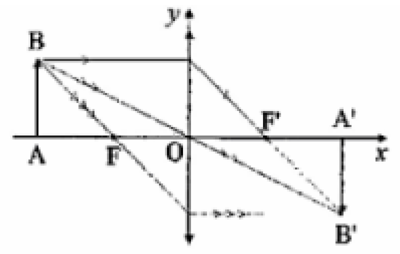
1. Première expérience

a) La lentille étudiée donne, d'un objet *réel* AB, une image *réelle* $A'B'$. Il s'agit donc d'une lentille **convergente**.

Nous pouvons d'ailleurs remarquer que, l'image $A'B'$. étant réelle, l'objet AB est placé avant le foyer objet F de la lentille.

Le schéma de la **figure 1**, qui fait apparaître la construction de $A'B'$. justifie que cette image est **renversée** par rapport à l'objet AB.



b) Par définition, le grandissement pour le couple (A, A') considéré est la grandeur sans dimension :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}},$$

les mesures algébriques étant prises sur l'axe O*y* défini sur la **figure 1**.

Comme, d'après l'énoncé, l'image a même dimension que l'objet :

$$A'B' = AB\ ;$$

et puisque cette image est renversée par rapport à l'objet :

$$\overline{A'B'} = -\ \overline{AB}\ ; \quad \text{d'où :} \quad \gamma = -1.$$

c) Conformément aux notations de l'énoncé nous appellerons f la distance focale *image* $\overline{OF'}$.

A' étant l'image de A par la lentille, leurs positions respectives vérifient la relation de conjugaison, soit :

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

Or les triangles OAB et OA'B' de la **figure 1** sont homothétiques ; ainsi :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}\ ; \quad \text{d'où :} \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Et puisque, dans cette question, $\gamma = -1$, nous en déduisons que :

$$\overline{OA} = -\ \overline{OA'}.$$

Cette dernière égalité signifie simplement que O est, dans ce cas particulier, le milieu de AA'.

La relation de conjugaison s'écrit alors :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f}\ ; \quad \text{d'où :} \quad \frac{2}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f} \quad \text{et} \quad f = \frac{\overline{OA'}}{2}$$

Mais $\overline{OA'} = \frac{\overline{AA'}}{2} = \frac{AA'}{2}$ et donc :

$$f = \frac{AA'}{4} \qquad (1)$$

Lorsque l'image a même dimension que l'objet, la distance focale image de la lentille est donc le quart de la distance entre l'objet et l'écran.

d) Avec $AA' \approx 1{,}2$ m, la relation (1) nous conduit immédiatement à la valeur numérique approchée de f :

$$f \approx 0{,}3 \text{ m}.$$

2. Deuxième expérience

a) Complétons le tableau de mesures en faisant très attention aux deux points suivants :

Attention !

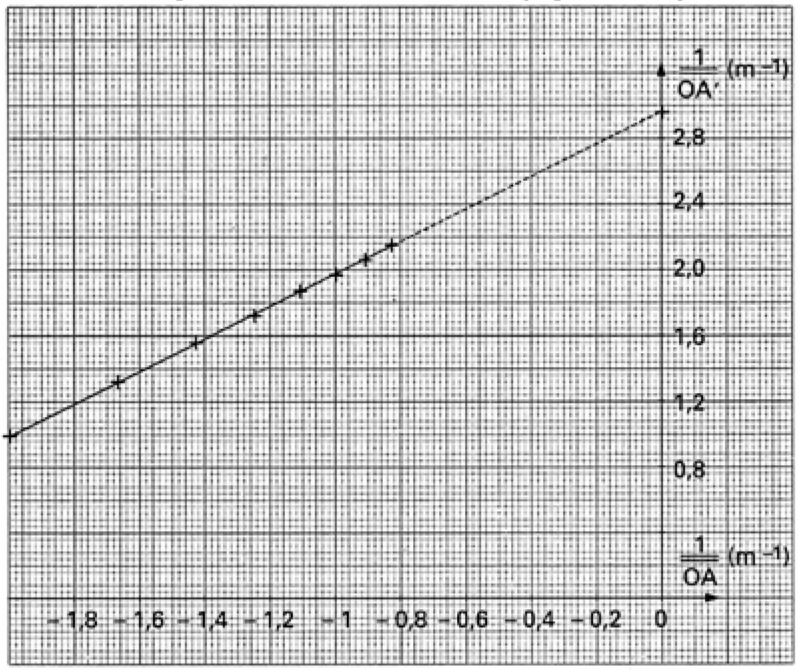
- Les distances OA et OA' sont données en cm alors que nous devons donner les valeurs de $\frac{1}{\overline{OA}}$ et $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en m^{-1}.
- L'objet AB est réel, c'est-à-dire que $\overline{OA}$ est **négatif**, et donc :

$$\overline{OA} = -\ OA.$$

Nous obtenons alors :

OA(cm)	120,0	110,0	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
$\frac{1}{\overline{OA}}(m^{-1})$	− 0,83	− 0,91	− 1,00	− 1,11	− 1,25	− 1,43	− 167	− 2,00
OA'(cm)	46,5	48,5	50,7	53,5	58,0	64,0	76,0	101,5
$\frac{1}{\overline{OA'}}(m^{-1})$	2,15	2,06	1,97	1,87	1,72	1,56	1,32	0,99

Avec une échelle verticale de 1 cm pour 0,4 m^{-1}, nous obtenons le graphe de la **figure 2**.



b) − **Équation de la droite obtenue.**

Le graphe obtenu en **figure 2** est en effet un segment de *droite affine* dont l'équation est de la forme, *a* et *b* désignant deux constantes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = a \times \frac{1}{\overline{OA}} + b.$$

Déterminons *a* et *b* :

- Sur le graphe, en prolongeant le segment tracé jusqu'à son intersection avec l'axe vertical, nous trouvons :

$$b = 2{,}96\ \text{m}^{-1} \approx 3{,}0\ \text{m}^{-1}.$$

- En considérant, par exemple, les points $\left(-2{,}00\,\text{m}^{-1}\ ;\ 0{,}99\,\text{m}^{-1}\right)$ et $\left(0\ ;\ 2{,}96\ \text{m}^{-1}\right)$ sur le segment tracé, nous calculons que :

$$a = \frac{2{,}96 - 0{,}99}{0 - (-2{,}00)}\ ; \qquad soit : a = 0{,}99.$$

Finalement, nous trouvons pour l'équation de la droite expérimentale :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = 0{,}99 \times \frac{1}{\overline{OA}} + 3{,}0.$$

– **Distance focale de la lentille.**

D'après la relation de conjugaison déjà écrite pour le couple de points (A, A'), nous avons *théoriquement* :

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

Ainsi, en identifiant terme à terme la relation expérimentale et celle prévue par la théorie :

- expérimentalement, nous trouvons 0,99 au lieu de 1 prévu par la théorie (écart *relatif* 1%) ;
- $\frac{1}{f} = b\ ;\ \ $ d'où : $f = \frac{1}{b}$; avec $b = 3{,}0\,\text{m}^{-1}$:

$$f = 0{,}33\ \text{m}.$$

3. L'indication “ + 3 ” portée par le constructeur sur la lentille signifie que la **vergence** C de cette lentille vaut + 3 δ (le signe + indiquant que la lentille est *convergente*).

Or, par définition de la vergence C d'une lentille de distance focale image f :

$$C = \frac{1}{f}\ ; \quad \text{d'où :} \quad f = \frac{1}{C}$$

D'après le constructeur, la distance focale image de la lentille est donc :

$$f = 0{,}33\,\text{m}.$$

Nous pouvons donc dire que l'indication du constructeur est, avec deux chiffres significatifs, tout à fait cohérente avec la valeur trouvée expérimentalement.