

OPTIQUE

On prendra soin d'établir d'abord les résultats sous forme littérale, si possible en fonction des données, avant de passer à l'application numérique éventuelle.

I. Optique géométrique

1. Définitions

1. Systèmes optiques.

- a) Qu'appelle-t-on système optique centré ?
- b) Qu'est-ce qu'un système optique catadioptrique ?

2. Stigmatisme.

- a) Qu'appelle-t-on stigmatisme rigoureux pour un point A à travers un système optique ?
- b) Citez un système optique rigoureusement stigmatique pour tous les points de l'espace.

3. Aplanétisme.

- a) Soit (A, A') un couple de points conjugués, par un système optique centré (S). Le point A est situé sur l'axe optique. On considère un point B, voisin de A, tel que AB soit transverse, c'est-à-dire situé dans un plan de front. A quelle propriété doit satisfaire B', image de B à travers (S), pour conduire à un aplanétisme rigoureux du couple (A, A') ?
- b) Citez un système optique rigoureusement aplanétique pour tous les points de l'espace.

4. Approximation de Gauss.

- a) Énoncer les conditions qui permettent de réaliser l'approximation de Gauss.
- b) Quelle conséquence l'approximation de Gauss a-t-elle sur le stigmatisme ?

2. Lentilles minces

Les lentilles minces étudiées seront utilisées dans l'approximation de Gauss.

5. Caractère convergent ou divergent d'une lentille mince.

- a) On vise un objet placé à grande distance en plaçant l'œil loin d'une lentille. Nous voyons une image inversée de l'objet. La lentille est-elle convergente ou divergente ? Justifier votre réponse par deux constructions géométriques.
- b) On place un objet réel très près d'une lentille, de telle sorte que son image soit droite. En déplaçant la lentille transversalement à son axe optique, on constate que l'image de l'objet se déplace dans le même sens que la lentille. La lentille est-elle convergente ou divergente ? Justifier votre réponse par deux constructions géométriques.

6. Relations de conjugaison et de grandissement.

On considère une lentille divergente \mathcal{L} et un objet virtuel transverse \overrightarrow{AB} (A situé sur l'axe) situé entre le centre O et le foyer objet F .

- a) Représenter la figure. Construire l'image $\overrightarrow{A'B'}$ en utilisant les trois rayons remarquables.
- b) Définir puis établir les expressions du grandissement transversal γ en fonction de A et A' , avec origine aux foyers (formules de Newton), et avec origine au centre (formule de Descartes).
- c) Établir la relation de conjugaison de Newton (origine aux foyers).
- d) Établir la relation de conjugaison de Descartes (origine au centre).

3. Système réfracteur : la lunette de Galilée

Une lunette de Galilée comprend :

- un objectif assimilable à une lentille mince (\mathcal{L}_1), de centre O_1 et de vergence $V_1 = 5 \delta$,
- un oculaire assimilable à une lentille mince (\mathcal{L}_2), de centre O_2 et de vergence $V_2 = -20 \delta$.

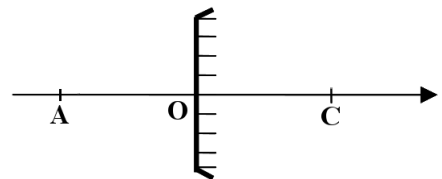
7. Déterminer la nature des lentilles et les valeurs de leur distance focale image f'_1 et f'_2 .
8. La lunette est réglée de façon à être afocale :
 - a) Préciser la position relative des deux lentilles, la valeur de la distance $d = O_1O_2$ et l'intérêt d'une lunette afocale.
 - b) Dessiner, dans les conditions de Gauss, la marche d'un rayon lumineux incident, issu d'un point objet à l'infini, faisant un angle θ avec l'axe optique et émergent sous l'angle θ' .
 - c) En déduire l'expression du grossissement $G = \frac{\theta'}{\theta}$ de cette lunette en fonction des distances focales f'_1 et f'_2 , puis calculer sa valeur numérique.
9. Un astronome amateur utilise cette lunette, normalement adaptée à la vision d'objets terrestres, pour observer deux cratères lunaires : Copernic (diamètre : 96 km) et Clavius (diamètre : 240 km). On rappelle que la distance Terre - Lune est égale à $D_{TL} = 384\,000$ km.
L'astronome voit-il ces deux cratères lunaires :
 - à l'œil nu ? (Pouvoir de résolution standard : $\alpha = 3 \times 10^{-4}$ rad).
 - à l'aide de cette lunette ? Justifier.

4. Miroirs plan et sphérique

Le champ de vision est la portion de l'espace qu'un observateur voit dans un miroir. Les objets situés hors de cette portion sont dits «dans l'angle mort».

10. Dans cette question, le rétroviseur est un miroir plan en forme de disque de diamètre L , de centre O . L'observateur place son œil, supposé ponctuel, en A sur l'axe de symétrie du miroir à une distance D de celui-ci.
 - a) Faire une figure dans un plan méridien. Construire l'image A' de A par le miroir plan. Quelle est la distance algébrique $\overline{OA'}$?
 - b) Représenter la portion d'espace que l'observateur peut espérer voir par réflexion dans le miroir, caractérisée par un angle α qu'on représentera.
 - c) Donner l'expression puis la valeur numérique de l'angle α pour $L = 20$ cm et $D = 50$ cm.
11. Le miroir plan est remplacé par un miroir sphérique convexe (cf figure ci-dessous).

On note O le sommet du miroir et C son centre. Son rayon de courbure est $\overline{OC} = R = 50$ cm et sa largeur est L comme précédemment. L'œil est placé comme précédemment à la distance D de O .



On rappelle que pour un miroir sphérique :

- le foyer image et le foyer objet sont confondus, tels que $\overline{OF} = \overline{OF'} = \overline{OC}/2$;
- le rayon incident passant par le centre C émerge en passant par C (les rayons réfléchis et incidents sont donc confondus) ;
- comme pour une lentille mince (dans les conditions de Gauss, supposées établies ici), un faisceau parallèle incident émerge en convergeant en un foyer image secondaire (situé dans le plan focal) ;
- la relation de conjugaison entre un point objet A et son image A' est $\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = \frac{2}{R}$.

- a) Reproduire la figure en ajoutant le foyer F , puis construire la marche d'un rayon extrême issu de A passant par le bord du miroir. On laissera les traits de construction. En déduire la position de l'image A' de A par le miroir.
- b) Représenter la portion d'espace que l'observateur peut espérer voir par réflexion dans le miroir, caractérisée par un angle α' qu'on représentera. Expliquer qualitativement pourquoi le champ α' est supérieur au champ α visible à travers le miroir plan.
- c) Exprimer puis calculer la valeur numérique du champ α' . Commenter.