

LENTILLES MINCES

1 But

L'utilisation des lentilles minces est multiples en physique moderne et en génie. Les lentilles sont utilisées pour former des images dans plusieurs instruments optiques. La relation entre la distance de l'image et celles de l'objet d'une lentille mince doublement convexe est étudiée dans cette expérience.

Lisez attentivement le protocole de cette expérience¹ et répondez à la question (1) avant la séance de laboratoire.

2 Matériel

Banc d'optique, source lumineuse, écran, lentille convergente sur trépied².

3 Théorie

Pour une lentille mince de distance focale f , la relation entre la position de l'objet d_o et la position de l'image d_i est donnée par l'équation des lentilles³:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}. \quad (1)$$

¹Adapté de "Experiment 1 - Geometric Optics" *Physics Laboratory Manual- Phys 130/131*, Department of Physics, University of Alberta.

²*Terminologie*: Lentille *convexe* = lentille *convergente*; lentille *concave* = lentille *divergente*. Par abus de langage, nous utilisons les termes *convexe* et *concave* plutôt que les termes plus précis *doublement convexe* et *doublement concave*.

³Rappelez-vous que, selon la convention utilisée dans notre cours, $f > 0$ pour une lentille convergente, et $f < 0$ pour une lentille divergente. $d_o > 0$ pour un objet réel, situé du côté des rayons incidents. $d_i > 0$ pour une image réelle, située du côté des rayons sortants. Référez-vous aux notes de cours, à un livre ou au professeur pour plus de détails.

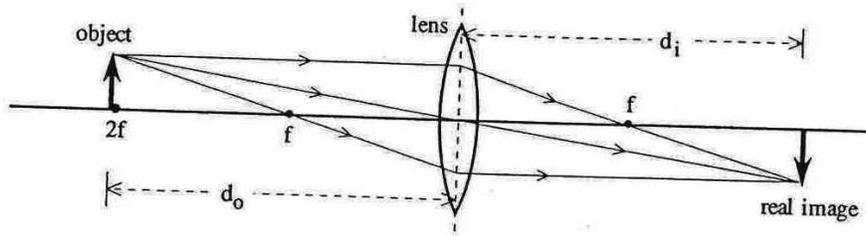


Figure 1: Diagramme des rayons afin de situer l'image réelle formée par une lentille mince.

4 Manipulations

L'équation théorique de la formation des images par une lentille est décrite par l'équation (1). Cette équation implique trois quantités: la distance de l'objet d_o , la distance de l'image d_i et la distance focale de la lentille f . Dans cette expérience, les variables dans l'équation sont d_o et d_i . Pour vérifier cette relation, la distance d_o est variée et la distance de l'image d_i résultante est mesurée. Les valeurs des données mesurées et celles calculées devraient être présentées sous forme de tableau en utilisant *Microsoft Excel*. Un exemple de tableau comprenant des valeurs mesurées et calculées est présenté au Tableau 1 à la fin de la section *Manipulations*.

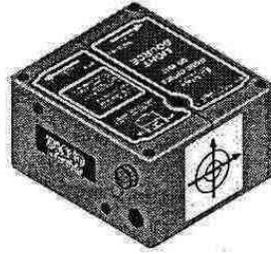


Figure 2: L'objet sur la source lumineuse.

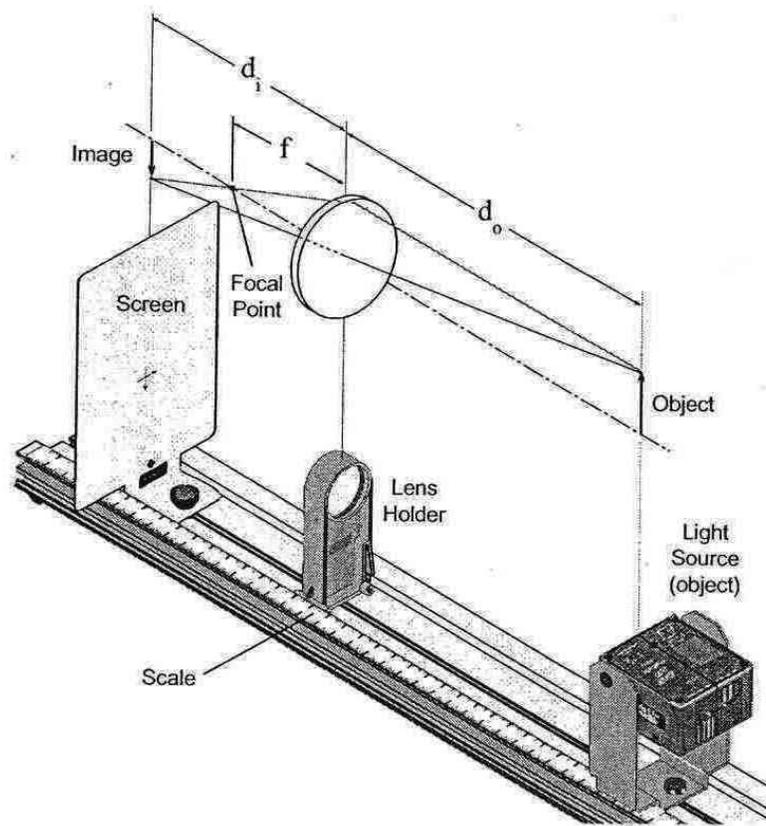


Figure 3: Montage expérimental

1. Dans cette expérience, l'objet consiste en deux flèches en croix tracées sur deux cercles concentriques située sur la source lumineuse illustrée à la Figure 2. Placez la source

lumineuse à la position 0.0 cm sur le banc optique, ensuite le centre de la lentille convergente à la position 15.0 cm. Ainsi la distance objet $d_o=15.0$ cm. L'estimation de l'erreur de d_o , $\Delta d_o = 0.2$ cm.

2. Déplacez l'écran à la position où une image claire de l'objet est formée sur l'écran. Une image claire devrait apparaître sur un petit intervalle de positions de l'écran. Notez les limites de cet intervalle; la position minimale $P_{i-\min}$ et la position maximale $P_{i-\max}$ (voir Tableau 1).
3. Déplacez la lentille à la position 18.0 cm sur le banc optique où $d_o=18.0$ cm. Répétez l'étape (2). Déterminez ensuite la position minimale $P_{i-\min}$ et la position maximale $P_{i-\max}$ pour les autres distance objet d_o indiquées au Tableau 1.
4. La distance focale f est définie comme étant la distance image d_i lorsque la distance objet $d_o = \infty$. Pour obtenir une mesure approximative de $f_{\text{mesurée}}$, faites la mise au point d'un objet éloigné ($d_o \gg f$) sur l'écran. Pour ce faire, enlevez la source lumineuse du banc optique, puis apportez le banc optique, la lentille et l'écran dans le corridor. Utilisez les fluorescents au plafond du corridor pour l'objet éloigné. L'image devrait apparaître claire sur un petit intervalle de positions de l'écran. Notez les limites de cet intervalle; la position minimale $f_{\min-\text{mesurée}}$ et la position maximale $f_{\max-\text{mesurée}}$.
5. Lorsque $d_o < f$, l'image est virtuelle et aucune mise au point ne peut être faite sur l'écran. L'image virtuelle et l'objet sont du même côté de la lentille. Placez l'objet à 3 cm de la lentille. Approchez votre oeil près de la lentille. Pour observer l'image virtuelle, regardez l'objet à travers la lentille. Observez la mise au point, la grandeur et l'orientation de l'image lorsque vous éloignez l'objet de la lentille en glissant la lentille vers le point focal. Incluez ces observations dans votre rapport. De plus, expliquez le fonctionnement d'une loupe en vous référant à vos observations de cette étape (5).

Tableau 1: Données et résultats des images produites par une lentille convexe

Distance objet d_o ± 0.2 (cm)	Position image (position de l'écran)				Distance image		Somme de d_o et d_i		Produit de d_o et d_i	
	P_i -min (cm)	P_i -max (cm)	P_i -moy (cm)	ΔP_i (cm)	d_i (cm)	Δd_i (cm)	d_o+d_i (cm)	$\Delta(d_o+d_i)$ (cm)	$d_o d_i$ (cm ²)	$\Delta(d_o d_i)$ (cm ²)
15.0										
18.0										
20.0										
25.0										
30.0										
35.0										
40.0										
50.0										
60.0										
70.0										

5 Résultats et analyse

Selon la disposition des variables d_o et d_i , il y a différentes façons de linéariser l'équation (1). Si vous tracez un graphique de $d_o d_i$ en fonction de $d_o + d_i$, quelles quantités correspondent à la pente et celles à l'ordonnée à l'origine? Démontrez clairement comment vous avez obtenu vos réponses en réécrivant l'équation (1) sous la forme de $y = mx + b$.

1. Calculez les nouvelles variables ($d_o d_i$) et ($d_o + d_i$), ainsi que leur erreur $\Delta(d_o d_i)$ et $\Delta(d_o + d_i)$. *Attention au nombre de chiffres significatifs de ces valeurs.*
2. Tracez le graphique de ($d_o d_i$) en fonction de ($d_o + d_i$).
3. À partir du graphique, calculez la distance focale expérimentale f_{exp} , et son erreur f_{exp} . Est-ce que f_{exp} est égale, à erreur près, à la valeur de $\Delta f_{\text{mesurée}}$. Est-ce que f_{exp} est égale, à erreur près, à la valeur citée par le fabricant $f_{\text{théorique}}=10.0$ cm. Comparez ces deux dernières valeurs de f , f_{exp} et $f_{\text{théorique}}$ (*i.e.* quel est le pourcentage d'écart?).

6 Question

Pour obtenir un graphique linéaire, deux des différentes façons d'agencer les variables d_o et d_i dans l'équation (1) sont:

$$\frac{1}{d_i} \text{ en fonction de } \frac{1}{d_o} \quad \text{et} \quad \frac{d_o}{d_i} \text{ en fonction de } d_o.$$

Pour chacun des deux graphiques suggérés ci-dessus, écrivez sa forme linéaire $y = mx + b$ de l'équation (1). Ensuite, identifiez les quantités qui correspondent à la pente, ainsi que celles de l'ordonnée à l'origine. Expliquez clairement votre démarche.