P6 / Correction TD Systèmes optiques

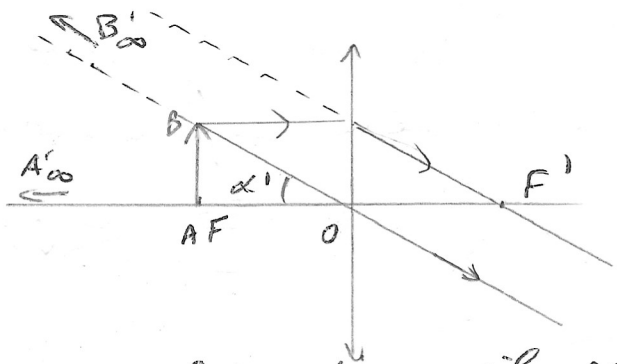
Exercice 1

1-a- D'après le cours, l'image est virtuelle

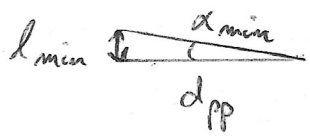
b- L'objet AB se situe entre la lentille et F.

c- L'objet doit se situer sur le foyer objet.

d-



2-a- La résolution angulaire d'un oeil sain est $\alpha_{min} = 3.10^{-4}$ rad et la distance du punctum proximum est $d_{pp} = 25$ cm.



$$\tan\alpha_{min} = \frac{l_{min}}{d_{pp}} \simeq \alpha_{min} \text{ (angle petit)}$$

d'où $$\boxed{l_{min} = \alpha_{min} d_{pp}}$$

A.N. $l_{min} = 75.10^{-4}$ cm $= \boxed{75\ \mu m}$

b- $\tan\alpha' = \frac{AB}{OF} \simeq \alpha'$ et $\tan\alpha = \frac{AB}{d_{pp}} \simeq \alpha$

d'où $$G = \frac{AB/p'}{AB/d_{pp}} \Rightarrow \boxed{G = \frac{d_{pp}}{p'}}$$

c- $G = \frac{d_{pp}}{p'} = d_{pp} \times C$ A.N. $G = 0{,}25 \times 20 = 5{,}0$.

d- $l'_{min} = \alpha'_{min} d_{pp} = \frac{\alpha'_{min}}{G} d_{pp}$ avec $\alpha'_{min} = 3.10^{-4}$ rad.

d'où $$\boxed{l'_{min} = \frac{l_{min}}{5} = 15\ \mu m}$$

Exercice 2

1- Lorsque l'oeil est au punctum remotum (à l'infini), l'oeil

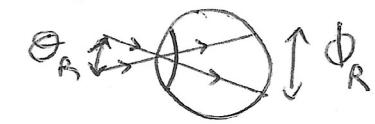
n'accomode pas et distance cristallin - rétine vaut la focale, soit $f'_{inf} = D = 11{,}0$ mm

Lorsque l'oeil est au punctum proximum, l'oeil accomode pour voir correctement et l'image se forme toujours sur la rétine

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_{rr}} \Rightarrow f'_{rr} = \frac{\overline{OA}\cdot\overline{OA'}}{\overline{OA}-\overline{OA'}} = \frac{-d_{pp}\,D}{-d_{pp}-D} = 10{,}5 \text{ mm}$$

2 - Soit $\theta_R = 100°$ le diamètre angulaire du champ de vision.

On a $\tan\frac{\theta_R}{2} = \frac{\phi_R}{2D} \Rightarrow \phi_R = 2D\tan\frac{\theta_R}{2}$



A.N. $\phi_R = 26{,}2$ mm

De même, on a $\phi_p = 2D\tan\frac{\theta_p}{2} \Rightarrow \phi_p = 0{,}4$ mm

3- Encore une fois, le même raisonnement donne :

$\phi_c = 2D\tan\frac{\varphi_a}{2}$ où φ_a est la résolution angulaire.

A.N : $\phi_c^{précis} = 3{,}3\ \mu m$ et $\phi_c^{peigne} = 55\ \mu m$

4- La surface de la zone précise est : $S_p = \pi\left(\frac{\phi_p}{2}\right)^2$

La surface d'un cône est : $S_c = \pi\left(\frac{\phi_c^{précis}}{2}\right)^2$

D'où un nombre de cônes : $N = \frac{S_p}{S_c} = \left(\frac{\phi_p}{\phi_c^{précis}}\right)^2$

A.N $N = 1{,}4.10^4$

5- a Sans accomoder, on a $\overline{OA} = -750$ mm tandis que la distance cristallin - rétine est $\overline{OA} = D'$.

$$\frac{1}{f'_{inf}} = \frac{1}{D'} - \frac{1}{\overline{OA}} \Rightarrow D' = \frac{f'_{inf}\,\overline{OA}}{f'_{inf}+OA}$$

A.N : $D' = 11{,}2$ mm

b- En accomodant au maximum, on atteint une focale $f'_{rr} = 10{,}5$ mm

$$\frac{1}{f'_m} = \frac{1}{D'} - \frac{1}{-d_{pp}} \Rightarrow \boxed{d_{pp} = \frac{f'_m D'}{D' - f'_m}} \quad \text{A.N : } \boxed{d_{pp} = 18\ cm}$$ (3)

c- On cherche à avoir une focale totale (oeil + lentille) qui corresponde à la taille du globe oculaire, soit $f'_{tot} = D' = 11{,}2\ mm$. Avec la formule de vergences, on a

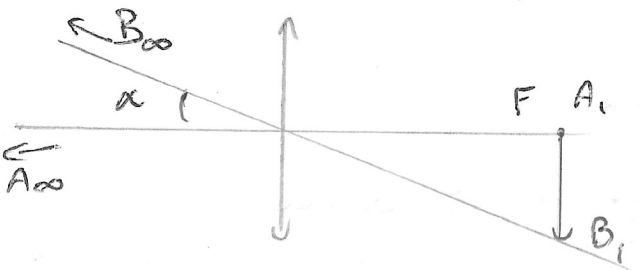
$$\frac{1}{f'_{inf}} + \frac{1}{f'_L} = \frac{1}{f'_{tot}} = \frac{1}{D'} \Rightarrow \boxed{f'_L = \frac{f'_{inf} D'}{f'_{inf} - D'}}$$

A.N : $\boxed{f'_L = -0{,}75\ m}$: la lentille est divergente.

Exercice 3

1- L'image du monument se trouve dans le plan focal image de la lentille L_1

$$A_\infty \xrightarrow{L_1} A_1 = F_1$$

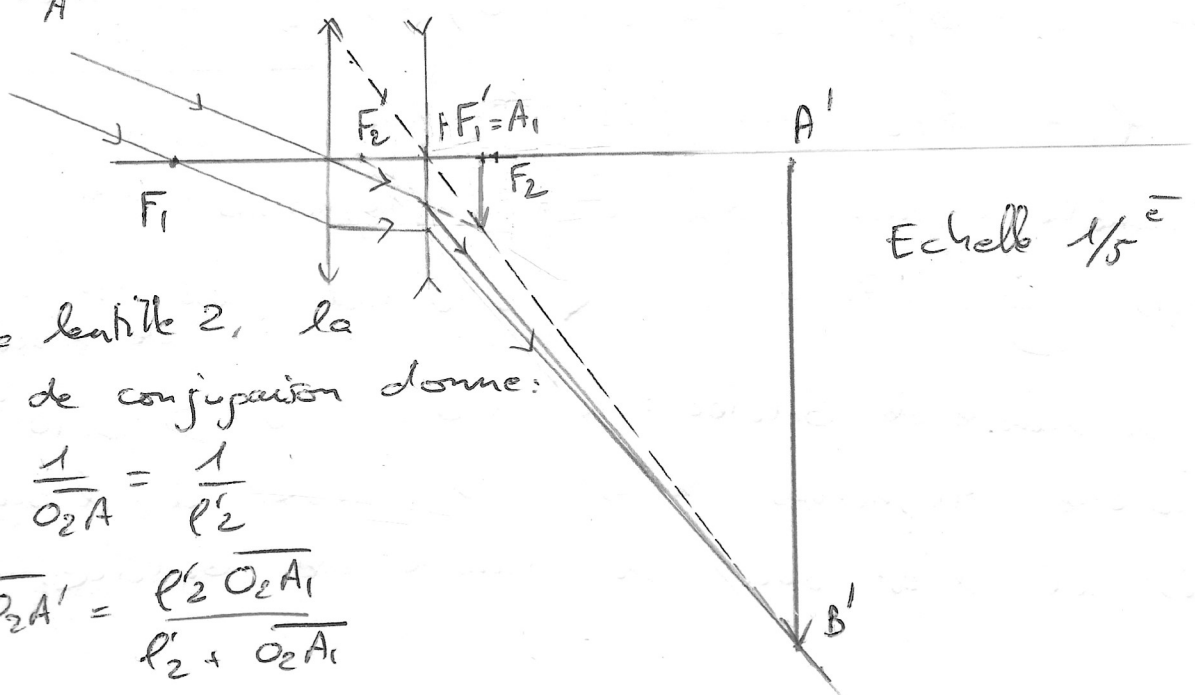


$$\alpha = \frac{24\ m}{1200\ m} = 0{,}02\ rad$$

donc la taille de l'image intermédiaire est :

$$\overline{A_1 B_1} = -\alpha f'_1 = \boxed{-2\ mm}$$ (on peut aussi utiliser $\frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}$)

2- $A_1 \xrightarrow{L_2} A'$



Echelle 1/5

Pour la lentille 2, la relation de conjugaison donne :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\Rightarrow \overline{O_2A'} = \frac{f'_2\, \overline{O_2A_1}}{f'_2 + \overline{O_2A_1}}$$

avec $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} = -d + f_1' = 3{,}5$ cm

donc $\overline{O_2A'} = 28$ cm

Formule du grandissement pour L_2 :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A}} = 8 \quad \text{donc} \quad \overline{A'B'} = 8\overline{A_1B_1} = -16\text{ cm}$$

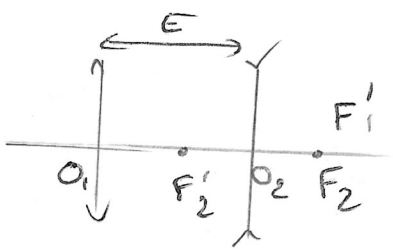
L'encombrement du système optique est donc :

$$E = O_1O_2 + O_2A' = 34{,}5\text{ cm}$$

3- Pour obtenir le même grandissement avec une unique lentille convergente, on doit avoir $\overline{A_1B_1} = -\alpha f'$ avec $\overline{A_1B_1} = -16$ mm. On en déduit $f' = 8f_1' = 80$ cm

Exercice 4

1- Lunette de Galilée :



Grossissement : $G = -\dfrac{f_1'}{f_2'}$

Encombrement : $E = O_1O_2 = O_1F_1' - O_2F_1' = O_1F_1' - O_2F_2$

$= f_1' + f_2'$

d'où $E = -Gf_2' + f_2' = f_2'(1-G) \Rightarrow f_2' = \dfrac{E}{1-G} = -1{,}4$ cm

$f_1' = -Gf_2' \Rightarrow f_1' = 41{,}4$ cm

2- Diamètre apparent du cratère Alphonsus

* à l'œil nu : $\alpha = \dfrac{d}{D} = 2{,}7 \cdot 10^{-4}$ rad $< 3 \cdot 10^{-4}$ rad = résolution angulaire de l'œil

* avec la lunette de Galilée : $\alpha' = \alpha G = 8 \cdot 10^{-3} > 3 \cdot 10^{-4}$

Le cratère Alphonsus n'est pas visible à l'œil nu mais il l'est avec la lunette de Galilée.

Exercice 5

1. Placer l'image définitive $A'B'$ à l'infini évite l'accomodation, donc la fatigue oculaire.

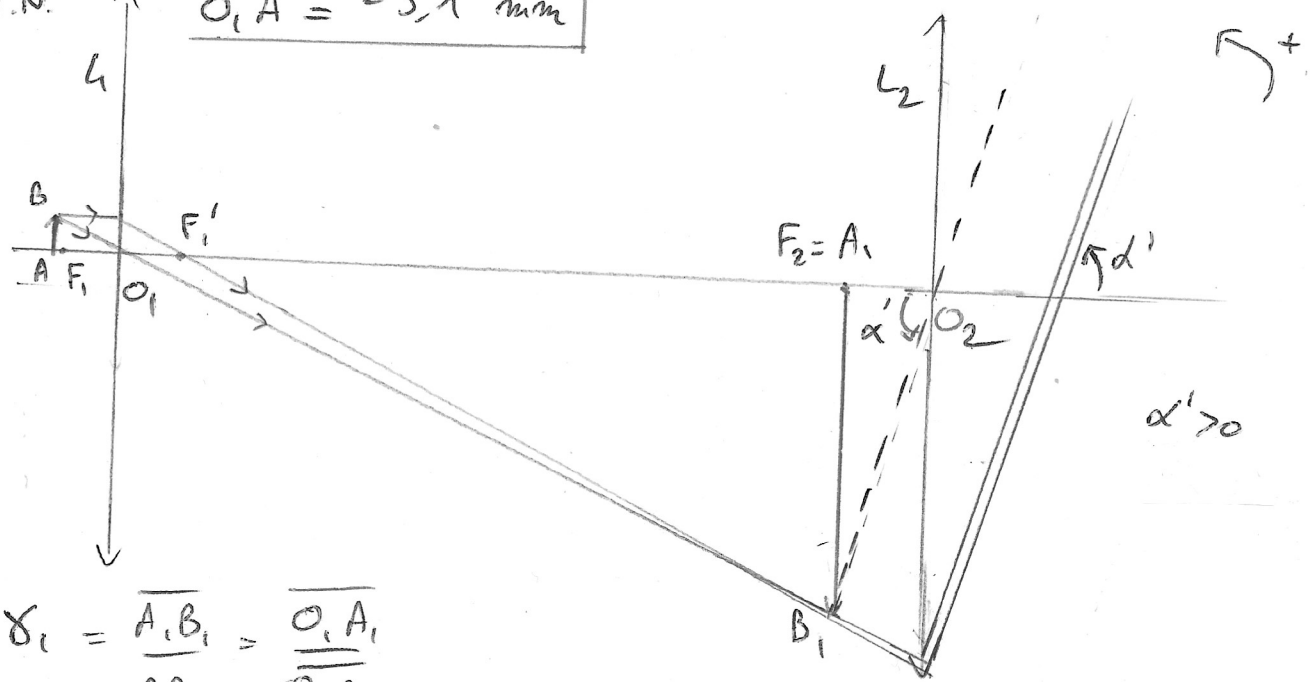
2. L'image intermédiaire A_1B_1 est placée sur le foyer objet de L_2 : $A \xrightarrow{L_1} A_1$. Par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \overline{O_1A} = \frac{\overline{O_1A_1} \times f'_1}{f'_1 - \overline{O_1A_1}} = -\frac{(f'_1+\Delta)f'_1}{\Delta}$$

car $\overline{O_1A_1} = \overline{O_1F_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1F_2} = f'_1 + \Delta$

A.N. $\overline{O_1A} = -5{,}1$ mm

3.

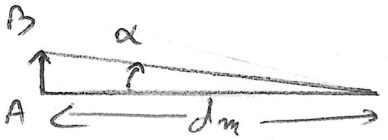


4. $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{AB} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$

d'où A.N. : $\gamma_1 = \frac{175}{-5{,}1} = -34$

5. $\tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{A_1O_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2} = \frac{|\gamma_1|AB}{f'_2}$ (α' est petit d'où $\tan\alpha' \simeq \alpha'$ soit $\alpha' = \frac{|\gamma_1|AB}{f'_2}$

6. $\tan\alpha = -\frac{AB}{f'_2} \underset{\alpha \text{ petit}}{\Rightarrow} \alpha = -\frac{AB}{dm}$



$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{|\gamma_1|AB/f'_2}{AB/dm} = -\frac{|\gamma_1|dm}{f'_2} = \frac{\gamma_1 dm}{f'_2}$$

A.N $G = -425$

La puissance intrinsèque du microscope est :

$$P_i = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{|\gamma_1|}{f'_2} \qquad P_i = 1700$$