

Formation des images optiques

Plan du cours

I Premières définitions et premier exemple : le miroir plan

- I.1 Introduction
- I.2 Image d'un objet réel par un miroir plan
- I.3 Image d'un objet virtuel par le miroir

II Propriétés des systèmes optiques

- II.1 Systèmes optiques centrés
- II.2 Stigmatisme et conditions de Gauss
- II.3 Aplanétisme et grandissement
- II.4 Foyers d'un système optique

III Lentilles sphériques

- III.1 Présentation et modélisation
- III.2 Foyers et distance focale
- III.3 Marche des rayons et formation des images
- III.4 Relations de conjugaison et de grandissement
- III.5 Former une image réelle d'un objet réel à distance imposée

IV Exemples d'instruments d'optique

- IV.1 L'œil
- IV.2 Lunette astronomique
- IV.3 Appareil photo numérique

Ce que vous devez savoir et savoir faire

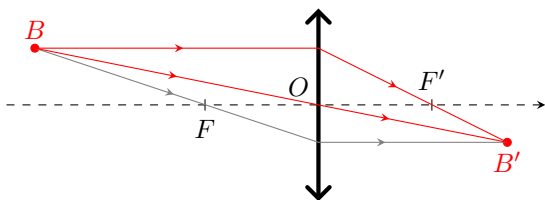
- ▷ Identifier la nature réelle ou virtuelle d'un objet ou d'une image.
- ▷ Construire l'image d'un objet quelconque par un miroir plan.
- ▷ Définir le stigmatisme et énoncer les conditions permettant un stigmatisme approché en les reliant aux caractéristiques d'un détecteur.
- ▷ Définir et interpréter le grandissement d'un système aplanétique.
- ▷ Trouver la position des foyers d'un système optique.
- ▷ Identifier un instrument afocal.
- ▷ Utiliser les définitions et les propriétés du centre optique, des foyers, de la distance focale, de la vergence d'une lentille mince.
- ▷ Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie par une lentille mince à l'aide de rayons lumineux.
- ▷ Construire le prolongement d'un rayon donné dans un système optique.
- ▷ Utiliser des longueurs algébriques le long d'un axe orienté.
- ▷ Connaître et exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal avec origine au centre (de Descartes), exploiter celles avec origine aux foyers (de Newton) lorsqu'elles sont fournies.
- ▷ Établir et utiliser la condition $D \geq 4f'$ pour pouvoir former une image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- ▷ Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe.
- ▷ Connaître les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.
- ▷ Modéliser un instrument d'optique d'utilisation courante à l'aide de plusieurs lentilles.
- ▷ Prévoir par construction graphique et par application successive de relations de conjugaison et/ou de grandissement la position et la taille d'une image par un système optique composé.
- ▷ Expliquer en quoi la taille apparente et/ou le grossissement angulaire sont pertinents pour quantifier les performances d'un instrument d'optique.
- ▷ À partir de documents fournis et par comparaison de photos, analyser l'influence de la focale, de la durée d'exposition et du diaphragme sur la formation de l'image dans un appareil photo numérique.

Questions de cours pour les colles

- ▷ Définir le stigmatisme approché et expliquer pourquoi il peut suffire pour obtenir une image nette. Indiquer à quelles conditions un système optique centré est approximativement stigmatique.
- ▷ Définir (phrase et schéma) les foyers et les distances focales objet et image d'une lentille convergente et d'une lentille divergente.
- ▷ Énoncer les relations de conjugaison et de grandissement avec origine au centre (de Descartes).
- ▷ Rappeler le modèle géométrique simplifié de l'œil.
- ▷ Exercices de cours :
 - n'importe quelle construction : par exemple exercices C1, C2 et C4;
 - n'importe quelle application très simple des relations de conjugaison ou de grandissement : par exemple exercices C5 et C8 (les relations avec origine aux foyers seront données si besoin);
 - exercice C6 : cet exercice est **très important**;
 - exercice C10.

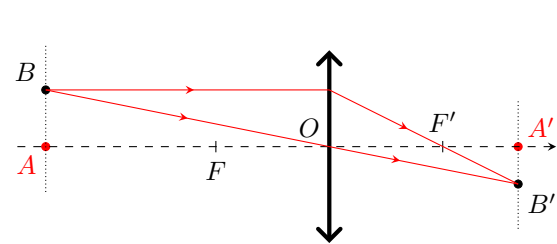
Synthèse : méthodes de construction

Image d'un point objet hors de l'axe optique :



- ▷ Tracer deux des trois rayons particuliers issus de A ;
- ▷ Conclure par stigmatisme : l'image A' se trouve au point d'intersection des deux rayons, ou à l'infini si ils sont parallèles;
- ▷ Vérifier rapidement (et sans tracé) que le troisième rayon passe bien par l'image.

Image d'un point objet sur l'axe optique :



- Il y a une difficulté car les trois rayons particuliers issus de A sont confondus.
- ▷ Placer un point objet B hors de l'axe optique mais dans le même plan de front que A ;
 - ▷ Construire son image B' en appliquant la méthode précédente;
 - ▷ Conclure par aplanétisme et propriété de système centré : l'image A' est sur l'axe optique dans le même plan de front que B' .

Image d'un objet étendu dans un plan de front :

- ▷ Construire l'image de ses extrémités;
- ▷ Conclure par aplanétisme.

Image d'un objet par un système optique composé :

- ▷ Construire l'image intermédiaire A_1B_1 par le premier système simple (lentille, etc.);
- ▷ Cette image intermédiaire A_1B_1 est l'objet dont on construit l'image par le deuxième système simple;
- ▷ Reproduire la méthode s'il y a un troisième élément.

Remarque : on rencontre fréquemment le cas d'une image finale à l'infini, utilisé dans les instruments réels destinés à une observation à l'œil. C'est le cas sur l'exemple ci-dessous.

