Partie C

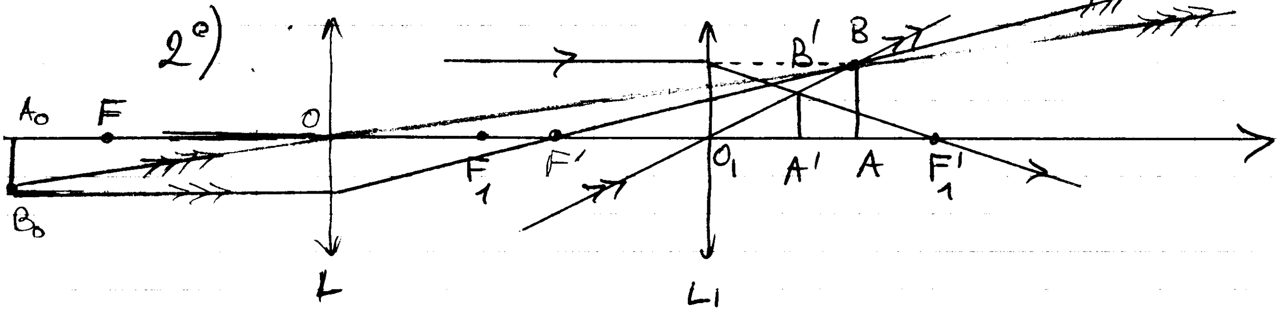
Une 3e formule utile $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}}$ ...

Physique I - 2007 - Partie C : microscope, téléobjectif

I 1°) L'objet AB est situé après L_1

→ $\boxed{\text{objet AB est virtuel}}$: les rayons incidents passent virtuellement par A ou B.

2°)



3°) Les rayons émergents de L_1 passent réellement par l'image A'B'

→ $\boxed{\text{image A'B' est réelle}}$

4°) Moyen physique d'obtention objet virtuel : mettre une 2e lentille L avant L_1 t.q. AB = image réelle de L = objet virtuel de L_1

→ voir schéma au 2°)

5°) $\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1} \rightarrow \frac{1}{\overline{O_1A'}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{1}{6}\ \text{cm}^{-1}$

→ $\boxed{\overline{O_1A'} = 6\ \text{cm}}$

II $AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'B'$

1°) $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$ avec $\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{f'_1 + \overline{O_1A}}{f'_1\overline{O_1A}}$

→ $\boxed{\gamma_1 = \frac{f'_1}{f'_1 + \overline{O_1A}}}$

2°) image A_1B_1 réelle si $\overline{O_1A_1} > 0$ (1)

agrandie si $|\gamma_1| > 1$ (2)

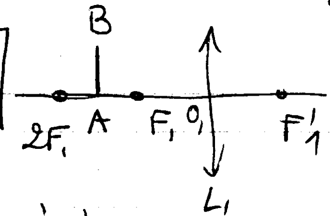
(1) $\overline{O_1A_1} > 0 \Leftrightarrow \frac{f'_1\overline{O_1A}}{f'_1 + \overline{O_1A}} > 0$ or $f'_1\overline{O_1A} < 0$

$\Rightarrow f'_1 + \overline{O_1A} < 0$ soit $\overline{O_1A} < -f'_1$

(2) $|\gamma_1| > 1 \Rightarrow \frac{f'_1}{-f'_1 - \overline{O_1A}} > 1$ car $f'_1 + \overline{O_1A} < 0$ d'après condition (1)

~~soit~~ $\overline{O_1A} > -2f'_1$

$\rightarrow$ il faut placer AB tq. $\boxed{-2f'_1 < \overline{O_1A} < -f'_1}$



3°). Oui, il suffit qu'il soit placé devant lui au minimum à $d_m = 25$ cm (= punctum proximum) pr un oeil normal
↳ distance minimale de vision nette

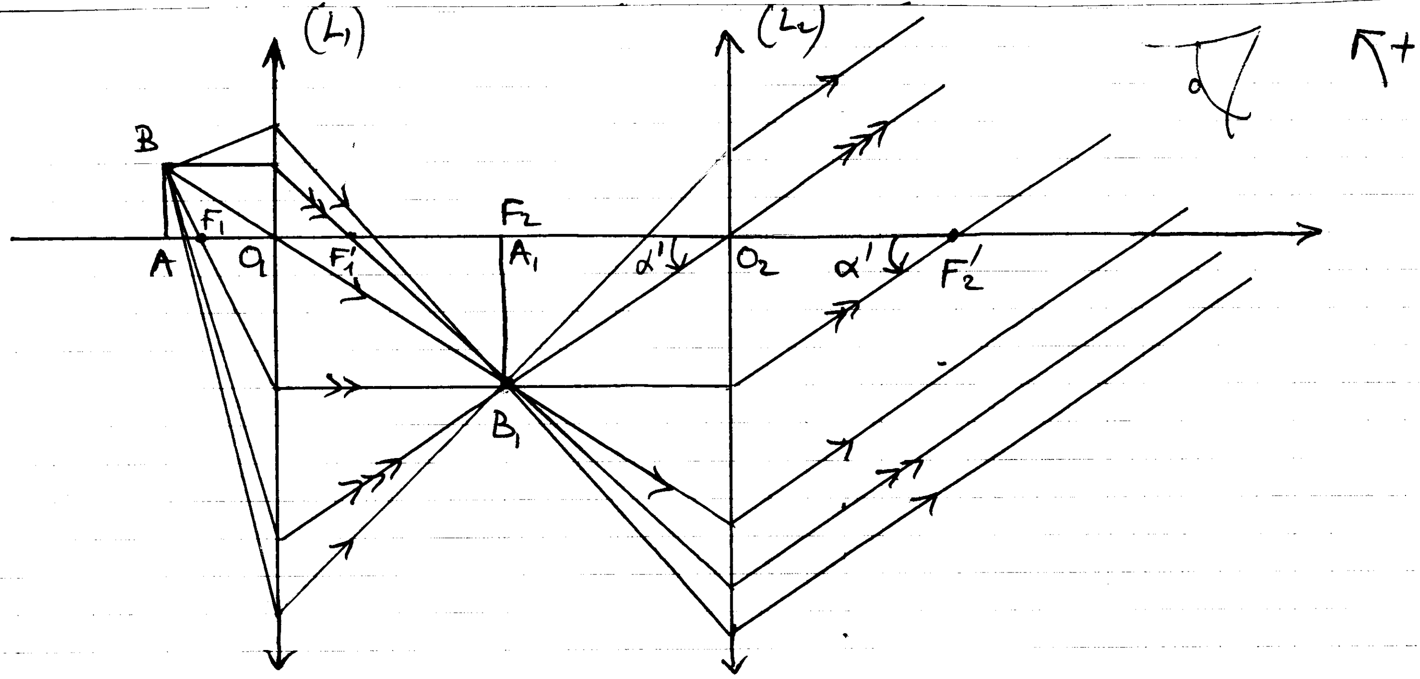
Rq : on peut observer à l'oeil nu un objet ou une image réelle ou virtuelle ! L'oeil voit les rayons issus de ces objets ou images, que ces rayons passent réellement ou non par ces objets ou images.

4°). Pour qu'un oeil normal n'ait pas à accomoder, l'image finale A'B' doit être à l'infini $\rightarrow$ l'image intermédiaire A_1B_1 doit être ds le plan focal objet de L_2

$\rightarrow \boxed{A_1 \equiv F_2}$

Rq : un oeil normal observe correctement sans se fatiguer un objet à l'infini or l'objet pour l'oeil = image finale de l'instrument.

5°)



$-2f'_1 < \overline{O_1A} < -f'_1 \rightarrow A_1B_1$ bien réelle et agrandie
A_1B_1 bien inversée aussi ($\gamma_1 < 0$)

6°) 6.1 $\boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{F_2O_2} = \overline{O_1A_1} + f_2'}$

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{11} = \frac{1}{110}\ \text{cm}^{-1} \rightarrow \overline{O_1A_1} = 110\ \text{cm}$$

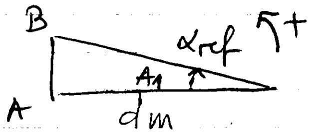
$$\rightarrow \boxed{\overline{O_1O_2} = 110 + 4 = \boxed{114\ \text{cm}}}$$

6.2 $\boxed{\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}} = \frac{110}{-11} = \boxed{-10}$ (bien <0 et $|\gamma_1|>1$ car $-2f_1' < \overline{O_1A} < -f_1'$)

6.3 $\tan\alpha' = -\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{F_2O_2}}$ car $\alpha' > 0$

$$\rightarrow \boxed{\tan\alpha' = -\frac{\gamma_1\,\overline{AB}}{f_2'}} = \frac{10\times 0{,}1}{4} = 0{,}25$$

$\tan\alpha' \simeq \alpha' \rightarrow \boxed{\alpha' \simeq 0{,}25\ \text{rad}}$

6.4 

$\boxed{\tan\alpha_{ref} = -\frac{\overline{AB}}{d_m}} = -\frac{0{,}1}{25} = -0{,}004 \ll 1$

$\rightarrow \tan\alpha_{ref} \simeq \alpha_{ref}$

$\rightarrow \boxed{\alpha_{ref} \simeq -4\ 10^{-3}\ \text{rad}}$ ($\alpha_{ref} < 0$).

$$\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha_{ref}}} \simeq -0{,}25\times 250 \simeq \boxed{-62{,}5}$$

Rq : $G<0$ car l'image vue renversée par rapport à l'objet.

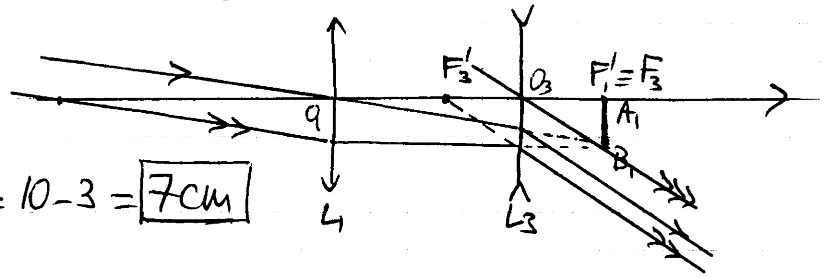
Rq : pour l'oeil, la "taille" d'un objet correspond à son diamètre angulaire

III $AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_3} A'B'$ sur (P) $\rightarrow \boxed{A' \equiv P}$

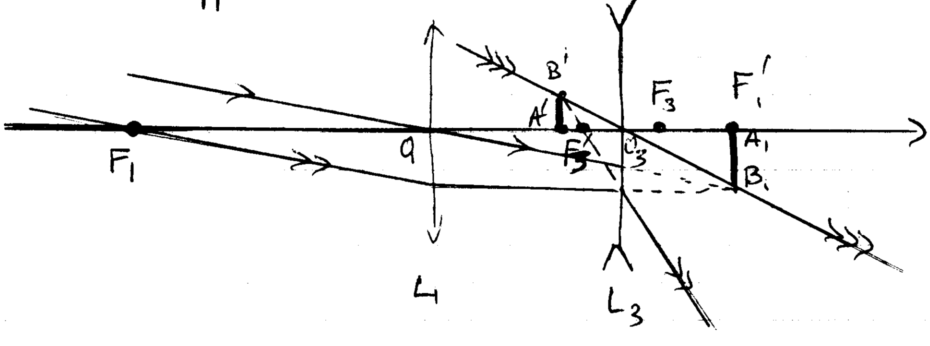
1°) Appareil afocal : $A_\infty \xrightarrow{L_1} A_1 \equiv F_1' \equiv F_3 \xrightarrow{L_3} A'_\infty$

$\rightarrow \boxed{F_3 \equiv F_1'}$

et $\boxed{\overline{O_1O_3}} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'O_3}$
$= \overline{O_1F_1'} + \overline{F_3O_3} = \boxed{f_1' + f_3'} = 10 - 3 = \boxed{7\ \text{cm}}$



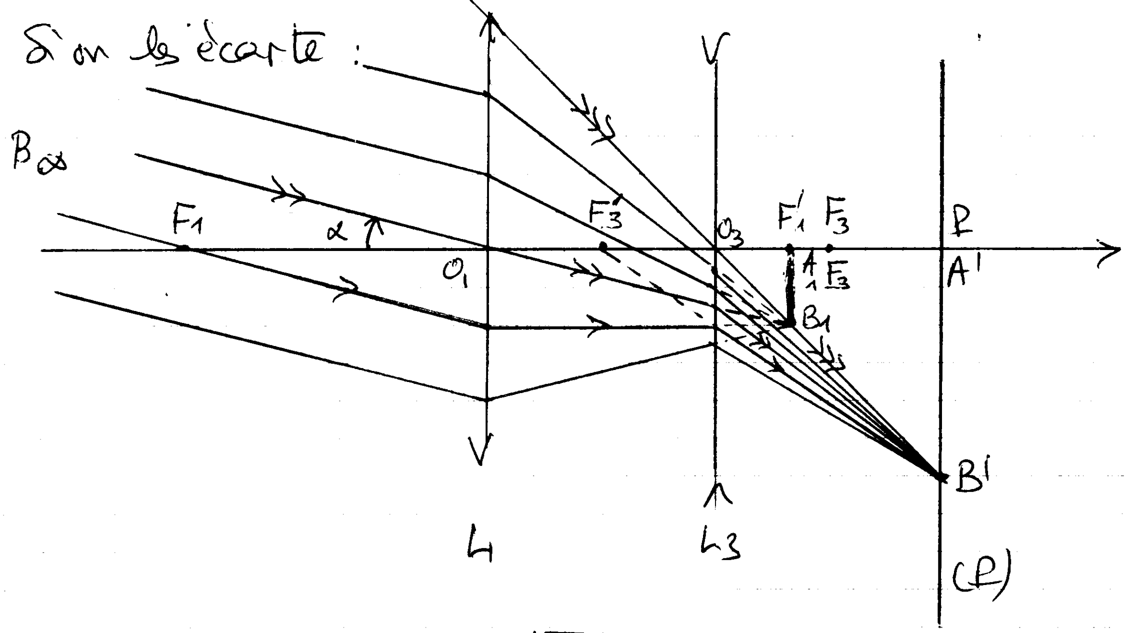
2°) Si on les rapproche :



l'image $A'B'$ est virtuelle
→ ne peut se former sur un écran

(elle est à l'arrière de L_3 ...

Si on les écarte :



l'image A'B' est bien réelle → se formera bien sur un écran.

→ Il faut les écarter : $\boxed{\overline{O_1O_3} > 7\ cm}$

3°) cf 2°)

4°) AN

4.1) $\overline{F_3A_1}\ \overline{F'_3A'} = -f'^2_3$

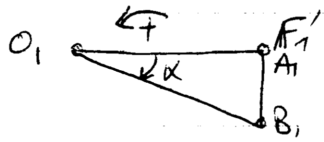
avec $\overline{F'_3A'} = \overline{F'_3O_3} + \overline{O_3A'} = -f'_3 + \overline{O_3P}$

et $\overline{F_3A_1} = \overline{F_3F'_1}$

$$\rightarrow \boxed{\overline{F'_1F_3} = \frac{f'^2_3}{\overline{O_3P} - f'_3}} = \frac{9}{10+3} = \frac{9}{13} \simeq \boxed{0,7\ cm}$$ (>0 → bien écartés au 2°)

4.2) $$\gamma_3 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{O_3A'}}{\overline{O_3A_1}} = \frac{\overline{O_3P}}{\overline{O_3F'_1}} \rightarrow \overline{A'B'} = \overline{A_1B_1}\ \frac{\overline{O_3P}}{\overline{O_3F'_1}}$$

$\overline{O_3F'_1} = \overline{O_3F_3} + \overline{F_3F'_1} = -f'_3 - \overline{F'_1F_3}$



$\tan\alpha = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_1F'_1}}$ (bien <0 !)

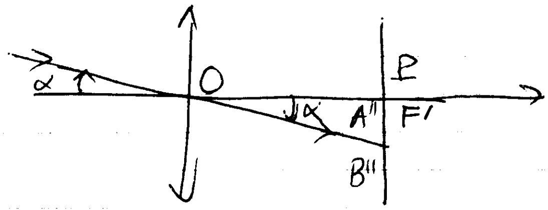
or $\tan\alpha \simeq \alpha$ ($\alpha = -0,1\ rad \ll 1$)

$\rightarrow \overline{A_1B_1} \simeq \alpha\ \overline{O_1F'_1} \simeq \alpha f'_1$

$$\rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = -\alpha f'_1\ \frac{\overline{O_3P}}{f'_3 + \overline{F'_1F_3}}} = 0,1\times 10\ \frac{10}{-3+\frac{9}{13}} = -\frac{10\times 13}{30} \simeq \boxed{-4,3\ cm}$$

Rq : intérêt des téléobjectifs :

si on utilise une lentille seule :



→ image se forme ds plan focal image : $\overline{OP} = f'$

$$\tan\alpha \simeq \alpha \simeq \frac{\overline{A''B''}}{f'}$$

• si on veut le m̂ encombrement qu'avec le téléobjectif :

c.à.d si on veut $f' = d = \overline{O_1P} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1F_3} + \overline{F_3O_3} + \overline{O_3P}$

$$= f'_1 + \overline{F'_1F_3} + f'_3 + \overline{O_3P}$$

$$= \frac{230}{13} \simeq 17,7 \text{ cm.}$$

→ $\overline{A''B''} \simeq \alpha f' \simeq \alpha d = -1,8$ cm

→ $\frac{A''B''}{A'B'} \simeq \frac{1,8}{4,3} \simeq 0,4$: l'image A''B'' est 60% fois + petite que l'image A'B' obtenue avec le téléobjectif !

• si on veut m̂ taille image :

→ $f' \simeq \frac{\overline{A'B'}}{\alpha} \simeq \frac{-4,3}{-0,1} \simeq 43,3$ cm

→ $\frac{f'}{d} \simeq \frac{43,3}{17,7} \simeq 2,45$

→ l'encombrement est + de 2 fois + gd avec une lentille seule qu'avec un téléobjectif !