Champ de pleine lumière pour une lunette astronomique

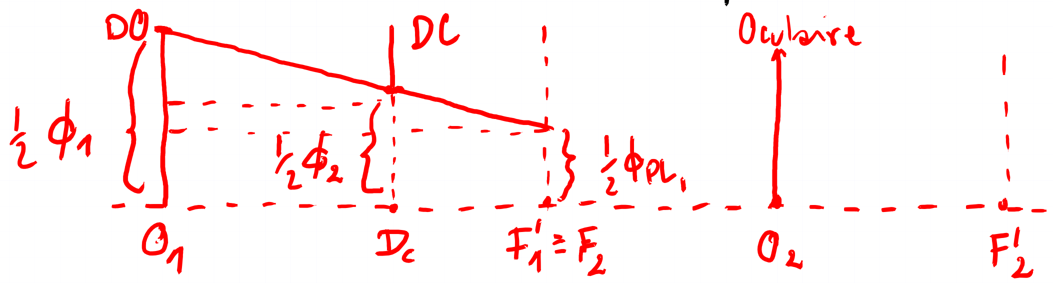
On considère une lunette astronomique afocale composée :

- d'un objectif constitué d'une lentille mince de diamètre $\phi_1 = 60$ mm et de distance focale $f'_1 = 800$ mm.
  La monture de l'objectif joue le rôle de diaphragme d'ouverture.
- d'un oculaire, assimilable à une lentille mince de distance focale $f'_2 = 20$ mm.
- d'un diaphragme de champ de diamètre $\phi_2 = 10$ mm, situé 30 mm devant l'oculaire.

L'objet observé est à l'infini ainsi que l'image finale.

1. Champs transversaux dans l'espace intermédiaire

   1.1. En s'appuyant sur un schéma de principe, calculer le diamètre du champ de pleine lumière.

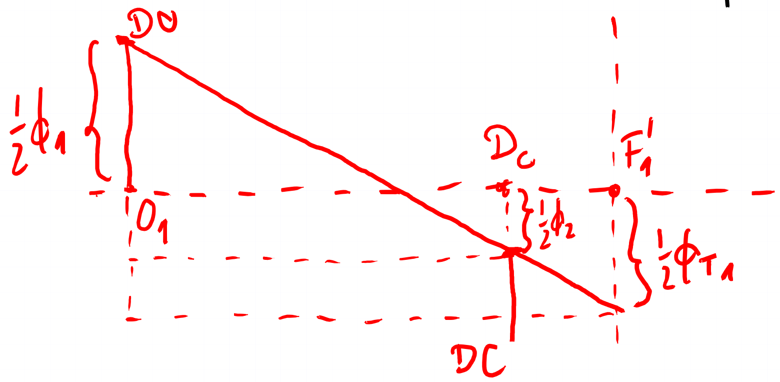


Thalès : $$\frac{\frac{1}{2}\phi_1 - \frac{1}{2}\phi_{PL_1}}{\frac{1}{2}\phi_1 - \frac{1}{2}\phi_2} = \frac{\overline{O_1F'_1}}{\overline{O_1D_c}}$$

$$\overline{O_1D_c} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1O_2} + \overline{O_2D_c} = 790 \text{ mm}$$

$$\phi_{PL_1} = -\frac{f'_1}{790}(\phi_1 - \phi_2) + \phi_1 = 9{,}37 \text{ mm}$$

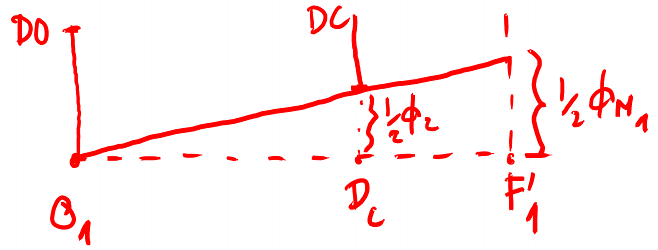
1.2. Calculer le diamètre du champ totale.



Thalès : $$\frac{\frac{1}{2}\phi_{T_1} + \frac{1}{2}\phi_1}{\frac{1}{2}\phi_1 + \frac{1}{2}\phi_2} = \frac{\overline{O_1F'_1}}{\overline{O_1D_c}}$$

$$\phi_{T_1} = \frac{f'_1}{790}(\phi_1 + \phi_2) - \phi_1 = 10{,}89 \text{ mm}$$

1.3. Calculer le diamètre du champ moyen



Thalès : $$\frac{\frac{1}{2}\phi_{M_1}}{\frac{1}{2}\phi_2} = \frac{\overline{O_1F'_1}}{\overline{O_1D_c}}$$

$$\phi_{M_1} = \frac{f'_1}{790}\phi_2 = 10{,}13 \text{ mm}$$

On vérifie que $\phi_{M_1} = \dfrac{\phi_{PL_1} + \phi_{T_1}}{2}$

1.4. Où pourrait-on placer un second diaphragme pour éliminer le champ de contour ?
Quel devrait-être son diamètre ?

L'image intermédiaire est réelle. On peut donc éliminer le champ de contour en plaçant un diaphragme dans le plan focale objet de l'oculaire, son diamètre doit être identique à celui du champ de pleine lumière dans l'espace intermédiaire.

2. Déterminer par le calcul la position du cercle oculaire par rapport à F'_2 ainsi que son diamètre ϕ_{co}.
Quel intérêt représente le cercle oculaire pour l'observateur ?

Le cercle oculaire (ou pupille de sortie) est l'image du diaphragme d'ouverture (ici la monture de l'objectif) au travers de l'oculaire.

Relation de Newton : $\overline{F_2O_1} \cdot \overline{F'_2C_0} = f_2 \cdot f'_2$

$$\overline{F'_2C_0} = \frac{-20 \times 20}{-800} = 0,5 \text{ mm}$$

Diamètre : $\frac{\phi_{C_0}}{\phi_1} = \frac{f'_2}{f'_1} \Rightarrow \phi_{C_0} = \frac{20}{800} \times 60 = 1,5\ mm$

Pour observer l'image avec un maximum de luminosité, l'observateur doit placer son oeil au niveau du cercle oculaire.

3. Où se trouve la pupille d'entrée ?

La pupille d'entrée est conjuguée du diaphragme d'ouverture au travers de l'objectif.
Le diaphragme d'ouverture étant confondu avec L_1, la pupille d'entrée est donc également confondue avec DO.

4. Calculer la position par rapport à O_2 de la lucarne de sortie et son diamètre.

La lucarne de sortie est conjuguée du diaphragme de champ au travers de l'oculaire.

Descartes : $$\frac{-1}{\overline{O_2D_c}} + \frac{1}{\overline{O_2L_s}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\overline{O_2L_s} = \frac{f'_2 \cdot \overline{O_2D_c}}{f'_2 + \overline{O_2D_c}} = \frac{20 \times (-30)}{20-30} = 60\ mm$$

Diamètre : $\frac{\phi_{Ls}}{\phi_{Dc}} = \left| \frac{\overline{O_2L_s}}{\overline{O_2D_c}} \right| \Rightarrow \phi_{Ls} = 20\ mm$