Corrections :

Corr. Exercice 1 : points d'Young-Weierstrass

$$\overline{SA} = \frac{(n+n')}{n}R,\ \overline{SA'} = \frac{(n+n')}{n'}R$$

Corr. Exercice 2 : points d'Young-Weierstrass

1- Voir Cours
2- Voir Cours
3- On doit considérer la relation avec origine au sommet pour le dioptre plan et celle avec origine au centre pour le dioptre sphérique.

- Dioptre plan : $\frac{n_2}{\overline{OA_1}} - \frac{n_1}{\overline{OA}} = 0.$
- Dioptre Sphérique : $\frac{n_3}{\overline{OA'}} - \frac{n_2}{\overline{OA_1}} = 0$
- $n_1 = n_3 = 1$, $n_2 = n$:

$$\frac{n^2}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{n(n-1)}{R}$$

4- $\overline{OF'} = R(\frac{n}{n-1}),\ \overline{OF} = -R(\frac{1}{n(n-1)}).$
5- **et 6-** Relation de conjugaison si la face externe est argentée :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{2n}{R}$$

Cette relation ressemble à celle d'un miroir sphérique. On dit que le système équivalent d'un système optique catadioptrique est un miroir. Dans ce cas le miroir équivalent est de centre $O_{eq}=O$ et de rayon $R_{eq}=R/n$.

Correction série 3 : dioptre sphérique (suite

Exercice 3 : connaissances générales

On remarquera que les notations diffèrent de celles utilisées dans le cours. En effet, l'indice du milieu de la face d'entrée est $n=n_1$ et l'indice du milieu de la face de sortie est $n'=n_2$. La formule de conjugaison du dioptre sphérique avec orogine au sommet est :

$$\frac{n'}{\overline{SA'}}-\frac{n}{\overline{SA}}=\frac{n'-n}{\overline{SC}}.$$

1- La vergence est par définition

$$V=\frac{n'-n}{\overline{SC}}.$$

2- Sur la figure $\overline{SC}<0$. Le dioptre est convergent si V>0 et donc si n>n'.

3- **Voir le cours**

4-

Le foyer image est F' : c'est l'image réelle d'un point à l'infini sur l'axe, c'est à dire d'un point qui envoie des rayons parallèles à l'axe optique.

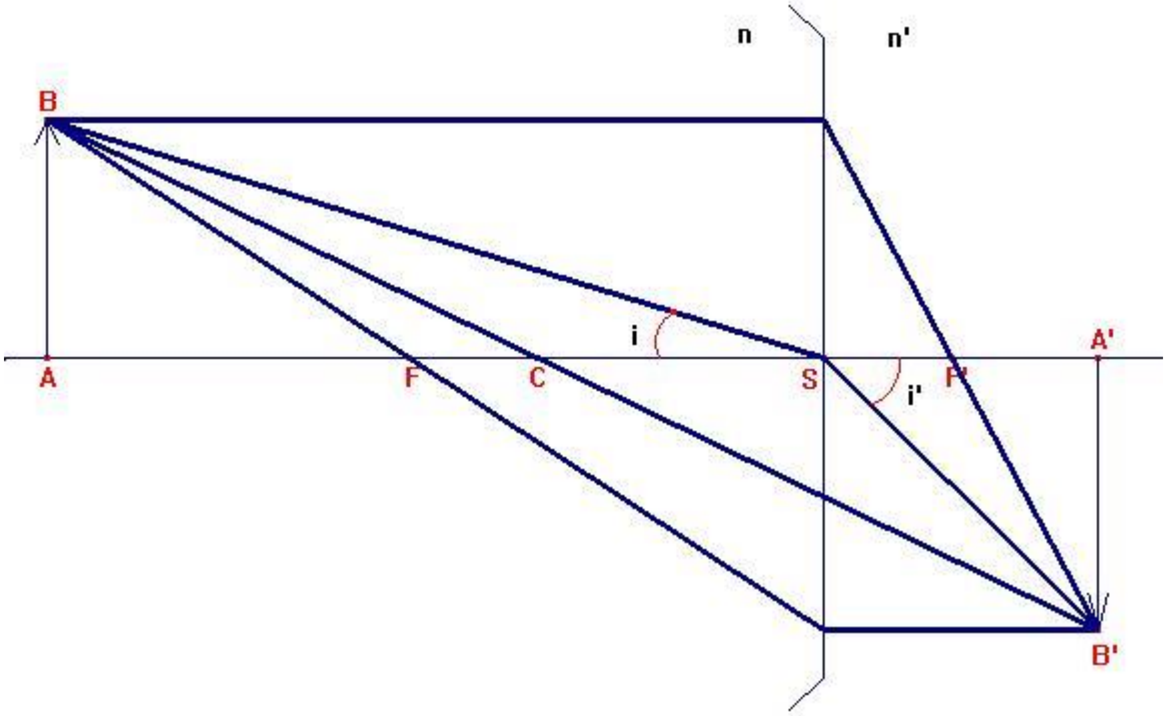
Quand les foyers image et objet et le centre d'un dioptre sont donnés on peut tracer 3 rayons connus :

- Le rayon issu de B et parallèle à l'axe optique émerge du dioptre en coupant l'axe optique au foyer image du dioptre.
- Le rayon issu de B passant par le foyer objet du dioptre émerge du dioptre en étant parallèle à l'axe optique.
- Le rayon issu de B et passant par le centre du dioptre émerge du dioptre en ne changeant pas de direction.

Les 3 rayons tracés se coupent en un même point (conditions de Gauss), ce point est l'image de B par le dioptre. Un petit objet plan perpendiculaire à l'axe optique du dioptre donne une image, elle aussi, perpendiculaire à l'axe optique : l'image de A est donc à l'intersection de l'axe optique et de sa perpendiculaire passant par B.

Nous nous plaçons dans le cadre de l'approximation de Gauss (angles faibles autour de l'axe optique), nous pouvons sur la figure assimiler la trace de la face courbe du dioptre à celle de son plan tangent (segment de droite aux 2 brisures indiquant le sens de la courbure).

De plus, le rayon issu de B passant par S fait un angle par rapport à l'axe optique, ce rayon émerge du dioptre en passant par le point B' et en faisant un angle i' par rapport à l'axe optique.



N.B. : Sur la figure, pour qu'elle soit lisible, on a dilaté les dimensions perpendiculairement à l'axe optique. Sur cette figure les angles que forment les rayons avec l'axe optique sont donc beaucoup plus grands qu'en réalité. On peut donc utiliser les approximations $\tan(i) \approx i$ et $\tan(i') \approx i'$ pour le raisonnement.

<u>Formules de conjugaisons:</u>

$$\boxed{\begin{matrix} A \\ n \end{matrix}} \longrightarrow \boxed{\begin{matrix} A' \\ n' \end{matrix}}$$

Les rayons envoyés sur ledioptre par l'objet A arrivent dans le milieu d'indice n.
Les rayons qui contribuent à la formation de l'image A' de Aémergent dans le milieu d'indice n'.

- Origine au sommet : $\dfrac{n'}{\overline{SA'}} - \dfrac{n}{\overline{SA}} = \dfrac{n'-n}{\overline{SC}}$
- Origine au centre : $\dfrac{n}{\overline{CA'}} - \dfrac{n'}{\overline{CA}} = \dfrac{n-n'}{\overline{CS}}$

<u>Formules de grandissement :</u>

- Origine au sommet

$\tan(i) = \dfrac{\overline{AB}}{\overline{SA}}$ et $\tan(i') = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{SA'}}$,

comme nous considérons l'approximation de Gauss $\tan(i) \approx i$ et $\tan(i') \approx i'$

donc $i = \dfrac{\overline{AB}}{\overline{SA}}$ et $i' = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{SA'}}$.

De plus grâce aux lois de Descartes, nous pouvons écrire $n.\sin(i) = n'.\sin(i')$,
mais pour les mêmes raisons : $\sin(i) \approx i$ et $\sin(i') \approx i'$,
nous obtenons donc : $n.i = n'.i'$.

Soit $n\dfrac{\overline{AB}}{\overline{SA}} = n'\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{SA'}}$ et finalement : $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{n}{n'}\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$

- Origine au centre

D'après le théorème de Thalès dans les triangles CAB et CA'B', nous pouvons écrire :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$$

- Origine aux foyers

$\overline{AB} = \overline{SI}$ et $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{SI}}$

d'après le théorème de Thalès dans les triangles A'B'F' et F'SI nous pouvons écrire : $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{SI}} = \dfrac{\overline{F'A'}}{\overline{F'S}}$.

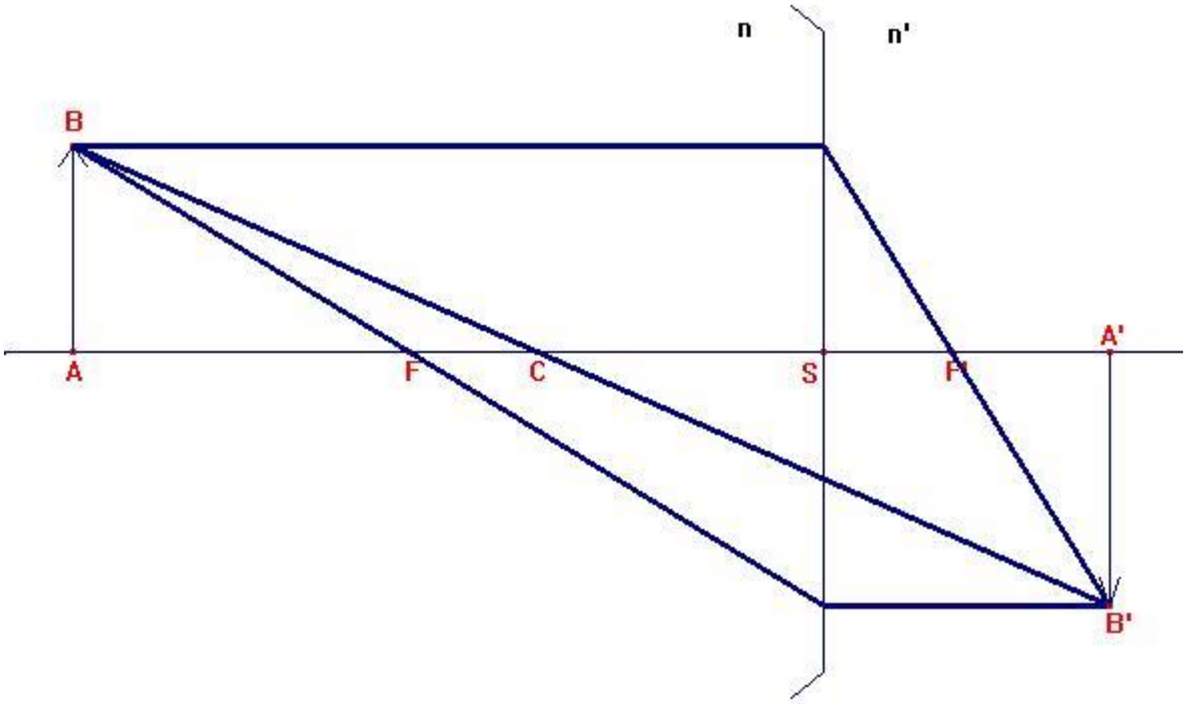
$\overline{A'B'} = \overline{SJ}$ et $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{SJ}}{\overline{AB}}$

d'après le théorème de Thalès dans les triangles ABF et FSJ nous pouvons écrire : $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{SJ}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{FS}}{\overline{FA}}$.

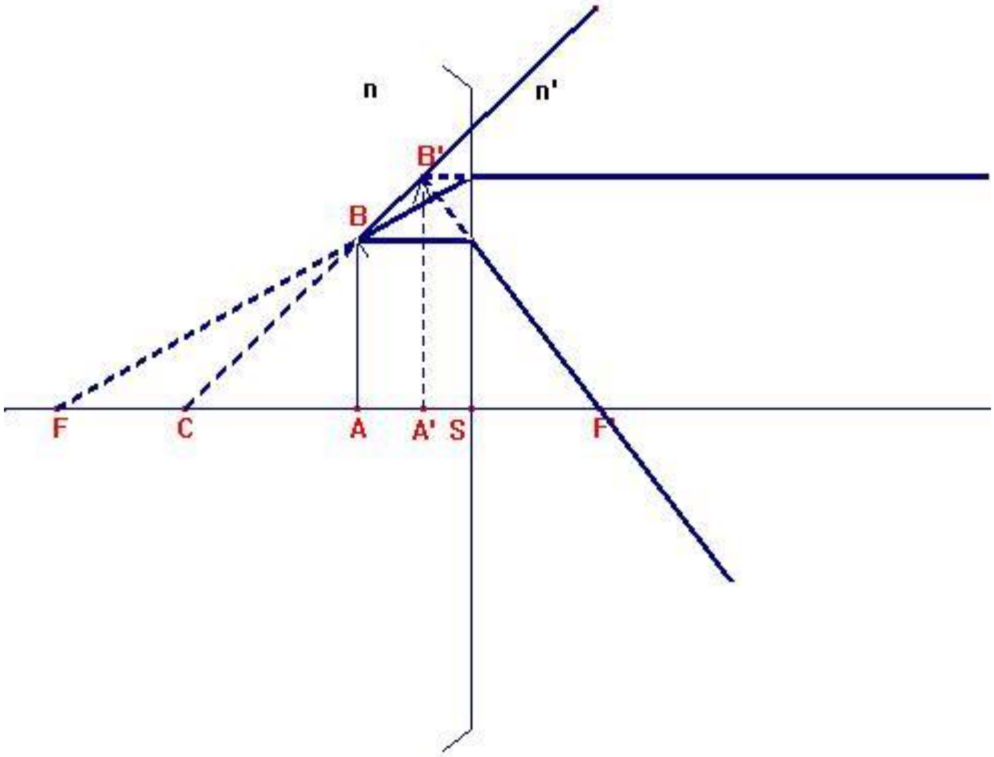
On en déduit la formule de Newton : $\boxed{\overline{F'A'}.\overline{FA} = \overline{F'S}.\overline{FS}}$

5-

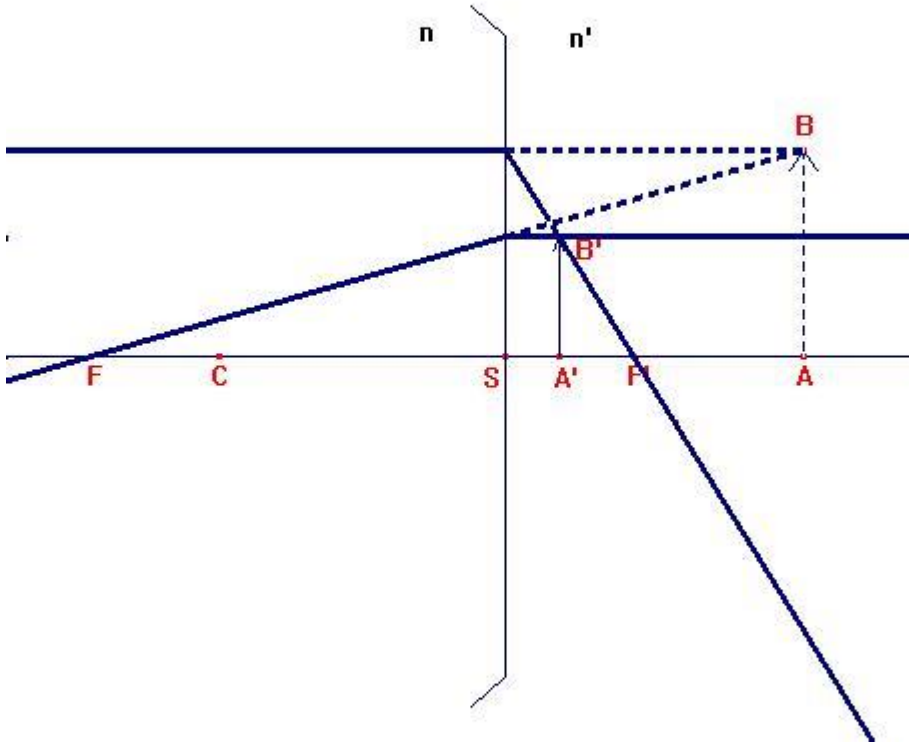
1er Cas : $A \in \left]-\infty, F\right]$, l'objet est réel et l'image est réelle.



$2^{ème}$ cas : $A \in [F,S]$, l'objet est réel, l'image est virtuelle :



$3^{ème}$ cas : $A \in [S,+\infty[$, l'objet est virtuel, l'image est réelle:



6- Pour changer la nature du dioptre sphérique, il suffit de changer la grandeur d'avoir une vergence négative (V<0).
Dans notre cas nous avons R<0, alors il faut que n<n'

Exercice 4 : dioptre sphérique et grandissement

Dioptre sphérique

1. Position des foyers du dioptre

$\boxed{\begin{array}{c} A \\ n \end{array}} \longrightarrow \boxed{\begin{array}{c} A' \\ n' \end{array}}$

La formule de conjugaison d'un dioptre sphérique avec origine au sommet est : $\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n'-n}{\overline{SC}}$ (1).

Si l'image se trouve en F', foyer image du dioptre, l'objet est positionné en $-\infty$: $\overline{SA} = -\infty$ et $\overline{SA'} = \overline{SF'}$. Soit, en remplaçant dans l'équation (1) : $\overline{SF'} = \frac{n'}{n'-n}\overline{SC}$.

De la même manière, si l'objet se trouve en F, foyer objet du dioptre, l'image est positionnée en $+\infty$: $\overline{SA'} = +\infty$ et $\overline{SA} = \overline{SF}$. Soit, en remplaçant dans l'équation (1) : $\overline{SF} = -\frac{n}{n'-n}\overline{SC}$.

<u>Application Numérique</u> : $\overline{SF} = -30\text{cm}$ et $\overline{SF'} = 40\text{cm}$.

2. Position de AB et A'B'

La formule de grandissement avec origine au sommet est : $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{n}{n'}\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$ (2).

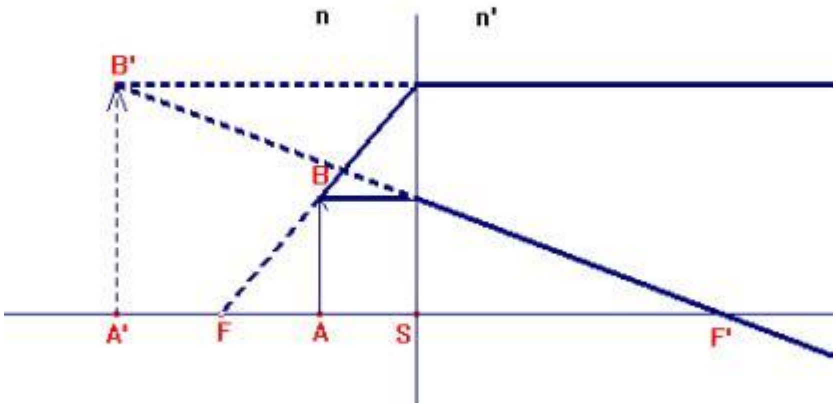
De l'équation (2), on a : $\dfrac{\overline{SA'}}{n'} = \dfrac{\gamma}{n}\overline{SA}$ d'où en inversant cette équation $\dfrac{n'}{\overline{SA'}} = \dfrac{1}{\gamma}\dfrac{n}{\overline{SA}}$ (3).

A partir de l'équation (1), on obtient $\dfrac{n'}{\overline{SA'}} = \dfrac{n'-n}{\overline{SC}} + \dfrac{n}{\overline{SA}}$ et en remplaçant ceci dans l'équation (3), on obtient $\dfrac{n'-n}{\overline{SC}} + \dfrac{n}{\overline{SA}} = \dfrac{1}{\gamma}\dfrac{n}{\overline{SA}}$ soit $\dfrac{n}{\overline{SA}}\left(\dfrac{1}{\gamma} - 1\right) = \dfrac{n'-n}{\overline{SC}}$ d'où $\overline{SA} = \dfrac{n\overline{SC}}{n'-n}\dfrac{1-\gamma}{\gamma}$.

De la même manière on obtient : $\overline{SA'} = \dfrac{n'\overline{SC}(1-\gamma)}{n'-n}$.

Application numérique : $\overline{SA} = -15\text{cm}$ et $\overline{SA'} = -40\text{cm}$

3. Marche d'un faisceau lumineux



A est le milieu de FS. L'image A'B' est virtuelle.