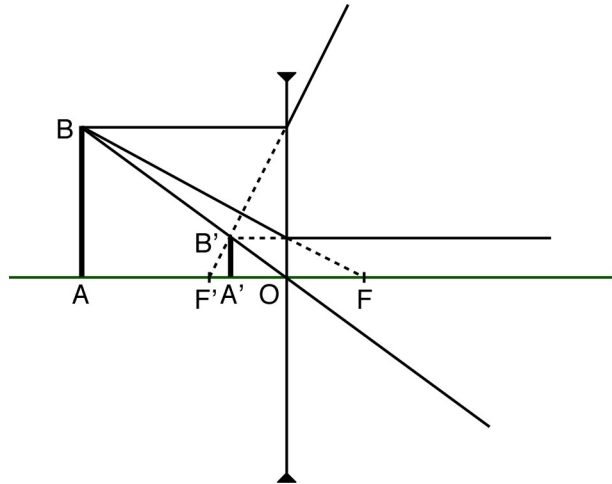


LENTILLE MINCE DIVERGENTE - corrigé des exercices

I. Image virtuelle et formules de conjugaison

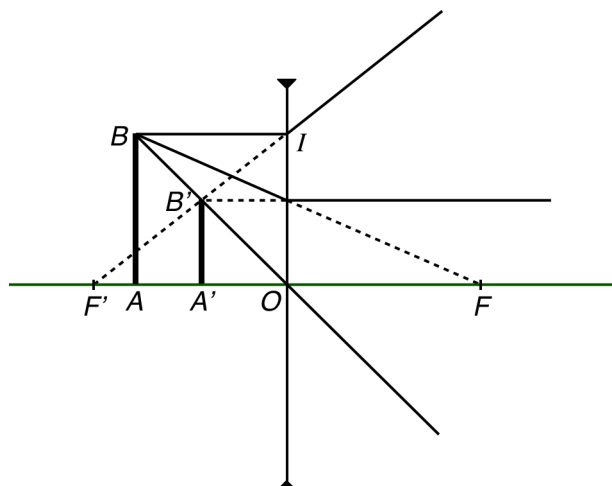
- L'image virtuelle est du côté objet (avant la lentille) ; en fait forcément après le foyer image F' . L'objet réel est du côté objet ; peu importe sa position par rapport au foyer image.
- Le rayon passant par O n'est pas dévié, donc B' est sur la droite passant par B et O .
- Le rayon sortant parallèle à l'axe en passant (virtuellement) par B' provient d'un rayon incident passant (virtuellement) par le foyer objet F , donc B' étant à l'intersection des deux il est forcément entre F' et O .



- Cela est en fait confirmé par le rayon sortant qui passe par le foyer image F' en provenant d'un rayon incident parallèle à l'axe : l'intersection avec le rayon passant par O est forcément entre F' et O .
- Soit I le point d'intersection sur la lentille du rayon issu de B parallèle à l'axe :

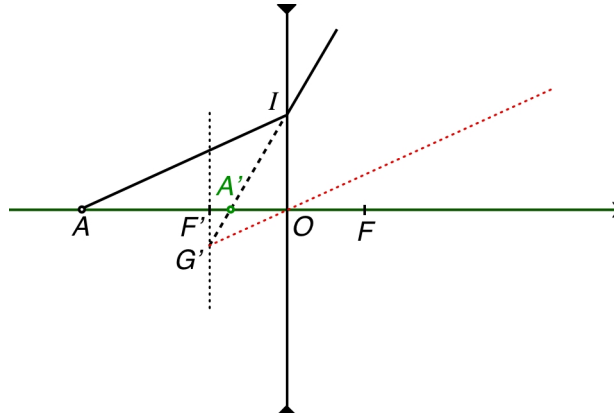
$$\overline{OI} = \overline{AB} ; \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OI}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} ; \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{F'O}} ; \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}.$$

♦ remarque : sur l'exemple précédent l'objet réel est avant le foyer image, mais on obtient un tracé semblable s'il est après ; la relation obtenue est très générale car tous les autres cas aussi donnent des constructions analogues même si elles diffèrent un peu plus.



II. Image virtuelle et tracé de rayons

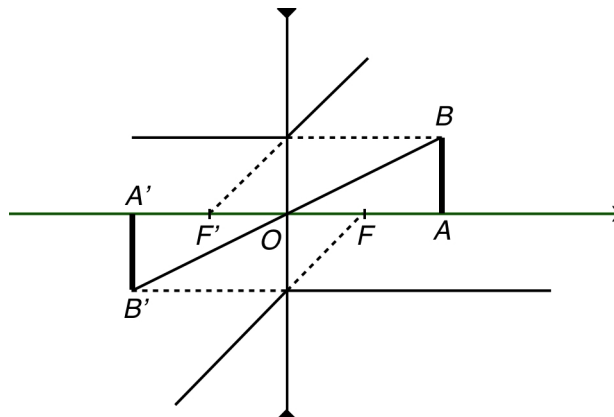
- Le rayon $G'O$ passant par le centre optique n'est pas dévié ; or deux rayons incidents parallèles émergent en se recoupant (virtuellement) dans le plan focal image, donc le prolongement de AI passe virtuellement par G' .



- Le point image A' est à l'intersection de $G'I$ avec l'axe optique.
- ♦ remarque : on se ramène ainsi en fait à un axe secondaire décalé par rapport à A .

III. Grandissement et formules de conjugaison

- Le grandissement demandé $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -1$ correspond à une image symétrique de l'objet. En reportant dans la relation de Descartes : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ on obtient $\frac{2}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF}}$ donc $\overline{OA} = 2 \overline{OF}$.

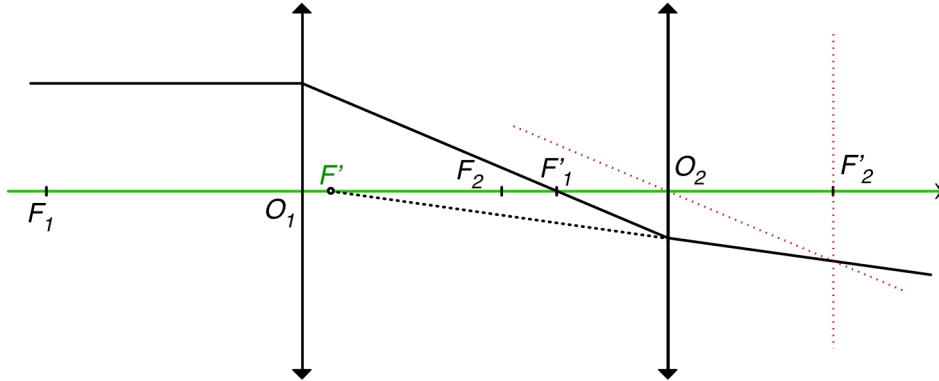


- Le grandissement demandé correspond à $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1$ donc l'image serait confondue avec l'objet. En reportant dans la relation de Descartes : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ cela peut paraître impossible puisque la focale semble imposer en principe $\frac{1}{\overline{OA'}} \neq \frac{1}{\overline{OA}}$.
 • Mais la présentation particulière de la relation met à part un cas particulier ; ainsi on peut aussi l'écrire sous la forme : $\overline{OF'} \cdot (\overline{OA} - \overline{OA'}) = \overline{OA} \cdot \overline{OA'}$ qui aboutit alors à $\overline{OA} = \overline{OA'} = 0$: l'objet doit être confondu avec le centre optique.
 ♦ remarque : l'objet est accolé à la lentille et, si cette dernière est réellement très mince, on le voit au travers comme si la lentille n'existait pas ; la représentation de rayons n'a aucun intérêt dans ce cas très particulier.

IV. Doublet de lentilles

- On souhaite que le foyer image de l'assemblage soit virtuel, c'est à dire du côté objet (avant O_1) ou à l'intérieur du dispositif (entre O_1 et O_2). Une méthode partant d'un aspect géométrique consiste donc à considérer un faisceau incident parallèle, qui converge au foyer image F'_1 , puis à en chercher l'image F' par la seconde lentille.

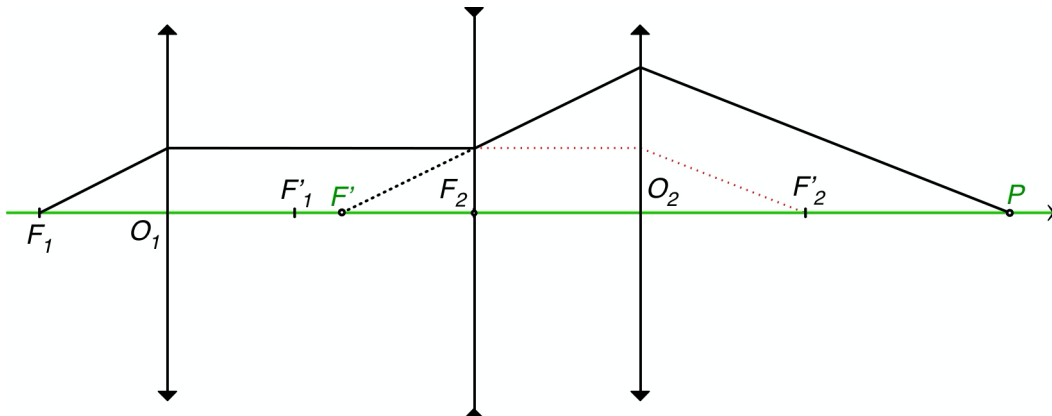
- En notant $e = \overline{O_1 O_2}$ on peut écrire : $\frac{1}{O_2 F'} - \frac{1}{O_2 F'_1} = \frac{1}{O_2 F'_2}$; on cherche ainsi : $\frac{1}{O_2 F'} = \frac{1}{f'_1 - e} + \frac{1}{f'_2} < 0$.
- Avec $f'_1 > 0$ et $f'_2 > 0$ ceci correspond à : $0 < \frac{1}{f'_2} < \frac{1}{e - f'_1}$; $e - f'_1 < f'_2$; $e < f'_1 + f'_2$ donc F_2 doit être avant F'_1 . Ainsi l'objet F'_1 pour la seconde lentille, placé après son foyer objet F_2 , donne une image F' virtuelle.



♦ remarque : sur l'exemple représenté, les traits de construction en pointillé rouge permettent de trouver l'intersection du rayon passant par F'_1 avec le plan focal image de F'_2 (d'où le prolongement virtuel passant par F').

V. Focométrie de Badal

- À partir de $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$ on peut décomposer : $\frac{1}{OF' + F'A'} - \frac{1}{OF + FA} = \frac{1}{OF'}$.
 • En développant et en simplifiant, avec $\overline{OF} = -\overline{OF'}$, on obtient : $\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = \overline{OF} \cdot \overline{OF'}$.
- Le dispositif est le suivant.



- Pour la lentille L_2 , l'objet est le faisceau image de la lentille divergente. Or, le faisceau incident sur celle-ci est parallèle, donc son image (virtuelle) est le foyer F' ; ainsi P est l'image par L_2 de F' .
- Selon la relation de Newton : $\overline{F_2 F'} \cdot \overline{F'_2 P} = f_2 \cdot f'_2$, c'est-à-dire : $f' = -\frac{(f'_2)^2}{d}$.

- Les mesures donnent $f' = -28 \pm 4$ cm ; ce résultat semble de précision très modeste, mais le principe de mesure nécessite plusieurs repérages et placements successifs, dont les incertitudes expérimentales se cumulent. C'est par contre pratique si on veut mesurer une série de focales divergentes sans modifier le dispositif des deux lentilles convergentes.