

MP07: Instruments d'optique

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

May 24, 2021

1 Lunette astronomique

1.1 Principe

Matériel :

- Un lampe QI + alim + Filtre AC + Condenseur
- Un objet, par exemple une réglette (pour faciliter les mesures de grossissement)
- Une lentille conv L_0 (200 mm) (doublet)
- Une lentille conv L_1 (300 mm) (doublet)
- Une lentille conv L_2 (150 mm) (doublet)
- Une lentille conv L_3 (200 mm) (doublet)
- deux diaphragmes à iris
- Un écran
- Miroir pour l'autocollimation

Tout d'abord on mesure toutes les focales, si possible par méthode de Bessel. Pour placer les optiques après, on utilisera de l'autocollimation

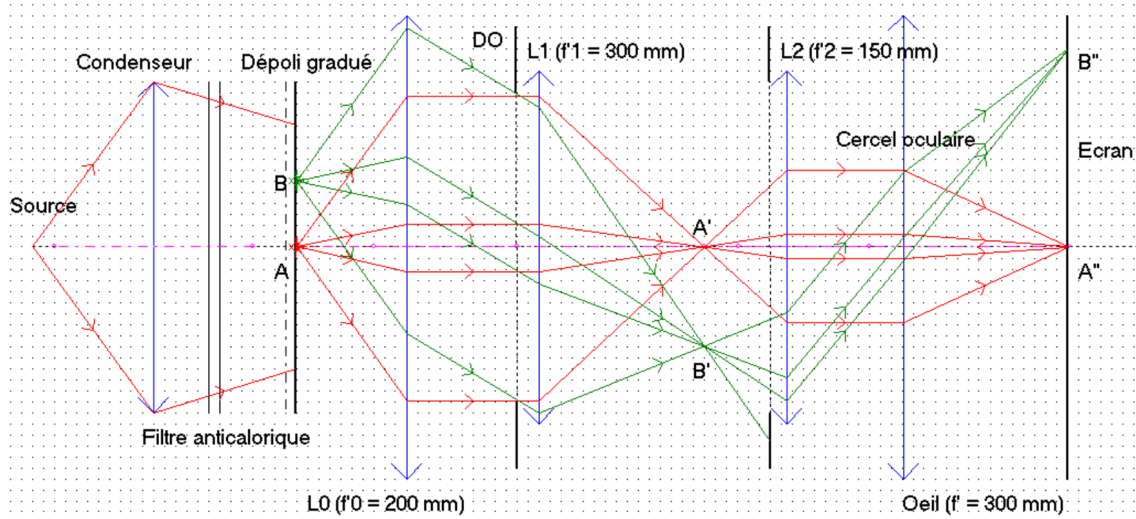
On réalise avec la lampe et l'objet un objet à l'infini avec L_0 . Faire gaffe à l'éclairage, essayer d'obtenir un truc le plus homogène possible. Et pas hésiter à coller filtre AC et condenseur à la lampe pour obtenir le plus d'éclairage possible.

Ensuite on place l'objet dans le foyer image de L_0 , on a maintenant un objet à l'infini. On va faire l'image de cet objet par L_3 et l'écran à l'autre bout du banc. Enfin on fixe la distance entre l'écran et L_3 , soit par les vis, soit avec deux noix et une tige pour fixer la structure d'oeil une fois qu'on a une image nette sur l'écran.

On place ensuite L_1 où on veut à priori (assez proche tout de même de L_0 pour la luminosité), et enfin L_2 de telle sorte à obtenir une image sur l'écran de l'oeil, on essaye

d'équilibrer tout ça, et d'obtenir la meilleure image.

Pour la toute fin, on peut déplacer l'oeil solidaire au niveau du cercle oculaire.



L'idée centrale de la mesure est de caractériser la lunette au maximum, et donc la mesure star est celle du grossissement angulaire G , pour laquelle quatre méthodes sont possibles :

- (1) Faire la formule théorique avec le rapport des focales de la lunette
- (2) Mesurer taille de l'image sur l'oeil avec ou sans la lunette formée par les deux lentilles L_1 et L_2 (Mesure à favoriser)
- (3) Faire le rapport des angles reformulé comme taille de l'objet sur distance focale (tan aux petits angles)
- (4) Faire le lien entre la taille du diaphragme de champ et le cercle oculaire. Le rapport des deux donne le grossissement

En plus de toutes ces mesures, on peut mettre en valeur l'importance des diaphragmes, lequel est lequel, à quoi ils servent, où ils sont.

1.2 Exploitation

- Mesure de la focale d'un doublet par méthode de Bessel (régression linéaire), ou dans le cas de la lunettes avec plein d'optique, juste faire une auto collimation
- Mesure du grossissement de trois manières différentes (deux présentées devant le jury)

- Valeur attendue, à calculer en préparation $G_{att} = \frac{f'_1}{f'_2}$
- Mesure par le rapport $G = \frac{A''B'' \text{ (avec lunette)}}{A''B'' \text{ (sans lunette)}}$
- Mesure par le rapport $G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{A''B''}{f'_0} \frac{f'_3}{AB}$
- Rque : on pourrait aussi faire la mesure par régression linéaire $d = f(d')$ avec d rayon du diaphragme d'ouverture et d' rayon du cercle oculaire, d'après la relation $G = \frac{d}{d'}$

2 Microscope

2.1 Principe

Matériel :

- Microscope sur banc (gros banc gris en alu avec le microscope monté dessus, et ses chevalets)
- L'ensemble mire + réseau pour le microscope
- Lampe QI avec diaphragme intégré + alim
- Un grand écran + un autre montable sur chevalet
- Une lentille de 1000 mm et une autre de 100 mm
- Un tournevis plat pour déplacer le condenseur.

On met sur le banc une lampe QI et le microscope à une dizaine de centimètres. Le but va être de faire un bon éclairage : l'éclairage de Köhler.

- On règle l'oculaire sur un objet éclairé à l'infini. On cherche à partir d'une position où le réticule n'est pas net, avant de le faire arriver sur une position où il est tout juste net. On remet l'oculaire si on l'a retiré.
- On diaphragme ensuite le condenseur du microscope. On fait l'image du filament sur le diaphragme. On essaye d'aligner au mieux la lampe pour envoyer dans le trou, puis on réouvre le diaphragme.
- Ensuite, on place la mire, on la cale bien, puis on met au point (régler les diaphragmes pour s'enlever de la luminosité et ne pas se bruler les yeux). Une fois fait, on projette en formant un oeil avec une focale de 1m et un écran. Ça peut être l'occasion de rerégler l'oculaire par la netteté du réticule si c'est pas ouf.

- On diaphragme l'iris de la lampe avec l'iris du condenseur ouvert. Déplacer le condenseur du microscope pour faire apparaître cet iris sur l'écran. Remarquer que l'iris est le diaphragme de champ. On cherche à centrer cette tache au centre du réticule.
- Une fois fais, on peut ouvrir légèrement l'iris de la lampe jusqu'à ce que cela ne limite plus le champ (c'est alors l'oculaire qui le fait)
- Fermer le diaphragme d'ouverture du condenseur. Réajuster le réglage de la lampe et du filament. Le rouvrir jusqu'à voir que ça ne change plus.
- Enjoy

2.2 Exploitation

L'idée est d'expliciter les principales caractéristiques du microscope [1]:

- Objectif : grandissement et distance focale. On mesure le grandissement g en mesurant les graduation de la mire avec le réticule. La distance focale est obtenue en faisant varier la distance oculaire-objectif Δ en tirant l'oculaire et en retirant la bonne bague (possibilité de faire une droite ici, même si c'est pas ouf). On a $f'_{obj} = -\frac{\Delta}{g}$. On est pas sûr que Δ soit juste, donc il vaut mieux prendre sur deux points et faire $f' = -\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{g_2 - g_1}$
- Oculaire : distance focale, puissance, et grossissement commercial. La puissance est l'angle de sortie sur la taille de l'objet. Donc c'est donné par $P = \frac{H_{ecran}}{f'_{oeil} H_{réticule}} = \frac{1}{f'_{oculaire}}$ avec H une hauteur mesuré avec le réticule et à l'écran. Ensuite le grossissement commercial est le rapport entre un angle vu à l'oculaire et au punctum proximum, donc on a: $G_{c,oc} = \frac{250mm}{f'_{oeil}}$
- Microscope : définir puissance et grossissement commercial (en multipliant chacune des grandeurs de l'oculaire par le grossissement de l'objectif)
- Pupille de sortie : cercle oculaire. On remplace la focale de 1m par une de 100mm. On mesure la taille totale du champ d pour différentes valeurs de position de la lentille avec l'écran (on ne cherche pas à faire une image nette). On a: $a = \frac{f'_{projection} d}{D - f'_{projection}}$ Avec a la taille du cercle oculaire et D la distance entre la lentille de projection et l'écran. L'ouverture numérique est donnée par $ON = \sin(\alpha) = g \sin \frac{a}{2f'_{oculaire}}$
- On peut enfin conclure sur la résolution. Pour cela, on peut remplacer la mire par des réseaux de 100 traits/mm, 300 traits/mm, 600 traits/mm. Se rendre compte qu'on arrive à ne visualiser que les deux premiers, on a donc une résolution de l'ordre de $1/300mm = 3\mu m$

Biblio

- 1 Houart, Optique expérimentale, chap 7
- 2 CR MP07 2010
- 3 Epreuve A 2015, partie 2, pour le pouvoir de résolution du microscope en éclairage incohérent, et du rôle de l'oculaire comme diaphragme d'ouverture.

Remarques générales

- Pour régler la hauteur des optiques, commencer par toutes les coller sur le banc et ainsi les ajuster toutes d'un coup !