

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 3 : Lentilles minces sphériques



Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.



Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.



Un savoir-faire à acquérir.



Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 Lentilles minces sphériques

1.1 Lentille sphérique



Montrer rapidement avec un tracé de rayons qu'une lentille plan convexe est CV tandis qu'une lentille plan concave est DV.

1.2 Centre optique



Connaître la propriété du centre optique (*un rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié par la lentille*).

1.3 Lentilles minces



Une lentille est mince si son épaisseur est suffisamment faible pour que, dans les conditions de Gauss, on puisse faire l'approximation que le rayon entre et sort de la lentille par le même point. On représente schématiquement la lentille par un objet transverse, dont le centre se trouve sur l'axe optique.

1.4 Foyers principaux



Définir les foyers principaux d'un système optique.



Connaître les propriétés liées aux foyers principaux :

- ☐ *tout rayon incident dont la direction croise F émerge parallèle à l'axe optique,*
- ☐ *tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge dans la direction de F' .*



Illustrer ces propriétés avec un tracé de rayons, pour une lentille CV puis DV. Préciser dans chaque cas si ces foyers sont réels ou virtuels.



Foyers principaux d'un système optique : exercice 7.

1.5 Distance focale, vergence



Définir la distance focale et la vergence d'un système optique. Connaître l'unité SI de vergence (*dioptrie* : symbole δ). Connaître le signe de f' pour une lentille CV/DV.

1.6 Plans focaux



Définir les plans focaux d'un système optique centré. Les représenter sur un schéma pour une lentille CV/DV.

1.7 Foyers secondaires



Connaître les propriétés des foyers secondaires :

- ☐ *tout objet ponctuel situé dans le plan focal objet a son image à l'infini,*
- ☐ *tout objet ponctuel à l'infini a son image dans le plan focal image.*



Illustrer ces propriétés avec un tracé de rayons, pour une lentille CV puis DV.

2 Constructions géométriques

TD Constructions : exercices 1,2,7,8.

2.1 Construire l'image d'un objet transverse à distance finie

-  Faire une construction dans des cas divers (objet réel, virtuel, lentille CV/DV).
-  Quand l'objet est virtuel, il faut choisir les rayons incidents de manière à ce que **leur prolongement** se coupent au niveau du point objet.
-  Quand la lentille est DV, le foyer principal image se trouve **avant** la lentille et le foyer principal objet **derrière**.
-  Une fois que deux rayons émergents ont été tracés, l'image se trouve à leur intersection (image réelle) ou à l'intersection de leur prolongement (image virtuelle). Si les deux rayons émergents sont parallèles entre eux, l'image est à l'infini.
-  Si l'objet est à l'infini, l'image se trouve dans le plan focal image.
-  Si l'objet est dans le plan focal objet, l'image se trouve à l'infini.

2.2 Construire l'image d'une source étendue à l'infini

-  Faire une construction dans le cas d'une lentille CV/DV.
-  L'image se trouve nécessairement dans le plan focal image. Un seul rayon incident est nécessaire pour effectuer la construction.
-  Relier la taille de l'image à la taille angulaire de l'objet.

2.3 Construire un rayon émergent issu d'un rayon incident quelconque

-  Faire une construction dans des cas divers (lentille CV/DV).

2.4 Construire l'image d'un point de l'axe optique

3 Relations de conjugaison et grandissement

3.1 Grandissement

-  Définir le grandissement d'un système optique pour un objet transverse donné. Relier la valeur et le signe de γ à la nature de l'image (agrandie, rétrécie, droite, renversée).
-  Il existe différentes relations de grandissement pour les lentilles minces, faisant intervenir le centre optique ou les foyers principaux. Elles sont équivalentes les unes aux autres. Le choix de l'une plutôt qu'une autre repose généralement sur le critère de la simplicité des calculs. Vous apprendrez au fil des exercices à reconnaître les situations où un choix est plus approprié qu'un autre.

TD Mise en œuvre de relations de grandissement : exercices 1,8.

3.2 Relation de conjugaison

-  Cette année, nous utiliserons deux relations de conjugaison pour les lentilles minces (relation de Descartes et relation de Newton). Elles sont équivalentes l'une à l'autre. Comme pour les relations de grandissement, le choix d'une relation de conjugaison plutôt que l'autre repose sur le critère de la simplicité des calculs.

TD Mise en œuvre de relations de conjugaison : exercices 1,3,4,5,7,8,10.

3.3 Association de lentilles accolées

-  Démontrer que l'association de deux lentilles minces accolées est **équivalente à une lentille mince unique**. Connaître et établir l'expression de la vergence équivalente ($V_{eq} = V_1 + V_2$)

TD Lentilles accolées : exercice 4.

3.4 Condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

-  Démontrer qu'une lentille convergente de distance focale f' permet de former l'image réelle d'un objet réel à condition que la distance objet/écran D soit supérieure à $4f'$.

TD Image réelle d'un objet réel par une lentille convergente : exercice 6.

4 Applications

4.1 L'œil

4.1.1 Propriétés

- ♥ Décrire le modèle simple associé à l'œil. (*diaphragme=pupille, lentille CV=cristallin, écran=rétine*)
- 💡 Pour changer de distance de mise au point, l'œil a la faculté de modifier sa vergence, par une déformation du cristallin. C'est le phénomène **d'accommodation**. Plus l'œil accomode et plus le plan de mise au point se rapproche. Une forte accommodation sur une longue durée peut provoquer de la fatigue voire une douleur chez l'individu.
- ♥ Donner la valeur du pouvoir séparateur de l'œil.

4.1.2 Œil emmétrope (sans défaut)

- ♥ Définir le punctum proximum (PP) et le punctum remotum (PR) d'un œil. Les situer chez un individu emmétrope.

4.1.3 Défauts de vision (amétropies)

- ♥ Expliquer en termes optiques ce qu'est la myopie (*cristallin "trop" convergent $\Rightarrow$ au repos l'image d'un objet à l'infini se forme devant le plan de la rétine*), l'hypermétropie (*cristallin "pas assez" convergent $\Rightarrow$ au repos l'image d'un objet à l'infini se forme derrière le plan de la rétine*), la presbytie (*perte de la faculté d'accommodation avec l'âge*) et l'astigmatisme (*défaut de sphéricité de l'œil*).
- ✍ Utiliser le modèle simplifié de l'œil pour décrire la myopie et sa correction.
- TD Œil myope : exercice 4.

4.2 Construire un système afocal : la lunette astronomique

- ♥ Définir un **système afocal**.
- ♥ Décrire les éléments d'une lunette astronomique (modèle à deux lentilles).
- ✍ Expliquer, en le justifiant, comment placer l'objectif et l'oculaire l'un par rapport à l'autre pour que la lunette soit afocale.
- ♥ Définir le **grossissement** d'une lunette astronomique.
- ✍ Construire l'image, par une lunette astronomique, d'un objet étendu à l'infini. L'image est-elle droite ou renversée ?
- ✍ Établir la relation entre le grossissement de la lunette et les distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
- TD Système afocal : exercices 5,9.