

Étude quantitative de la lentille convergente, formule de conjugaison

1) Objectif :

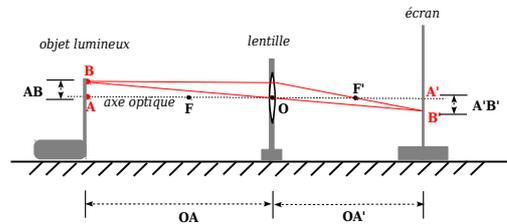
En mesurant les positions par rapport à une lentille, et les tailles de l'objet et de son image, nous allons vérifier la validité de la formule de conjugaison et de la formule donnant le grandissement.

2) Principe de la mesure

a) Schéma du montage expérimental (Voir ci contre.)

b) Principe de la mesure

On mesure les distances algébriques \overline{AB} , $\overline{A'B'}$, \overline{OA} et $\overline{OA'}$ qui sont respectivement la taille de l'objet, la taille de son image, la position de l'objet et la position de son image.



La mesure algébrique donne deux informations : la valeur absolue représente une longueur, et le signe indique la position relative des points sur un axe orienté. Ainsi, si \overline{AB} est positif, cela signifie que B est au dessus de A sur l'axe verticalement. Un autre exemple, si \overline{OA} est négatif, cela signifie que A est plus vers la gauche que O sur un axe orienté positivement de gauche à droite. On trace ensuite $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\frac{1}{\overline{OA}}$ pour déterminer si une relation simple existe entre ces deux grandeurs. On calculera aussi les grandissements par les deux formules possibles $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ et $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$.

3) Mesures et graphique

Résultats expérimentaux pour la lentille de **5 cm de focale**.

\overline{OA} (mm)	-500	-300	-200	-150	-100	-65	-58	-55
$\overline{OA'}$ (mm)	50	58	62	68	100	200	300	500
\overline{AB} (mm)	20	20	20	20	20	20	20	20
$\overline{A'B'}$ (mm)	-2	-4	-6	-12	-25	-68	-120	-180

Résultats expérimentaux pour la lentille de **10 cm de focale**.

\overline{OA} (mm)	-550	-400	-300	-250	-195	-145	-125	-120
$\overline{OA'}$ (mm)	115	125	142	155	200	300	400	500
\overline{AB} (mm)	20	20	20	20	20	20	20	20
$\overline{A'B'}$ (mm)	-4,5	-6,5	-10	-13	-22	-45	-68	-85

Calcul du grandissement pour la lentille de **5 cm de focale**.

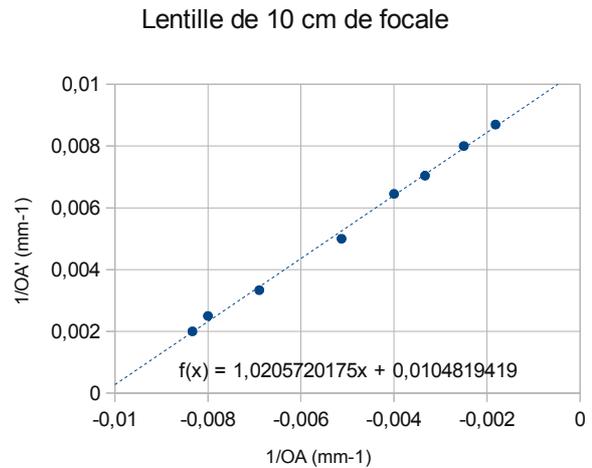
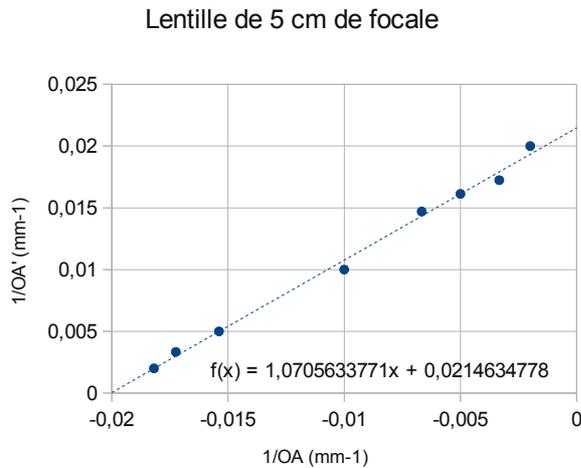
$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$	-0.10	-0.19	-0.31	-0.45	-1.0	-3.1	-5.2	-9.1
$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$	-0.23	-0.20	-0.30	-0.6	-1.3	-3.4	-6.0	-9.0

Calcul du grandissement pour la lentille de **10 cm de focale**.

$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$	-0.21	-0.31	-0.47	-0.62	-1.0	-2.1	-3.2	-4.2
$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$	-0.23	-0.33	-0.50	-0.65	-1.1	-2.3	-3.4	-4.3

On constate pour les deux lentilles que les deux méthodes de calcul du grandissement donnent des résultats voisins.

Graphiques



4) Modélisation

Pour les deux types de lentille, l'allure du graphique $\frac{1}{OA'}$ en fonction de $\frac{1}{OA}$ est identique : il s'agit d'une droite de coefficient directeur très voisin de 1.0.

- pour la lentille de 5cm de focale, on peut écrire $\frac{1}{OA'} = 1.1 \times \frac{1}{OA} + 0.0215$ ou encore $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = 0.0215$.
- pour la lentille de 10cm de focale, on peut écrire $\frac{1}{OA'} = 1.0 \times \frac{1}{OA} + 0.0105$ ou encore $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = 0.0105$.

En comparant avec la formule de conjugaison $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ on en déduit que :

- pour la lentille $f'=5\text{cm}$ $\frac{1}{f'} = 0.0215 \text{ mm}^{-1}$ ou encore $f' = \frac{1}{0.0215} = 46,5 \text{ mm}$ au lieu de 50 mm
- pour la lentille $f'=10\text{cm}$ $\frac{1}{f'} = 0.0105 \text{ mm}^{-1}$ ou encore $f' = \frac{1}{0.0105} = 95.2 \text{ mm}$ au lieu de 100 mm

5) Conclusion

Grâce à la modélisation de la mesure de la position $\frac{1}{OA'}$ en fonction de $\frac{1}{OA}$, nous confirmons la validité de la formule de conjugaison, car nous observons une droite de coefficient directeur d'environ 1.0 et de valeur à l'origine $b=1/f'$, conformément à la formule théorique.

De même, l'accord entre la valeur du grandissement calculé par les deux méthodes (rapport des distances à la lentille et rapport des tailles de l'image et de l'objet) est correct.

Les différences entre valeurs expérimentales des grandissements sont dues à la difficulté de mesurer précisément les distances, et notamment la taille de l'image.

Par exemple, une taille A'B' de 2mm mesurée à 0.5 mm près, pour une taille d'objet AB = 20mm, donne un grandissement compris entre 1.5/20 et 2.5/20 soit 0.075 et 0.125, ce qui correspond à un écart relatif $(0.125-0.075)/(0.125+0.075) = 25\%$!

De même, quand respectivement, l'écran ou l'objet sont proches de la lentille, le moindre déplacement rend nécessaire de fortement déplacer respectivement, l'objet ou la lentille (observation expérimentale).