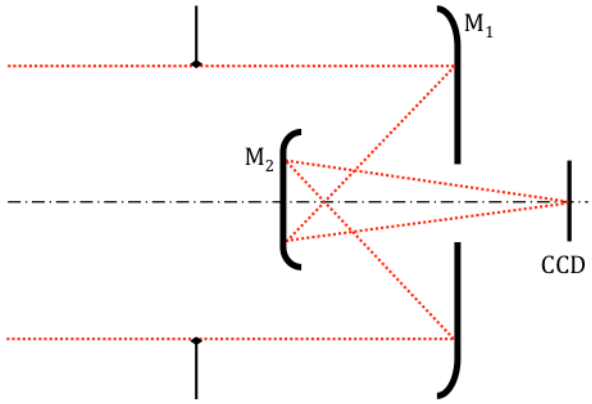
Télescope de Grégory

Un télescope de Grégory est constitué d'un miroir primaire concave M_1 de rayon de courbure **500 mm** et d'un miroir secondaire concave M_2 de rayon de courbure **140 mm**. On veut que la focale du télescope soit en valeur absolue de **1000 mm**. La pupille d'entrée est placée au centre de courbure du miroir M_1 et son diamètre est **100 mm**.



On montre (mais vous devez essayer de retrouver ces résultats) que le grandissement du miroir secondaire est -4, que la distance entre les miroirs est 337,5 mm et que la distance entre le miroir primaire et le foyer image du télescope est +12,5 mm.

1. Sur l'annexe (échelle transverse ×1 / longitudinale ×1/2) positionnez graphiquement la pupille de sortie (vous pourrez vérifier chez vous par le calcul son diamètre et sa position).

2. Tracer deux rayons provenant d'un objet ponctuel à l'infini sur l'axe s'appuyant sur les deux bords de la pupille d'entrée et traversant l'ensemble du télescope.

3. On souhaite couvrir un champ de pleine lumière objet circulaire de diamètre angulaire 2°. Quelle est la taille du champ image correspondant ?

4. Sur l'annexe tracer deux rayons issus du bord du champ de pleine lumière et traversant l'ensemble du télescope.

5. Déterminer en mesurant à la règle le diamètre du miroir M_2, le diamètre de M_1 et le diamètre du trou dans M_1 pour obtenir ce champ. En déduire le taux d'obturation.

6. La distance entre les miroirs M_1M_2 peut varier dans le temps à cause de dilatations d'une petite quantité ε. En supposant que la distance entre M_1 et le détecteur reste fixe (pixel à 20 µm), quelle variation maximale ε peut-on tolérer de façon à ce que l'image d'un point à l'infini reste nette sur le détecteur ?

Dans le Grégory la distance algébrique entre H' et F' est négative.

$$g_2 = -\frac{f'}{f_1} = -\frac{-1000}{-250} = -4$$

$$g_2 = -\frac{\overline{S_2F_2}}{\overline{F_2F_1}}$$

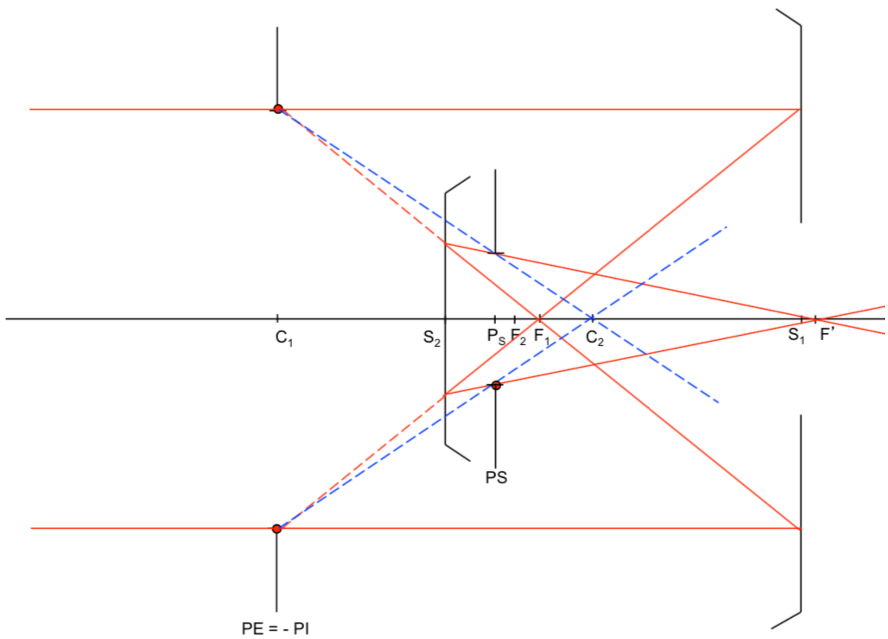
$$\rightarrow \overline{F_2F_1} = 17{,}5\ mm \rightarrow \overline{S_1S_2} = \overline{S_1F_1} + \overline{F_1F_2} + \overline{F_2S_2} = -250 - 17{,}5 - 70 = -337{,}5\ mm$$

On écrit la conjugaison $F_1 \xrightarrow{M2} F'$ (ou utilise le g_2) soit $\overline{S_1F'} = +12{,}5\ mm$

1. **Schéma pupille de sortie**

   On écrit la conjugaison suivante $P_i = -P_E = C_1 \xrightarrow{M2} P_S$

   $$\frac{1}{\overline{S_2P_E}} + \frac{1}{\overline{S_2P_S}} = \frac{2}{\overline{S_2C_2}} \rightarrow \overline{S_2P_S} = 49\ mm \ \rightarrow \ \emptyset_{PS} = \emptyset_{PE} \times \frac{\overline{S_2P_S}}{\overline{S_2P_E}} = 30\ mm$$

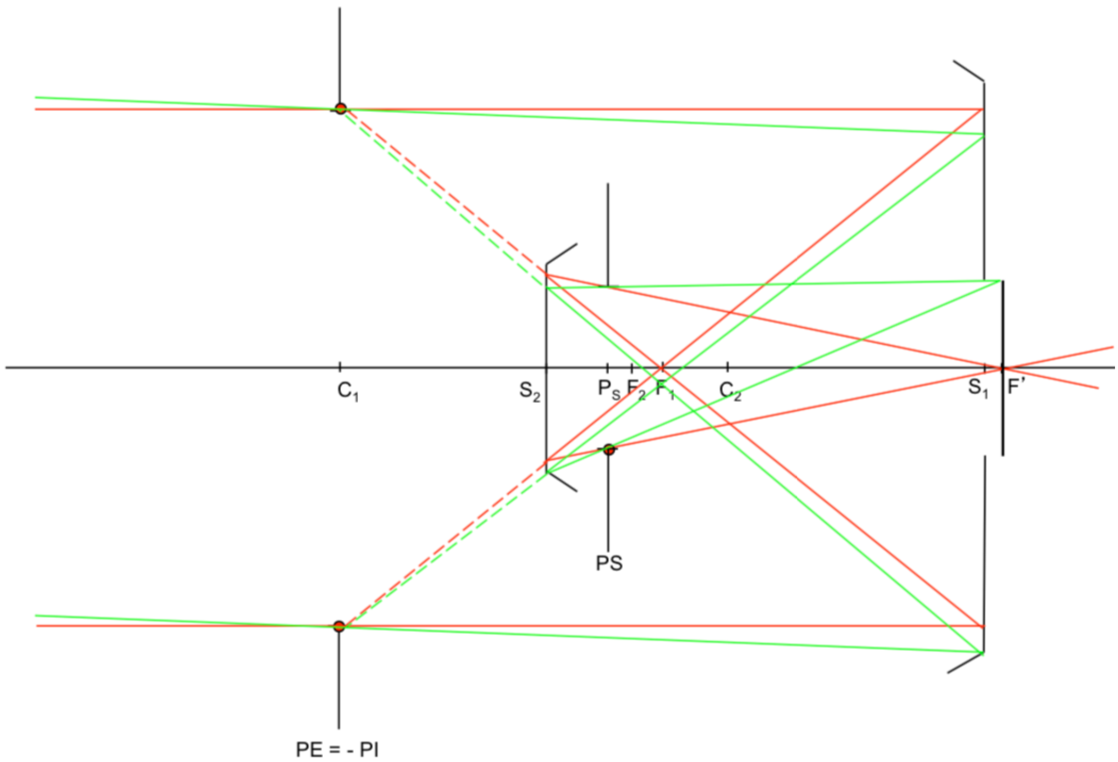


2. Schéma sur l'axe
3. $\phi_{CPL-image} = f' \times \theta_{CPL-objet} = 35mm$
4. Schéma en bord de CPL
5. Graphiquement (mesure à la règle) on trouve,

   diamètre $M_1 \sim 124$ mm

   diamètre trou $M_1 \sim 35$ mm

   diamètre $M_2 \sim 36$ mm $\longrightarrow \tau_{obturation} = \left(\frac{\phi_{M2}}{\phi_{PE}}\right)^2 = 13\%$



6. On veut que la dilatation ε soit inférieure ou égale à la profondeur de champ du secondaire dz qui est imposée par la taille du pixel. On a dans l'espace image (côté F'), une profondeur de foyer dz',

$$dz' \approx \frac{pixel}{ON'} = pixel\frac{P_S F'}{\phi_{PS}/2}$$

La profondeur de champ (côté objet de M_2) vaut alors,

$$dz(\geq \varepsilon) = \frac{dz'}{g_z} = \frac{dz'}{\left(g_{y-M2}\right)^2} = \frac{dz'}{16} = pixel\frac{P_S F'}{8\phi_{PS}} = 20\mu m\frac{-48{,}9 + 350\ mm}{8 \times 30mm} = 25\ \mu m$$