

Zoom

Un zoom est un assemblage de lentilles dont on peut faire bouger une des lentilles, de manière à modifier la taille de l'image finale. On va, dans ce TD, étudier deux zooms simples. Comme ils contiennent plusieurs lentilles, on va utiliser Python pour calculer les positions et les dimensions des images successives. Pour cela, en repartant des lois de Descartes $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ et $\gamma = \frac{OA'}{OA}$, et en écrivant que $OA = x_A - x_O$ et $OA' = x_{A'} - x_O$ pour une lentille de focale f' placée en x_O donnant d'un objet à l'abscisse x_A une image à l'abscisse $x_{A'}$, alors on obtient les relations suivantes ;

$$x_{A'} = x_O + \frac{(x_A - x_O) \cdot f'}{x_A - x_O + f'} \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{x_{A'} - x_O}{x_A - x_O} \quad (2)$$

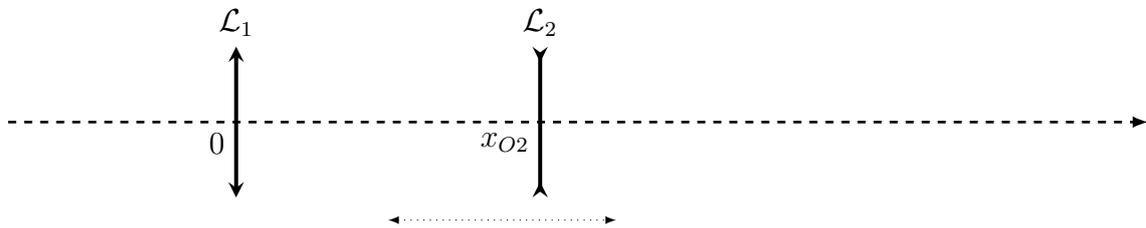
1. Préliminaires

- Définissez une fonction `xImg(xObj, xLen, fp)` qui renvoie la position de l'image en fonction de la position de l'objet et celle de la lentille, en utilisant la formule (1).
- Écrivez une fonction `gamma(xObj, xLen, xImg)` qui renvoie le grandissement à l'aide de la formule (2).

2. Zoom à deux lentilles

Ce zoom n'est pas utilisé tel quel, mais il montre le principe de base de tout zoom.

On considère un système de deux lentilles : la lentille 1 à l'abscisse $x_{O1} = 0$ mm de focale $f'_1 = 36$ mm, et une lentille 2 à une abscisse x_{O2} variable, de focale $f'_2 = -60$ mm.



On observe un arbre de taille $A_0B_0 = 16$ m situé à une distance de 400 m **avant** la lentille. Cet objet donne image par la lentille 1, puis par la lentille 2, selon le schéma :

$$A_0B_0 \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A_1B_1 \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A_2B_2$$

- Que vaut x_{A0} ? Calculez, à l'aide des deux fonctions préliminaires, la position `xA1` et la taille `h1` = $\overline{A_1B_1}$ de cette image.

Rappel : par définition, $\gamma_1 = \frac{A_1B_1}{A_0B_0}$.

- Créez un tableau `tab_xO2` représentant les différentes positions possibles de la lentille 2, qu'on fera varier entre 2 mm et 34 mm.
- La lentille 2 donne de A_1B_1 une image A_2B_2 ; chaque position de la lentille 2 donne une image différente.

Créez deux tableaux `tab_xA2` et `tab_h2` contenant la position et la taille de l'image finale pour chaque valeur de x_{O2} .

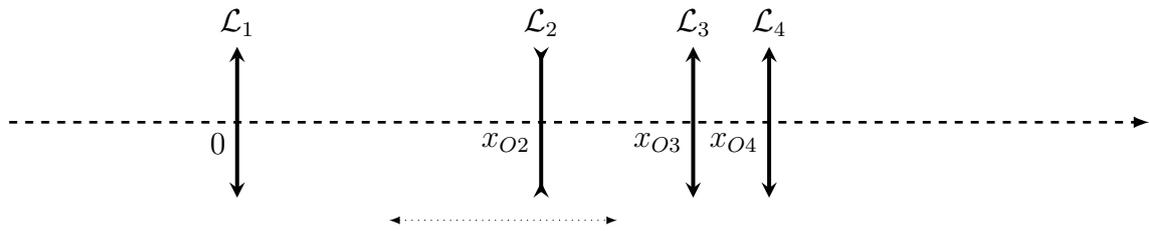
- Tracez ces deux tableaux en fonction de la position de la lentille. A-t-on bien réalisé un zoom à grandissement variable ? La mise au point est-elle faisable ?

3. Zoom à 4 lentilles

Le zoom le plus simple qui soit utilisable est constitué de 4 lentilles ; on considère ici :

- une lentille 1 en $x_{O1} = 0$ mm de focale $f'_1 = 72$ mm

- une lentille 2 en x_{O_2} variant entre 4 mm et 32 mm de focale $f'_2 = -27$ mm
- une lentille 3 en $x_{O_3} = 36$ mm de focale $f'_3 = 72$ mm
- une lentille 4 en $x_{O_4} = 40$ mm de focale $f'_4 = 36$ mm



Reprenez la même étude, jusqu'à l'image finale de la lentille 4.

4. *Question supplémentaire* : tracez la dispersion chromatique du zoom à 4 lentilles en utilisant les données du TD précédent, les 3 lentilles convergentes étant en verre Crown et la divergente en verre Flint.