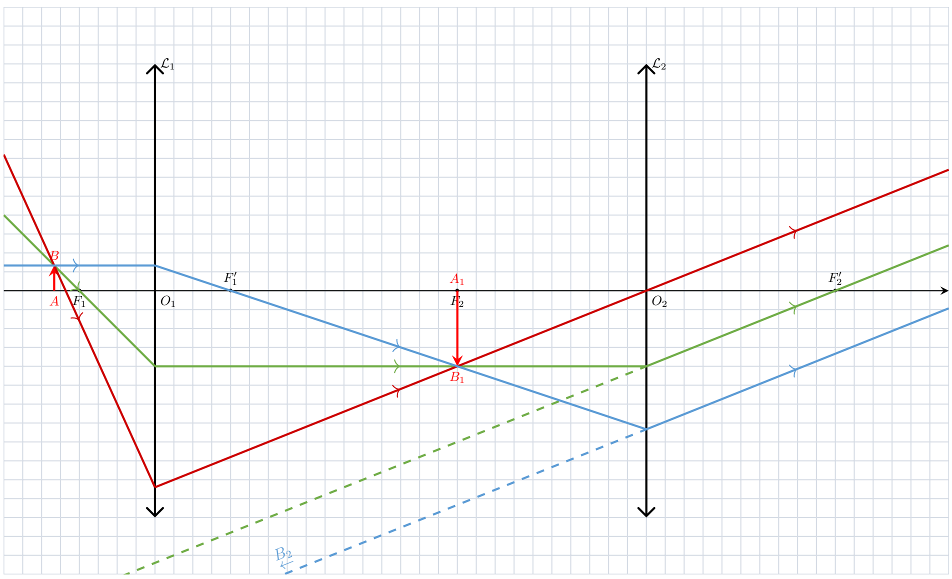
DM03 – Optique

Correction

Exercice 1 – Des plumes au microscope

1. L'image A_2B_2 doit être située **à l'infini** pour que l'œil emmétrope puisse l'observer sans accommoder. L'image intermédiaire A_1B_1 doit donc se situer **dans le plan focal objet de l'oculaire**.

2. On commence par placer l'image intermédiaire A_1B_1. On trace ensuite le rayon parallèle à l'axe optique entre les lentilles, que l'on prolonge avec l'objectif en passant par F_1 et après l'oculaire en passant par F_2' (rayon vert). Vient ensuite le rayon passant par F_1' et B_1 qui arrive sur l'objectif parallèle à l'axe optique et ressort de l'oculaire parallèle au rayon vert (rayon bleu). L'intersection des rayons vert et bleu avant l'objectif donne la position de B, ce qui permet de placer l'objet AB. Le rayon rouge est facultatif et on aurait aussi pu utiliser le rayon passant pas O_1 et B_1 pour obtenir la position de l'objet. L'image A_2B_2 se trouve à l'infini, dans le prolongement des rayons qui émergent de l'oculaire.



3. D'après la relation du grandissement de Newton, qui se déduit immédiatement du théorème de Thalès, on a

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{F'A_1}}{f_1'}.$$

Or, par construction, $A_1 = F_2$ d'où $\overline{F_1'A_1} = \overline{F_1'F_2} = \Delta$ et

$$\boxed{\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f_1'}.}$$

4. En choisissant d'orienter les angles **positivement dans le sens trigonométrique**, on a $\alpha' > 0$ et

$$\tan \alpha' = -\frac{\overline{A_1B_1}}{f'_2}.$$

Dans le cadre de l'approximation des petits angles, $\tan \alpha' \approx \alpha'$, d'où

$$\boxed{\alpha' \approx -\frac{\overline{A_1B_1}}{f'_2}.}$$

D'après la question précédente, on a de plus

$$\overline{A_1B_1} = -\frac{h\Delta}{f'_1}, \quad \text{soit} \quad \boxed{\alpha' \approx \frac{h\Delta}{f'_1 f'_2}.}$$

5. Le **punctum proximum** est situé à une distance $d_m \approx 25\,\text{cm}$ et le **punctum remotum** est situé à l'infini $d_M \to \infty$ pour un œil emmétrope.
6. Toujours dans le cadre de l'approximation des petits angles, on a $\tan \alpha \approx \alpha$, d'où puisque $\alpha < 0$

$$\boxed{\alpha \approx -\frac{h}{d_m}.}$$

7. Avec $\alpha < 0$ et $\alpha' > 0$, on a

$$\boxed{G_C = -\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{d_m \Delta}{f'_1 f'_2}.}$$

A.N. : $G_C \approx 167$.

8. À la limite de résolution angulaire de l'œil, $|\alpha| = \alpha_m$ et $\alpha' = \varepsilon$. On a donc

$$\boxed{\alpha_m = \frac{\varepsilon}{G_C} = 1{,}75 \times 10^{-6}\,\text{rad}.}$$

9. La distance entre deux crochets d'une même barbule est de l'ordre de $20\,\mu\text{m}$.
10. Ces crochets apparaissent séparés d'une distance angulaire de $8 \times 10^{-5}\,\text{rad}$ quand ils sont observés au punctum proximum sans instrument, ce qui est plus faible que la résolution angulaire de l'œil ($3 \times 10^{-4}\,\text{rad}$). Il est donc impossible de les distinguer à l'œil nu.

    Cette distance angulaire est supérieure à α_m, ce qui permet de les distinguer au microscope.