

Titre : Formation des images

Présentée par : Loïs Dufour

Rapport écrit par : Loïs Dufour

Correcteur : Jean Hare

Date : 6/04/2020

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Tout-en-un PCSI		DUNOD	

Plan détaillé

Niveau choisi pour la leçon : CPGE.

Pré-requis : théorème de Thalès, réflexion, réfraction, diffraction, longueurs algébriques.

I Définitions

- 1 – rayon lumineux
- 2 - objets et images
- 3 – conditions de Gauss
- 4 – Stigmatisme
- 5 - Applanétisme

II Etude de 2 systèmes optiques permettant de former des images

- 1 – Miroir plan
- 2 – Lentille Mince
 - a _ Définition
 - b _ Lois constitutives
 - c _ Exemples de construction
 - d _ Relation de conjugaison de Newton (démonstration)
 - e _ Relation de conjugaison de Descartes (démonstration)

III Applications

- 1 – Corriger les défauts de la vue
- 2 – Voir plus grand : la lunette de Galilée

Questions posées par l'enseignant

- 1) A propos de l'œil vous dites que ce qui fait converger la lumière vers la rétine c'est le cristallin. Pourriez-vous argumenter ? Quelle est la forme du cristallin ? Indice optique de l'œil en ODG ? Que se passe-t-il et rôle de la cornée ? (cornée "fait le travail")
- 2) Dioptrie ?
- 3) Autres défauts ?
(Presbytie: baisse de régime de l'accommodation du cristallin. Astigmatisme: perte de symétrie de la cornée).
- 4) Apparition de l'axe optique, notion de symétrie. Quel type de symétrie est évoqué ici ? (Symétrie de révolution)
- 5) Notion de chemin optique ? Qu'est-ce qui est plus fort à dire dessus ? Où apparaît-il ?
(Dans la construction des rayons particuliers) Si B et B' n'étaient pas conjugués, ce n'est pas le cas ? (Valable si 2 points I et J sont sur une sphère centrée sur B') Comment les chemins optiques peuvent-ils être identiques ? (Différentes épaisseurs de verre sont traversées)
- 6) Règles de construction ont été "balancées". Justification ? En particulier celle concernant le rayon passant par le centre optique ? (plan tangent aux 2 dioptries //) Que peut-on déduire ? (la deuxième déviation compense la première) Lentille convergente et les 3 rayons. Est-ce que les rayons sont concourants ? Quel(s) rôle(s) joue(nt) les conditions de Gauss ici ? Plus précisément est-ce que le tracé dépend des conditions de Gauss ?
- 7) Comment voir une image virtuelle ? Définition d'une image virtuelle ? Un peu plus conceptuelle ? (Les rayons en sortie ne se croisent pas)

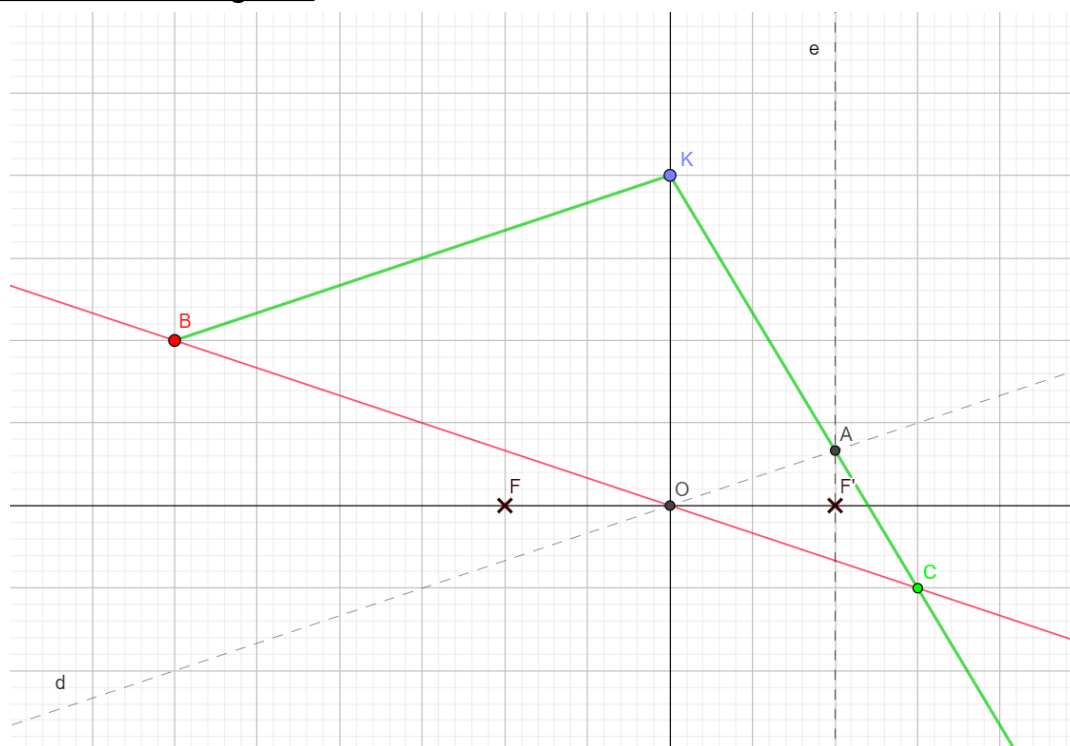
8) Et dans le cas d'une cuillère qui est un miroir sphérique ? De quel côté a-t-on une image inversée? Même chose pour une image réelle? (Convexe: réelle. Concave: inversée) Où se situe le foyer d'un miroir sphérique?

9) Existence de systèmes parfaitement stigmatiques? Miroir parabolique?

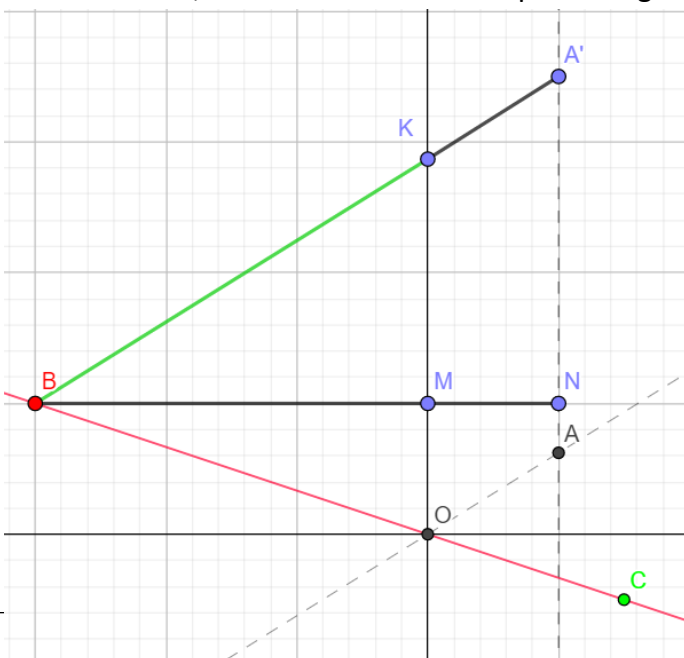
Paraboloïde de révolution stigmatique pour tout point? (Non uniquement foyers vers l'infini sur l'axe optique)(Entre ses 2 foyers, ellipsoïde de révolution également)

10) Miroir plan "change droite et gauche". Pourquoi ne change-t-il pas "haut et bas" ? Mathématiquement ? (changer droite et gauche est faux car dépend de haut et bas ainsi que de avant et arrière)

Une des questions était : « est-ce que les lois de construction des rayons imposent le stigmatisme de la lentille ? » J'ai répondu oui, mais sans savoir le démontrer. En voici donc une démonstration pour une lentille convergente.



Sur la figure ci-dessus, je construis le point C, image de B, comme l'intersection du rayon passant par le centre optique et d'un rayon quelconque passant par un point K à une position quelconque sur la lentille. On cherche à montrer que le point C ne dépend pas de la position de K. Comme O et B sont fixés, cela revient à montrer que la longueur OC est constante, ou encore que le rapport OC/BC est constant. Or, d'après le théorème de Thalès dans les triangles CKB et CAO, ce dernier rapport est égal à OA/BK . Pour montrer que OA/BK est constant, je rajoute quelques points à ma précédente figure :



Je définis le nouveau point A' en prolongeant (BK) et les points M et N en traçant un segment horizontal depuis B. En appliquant Thalès dans les triangles BMK et BNA', on se convainc que le rapport KA'/BK ne dépend pas de la position de K. Or $KA' = OA$ car OAA'K est un parallélogramme.

Donc $KA'/BK = cte = OA/BK = OC/BC$

Donc $KA'/BK = cte = OA/BK = OC/BC$

CQFD : la lentille est stigmatique.

Commentaires donnés par l'enseignant

Attention de définir l'image d'un point et la notion de stigmatisme avant de définir l'image d'un objet étendu (avec éventuellement la notion d'aplanétisme).

La première partie doit être présentée de façon plus "déductive". Telle que la leçon a été faite, les définitions et les lois étaient trop admises, et pas assez justifiées. Par exemple, la notion de stigmatisme approché peut être amenée à partir de l'exemple du dioptré plan, qui n'est stigmatique que dans l'approximation des petits angles : cela justifie la nécessité des conditions de Gauss. Autre exemple : la notion de foyer peut être définie (en tant que point conjugué de l'infini) indépendamment de la notion de lentille.

On peut évoquer le principe de Fermat, voire tout redémontrer à partir de ce principe.

On peut établir les relations de conjugaison en considérant la lentille comme un objet de phase.

On peut parler des questions de champ et de diaphragme.

Partie réservée au correcteur

Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.)

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

Bibliographie conseillée