Chapitre 5 : Les instruments optique.

1) Definition.

Il existe deux types d'instruments optique :

- les instruments objectifs ou de projection.
- les instruments subjectifs.

•) Les instruments objectifs sont des systemes optiques qui fournissent une image réelle vue sur un écran.

•) Les instruments subjectifs sont des systèmes optique qui fournissent une image virtuelle que l'oeil voit directement.

parmi ces instruments il y a ceux qui sont utiliser pour la vision de loin et d'autre pour la vision de prés.

I – Les instruments utilisés pour la vision de prés.

a) Loupe et oculaire positif.

Ce sont des systèmes qui fournissent une image vue sous un angle plus grand à l'oeil nu. En général de 2 à 25 fois. on dit que ces systemes grossit l'objet de 2 à 25 fois.

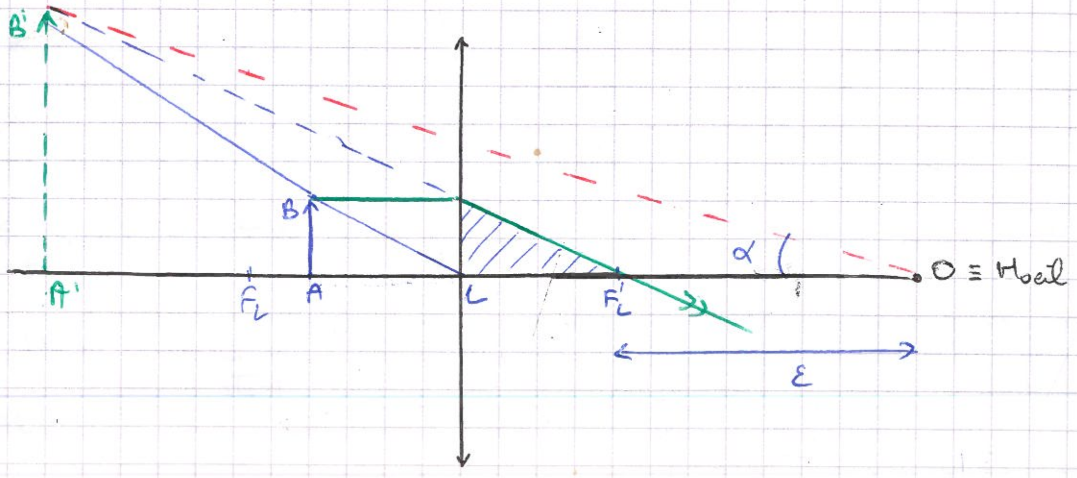
① angle de vision d'un objet à travers une loupe en fonction de $(D, f_L', AB, \varepsilon)$

AB = taille de l'objet.

D = distance entre l'image de l'objet et l'observateur.

ε = la distance entre F_L' et l'oeil de l'observateur.

f_L' = distance focale image de la loupe



$$\tan \alpha' = \frac{A'B'}{A'O} = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{AB}{A'O} = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{AB}{D}.$$

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB}.$$

Dans les triangles homothétiques (LKF'_L) et $(A'B'F'_L)$ on peut écrire.

$$\frac{A'B'}{KL} = \frac{A'F'_L}{LF'_L} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{D-\varepsilon}{f'_L}.$$

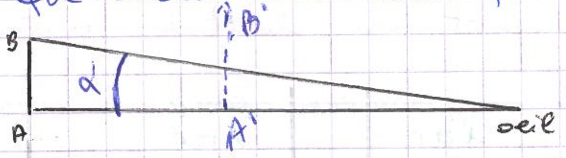
$A'F'_L = D - \varepsilon$ $\qquad$ $\overline{LF'_L} = f'_L$

$$\tan \alpha' = \left(\frac{D-\varepsilon}{f'_L}\right) \cdot \frac{AB}{D}.$$

$$\boxed{\tan \alpha' = \frac{1}{f'_L}\left(1 - \frac{\varepsilon}{D}\right) \cdot AB.}$$

Rappel : l'acuité visuelle

c'est la capacité que l'oeil doit avoir pour discerner un détail



L'acuité visuelle angulaire pour la vision de loin (5 mètres).

$A.V = \frac{10}{10}$ si $\qquad \alpha = 1'$ (mesure d'angle). $= 3.10^{-4}$ rad.

$$\tan \alpha = \alpha = \frac{AB}{D} \longrightarrow AB = D.\alpha = 1,5\,mm.$$

AB est petit $\longrightarrow$ α' petit $\longrightarrow$ $\tan \alpha' = \alpha' = \frac{1}{f'_L}\left(1 - \frac{\varepsilon}{D}\right). AB.$

② La puissance de l'instrument optique.

$$P = \frac{\alpha'}{AB}.$$ avec α' = l'angle de vision de ~~vision~~ l'image à travers l'instrument.

pour la loupe.

$$\boxed{P = \frac{1}{f'_L}\left(1 - \frac{\varepsilon}{D}\right)}$$ = unité δ ou m^{-1}.

cette puissance est dite intrinsèque ssi : $P = \frac{1}{f'_L} = D_L$ = vergence de la loupe

c.à.d $-\frac{\varepsilon}{D} \longrightarrow 0.$ $\qquad D \longrightarrow \infty \longrightarrow$ oeil emmétrope non accomodé ($A' \equiv R$ à l'∞)

ou

$- \varepsilon = 0 = \overline{F'_L O} \longrightarrow F'_L = 0$ l'oeil placé en F'_L.

c) Le grossissement de l'instrument optique :

par def $G = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha}$.

pour la loupe $\tan \alpha' = \frac{1}{f'_L}\left(1 - \frac{\varepsilon}{D}\right) AB$.

$\tan \alpha = \frac{AB}{d}$.

alors $\boxed{G = \frac{1}{f'_L} \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon}{D}\right) \cdot d}$

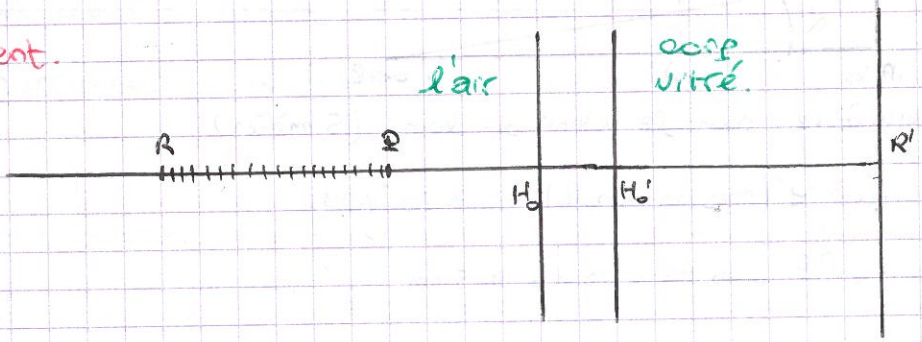
Le grossissement est dit commercial ssi $d = d_{min}$ = distance minimale de vision distinct de l'oeil nu. $1/4$ m.

et $P = P_{intrincèque}$

$G_{commercial} = \frac{1}{f'_L} \cdot d_{min}$.

alors $\boxed{G_{comm} = \frac{D_L}{4} = \frac{P_{int}}{4}}$.

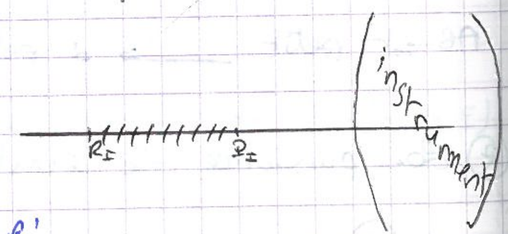
d) La latitude de mise au point ou latitude d'accomodation de l'instrument.



$R_I \xrightarrow{\text{instrument}} R \xrightarrow[A=0]{\text{oeil}} R'$.

$P_I \xrightarrow{\text{instrument}} P \xrightarrow[A = A_{max}]{\text{oeil}} R'$.

$M_I \in [R_I, P_I] \longrightarrow M \in [R, P] \xrightarrow[A = A_{nec}]{\text{oeil}} R'$.



la latitude de mise au point est $R_I P_I = ?$

$A \xrightarrow{\text{loupe } (F_L, F'_L)} A'$

$\overline{F'_L A'} \cdot \overline{F_L A} = -f_L'^2$.

$\overline{F_L A} = \frac{-f_L'^2}{\overline{F'_L A'}} = \frac{-f_L'^2}{\overline{OA'} - \overline{OF'_L}}$

on suppose $F'_L \equiv O$.

$\overline{F_L A} = \frac{-f_L'^2}{\overline{OA'}}$

$$A \equiv P_I \xrightarrow{\text{instrument}} A' \equiv P$$

$$\overline{F_L P_I} = \frac{-f_L'^2}{\overline{OP}}$$

$$A \equiv R_I \xrightarrow{\text{instrument}} A' \equiv R.$$

$$\overline{F_L R_I} = -\frac{f_L'^2}{\overline{OR}}.$$

or $O \equiv H_{oeil} \equiv H_o$

$$\lambda = \overline{R_I P_I} = \overline{F_L P_I} - \overline{F_L R_I}$$

$$\lambda = +f_L'^2 \left[\frac{1}{\overline{H_oR}} - \frac{1}{\overline{H_oP}} \right].$$

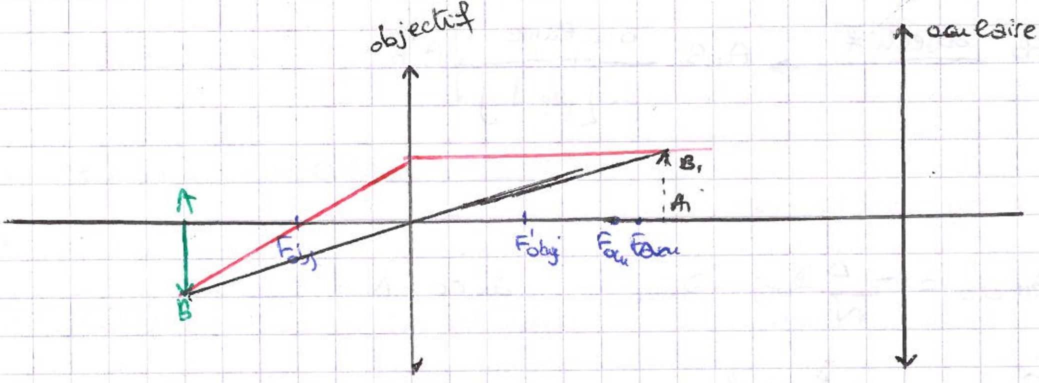
$$\lambda = +f_1'^2 A_{max} = +\frac{A_{max}}{P^2_{intrin}}$$

$$\boxed{\lambda = R_I P_I = \frac{A_{max}}{P_{int}^2}} = 1\,cm.$$

B) Microscope.

C'est un instrument qui nous permet de voir un objet sous un angle très grand de puissance à peu près 12000 δ.

Il est constitué d'un objectif de très faible distance focale qq millimètres et un oculaire de qq centimètre ~ 40 cm.



Le microscope est un système optique formé par l'association de deux systèmes optiques.

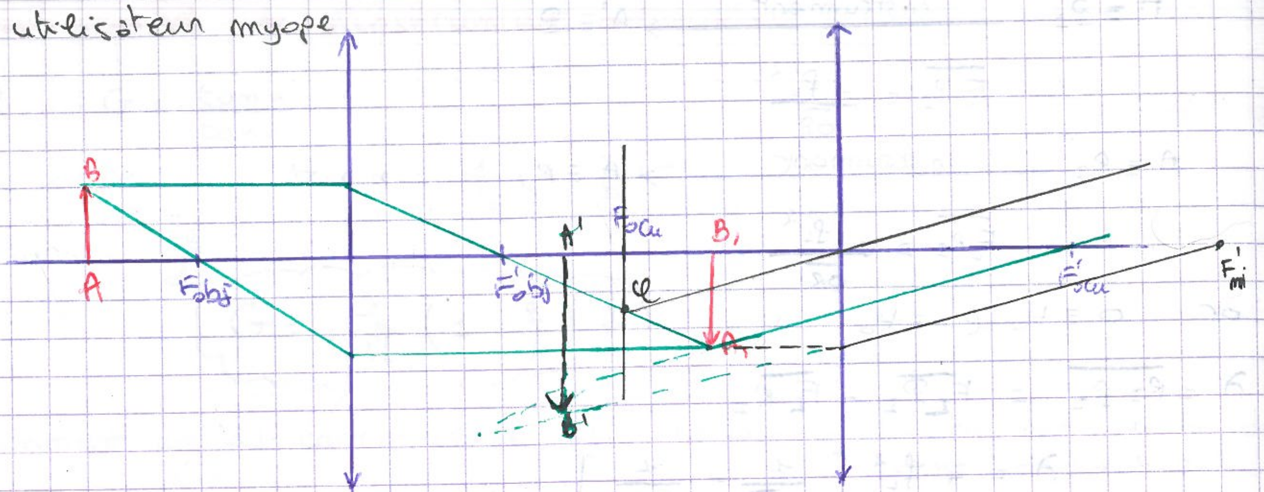
- objectif un système optique convergent de courte distance focale de qq mm.
- oculaire " " " de distance focale de qq centimètres.

la distance entre les deux varie entre 16 cm et 28 cm.

Le microscope est un système divergent de grande distance focale

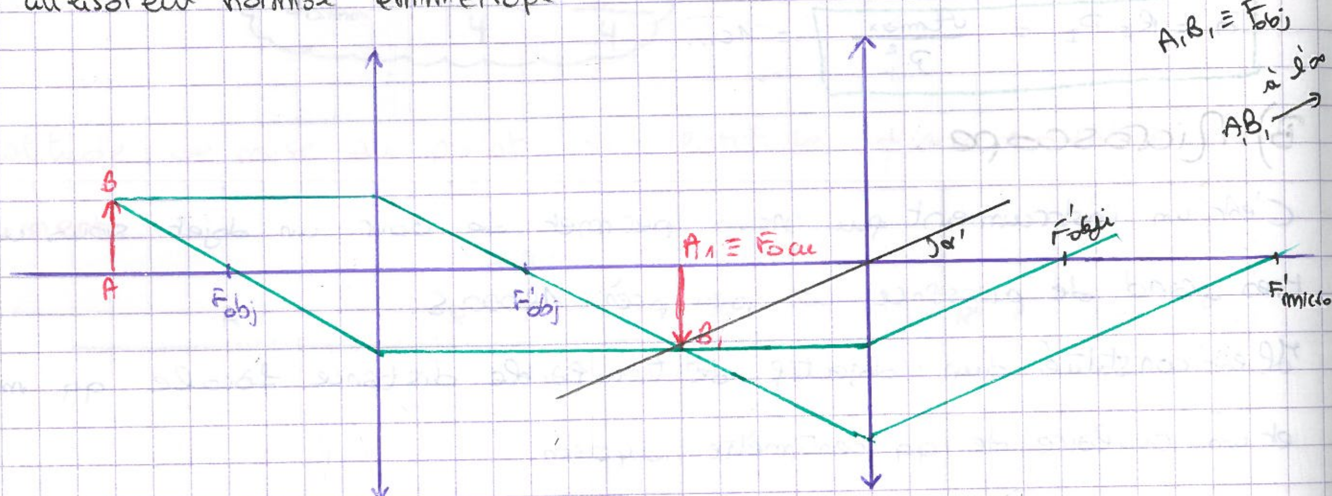
il grossit les objets de 20 à 3000 fois. $80\delta < P_M < 12000\delta$

pour un utilisateur myope



$A'B'$ à $[P_r, P_p]$ de l'oeil de l'utilisateur.

pour un utilisateur normal émmetrope.



$AB \xrightarrow{\text{objectif}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{oculaire}} A'B'$

- vergence du microscope:

$$D_{micro} = -\frac{\Delta}{N} D_{obj} \cdot D_{ocu} \qquad \text{avec } N = 1$$

$$f'_{micro} = \frac{-f'_{obj} f'_{ocu}}{\Delta} \qquad \text{avec } \Delta = F'_{obj} F_{ocu}$$

- la puissance du microscope:

$$P_{micro} = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{\alpha'}{A_1B_1} \times \frac{A_1B_1}{AB} = P_{ocu} \times \gamma_{obj}$$

La puissance est dite intrinsèque si

$$P_{micro\ intrinsèque} = D_{microscope}.$$

$$P_{\substack{micro\\intri}} = \gamma_{obj} \cdot P_{\substack{int\\ocu}}$$

c) Grossissement du microscope

$$G_{microscope} = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

$$= \frac{\alpha'}{\overline{A_1B_1}} \times \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \times \frac{\overline{AB}}{\alpha}$$

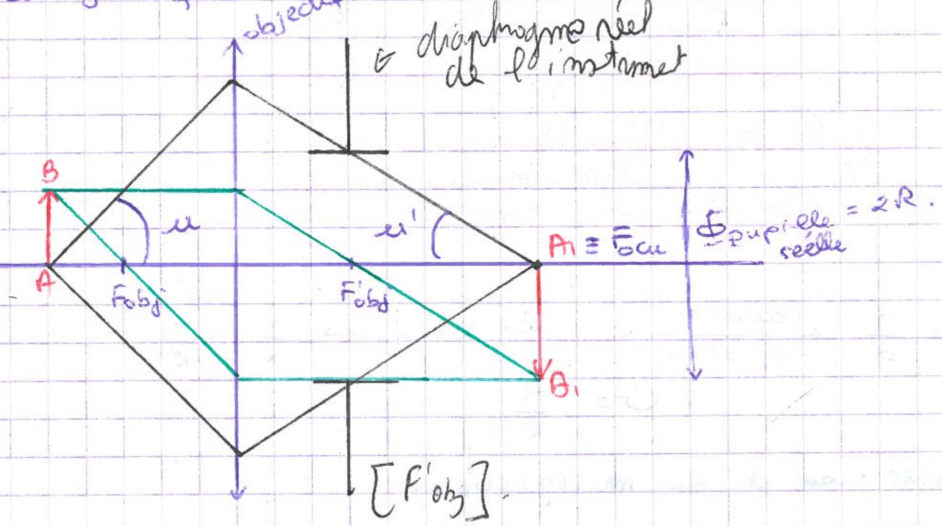
$$= P_{ocu} \times \gamma_{obj} \times \frac{AB}{\alpha}$$

$$G_{\substack{micro\\commercial}} = \frac{P_{int-microscope}}{4} = \frac{D_{microscope}}{4}$$

d) Réglage de l'ouverture des faisceaux qui traversent l'instrument.

Les diaphragmes ou les pupilles de l'instrument (microscope).

Le diaphragme réel ou pupille réel du microscope est situé au plan focal image de l'objectif.



d'après la relation de Lagrange.

$$AB\, n \sin u = A_1B_1\, n' \sin u'$$

$n' = 1$ le microscope est aplanétique → $\sin u \neq u$ $n \sin u$: ouverture numérique

alors que u' est petit : condition de Gauss :

$$\tan u' = \frac{R}{F'_{obj} F_{ocu}} = \frac{R}{\Delta}$$

$$AB\, n \sin u = A_1B_1 \frac{R}{\Delta}$$

alors $\boxed{R = \frac{n \sin u \cdot \Delta}{\gamma_{obj}}}$

* La pupille de sortie du microscope ou cercle oculaire est l'image de la pupille réel par l'oculaire $P_{réelle} \equiv F'_{obj} \xrightarrow{oculaire} P_{sortie}$

($\Phi P_s = 2R'$)

Cherchons R' : (rayon de la pupille de sortie).

$$F'_{obj} \xrightarrow{\text{oculaire }(F_{ocu}, F'_{ocu})} C$$

$$\overline{F'_{ocu}C} \cdot \overline{F_{ocu}F'_{obj}} = -f'^2_{ocu}$$

$$\overline{F'_{ocu}C} = \frac{-f'^2_{ocu}}{-\Delta} = \frac{f'^2_{ocu}}{\Delta}$$

$$|\gamma_{ocu}| = \frac{R'}{R} = \left|\frac{-\overline{F'_{ocu}C}}{f'_{ocu}}\right| = \left|\frac{-f_{ocu}}{\overline{F_{ocu}F'_{obj}}}\right| = \frac{f'_{ocu}}{\Delta}$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{f'_{ocu}}{\Delta}$$

or $R = \dfrac{n\sin\alpha\,\Delta}{\gamma_{obj}}$.

$$R' = \frac{f'_{ocu}\, n\sin u}{\gamma_{obj}} = \frac{n\sin u}{P_{int\_ocu}\cdot\gamma_{obj}}.$$

$$R' = \frac{n\sin u}{P_{int\_micro}}$$

$$G_{micro} = \frac{\alpha'}{\alpha} \xleftrightarrow{\text{relation de Lagrange}} R\alpha = R'\alpha' \longrightarrow \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{R}{R'}.$$

$$G = \frac{R}{R'}.$$

La mise au pt du microscope.

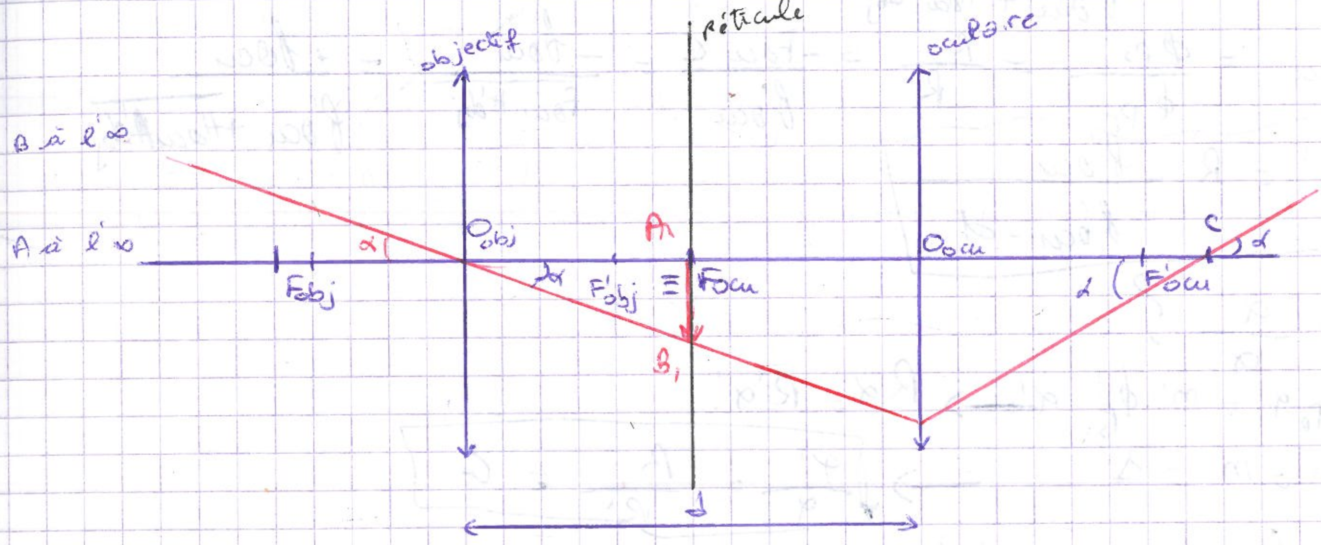
$$\overline{R_m P_m} = \frac{A_{max}}{P^2_{int\_micorscope}} \sim$$

Lunette astronomique : C'est un système optique constitué par l'association de 2 systèmes convergents.

destiné pour les sujets lointins : soleil, lune,

celle est formé par 2 systeme optique

- objectif $\longrightarrow$ convergent.
- oculaire $\longrightarrow$ convergent.



La vergence $D_{lunette} = 0$ car c'est un systeme focal $F'_{obj} \equiv F_{ocu}$

F'_L et F_L à l'∞.

$$d = \overline{O_{obj} O_{ocu}} = \overline{O_{obj} F'_{obj}} + \overline{F_{obj} O_{ocu}}$$

$$\boxed{d = f'_{obj} + f'_{ocu}}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \qquad \tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{f'_{obj}}.$$

$$\tan \alpha' = \frac{A_1 B_1}{f_{ocu}}$$

$$G = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} = \frac{D_{ocu}}{D_{obj}}$$

Réglage du faisceau qui traverse l'instrument :

La pupille d'entrée $\xrightarrow{\text{objectif}}$ pupille réelle $\xrightarrow{\text{oculaire}}$ pupille de sortie ~~et~~ cercle oculaire

$P_e = H_{obj}$

ϕ_{P_e} = diamètre $2R$. $\xrightarrow{\text{objectif}}$ $P_r = H'_{obj}$ de rayon $2R$ $\xrightarrow{\text{oculaire}}$ $C \equiv P_s$ de diamètre $2R$

Déterminons la position de C, l'expression de R' en fct R et $G = f(R, R')$?

$H'_{obj} \xrightarrow{\text{oculaire}} C \equiv P_s$

$$\overline{F'_{oc}C} \cdot \overline{F_{oc}H'_{obj}} = -f'^2_{oc}$$

$$\overline{F'_{oc}C} = \frac{-f'^2_{oc}}{\overline{F_{oc}H'_{obj}}}$$

$$\overline{F'_{oc}C} = \frac{-f'^2_{oc}}{\overline{F_{oc}H_{oc}} + \overline{H_{oc}H'_{obj}}}$$

$$= \frac{-f'^2_{oc}}{f'^2_{oc} + \overline{H_{oc}H'_{obj}}}$$

$$\gamma_{oc} = \frac{\phi_{P_S}}{\phi_{P_E}} = \frac{R'}{R} = \frac{-\overline{F'_{oc}C}}{f'_{oc}} = \frac{-f_{oc}}{\overline{F_{oc}H'_{obj}}} = \frac{+f'_{oc}}{f'_{oc} + \overline{H_{oc}H'_{obj}}}$$

$$\boxed{R' = R\,\frac{f'_{oc}}{f'_{oc} - d}}$$

$G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$?

on $\phi_{P_0}\alpha = n'\phi_{P_S}\cdot\alpha' \longrightarrow R\alpha = R'\alpha'$

or $n = n' = 1 \longrightarrow \boxed{\dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{R}{R'} = G}$

B) Lunette de Galilée ou système téléscopique

C'est un système formé par l'association de 2 systèmes :

- L'un fortement convergent
- L'autre fortement divergent.

Le système est réglé afocal ($F_{obj} \equiv F_{oc}$)

Dessin voir Tel.

$G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$. $\boxed{G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{-f'_{obj}}{f'_{oc}}}$

$$\boxed{d = f'_{obj} + f'_{oc}}$$

$$\begin{cases} d = f'_{obj} + f'_{oc} \\ G = \dfrac{-f'_{obj}}{f'_{oc}} \end{cases}$$

$$-\frac{G}{f'_{obj}} = \frac{1}{f'_{oc}} = \frac{1-G}{f'_{obj} + f'_{oc}} = \frac{1-G}{d}$$

$$\boxed{f'_{oc} = \frac{d}{1-G}} \longrightarrow \boxed{f'_{obj} = \frac{-Gd}{1-G}}$$

Chapitre IX : Miroir

Voir téléphone