

TP**VERGENCE D'UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE**

Objectifs : déterminer par l'expérience la valeur de la vergence d'une lentille mince convergente.



Problématique : une lentille mince vous est confiée sans indication de la valeur de sa vergence ou de sa distance focale. L'objectif de ce TP est de les déterminer au moyen d'une expérience à réaliser et à exploiter.

Matériel

- lentille mince convergente ;
- banc optique ;
- cavaliers ;
- écran ;
- lanterne et lettre lumineuse.

Relation de conjugaison

En optique, les mesures de distances sont algébriques, leur notation est surmontée d'une barre. Si un point M de l'axe optique est en amont du centre O de la lentille, alors $\overline{OM} < 0$. Inversement si M est en aval, $\overline{OM} > 0$. Les positions d'un objet A et de son image A' formée par une lentille mince convergente de distance focale f' vérifient la relation de conjugaison de Descartes :

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

L'inverse de la distance focale s'appelle la *vergence* de la lentille, notée C et mesurée en dioptries ($1 \text{ d} = 1 \text{ m}^{-1}$), grandeur caractéristique de chaque lentille.

1. Exploiter le matériel pour former une image de la lettre en façade de la lanterne lumineuse. **APPEL** 🙌.
2. Réaliser une série d'au moins huit couples de mesures différentes des positions de l'objet et de position de son image. Consigner les valeurs de \overline{OA} et de $\overline{OA'}$ correspondantes dans un tableau.

Traiter la suite des questions en choisissant l'un des deux parcours proposés ci-dessous.

Parcours 1 – Analyse graphique

3. Montrer qu'il est possible d'écrire la relation de conjugaison sous la forme :

$$y = 1 \times x + \frac{1}{f'}$$

en précisant les expressions de y et de x en fonction des grandeurs physiques de la situation.

4. À l'aide d'un logiciel tableur-grapheur, obtenir une représentation graphique des données expérimentales à l'aide des grandeurs x et y de la question précédente.

5. Modéliser la représentation obtenue à l'aide du modèle mathématique approprié.

6. Exploiter l'expression du modèle fourni pour indiquer si la relation de conjugaison semble vérifiée expérimentalement. Discuter notamment de la valeur du coefficient directeur obtenu.

7. En déduire la valeur de la vergence de la lentille étudiée.

Parcours 2 – analyse statistique

3. Exploiter chaque couple de valeurs de la série expérimentale pour calculer, dans chaque cas, une valeur C_i de la vergence C de la lentille.

4. Calculer la valeur moyenne C_{moy} de la série des n valeurs C_i de la vergence.

▪ Formule de l'incertitude-type :

$$s_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (C_i - C_{\text{moy}})^2}$$

▪ Formule de l'incertitude sur la moyenne :

$$u(C) = \frac{s_{\text{exp}}}{\sqrt{n}}$$

▪ Formule du z -score :

$$z = \left| \frac{C_{\text{moy}} - C_{\text{référence}}}{u(C)} \right|$$

5. Calculer l'incertitude-type de la série de valeurs obtenues pour la vergence de la lentille.

6. Indiquer la valeur de la vergence de la lentille sous la forme $C = C_{\text{moy}} \pm u(C)$.

7. Calculer le z -score associé à la série de mesure.

8. Une valeur trop élevée (typiquement > 2) du z -score indique que la précision de l'expérience n'est pas satisfaisante. Conclure.

Éléments de correction.

Les éléments fournis ci-dessous ont été obtenus pour une lentille dont la vergence annoncée est de 10δ .

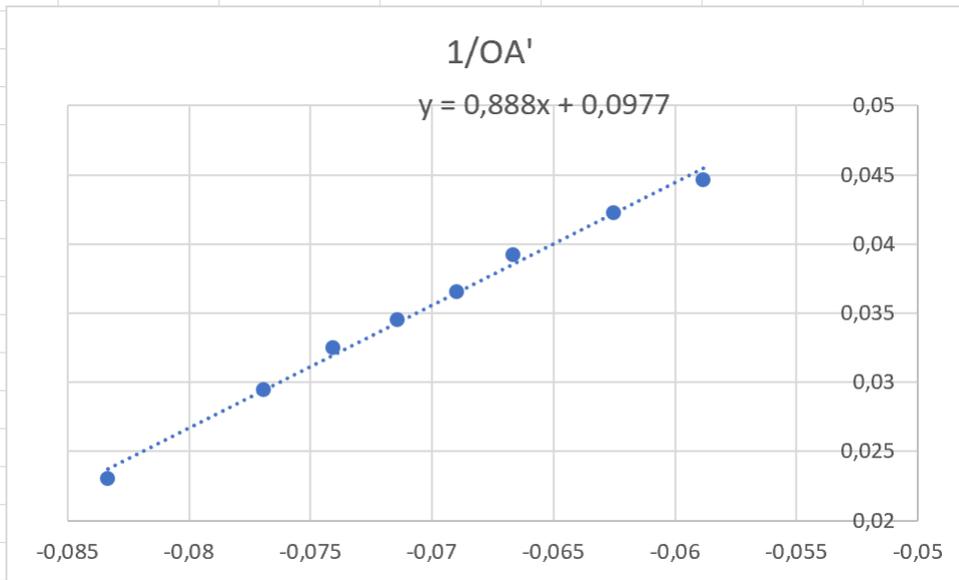
Parcours 1

3. D'après la relation de conjugaison, $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$. En ajoutant $1/OA$ membre à membre, elle devient $\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$.

On note $y = \frac{1}{OA'}$ et $x = \frac{1}{OA}$, alors la relation s'écrit $y = x + \frac{1}{f'}$.

4. et 5. Distances en cm, inverses des distances en $\text{cm}^{-1} = h\delta$.

	A	B	C	D	E	F	G
1	abscisses						
2	objet	lentille	image	OA	OA'	1/OA	1/OA'
3	0	15	40,5	-15	25,5	-0,0666667	0,03921569
4	0	14	43	-14	29	-0,0714286	0,03448276
5	0	13	47	-13	34	-0,0769231	0,02941176
6	0	12	55,5	-12	43,5	-0,0833333	0,02298851
7	0	16	39,7	-16	23,7	-0,0625	0,04219409
8	0	17	39,4	-17	22,4	-0,0588235	0,04464286
9	0	14,5	41,9	-14,5	27,4	-0,0689655	0,03649635
10	0	13,5	44,3	-13,5	30,8	-0,0740741	0,03246753



6. Les points semblent bien alignés sur une droite donc le modèle est satisfaisant. Le coefficient directeur vaut 0,89 au lieu de 1 comme attendu, soit un écart de 11 % ce qui est acceptable et qui valide bien la relation de conjugaison.

7. L'ordonnée à l'origine vaut $0,0977 \text{ cm}^{-1}$, donc $C_{\text{exp}} = 9,77 \delta$.

Parcours 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	abscisses								
2	objet	lentille	image	OA	OA'	1/OA	1/OA'	Cexp en cm ⁻¹	écart carré
3	0	15	40,5	-15	25,5	-0,0666667	0,03921569	0,105882353	9,33689E-08
4	0	14	43	-14	29	-0,0714286	0,03448276	0,10591133	1,11917E-07
5	0	13	47	-13	34	-0,0769231	0,02941176	0,106334842	5,74643E-07
6	0	12	55,5	-12	43,5	-0,0833333	0,02298851	0,106321839	5,55099E-07
7	0	16	39,7	-16	23,7	-0,0625	0,04219409	0,104694093	7,79154E-07
8	0	17	39,4	-17	22,4	-0,0588235	0,04464286	0,103466387	4,4538E-06
9	0	14,5	41,9	-14,5	27,4	-0,0689655	0,03649635	0,105461868	1,32071E-08
10	0	13,5	44,3	-13,5	30,8	-0,0740741	0,03246753	0,106541607	9,30872E-07
11							Cmoy =	0,10557679	
12							somme écarts carré =		7,51206E-06
13							incertitude-type =		0,00103593
14							incertitude sur la moy =		0,000366257

$$C = 0,1055 \pm 0,0004 \text{ cm}^{-1} = 10,05 \pm 0,04 \delta$$

$$z = \frac{10,05 - 10}{0,04} = 1,25 < 2, \text{ expérience assez satisfaisante.}$$