

25 . OPTIQUE GEOMETRIQUE

Plan (Cliquer sur le titre pour accéder au paragraphe)

25 . OPTIQUE GEOMETRIQUE.....	1
I. LES BASES DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE	1
I.1. La lumière est une onde électromagnétique	1
I.2. Les rayons lumineux (approximation de l'optique géométrique)	1
I.3. Les lois de Snell-Descartes.....	2
II. LES SYSTEMES CENTRES DANS LES CONDITIONS DE GAUSS.....	2
II.1. Objets et images	2
II.2. Stigmatisme	2
II.3. Aplanétisme.....	2
II.4. Système centré	3
II.5. Conditions de Gauss.....	3
II.6. Stigmatisme et aplanétisme approchés.....	3
II.7. Relations de conjugaison	3
II.8. Foyer objet F et foyer image F'	3
II.9. Plan focal objet et image	3
III. LES MIROIRS SPHERIQUES	4
III.1. Définitions	4
III.2. Construction.....	4
IV. LES LENTILLES MINCES	4
IV.1. Centre optique.....	4
IV.2. Foyers objet et image.....	5
IV.3. Vergence	5
IV.4. Construction d'image.....	5
IV.5. Formules de conjugaison	5

I. LES BASES DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE

I.1. La lumière est une onde électromagnétique

Elle se propage dans le vide à une vitesse $c = 299\,792,458 \text{ km/s}$.

Cette valeur est indépendante du référentiel d'étude choisi.

Une lumière monochromatique correspond à une onde de fréquence ν bien déterminée.

Le domaine de la lumière visible correspond à des longueurs d'onde λ dans le vide comprise entre **400 nm et 800nm**. Avec $\lambda = c / \nu$.

Dans les milieux matériels la vitesse n'est plus c mais v , avec $v = c/n$ où n désigne l'**indice optique** du milieu qui dépend de la longueur d'onde.

I.2. Les rayons lumineux (approximation de l'optique géométrique)

Dans un milieu transparent **homogène** et **isotrope**, la lumière se propage en **ligne droite**. Ces droites sont les rayons lumineux

Cela suppose que les obstacles rencontrés soient de dimensions grandes par rapport à la longueur d'onde. (limite de validité de l'optique géométrique, pas de phénomène de diffraction).

Dans un milieu d'indice variable le rayon lumineux se courbe et tourne sa concavité vers les zones d'indice croissant.

La propagation de la lumière est basée sur l'**indépendance des rayons lumineux**.

Le trajet suivi par la lumière est **indépendant du sens de propagation** de celle-ci.

I.3. Les lois de Snell-Descartes

A l'interface de deux milieux transparents d'indices différents (dioptre), un rayon lumineux donne en général naissance à un rayon réfléchi et un rayon réfracté, situés dans le plan d'incidence défini par le rayon incident et la normale au dioptre.

Réflexion

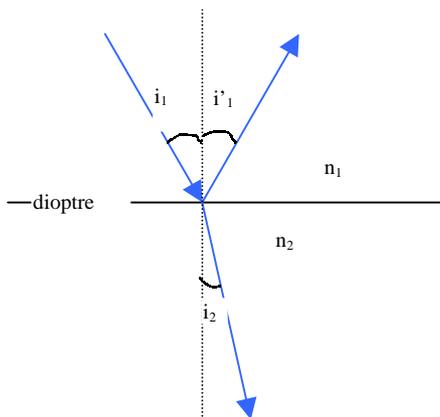
Le rayon réfléchi est symétrique au rayon incident par rapport à la normale au dioptre. L'angle de réflexion i'_1 est égal à l'angle d'incidence i_1 :

$$i_1 = i'_1.$$

Réfraction

L'angle de réfraction i_2 est lié à l'angle d'incidence i_1 par :

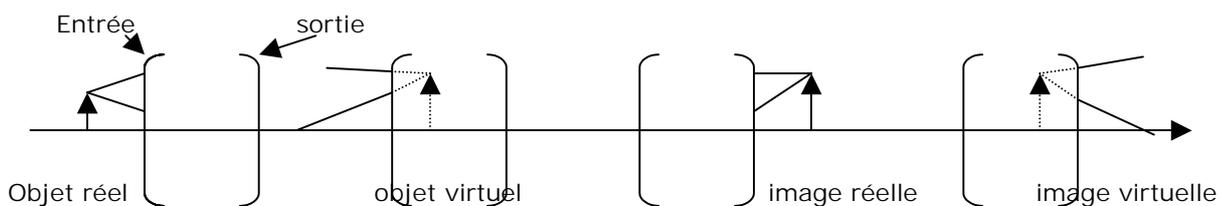
$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2.$$



Si $n_1 < n_2$ le rayon réfracté existe toujours, la valeur limite de l'angle de réfraction i_{2L} est telle que $\sin i_{2L} = n_1 / n_2$.
Si $n_1 > n_2$, il y a réflexion totale lorsque l'angle d'incidence i est plus grand que i_{1L} tel que $\sin i_{1L} = n_2 / n_1$. (application aux fibres optiques)

II. LES SYSTEMES CENTRES DANS LES CONDITIONS DE GAUSS

II.1. Objets et images



II.2. Stigmatisme

Il y a **stigmatisme rigoureux** lorsque tout rayon passant par un point objet A , réel ou virtuel, passe, après avoir traversé un système optique par un point image A' , réel ou virtuel. A' est l'image de A par le système optique. On dit que **A et A'** sont deux points **conjugués**.

II.3. Aplanétisme

Soit un système optique possédant un axe de symétrie Δ appelé axe optique. Il y a **aplanétisme** si pour tout objet **AB plan et perpendiculaire à Δ** , son image **$A'B'$ est plane et perpendiculaire à Δ** .

II.4. Système centré

Un système est centré s'il admet un axe de symétrie de révolution. Cet axe de symétrie est l'axe optique du système centré.

Un rayon arrivant suivant l'axe optique n'est pas dévié.

II.5. Conditions de Gauss

Les rayons lumineux doivent être :

peu inclinés par rapport à l'axe optique et peu écartés de cet axe . (on confond l'angle avec son sinus ou sa tangente).

II.6. Stigmatisme et aplanétisme approchés

Dans les conditions de Gauss, un système centré est stigmatique et aplanétique au sens approché du terme.

Un miroir plan est rigoureusement stigmatique et aplanétique.

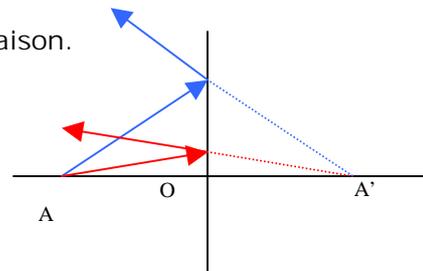
Le dioptre plan et le miroirs sphérique sont stigmatiques et aplanétiques au sens approché.

II.7. Relations de conjugaison

Lorsqu'un système optique est stigmatique, les positions de l'objet A et de l'image A' vérifient une relation de conjugaison.

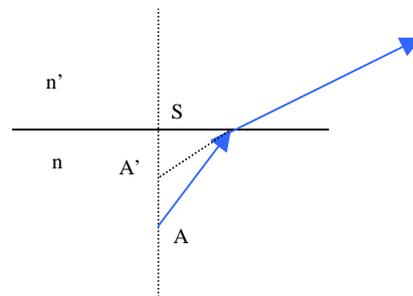
Dans le cas du **miroir plan** :

$$\overline{OA} + \overline{OA'} = 0$$



Dans le cas du **dioptré plan** :

$$\frac{n}{SA} = \frac{n'}{SA'}$$



II.8. Foyer objet F et foyer image F'

Un système focal possède :

- Un **foyer objet** point de l'axe optique dont l'image est à l'infini.
- Un **foyer image** qui est l'image d'un point objet ,situé à l'infini sur l'axe optique.

II.9. Plan focal objet et image

- Le **plan focal objet** est le plan perpendiculaire à l'axe optique, passant par le foyer objet F
- Le **plan focal image** est le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par le foyer image F'

III. LES MIROIRS SPHERIQUES

III.1. Définitions

Un miroir sphérique est défini par son **centre C** et son **sommet S**, son axe optique passant par C et S ;

Dans le cadre de l'approximation de Gauss, les miroirs sphériques réalisent un stigmatisme et un aplanétisme approchés. (excepté pour le centre et le sommet qui sont leur propre conjugué).

Les plans focaux objet et image du miroir sont confondus et coïncident avec le plan médiateur du segment SC(**le foyer est au milieu du segment SC**).

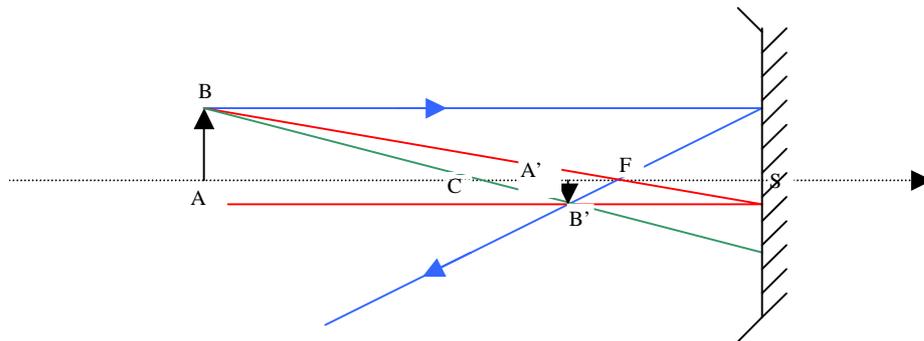
Un miroir est **concave** (convergent) si $SF < 0$.

Un miroir est **convexe** (divergent) si $SF > 0$.

III.2. Construction

La **construction** d'une image peut être réalisée géométriquement en utilisant les points S, C, et F, et des rayons passant par ces points.

Le document suivant résume les constructions fondamentales :



- *Formules de Newton* : $\overline{FA} + \overline{FA'} = \overline{SF}^2 = f^2$ $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FS}}{\overline{FA}}$

- *Formules de Descartes* $\frac{1}{SA} + \frac{1}{SA'} = \frac{2}{SC}$ $\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$

IV. LES LENTILLES MINCES

IV.1. Centre optique

Le centre optique O est son propre conjugué. Un rayon passant par O n'est pas dévié.

IV.2. Foyers objet et image

Que la lentille soit convergente ou divergente, les foyers objet et image sont sur l'axe optique de la lentille, symétriques l'un de l'autre par rapport au centre optique. Les distances focales objet et image sont notées :

$$f = \overline{OF} \quad f' = \overline{OF'}, \text{ avec } f' = -f$$

IV.3. Vergence

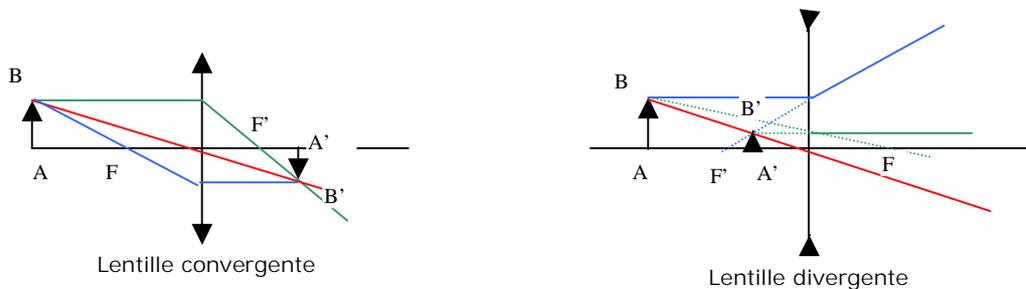
La vergence d'une lentille mince sphérique est définie par :

$$V = -1/f = 1/f'$$

La vergence d'une lentille convergente est positive, celle d'une lentille divergente est négative.

IV.4. Construction d'image

La construction d'une image peut être réalisée géométriquement en utilisant les points O, F et F', et des rayons passant par ces points. Les schémas résument les constructions utiles



IV.5. Formules de conjugaison

A partir de ces constructions, il faut pouvoir obtenir les diverses relations de conjugaison et déterminer le grandissement par simple lecture.

Formules de Newton :

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = \overline{OF} \cdot \overline{OF'} = ff' = -f^2 \quad \gamma = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = -\frac{f}{\overline{FA}}$$

Formule de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$