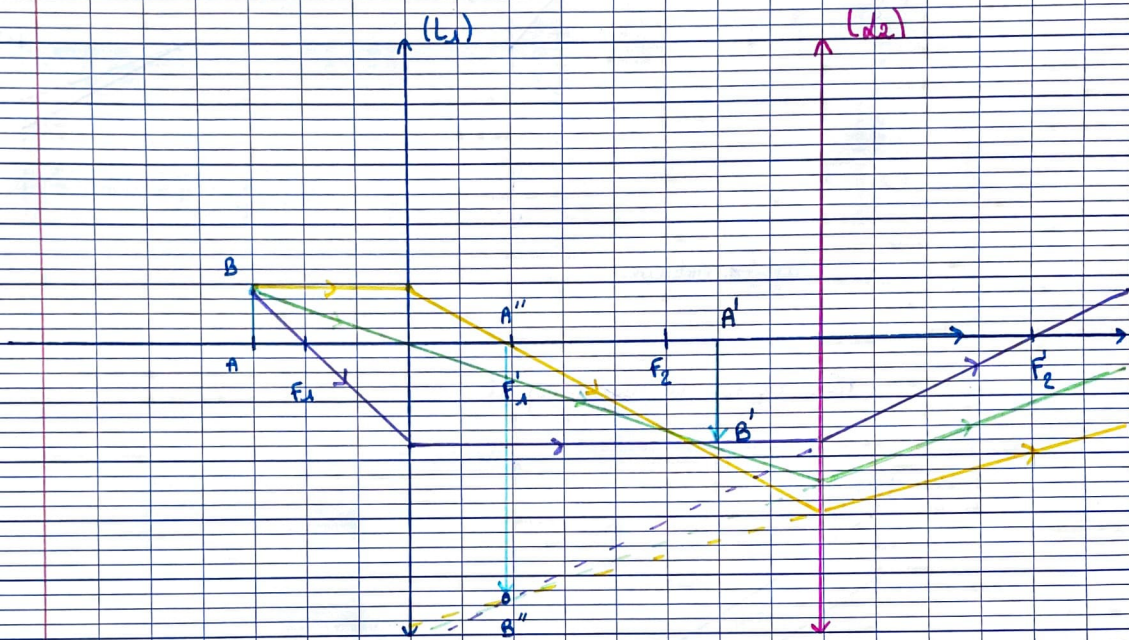


Ch. 8: Quelques instruments d'optique

I - d'œil

cf poly

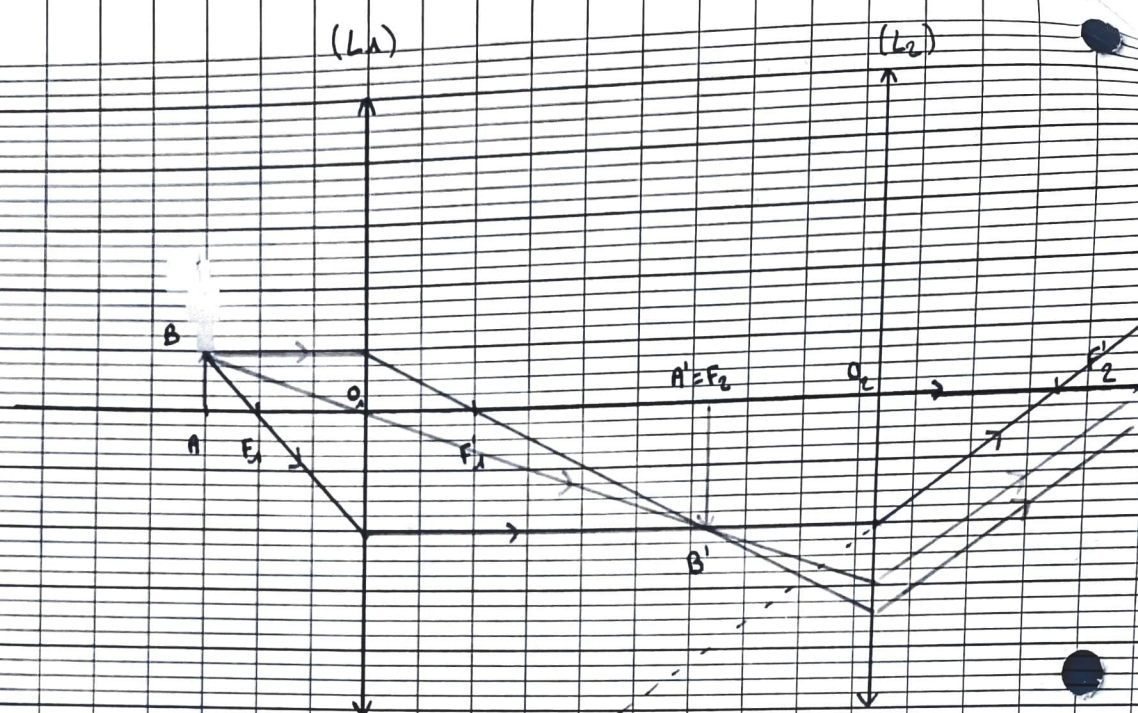
II - de microscope



$AB \rightarrow A'B' \rightarrow A''B''$
 OR IR IV, + grande, renversé.

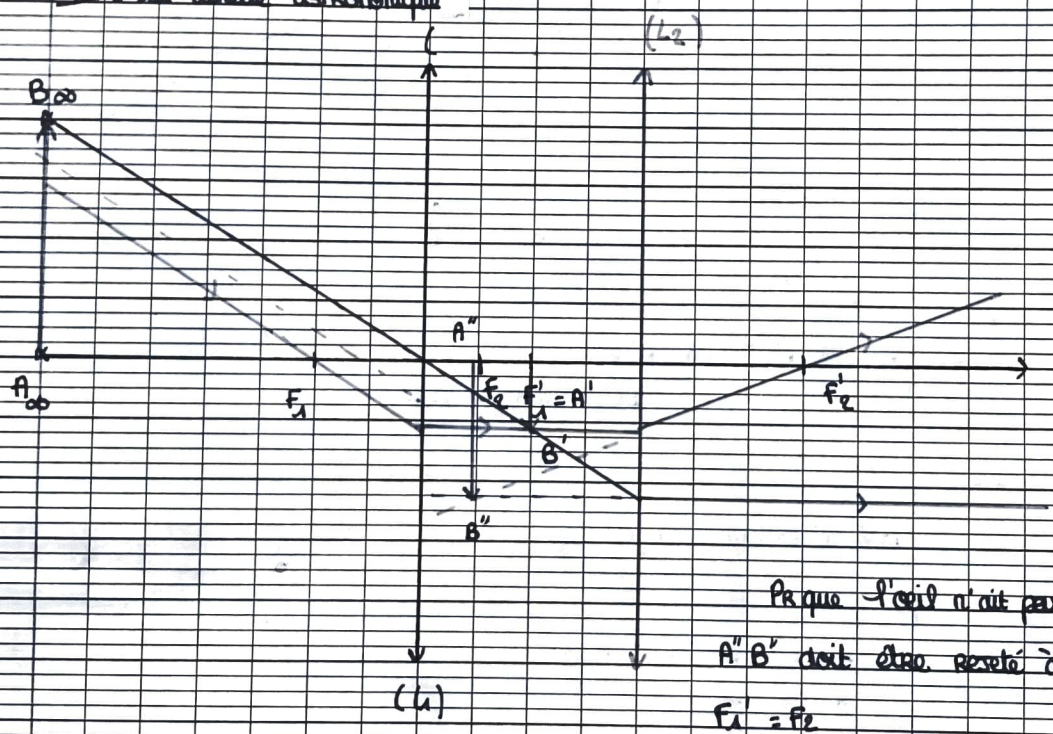
⇒ le microscope n'est pas réglé

$AB \rightarrow A'B' \rightarrow A''B''$
 OR IR OR

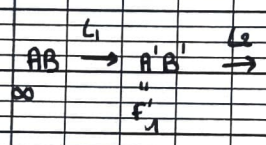


L' image est virtuelle.

III. de lunette astronomique



Parque l'oeil n'ait pas à accommoder
 $A''B''$ doit être situé à ∞ , ie
 $f_1 = f_2$



Optique géométrique

L'œil

L'œil est un système optique extrêmement complexe, constitué de plusieurs milieux transparents. Pour simplifier son étude du point de vue optique, on assimile l'œil à une lentille convergente de distance focale variable, ce qui permet de voir nettement des objets proches ou lointains.

1) L'œil déformé :

On assimile l'œil à un système optique formé des 3 parties suivantes :

- Une lentille convergente, de distance focale variable. Le centre optique de cette lentille sera le centre optique de l'œil. C'est le point que l'on considère lorsqu'on parle de la position de l'œil par rapport à un objet ou par rapport à la rétine.
- Une petite surface sensible entourant la rétine jusqu'à la cornée (partie de la rétine où la sensibilité est importante) : c'est sur cette surface que se forme l'image réelle pour le rôle d'écran. L'image formée est toujours renversée. C'est le cerveau qui rétablit le sens de l'objet examiné.
- Un diaphragme, l'iris (coloré différemment suivant les individus) dont le diamètre se règle automatiquement pour laisser la quantité de lumière nécessaire.

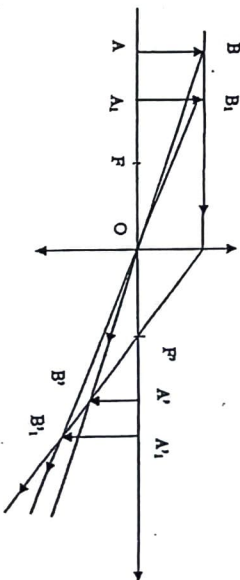
2) L'œil au repos et l'accommodation :

a) Mécanisme d'accommodation d'un œil normal

Pour chaque œil, il existe, sur l'axe optique une zone d'accommodation dans laquelle se trouvent les objets qui peuvent être vus nettement. Le point de cette zone le plus éloigné de l'œil s'appelle le point de vision lointaine. Il est situé à la distance maximale de vision distincte D_v . L'œil détendu, au repos, peut observer ce point et les points voisins sans fatigue, sans accommoder. Le point le plus proche de l'œil, nettement visible par cet œil est le point de vision rapprochée. Il est situé à la distance minimale de vision distincte d_v . Pour le voir distinctement, l'œil doit accommoder au maximum, ce qui, pour une observation prolongée, amène de la fatigue. L'œil normal est défini en faisant une moyenne des observations faites sur des individus ne présentant aucune anomalie de la vision. Pour un œil normal, le point de vision lointaine est à l'infini, le point de vision rapprochée à une distance de l'œil d'environ 12 à 15 cm. Mais lors d'une vision attentive prolongée (lecture, écriture), si on ne veut pas se fatiguer les yeux en accommodant au maximum, il ne faut pas s'approcher de l'objet examiné à moins de 25 cm.

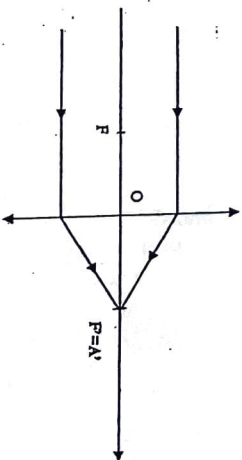
b) Mécanisme de l'accommodation :

Si on considère un objet réel situé avant le foyer objet d'une lentille convergente, cette lentille en donne une image nette sur un écran placé derrière la lentille. Si on approche l'objet de la lentille, la nouvelle image est alors plus éloignée de la lentille. Pour avoir une image nette, il faut éloigner l'écran si l'objet se rapproche.

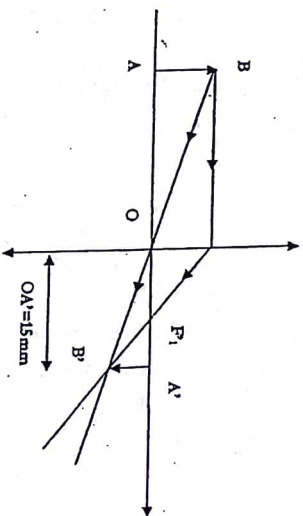


Dans l'œil, la rétine qui sert d'écran ne peut pas se déplacer : la distance du centre optique à la rétine reste invariable. C'est le cristallin qui, par changement de courbure de ses faces, est capable de modifier automatiquement sa distance focale. Ainsi, quelle que soit la distance objet-œil comprise dans la zone d'accommodation, il peut se former une image nette sur la rétine.

Un œil normal au repos est assimilable à une lentille convergente de distance focale 15 mm. L'image d'un point à l'infini se forme dans le plan focal de la lentille. En particulier, l'image A' d'un point A situé à l'infini sur l'axe optique se forme au foyer image F' de la lentille. F' est donc sur la rétine.



Quand l'œil est au repos, la distance focale du cristallin est égale à la distance entre le centre O et la rétine. Supposons maintenant que l'œil normal regarde un objet rapproché AB . L'image $A'B'$ se forme toujours sur la rétine : $OA' = 15\text{mm}$.



La construction géométrique montre que F' doit être en avant de la rétine : F' est plus faible : l'œil accommode en devenant plus convergent.

Application :

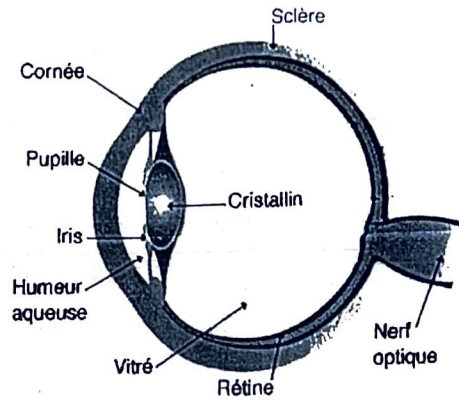
Quelle est la distance focale du cristallin d'un œil de profondeur 15 mm, lorsqu'il voit nettement un objet à 20 cm ?

Après de l'accommodation, la distance focale varie un peu

$$OA' = f' = 15 \text{ mm}$$

$$OA = 20 \text{ cm}$$

Annexe



LIMITE DE RESOLUTION ANGULAIRE :

L'œil ne distingue deux détails de l'objet que si leur image se forme sur deux cellules différentes de la rétine.

Dans de bonnes conditions d'éclairage (ni trop sombre ni trop lumineux), l'œil distingue des détails d'environ 1 minute d'arc soit $3 \cdot 10^{-4}$ rad

Cette valeur constitue la limite de résolution ou pouvoir séparateur de l'œil.

$$1' = \frac{1^\circ}{60} \Rightarrow 1^\circ = 60'$$

App

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = 14 \text{ mm} \quad \begin{cases} \overline{OA'} = 15 \text{ mm} \\ \overline{OA} = -200 \text{ mm} \end{cases}$$

Rq: lorsqu'un œil normal regarde un objet infiniment loin, il ne force pas. On dit qu'il n'accomode pas. On parle d'œil emmétrope.

Pr la myopie, les rayons se coupent avant la rétine

Astigmat: œil avec des défauts géométriques

Optique géométrique

Chap 8

Applications

Principe de quelques instruments d'optique

II) Le microscope

Un objet réel est placé devant une lentille de courte distance focale (de 1 à 40 mm) : **l'objectif** qui donne de l'objet AB une image réelle A'B' agrandie, renversée. Cette image joue le rôle d'objet pour la lentille grossissante qui constitue **l'oculaire** : l'oculaire agit à la façon d'une loupe et donne de A'B' une image virtuelle A''B'' encore agrandie pour l'observateur. Dans l'emploi normal du microscope, la distance F_1F_2 du foyer image de l'objectif au foyer objet de l'oculaire est maintenue constante : on l'appelle intervalle optique $\Delta = F_1F_2$. Sa valeur est en général de 16 cm.

- 1) Faire le schéma optique du microscope.
- 2) Refaire le schéma dans le cas où l'image A''B'' se fait à l'infini.

Mettre au point un microscope, c'est amener l'image virtuelle définitive A''B'' dans les limites de vision distincte de l'observateur, c'est-à-dire entre le punctum remotum et le punctum proximum. L'objectif et l'oculaire sont fixés à chaque extrémité du tube. La mise au point s'effectue en déplaçant tout l'appareil par rapport à l'objet.

l'œil n'a pas à accommoder car l'image se forme à ∞

III) La lunette astronomique

Une lunette comporte deux systèmes optiques dont l'axe commun est l'axe de la lunette : **- l'objectif** est un système convergent assimilable à une lentille mince convergente L_1 . Sa distance focale O_1F_1 est grande (1m pour les lunettes d'amateur, de 10 à 20m pour les lunettes d'observatoire). Son diamètre d'ouverture est aussi très grand (de 1cm à 1m). L'objectif donne un objet éloigné AB (à l'infini), une image réelle A'B' dans son plan focal image. **- l'oculaire** est un système convergent qui joue le même rôle qu'une loupe L_2 . Sa distance focale varie entre environ 4cm et 1cm. Pour agir comme une loupe, L_2 doit être placée de telle sorte que A'B' se trouve entre L_2 et son plan focal objet. L_2 donne de A'B' une image virtuelle A''B'' renversée par rapport à AB.

- 1) Faire le schéma optique de la lunette.

Mettre au point une lunette astronomique, c'est amener l'image virtuelle définitive A''B'' dans les limites de vision distincte de l'observateur. L'objet étant à l'infini, l'image intermédiaire A'B' est fixe. La mise au point s'effectue en déplaçant l'oculaire par rapport à A'B', c'est-à-dire par rapport à l'objectif. Pour éviter la fatigue d'accommodation, on s'arrange pour que l'image définitive A''B'' se forme au punctum remotum, c'est-à-dire à l'infini pour un œil normal. Les foyers F_1 et F_2 coïncident alors.

- 2) Refaire le schéma optique de la lunette qui est alors afocale.

51

IM) Autre exemple de lunette : la lunette terrestre ou lunette de Galilée

Une lunette de Galilée comprend :

- Un objectif, lentille convergente de 4 dioptries $25m$
- Un oculaire, lentille divergente de -20 dioptries $-0,050m$

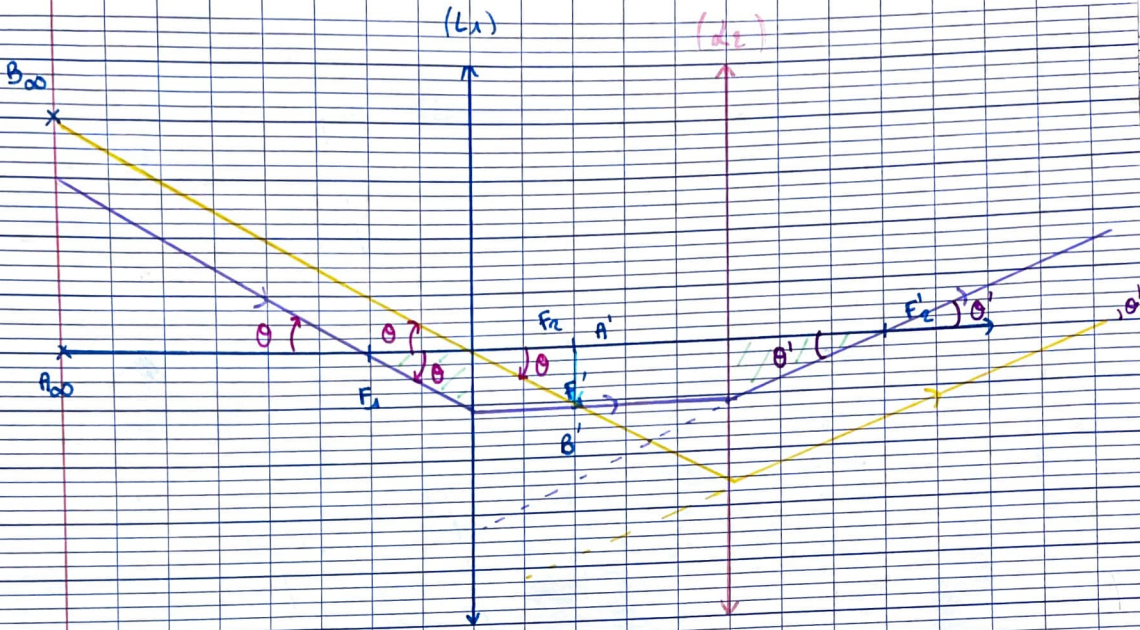
Ces deux lentilles sont placées à 20cm l'une de l'autre, leurs axes optiques coïncident.

- 1) Faire un schéma du dispositif.
- 2) Tracer la marche du faisceau lumineux faisant l'angle θ avec l'axe optique. Le faisceau lumineux émergent fait un angle θ' avec l'axe optique.

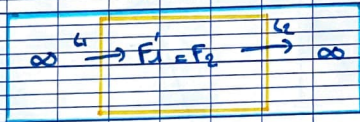
Remarque : θ et θ' sont orientés de l'axe optique vers le rayon.

- 3) Calculer le grossissement $G = \theta' / \theta$ de cette lunette.
- 4) Un observateur à vue normale, observe à 6 km les phares d'une voiture séparés de 1,20 m. Peut-il distinguer les deux phares à l'œil nu ?
Avec la lunette précédente, sous quel angle θ' aperçoit-il les phares ? Peut-il les distinguer ?

Donnée : la distance minimale angulaire entre deux objets que peut séparer un œil est de $3 \cdot 10^{-4}$ rad.



diunettes



ada farjasa obsekt / unngap. st resetas à ∞, fa lunetta est afocata

$$\theta = \tan \theta = \frac{AB_1}{f_1}$$

$$\theta' = \tan \theta' = -\frac{A'B_2}{f_2}$$

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = -\frac{f_1}{f_2} < 0$$

IV. diunetta terrostron

2) Condition de forces: θ et θ' se suivent
 $\approx \sin \theta$ ou $\sin \theta'$

$$\theta \approx \sin \theta = \frac{AB'}{AB} < 0$$

$$\theta' = \sin \theta' = -\frac{AB'}{AB} < 0$$

$$3) G = \frac{\theta'}{\theta} = -\frac{F_1'}{F_1} = +5$$

3)

$$4) \frac{1}{2} \times 2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$< 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

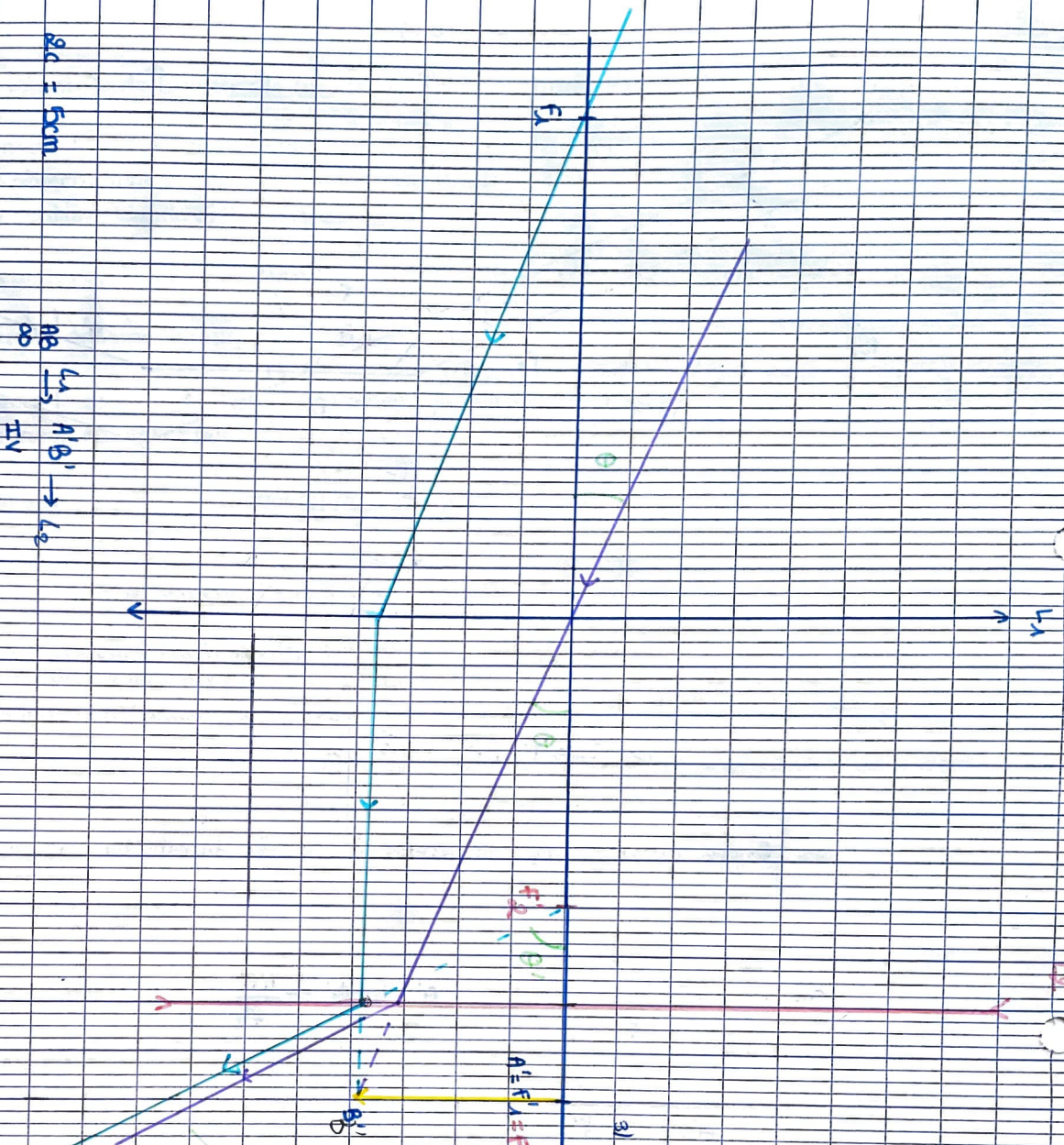
Donc on ne les distingue pas

avec la jumelle $\theta' = \theta'$

$$= 5\theta$$

$$= 10^3 \text{ rad}$$

on voit le trou



$$g_1 = 5 \text{ cm}$$

AB $\xrightarrow{L_1}$ A'B' $\rightarrow L_2$
 III