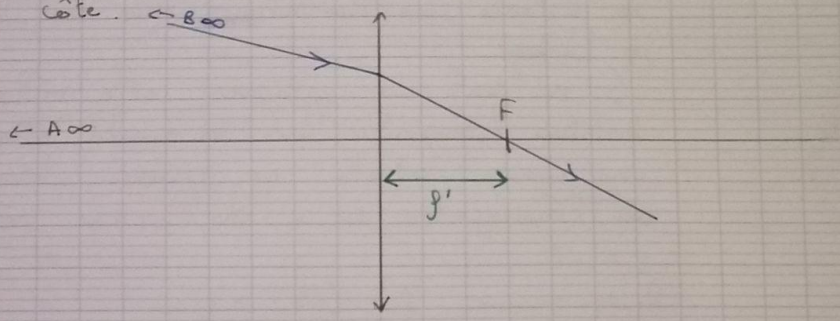
Microscope

① Un schéma avec la lumière venant du bâtiment d'à côté.

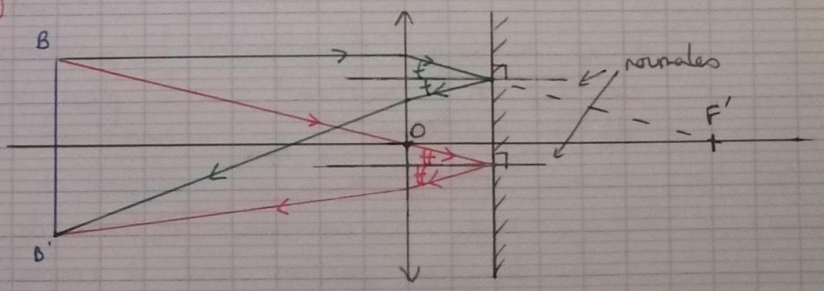


Pour f_1' : $f_1' = (10,0 \pm 0,3)$ cm
Pour f_2' : $f_2' = (15,5 \pm 0,3)$ cm

ce n'est pas précis car on estime la netteté idéal à l'oeil nu.

Mesure par auto-collimation

②



On mesure $AO_1 = f_1' = (10,2 \pm 0,3)$ cm
pour L_2 : $AO_2 = f_2' = (15,3 \pm 0,3)$ cm

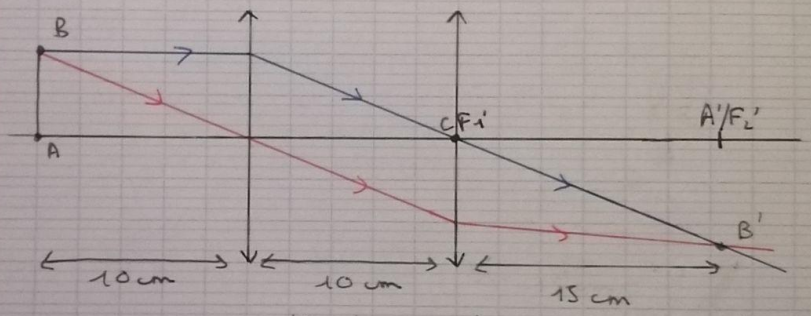
La position du miroir n'intervient qu'indirectement sur la mesure car elle influe seulement sur la netteté,

lorsqu'on la change de place, l'image reste au même endroit mais sa netteté varie.

La distance lentilles-miroir influe sur la netteté de l'image.

On ne peut pas appliquer cette méthode aux lentilles divergentes car on aurait dans ce cas une image virtuelle non visible, alors que pour les convergentes on a une image réelle.

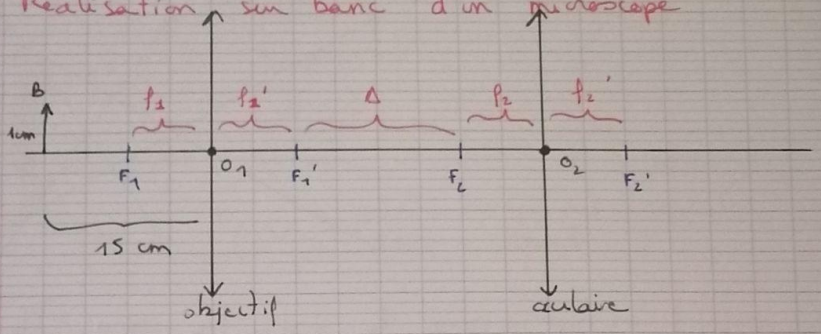
③ on mesure $f_2' = (15 \pm 0,3)$ cm



Il y a moyen d'optimiser le positionnement de L_2 en le mettant sur le plan focal image de L_1 (à 10 cm).

④ • L_1 sera à environ 11,5 cm de l'objet
• La deuxième position sera à environ 88,4 cm de l'objet.
$D = 88,4 - 11,5 = 76,9$ cm
• On a alors : $f' = \frac{L^2 - D^2}{4L} = \frac{100^2 - 76,9^2}{4 \times 100} \simeq 10,216$ cm

Réalisation sur banc d'un microscope



$\gamma_1 = -2$ $\quad O_1A = ?$ $\quad \gamma_1 = \frac{-\Delta}{f_1'}$

$f_1' = 10\,cm$ $\quad \Delta = ?$ $\quad \Delta = -2 \times 10 = -20\,cm$

$f_2' = 15\,cm$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{f_1' + \Delta}{\overline{O_1A}}$$

$$\overline{OA} = \frac{f_1' + \Delta}{\gamma} = \frac{30}{-2} = -15\,cm$$

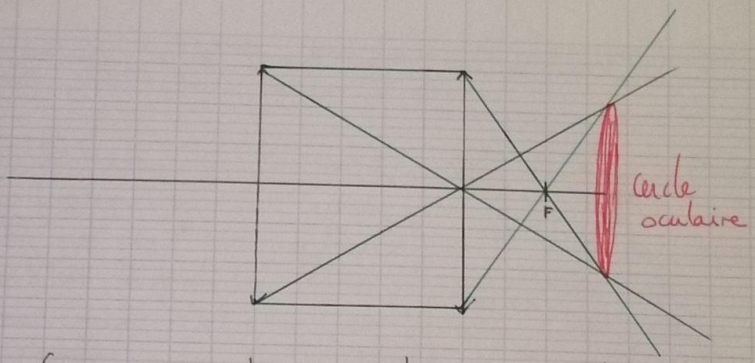
Pour réaliser le microscope le plus compact on prend la 1ère lentille L_1 car $f_1' < f_2'$

- On observe en positionnant l'œil au niveau du cercle oculaire que la lumière est très forte. C'est l'image de l'objectif par l'oculaire.

- $P_{i.mic} = \frac{\alpha'}{\overline{AB}} = \frac{\alpha'}{\overline{A'B'}} \times \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = P_{i.oc} \times |\gamma_{ob}|$

$$= \frac{1}{P_{oc}'} \times |-2| = \frac{2}{15}\,W$$

- Le microscope n'est pas le plus compact car on a Δ grand par rapport à un vrai microscope.



- On mesure le diamètre du cercle oculaire d'environ 2 cm.

- $\gamma_2 = \frac{d_{oc}}{d_{obj}} = \frac{\overline{O_2C}}{\overline{O_2O_1}} \Rightarrow d_{oc} = \frac{\overline{O_2C}}{\overline{O_2O_1}} \times d_{obj}$

$d_{oc\,(théo)} = \frac{25}{45} \times 4 \simeq 2{,}2\ cm$

$d_{oc(exp)} = 2\ cm$.

ainsi la valeur expérimentale (2 cm) est proche de la valeur théorique (2,2 cm).

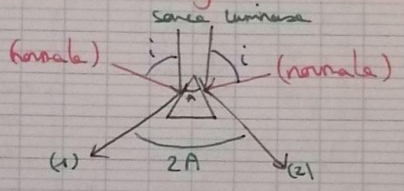
Prisme

$$n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m(\lambda)}{2}\right)}{\sin(A/2)}$$

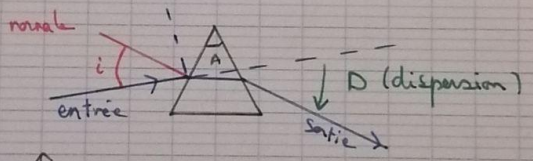
collimateur : simule un objet à l'infini

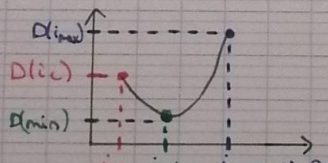
1 rayon [prisme] → réflexions (pas tout le temps)
→ rayons sortant

⚠ penser à régler le collimateur à l'infini



↑ rayons particulièrement réfléchi





↑ i critique

↖ on cherche imin tel que la déviance soit la plus basse.

en dessous de cette valeur pour i, il n'y a pas de rayons déviés.

$$u(2A) = \sqrt{\left(\frac{0,05}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0,05}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{\sqrt{6}}{60}$$

$u(A) \simeq 0,04082 \Rightarrow A = 60,08° \pm 0,05°$

PR 1/2

$D_{min} = 38,85° \Rightarrow i = 55,2°$
$D_{ic} = 56,65° \Rightarrow i = 20,375° = i_{min}$
$D_{max} = 56,3 \Rightarrow i = 90° = i_{max}$
$D_1 = 40,3° \Rightarrow i = 60°$
$D_2 = 44,25° \Rightarrow i = 70°$
$D_3 = 50,5° \Rightarrow i = 80°$
$D_4 = 40,55° \Rightarrow i = 40°$
$D_5 = 38,9° \Rightarrow i = 50°$

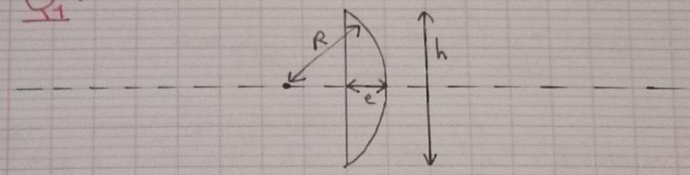
D = déviance sur raie verte.
(on lit la mesure de D sur raie verte)

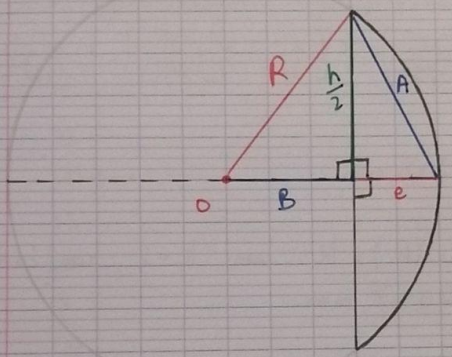
$D_{min} = 39,9°$	Violet	même spectre sauf qu'ici on ne regarde pas que la raie verte
$D_{min} = 38,6°$	Rouge	
$D_{min} = 38,7°$	Jaune	
$D_{min} = 39,55°$	Bleu	
$D_{min} = 39,15°$	Bleu-vert	

PR 2/2

Lentilles et systèmes centrés

Q1 :





$$\begin{cases} R = B + e \\ R = \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + B^2} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} B = R - e \\ R = \sqrt{\frac{h^2}{4} + (R-e)^2} \ (*) \end{cases}$$

$(*)\ R^2 = \frac{h^2}{4} + (R-e)^2 \Leftrightarrow R^2 - R^2 = \frac{h^2}{4} - 2Re + e^2$

$$2Re = \frac{h^2}{4} + e^2$$

$$\boxed{R = \frac{h^2}{8e} + \frac{e}{2}}$$

App. num. : $R = \frac{29,5}{2} + \frac{119,5^2}{8 \times 29,5} = 75,3\,mm = 7,53\,cm$

Q2 : $\frac{\partial R}{\partial e} = \frac{1}{2} - \frac{h^2}{8e^2}$ et $\frac{\partial R}{\partial h} = \frac{h}{4e}$

$u(e) = u(h) = \frac{0,05}{\sqrt{3}} = \frac{1}{20\sqrt{3}}$ mm

$$u(R) = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial e}\right)^2 \times u(e)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial h}\right)^2 \times u(h)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,05}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \left[\left(\frac{1}{2} - \frac{11,95^2}{8 \times 2,95^2}\right)^2 + \left(\frac{11,95^R}{4 \times 2,95}\right)\right.}$$

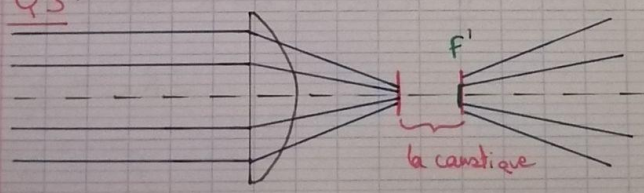
$u(R) = 0,0548$ mm

$U(R) = u(R) \times k$ avec $k=2$, confiance de 95%

$= 0,107$ mm

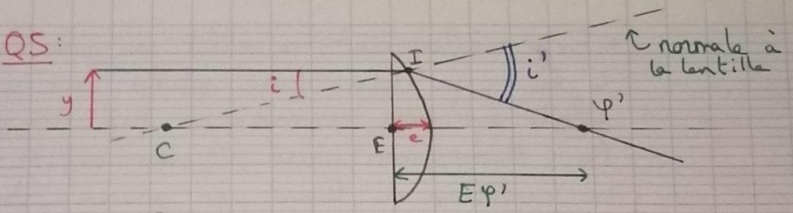
$$\boxed{R = (7,53 \pm 0,11) \text{ cm}}$$

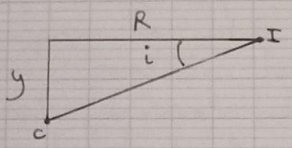
Q3 :



Q4 : L'image devrait normalement être de mauvaise qualité car dans ce cas-ci sont réfractés 2 fois alors qu'ils ne le sont qu'une fois précédemment.
L'objet est donc à l'infini car les rayons arrivent parallèles à l'axe optique.

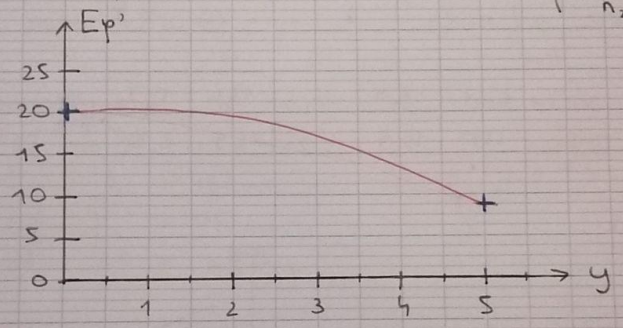
Q5 :





$$\tan i = \frac{y}{R} \Rightarrow i = \tan^{-1}\frac{y}{R}$$

$$n_1 \sin i = n_2 \sin i' \Leftrightarrow i' = \sin^{-1}\left(\frac{n_1 \sin i}{n_2}\right)$$



Q6 :

* Si la lentille avait été rigoureusement stigmatique pour un objet à l'infini sur l'axe, on aurait obtenu une fonction constante, soit une courbe parallèle à l'axe des abscisses (horizontale).
On devrait donc rendre la courbure plus plane, soit réduire les aberrations.
* d'approximation de Gauss consiste à dire que pour les petits angles : $i \approx \sin i$
avec des petits angles au début de la courbe, on a une courbe à peu près droite (c'est ça l'approximation de Gauss) et pour les grands angles (au moyen ^^) on a une courbe décroissante.

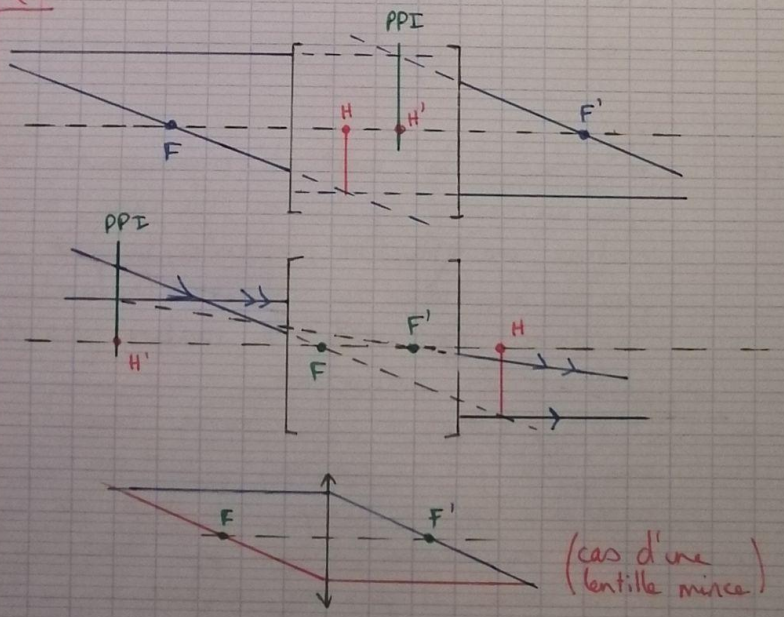
* Expérimentalement ce n'est pas possible car le rayon va croiser l'axe optique avec une trop grande épaisseur, ce ne sera donc pas précis. Mais théoriquement oui, il nous suffit d'être dans les conditions de Gauss, en prenant des valeurs faibles de y, avec 0,1cm par exemple.

* Nous ne sommes plus dans des lentilles minces, la "position de f'" change selon le point de cambre.

Q7:

$y_{(cm)}$	1	2	3	4	5	
$\frac{E}{exp}\ \varphi'_{(m)}$	19,1	17,4	-16,2	13,6	10,3	← expérimentale
$\frac{E}{(théorique)}\ \varphi'$	19,37	18,4	16,67	13,9	8,13	← théorique

Q8:



Appareils d'optique

collimateur : simule un objet à l'infini (une mire en général puis lentille convergente)

viseur : permet de faire la mise au point du collimateur
↳ méthode : régler le viseur nette à l'infini puis regarder la mire à travers le viseur.
mire nette ⇔ objet à l'infini (en faisant la mise au pint)

↑ disque de verre comportant des cercles concentriques

① On place un écran sur l'axe optique.

L_1 : $f_1' = 465\,mm$
L_2 : $f_2' = 182\,mm$
L_3 : $f_3' = 95\,mm$
L_4 : $f_4' = 45\,mm$

$f_1' > f_2' > f_3' > f_4'$

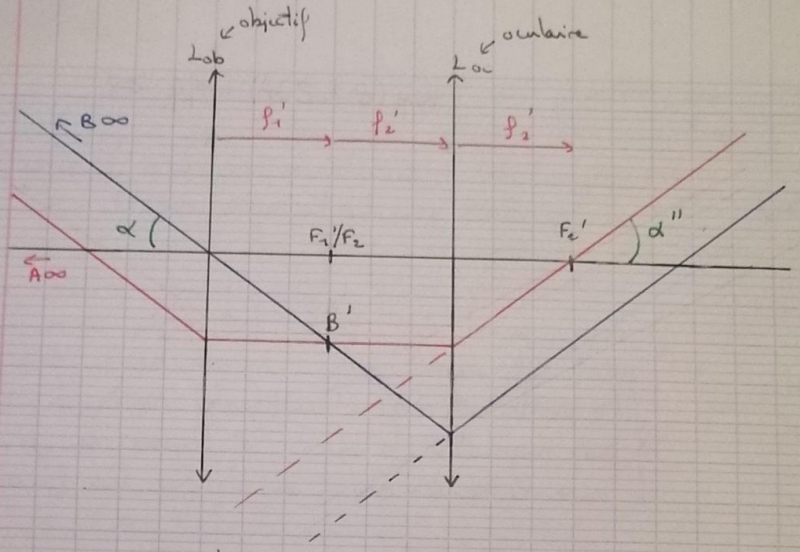
divergente : on place le viseur jusqu'à y voir la mire à l'intérieur, on note la distance. On replace le viseur pour y voir la croix bien. on note la distance.
La différence entre ces deux distances est la distance focale (négative).

$$u_B(f_1') = \sqrt{\left(\frac{\text{demi-graduation}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\text{demi-plage netteté}}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

demi-plage netteté = demi plage sur laquelle l'image sur le plan focal est nette. ⇒ $dpn = 7mm$
demi graduation = 0,5mm

$\Rightarrow u_B(f_1') = \frac{\sqrt{581}}{6} \simeq 4,0517\,mm \Rightarrow U_B(f_1') \simeq 8,103\,mm$

$\Rightarrow f_1' = (465 \pm 9)\,mm$



grossissement :

$$G = \frac{\alpha''}{\alpha} = \frac{-f_1'}{f_2'} = \frac{-465}{45} = -10,3$$

incertitude sur G :

$$u(G) = \sqrt{\left(\frac{\partial G}{f_1'}\right)^2 \times u_{f_1'}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial f_2'}\right)^2 \times u_{f_2'}^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{-1}{f_2'}\right)^2 \times u_{f_1'}^2 + \left(\frac{f_1'}{f_2'^2}\right)^2 \times u_{f_2'}^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{u(f_1')}{f_2'}\right)^2 + \left(\frac{f_1' \times u(f_2')}{(f_2')^2}\right)^2}$$

$= 0,1733\ mm \Rightarrow U(G) \simeq 0,4\ mm$

$\Rightarrow G = (-10,3 \pm 0,4)\ mm$

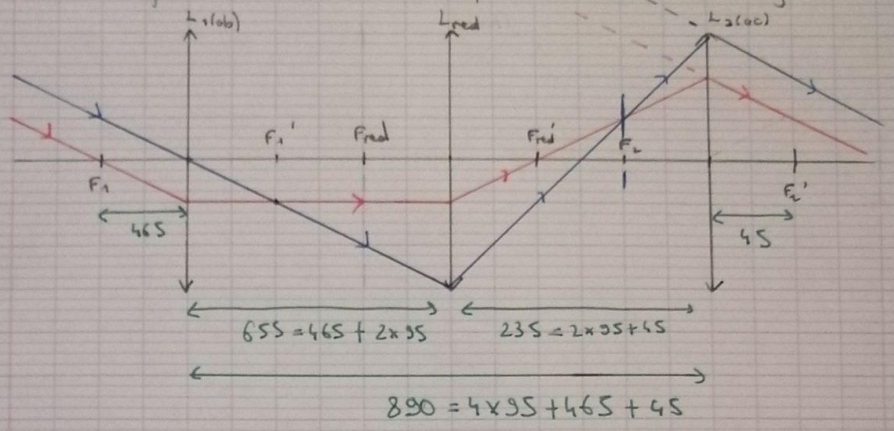
on cherche $\gamma = -1$ soit :

$$\gamma = -1 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \quad ; \quad \gamma = -1 \Rightarrow \overline{SA'} = -\overline{SA}$$

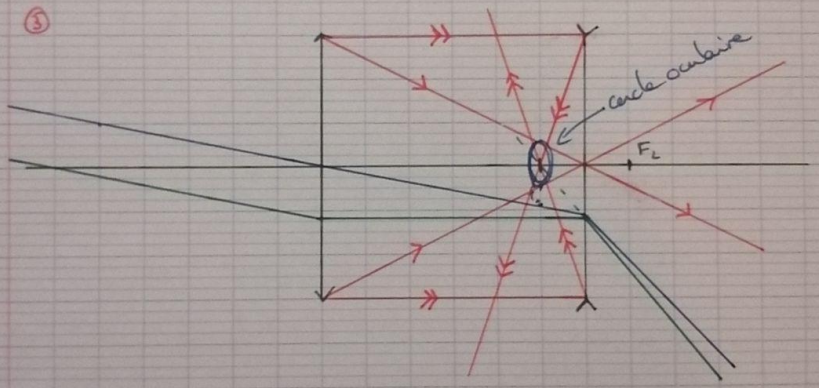
$$\frac{1}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow 2f' = \overline{SA'}$$

AO 2/3

② On rajoute une lentille pour renverser l'image.



③



<u>pour trouver la focale d'une lentille divergente :</u>

- on place la lentille sur le collimateur (avec une croix sur la lentille).
- on place le viseur à une certaine distance pour arriver à voir la cible du collimateur au plus nette.
- on note la distance. ①
- on règle le viseur de manière à voir la croix de la lentille.
- on note la valeur. ②
- on fait la différence de ① et ② : c'est la distance focale : elle est négative.