10. On dispose d'une lentille convergente de distance focale f'_1 = 50 mm.

1. On dispose d'une boîte avec de nombreuses lentilles convergentes. Comment procéder ?
2. On dispose d'une boîte avec de nombreuses lentilles divergentes. Comment procéder ?