

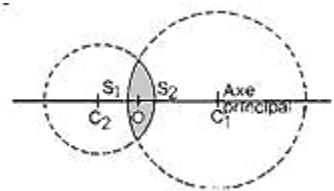
T.P. P1 : Lentilles minces convergentes

Objectif : Rappeler les principales propriétés des lentilles. Vérifier la relation de conjugaison et la formule du grandissement.

I.- Rappels

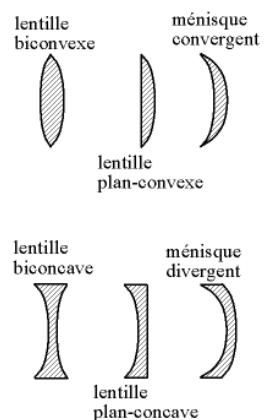
1) Définition d'une lentille

C.1. : Une lentille est un milieu transparent limité par deux surfaces dont l'une au moins n'est pas plane. Nous limiterons notre étude au cas où les surfaces non planes sont des calottes sphériques.



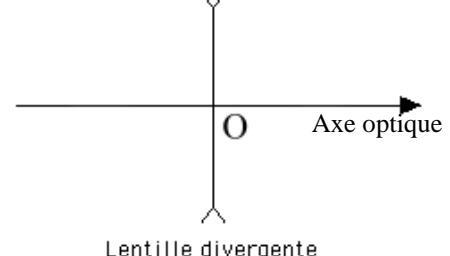
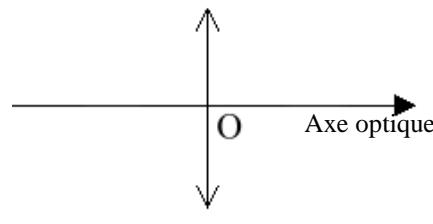
2) Définition d'une lentille mince

C.2. : Une lentille est dite mince Si son épaisseur au centre est très inférieure au rayon de courbure de ses faces. $e \ll R_1$ et $e \ll R_2$.



3) Les deux types de lentilles minces

C.3. : Les lentilles minces se classent en deux catégories : les lentilles minces à bords minces appelées lentilles convergentes. Les lentilles minces à bords épais appelées lentilles divergentes.



C.4. : L'épaisseur étant négligeable devant les rayons de courbure, on représente les lentilles par des segments de droite dont la longueur est égale au diamètre.

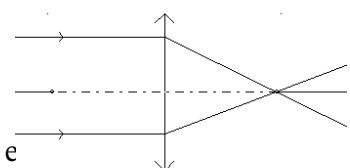
L'axe de symétrie de la lentille est son axe principal, il est appelé **axe optique** de la lentille ; il coupe la lentille au centre optique O.

5) Propriété du centre optique O

C.5. : Les rayons de courbure étant très grands devant l'épaisseur, on peut négliger la courbure au voisinage du centre et considérer que la lentille se comporte comme une lame à faces parallèles très fine. Dans ces conditions, le rayon émergent est parallèle au rayon incident et quasi superposé.

Les rayons lumineux qui passent par le centre optique O traversent la lentille sans être déviés.

On s'intéressera par la suite uniquement aux lentilles minces convergentes.



6) Action d'une lentille convergente sur un faisceau lumineux

C.6. : Une lentille convergente «referme» un faisceau lumineux. En particulier, elle transforme un faisceau parallèle en un faisceau convergent.

II.- Objets et images

C.7. : Un objet lumineux est un corps qui émet de la lumière (source primaire ou secondaire). Il ne peut être vu que si de la lumière provenant de cet objet arrive jusqu'à l'œil.

1) Point objet et point image

Pour une lentille mince convergente donnée, un point lumineux est dit **point-objet** A lorsque les rayons arrivant sur cette lentille passent tous par le point A. Les rayons ressortant de la lentille passent alors tous par un même **point-image** A'.

2) Points conjugués

C.8. : Si A' est l'image de A par une lentille mince convergente, les points A et A' sont dits **conjugués**.

3) Réels ou virtuels ?

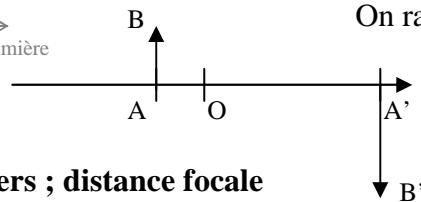
C.8'. : A est un **point objet réel** lorsque les rayons entrant dans la lentille passent réellement par leur point de convergence A.

A est un **point objet virtuel** lorsque seuls les supports (ou prolongements) des rayons entrant dans la lentille passent par leur point de convergence A. Il en est de même pour un point image réel ou virtuel.

III.- Etude d'une lentille mince convergente

C.9. : Convention : L'axe optique est toujours orienté positivement dans le sens propagation rectiligne de la lumière par convention « de la gauche vers la droite ». L'axe vertical dirigé vers le haut est orienté positivement. Les distances sont mesurées algébriquement à partir du centre optique O et de ces orientations.

Sens de propagation de la lumière



1) Foyers ; distance focale

On rappelle que : $\overline{OA} = -OA < 0$ et $\overline{AO} = AO = OA > 0$
 $\overline{OA'} = OA' > 0$ et $\overline{A'O} = -A'O = -OA' < 0$
 $\overline{AB} = AB > 0$ et $\overline{A'B'} = -A'B' < 0$

2.1. Foyer image

C.10. : On appelle **foyer image F'**, le point de l'axe optique où viennent converger les rayons incidents parallèles à l'axe optique de la lentille. La mesure algébrique du centre optique O au foyer principal image F' est appelée **distance focale image** et notée $f' : \overline{OF'} = f'$ (en m).

S.11. : Illustrer la position du foyer principal image d'une lentille convergente sur un schéma soigné.

Q.12. : Pour une lentille mince convergente, quel est le signe de f' ?

2.1. Foyer objet

C.13. : Tout rayon passant par le **foyer objet F** de l'axe optique émerge de la lentille parallèlement à cet axe. La mesure algébrique du centre optique O au foyer principal objet F est appelée **distance focale objet** et notée $f : \overline{OF} = f$ (en m).

S.14. : Illustrer la position du foyer principal objet d'une lentille convergente par un schéma soigné.

Q.15. : Pour une lentille mince convergente, quel est le signe de f ?

C.16. : Par effet de symétrie, on a : $|\overline{OF'}| = |\overline{OF}|$ et on utilise uniquement la distance focale image f' souvent appelée distance focale dans les exercices.

2.1. Vergence

C.17. : La vergence C d'une lentille mince est l'inverse de sa distance focale. **Elle s'exprime en dioptrie (δ)**
si la distance focale est en mètre (m) : $C = \frac{1}{f'}$

2) Image d'un objet par une lentille mince convergente

2.1. Principe de construction

C.18 : Quand un objet plan est perpendiculaire à l'axe optique de la lentille, l'image donnée par la lentille est plane et située elle aussi dans un plan perpendiculaire à l'axe principal.

Il suffit donc de déterminer l'image d'un point de l'objet pour construire l'image de l'objet entier. Dans tous les cas, la méthode de construction reste la même: on trace deux des trois rayons dont le cheminement est connu :

- le rayon incident qui passe par le centre optique
- le rayon incident parallèle à l'axe optique
- le rayon incident qui passe ou semble passer par le foyer objet F

2.2. : Les trois construction avec une lentille mince convergente

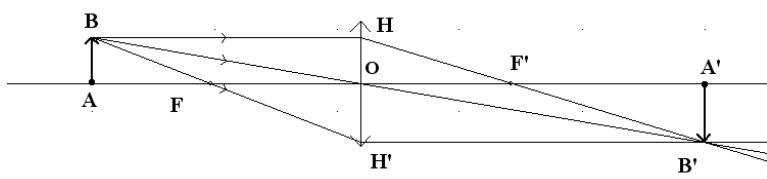
S.19. : Objet réel placé avant le foyer objet : faire la construction et conclure.

S.20. : Objet réel placé entre le foyer objet et le centre optique : faire la construction et conclure.

S.20'. : Objet à l'infini (envoyant un faisceau de rayons parallèles entre eux sur la lentille).

Dans chaque cas, préciser les caractéristiques de l'image : agrandie ou réduite ; droite ou renversée ; réelle ou virtuelle.

3) Formules de conjugaison



3.1. : Formule de Descartes

C.21. :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'} = C \quad (\text{Relation de conjugaison de Descartes})$$

3.2. : Grandissement

C.22. : Le grandissement d'une lentille mince convergente est donné par le facteur γ :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

IV.- Obtention d'une image nette : conditions de Gauss

C.23. : Une lentille mince donne des images nettes si le montage optique vérifie les deux conditions suivantes appelées "conditions de Gauss":

Les rayons lumineux traversent la lentille au voisinage du centre optique

Les rayons lumineux sont faiblement inclinés par rapport à l'axe optique (rayons paraxiaux)

Toutes les grandeurs et formules de ce cours ne sont valables que dans ces conditions.