

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 2 : Formation des images

💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.

♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

📖 Un savoir-faire à acquérir.

TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 Image d'un objet lumineux par un système optique

1.1 Système optique

♥ Définir un système optique **centré**.

1.2 Objet lumineux

♥ Définir la **taille angulaire** d'une source étendue. Expliquer en quoi consiste le modèle de la source lumineuse à l'**infini** (ponctuelle et étendue).

1.3 Image formée par un système optique

💡 En optique on parle d'image lorsqu'un système optique est capable de dévier la lumière de sorte que **chaque point A d'un objet lumineux soit associé avec un unique point A' de l'espace, appelé point image** (on dit que le système conjugue les deux points A et A'). En regardant un point d'une image, on est capable de reconnaître de quel point de l'objet est venue la lumière.

1.4 Conventions d'orientation de l'espace, distance algébrique

♥ Connaître la convention d'orientation de l'axe optique (*il est orienté dans le sens des rayons incidents*) et les conventions de signe pour les distances algébriques longitudinales (le long de l'axe optique) et transversales (perpendiculairement à l'axe optique).

2 Stigmatisme rigoureux

2.1 Définition

♥ Définir le stigmatisme rigoureux d'un système optique pour un couple de points (A, A') . On dit que ces deux points sont **conjugés** par le système optique (symbole : $A \overset{(S)}{\longleftrightarrow} A'$).

💡 Le stigmatisme est une propriété nécessaire pour qu'un système optique forme une image **nette** qui conserve les détails de l'objet.

💡 Si un point de l'axe optique possède un conjugué, celui-ci se trouve nécessairement sur l'axe optique.

💡 Toute relation mathématique entre les positions de deux points conjugués s'appelle une **relation de conjugaison** du système optique.

2.2 Objets et images réels et virtuels

📖 Reconnaître sur un schéma un point objet, un point image. Déterminer sa nature (réel ou virtuel).

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

- ✍️ Construire l'image d'un point objet (réel ou virtuel) par un miroir plan. Dans chaque cas, désigner la nature (réelle ou virtuelle) de l'image.
- ✍️ Énoncer puis établir la relation de conjugaison du miroir plan. En quoi ce système optique est-il particulier ? (*il est le seul à être rigoureusement stigmatique pour tous les points de l'espace*)
- TD Image par un miroir plan : exercice 3.

3 Stigmatisme approché : conditions de Gauss

3.1 Mise en évidence

- 💡 Le stigmatisme rigoureux est une propriété que l'on rencontre rarement en optique. La plupart des systèmes optiques courants (lentilles sphériques, miroirs sphériques) ne sont rigoureusement stigmatiques pour **aucun** point de l'espace.

3.2 Notion de tâche image

- 💡 Lorsqu'un système optique n'est pas rigoureusement stigmatique, la lumière issue d'un point objet forme une "tâche image" à l'endroit où le faisceau émergent est le plus fin.
- 💡 À cause de l'étalement de la tâche image, les lumières issues de deux points proches d'un objet étendu peuvent se mélanger. On n'est plus capable de distinguer les détails de l'objet, ce qui donne une impression de flou. Plus la taille des tâches images augmente et plus on s'éloigne de la netteté.

3.3 Conditions de Gauss

- ♥ Définir le stigmatisme approché (*la tâche image est plus petite que la résolution du capteur de lumière → on ne voit pas la différence avec un stigmatisme rigoureux*).
- ♥ Définir les conditions de Gauss.
Remarque : les rayons lumineux qui respectent les conditions de Gauss sont appelés *rayons paraxiaux*.
- 💡 Dans les conditions de Gauss, **tout système optique centré est stigmatique (au moins de façon approché)**.
- TD Relation de conjugaison dans les CG : exercices 1, 2.

3.4 Cas du dioptre plan

- 💡 Un dioptre plan n'est pas rigoureusement stigmatique, mais il l'est de façon approchée dans les conditions de Gauss.
- ✍️ Établir la relation de conjugaison du dioptre plan dans les conditions de Gauss ($\frac{\overline{OA}}{n_1} = \frac{\overline{OA'}}{n_2}$).

3.5 Aplanétisme

- ♥ Définir l'aplanétisme d'un système optique.
- 💡 Dans les conditions de Gauss et pour un système centré, un objet transverse est conjugué avec une image transverse.
- 💡 Le miroir plan est aplanétique même en dehors des conditions de Gauss.

4 Limites du pouvoir de résolution d'un instrument d'optique

4.1 Diffraction

- 💡 La diffraction à travers les instruments d'optique provoque un étalement de la lumière. Même avec des lentilles/miroirs de taille très supérieures à la longueur d'onde, l'effet peut être sensible (notamment pour des capteurs numériques très définis, avec des pixels de très petite taille).

4.2 Aberrations géométriques

- 💡 Ce sont les défauts qui apparaissent lorsque l'on quitte les conditions de Gauss (perte de stigmatisme, distorsions).

4.3 Aberrations chromatiques



Ce sont les défauts qui apparaissent lorsqu'une lumière polychromatique traverse des milieux dispersifs. La propagation dépend alors de la longueur d'onde et, même dans le cas d'un stigmatisme et d'un aplanétisme approché, il se formera une image différente pour chaque longueur d'onde.