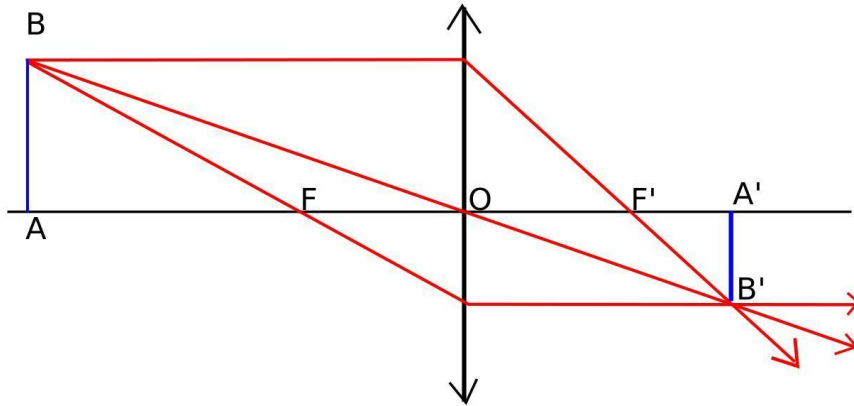


TD2 Révisions d'optique géométrique

1 Relations fondamentales sur les lentilles

Dans cet exercice, on démontre les formules de grandissement et la relation de conjugaison des lentilles.

On rappelle ci-dessous le tracé classique d'une image réelle par une lentille convergente à l'aide des rayons remarquables.



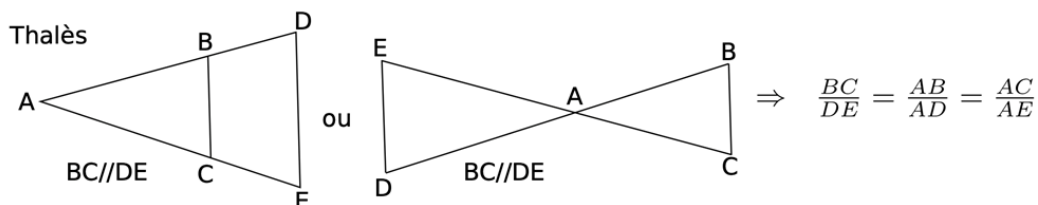
Grandeurs algébriques : exemples sur le schéma $\overline{OA} < 0$ et $\overline{OA'} > 0$, $\overline{AB} > 0$ et $\overline{A'B'} < 0$

Propriété : les grandeurs algébriques vérifient la relation de Chasles. Exemple : $\overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'}$.

On appelle grandissement transverse le rapport $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

La distance focale de la lentille est définie par $f' = \overline{OF'} = \overline{FO}$. Elle est positive pour une lentille convergente.

Relations de Thalès :



1. En vous appuyant sur le théorème de Thalès, montrer que le grandissement transverse peut s'obtenir de 3 façons :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = \frac{f'}{\overline{FA}}$$

2. En déduire la relation de conjugaison avec origine aux foyers, dite "relation de Newton"

$$\overline{FAF'A'} = -f'^2$$

3. A partir de la relation de Newton et de la relation de Chasles, obtenir la relation de conjugaison avec origine au centre, dite "relation de Descartes" :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

2 L'oeil

Un oeil peut être modélisé par l'association d'une lentille convergente de distance focale f' variable (le cristallin) et d'un écran situé à la distance $d = 2,0$ cm plus loin (la rétine). Lorsque l'oeil n'accomode pas, il fait l'image sur la rétine des objets situés à l'infini. Lorsqu'il accomode au maximum, il fait l'image sur la rétine des objets situés à une distance $l = 20$ cm.

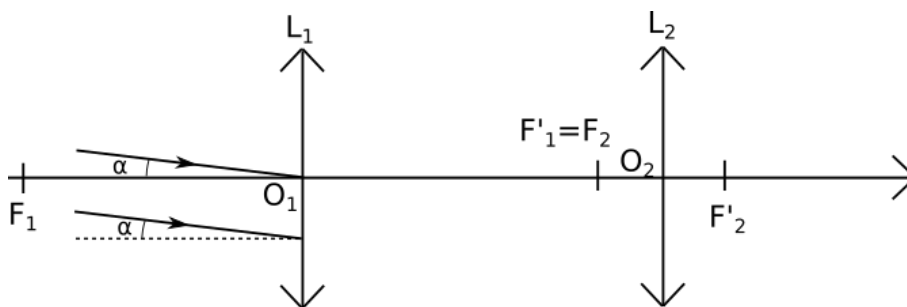
1. Déterminer la valeur de f' lorsque l'oeil n'accomode pas. Faire un schéma.
2. Déterminer la valeur de f' lorsque l'oeil accomode au maximum. Faire un schéma.
3. Une personne lit un texte situé à la distance l . Les lettres ont une taille $h = 5,0$ mm. Quelle est la taille angulaire α perçue par l'oeil ?
4. Pour lire sans effort, la personne utilise une loupe, modélisée par une lentille de distance focale $f'_1 = 5,0$ cm. La loupe est placée exactement à la distance f'_1 du texte, de sorte que l'image se fait à l'infini. Faire un schéma. Quelle est la taille angulaire α' perçue par l'oeil ? Calculer le grossissement $G = \alpha'/\alpha$.

3 Lunette astronomique

Une lunette astronomique est un instrument d'optique permettant l'observation d'objets lointains. Elle est modélisée par deux lentilles minces convergentes, l'une notée L_1 et appelée objectif, de focale $f'_1 = 50$ cm, et l'autre, notée L_2 et appelée oculaire, de focale $f'_2 = 2,0$ cm. Le plan focal image de L_1 est confondu avec le plan focal objet de L_2 . Le centre optique de L_1 est noté O_1 , et celui de L_2 est noté O_2 . Le foyer principal image de L_1 est noté F'_1 et le foyer principal objet de L_2 est noté F_2 . La lunette est utilisée dans les conditions de Gauss.

Un oeil est dit "emmétrope" lorsqu'il n'a pas besoin de lunettes correctrices. Lorsqu'il observe un objet lointain (à l'infini), il n'accomode pas.

1. Pour un observateur à l'oeil emmétrope, F'_1 et F_2 sont confondus. Pourquoi ?
2. On considère un objet situé à l'infini hors de l'axe, émettant des rayons inclinés d'un angle α . En prolongeant les rayons, construire ci-dessous l'image intermédiaire par l'objectif. On note I cette image.



Déterminer la distance $F'_1 I$ en fonction de α et f'_1 .

3. L'image de A_1 par L_2 se trouve à l'infini hors de l'axe, dans la direction formant un angle α' avec l'axe optique. Construire cette image sur la figure précédente, et indiquer l'angle α' . Déterminer la distance $F_2 I$ en fonction de α' et f'_2 .

4. Dédire des résultats précédents le grossissement angulaire $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ en fonction de f'_1 et f'_2 . Application numérique.
5. Calculer l'angle α' sous lequel est vu la lune à travers cette lunette.
Données : rayon de la lune $R_L = 1737$ km, distance Terre-Lune $d_{TL} = 3,844 \cdot 10^5$ km.
6. L'ordre de grandeur de la résolution angulaire de l'oeil est de 1 minute d'arc, c'est à dire 1/60ème de degrés. En déduire la taille en mètres du plus petit détail visible sur la lune à travers cette lunette.