

O12 : généralités sur les systèmes optique, miroirs L'essentiel

Sources de lumière

- Sources isotropes : émettent de la lumière dans toutes les directions ;
- Sources anisotropes : qui émettent de la lumière dans une portion limitée d'espace ;
- Sources à l'infini : les rayons issus de celles-ci nous arrivent parallèles.

Système optique

Un système optique (S) est un ensemble de milieux transparents séparés par des dioptries ou des miroirs. Il peut être dioptrique s'il comporte que des interfaces entre milieux transparents différents, il peut être catadioptrique s'il comporte des miroirs et des dioptries.

L'axe central du système est appelé axe optique du système.

Stigmatisme

Un système optique est rigoureusement stigmatique si tous les rayons émis par A, point objet, convergent en un seul point A', appelé point image.

On dit que A et A' sont conjugués par le système optique.

Images réelle et virtuelle

Soit un point objet A émettant des rayons lumineux vers le système optique. Deux cas peuvent se présenter :

1. Les rayons émergent du système optique en convergeant vers un point A' : ce point est un point image réel, on peut le recueillir sur un écran ;
2. Les rayons émergent du système optique en divergeant mais leurs prolongements se coupent en un point A' : ce point est un point image virtuel, on ne peut pas le recueillir sur un écran mais il peut être vu à l'œil nu à travers le système.

Objets réel et virtuel

De façon identique, on peut créer un point objet virtuel en faisant converger les prolongements de rayons incidents au système optique.

Si les rayons partent d'un point objet, alors il est réel.

Un objet virtuel peut être conjugué avec un point image réel ou un point image virtuel.

Foyer principal image et plan focal image

Le foyer principal image F' est le point image d'un objet situé à l'infini. F' est donc le point de convergence des rayons qui arrivent parallèles à l'axe optique.

Le plan passant par F' et perpendiculaire à l'axe optique du système est appelé plan focal image.

Foyer principal objet et plan focal objet

Le foyer principal objet F est le point objet d'une image située à l'infini, les rayons émergent du système optique parallèles entre eux et parallèles à l'axe optique.

Le plan passant par F et perpendiculaire à l'axe optique du système est appelé plan focal objet.

Aplanétisme

Soit A et A' , et B et B' , deux couples de points conjugués par le système optique (S). B est situé dans le plan transverse (le plan perpendiculaire à l'axe optique du système) de A . Si B' est situé dans le plan transverse de B , alors le système est rigoureusement aplanétique.

Miroir plan rigoureux

Le miroir plan est le seul système optique rigoureusement stigmatique et aplanétique.

Construction de l'image d'un point objet par un miroir plan

On utilise deux rayons issus du point objet et incidents sur le miroir, on leur fait subir la loi de la réflexion : ils se reflètent avec un angle égal à l'angle incident, les prolongements des rayons réfléchis se croisent au niveau du point image.

Le point image est le symétrique du point objet par rapport au miroir plan.

L'image d'un point objet réel par un miroir plan est virtuelle.

Miroirs sphériques

Un miroir sphérique est une portion de sphère dont une des surfaces est réfléchissante :

- Si la face intérieure est réfléchissante, le miroir est dit concave et a un caractère convergent ;
- Si la face extérieure est réfléchissante, le miroir est dit convexe et a un caractère divergent.

C est le centre du miroir, S son sommet (intersection de l'axe optique et du miroir). Le rayon de courbure du miroir est donc $R = \overline{CS}$.

Le foyer objet et le foyer image d'un miroir sphérique sont confondus.

Dans le cas d'un miroir stigmatique, le foyer F est au milieu de CS , on note la distance focale du miroir $f = \overline{SF}$.

Cette distance est négative dans le cas d'un miroir concave car le foyer F est réel. C'est l'inverse pour le miroir convexe.

Miroir concave et stigmatisme

Le miroir concave n'est pas rigoureusement stigmatique. Il est considéré comme stigmatique si on considère des rayons paraxiaux, c'est à dire peu inclinés par rapport à l'axe optique et qui frappent le miroir près de son centre.

Le miroir concave est également aplanétique approché.

Conditions de Gauss

Pour qu'un système optique soit stigmatique et aplanétique approchés, il faut l'utiliser dans les conditions de Gauss :

- Les rayons doivent être paraxiaux (l'angle que chacun fait avec l'axe optique du système doit être petit) ;
- Les rayons doivent rencontrer la surface du système proche de leur sommet situé sur l'axe optique ;
- Ces deux conditions impliquent que les angles d'incidence des rayons sont petits.

Miroir et construction d'une image

On peut utiliser quatre rayons particuliers :

- Le rayon qui arrive parallèle sur le miroir est réfléchi en passant par le foyer ;
- Le rayon qui passe par le foyer se réfléchit dans le miroir en étant parallèle à l'axe optique ;
- Le rayon qui passe par C et qui se réfléchit dans le miroir n'est pas dévié (il a la direction de la normale).
- Le rayon qui frappe le miroir en son sommet est réfléchi avec un angle de réflexion identique à son angle d'incidence.

Formules de Newton

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{FS}}{\overline{FA}} = \frac{\overline{FA'}}{\overline{FS}}} \quad \boxed{\overline{FAFA'} = \overline{FS}^2 = f^2 = ff'} \quad (1)$$

Formule avec origine au centre

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}} \quad \boxed{\frac{1}{\overline{CA'}} + \frac{1}{\overline{CA}} = \frac{2}{\overline{CS}}} \quad (2)$$

Formule avec origine au sommet

$$\boxed{\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}} \quad \boxed{\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}} \quad (3)$$