

MP07 - Instruments d'optique

Clément (de la Salle et Colléaux)

5 avril 2020

Niveau : TS

Bibliographie

- ⚡ **Sextant**
- ⚡ *Optique au CAPES*, **Duffait**
- ⚡ *Physique expérimentale aux concours de l'enseignement*, **Bellier** à lire pour le microscope
- ⚡ **Jolidon** pour les techniques de focométrie
- ⚡ *Optique géométrique*, **Becherrawy** chapitre 10 pour le microscope

Prérequis

- Optique géométrique
- Trigonométrie de collège
-

Expériences



Table des matières

Table des matières	1
1 Lentille	2
1.1 Mesure d'une focale de lentille	2
2 La lunette astronomique	2
2.1 Fonctionnement et montage	2
2.2 Grossissement	3
2.3 Diagrammes de champ et d'ouverture	4
3 Le microscope	5
3.1 Mesure de la puissance du microscope	5
3.2 Critère de Rayleigh (qualitatif)	6

Introduction

Intro "rapide" sur le rôle important des instruments d'optique dans la vie scientifique ou lambda et insister sur la nécessité de connaître le fonctionnement des appareils pour bien les régler (par exemple)

1 Lentille

1.1 Mesure d'une focale de lentille

On en aura besoin pour toute la suite du montage, le jury demande toujours comment les mesures de focales ont été faites et puis ça nous fait notre troisième expérience quantitative!

Expérience : Méthode de BESSEL

🔗 Jolidon p.79

⌚ 2 min

Blablabla, on vous parle de la vraie méthode avec régression et tout... Pas juste un petit point!

2 La lunette astronomique

2.1 Fonctionnement et montage

La lunette astronomique est un système optique afocal : l'image d'un objet à l'infini est renvoyée à l'infini. Ainsi, en regardant la lune avec une lunette astronomique, l'image de la lune à travers la lunette est renvoyée à l'infini, l'œil n'a pas besoin d'accommoder, ce qui rend l'observation confortable.

Pour ce faire, une lunette astronomique est composée de deux lentilles, l'**objectif** proche de l'objet et l'**oculaire** proche de l'œil. L'objet étant à l'infini, son image par l'objectif est située dans le plan focal image de l'objectif. Dans une lunette, le plan focal image de l'objectif est confondu avec le plan focal objet de l'oculaire, ainsi l'image à travers la lunette entière est bien renvoyée à l'infini. On retrouve alors un système afocal.

2 choix de présentation

Pour présenter la lunette il y a deux choix possibles :

- la lunette est déjà montée, dans ce cas lors de la présentation il faut bien alterner entre le schéma au tableau qui pose les notations et le banc optique en expliquant bien l'utilité de chaque pièce
- la lunette est en pièces détachées, si on décide de monter la lunette en même temps qu'on la décrit, dans ce cas il faut être très à l'aise avec le matos et la manip' mais le jury adore ça

Lentilles utilisées

Toutes les lentilles utilisées dans ce montage doivent être vérifiées, ie on mesure toutes les focales par la méthode choisie (voir 🔗 *Jolidon, p.75* pour les différentes techniques de focométrie). Soit c'est une manip quantitative soit c'est fait en préparation et dans ce cas-là être prêt à expliquer la méthode de Bessel.

Expérience : Montage de la lunette (qualitatif)

🔗 Bellier

🕒 ?

Sur le banc au final il doit y avoir :

1. Objet à l'infini : QI (éventuellement avec dépoli) avec son fidèle acolyte le filtre AC + achromat (conseillé $f_1 = 300$ mm) + objet (fente) et mettre l'objet au foyer objet de l'achromat
2. Œil : achromat (conseillé $f_{oeil} = 300$ mm) + écran faire l'image nette de l'objet sur l'écran qui est donc au foyer image de l'achromat
3. Lunette : on place les 2 achromats (conseillés $f_{obj} = 300$ mm et $f_{occ} = 300$ mm) pour retrouver une image nette de l'objet sur l'écran

Super mais il existe plein de lunettes différentes pour observer des objets de tailles différentes, ces lunettes diffèrent par leur grossissement. Il devient alors logique de se demander comment mesurer le grossissement.

2.2 Grossissement

🔗 Bellier p.113

🔗 Duffait CAPES p. 185 Quand on regarde la lune dans une lunette on la voit (heureusement) plus grande qu'elle ne l'est vraiment. Pour quantifier ce différence de ressenti, on définit le grossissement qui est un rapport d'angle (à ne pas confondre avec le grandissement qui est un rapport de longueurs enfin ici pour un système afocal les deux sont égaux..)

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

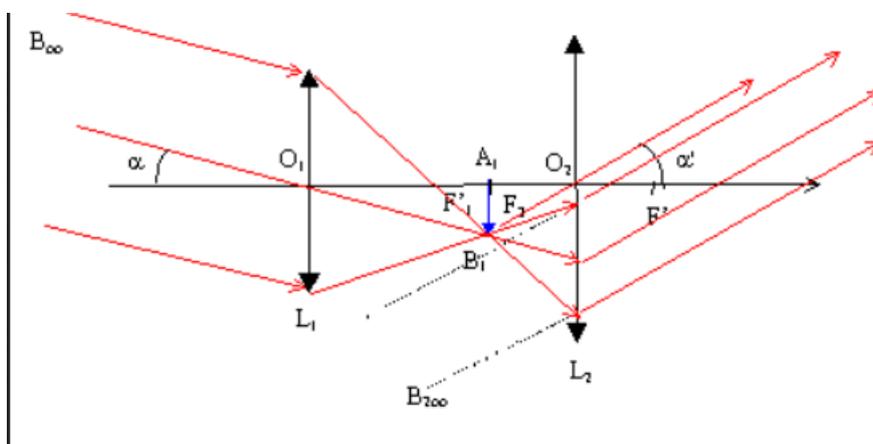


FIGURE 2.1 – Caption

À partir de considérations géométriques on peut montrer

$$G = \frac{f_{obj}}{f_{occ}} = \frac{[A'B']_{avec}}{[A'B']_{sans}}$$

$[A'B']_{avec}$ et $[A'B']_{sans}$ représentent la taille de l'image sur la rétine avec ou sans lunette.

Expérience : Mesure du grossissement

🔗 Bellier p.113 Duffait CAPES p. 185

🕒 ?

- Sur notre lunette, on mesure précisément $[A'B']_{avec}$ et $[A'B']_{sans}$ avec les incertitudes associées
- On a alors notre grossissement qu'on peut pas comparer au rapport des focales
- On peut aussi avoir mesurer G pour plusieurs f_{occ} en préparation, rajouter la mesure en directe et tracer $G(1/f_{occ})$ et modéliser par une droite de coefficient directeur f_{obj}

On peut chercher à améliorer l'image obtenue, en augmentant la luminosité par exemple. Pour cela mettant en évidence les rôles différents de l'objectif et de l'oculaire. / Ou transition sur le cercle oculaire, là où il faut placer son œil.

2.3 Diagrammes de champ et d'ouverture

☞ Sextant, p.42

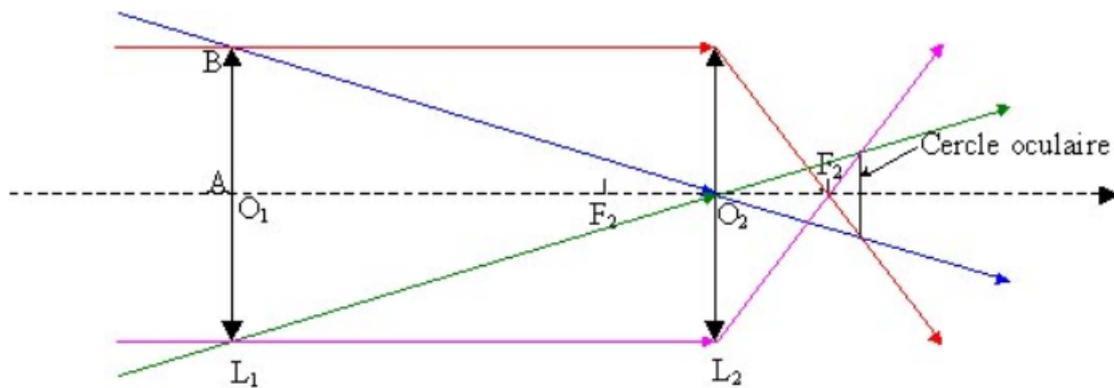


FIGURE 2.2 – Cercle oculaire

Le cercle oculaire est le disque par lequel passent tous les rayons entrant dans l'objectif, il faut y placer son œil pour recevoir le maximum de lumière. On peut montrer qu'il s'agit de l'image géométrique de la monture de l'objectif par l'oculaire, ce qui montre l'importance de la taille de la lentille objectif et des deux lentilles en général.

Expérience : Mise en évidence des diaphragmes de champ et d'ouverture (qualitatif)

☞ Bellier p.114, Duffait CAPES p.185

☹ ?

- Placer un diaphragme contre l'objectif. En diminuant son diamètre, on constate que la dimension de l'image reste la même mais que son intensité lumineuse diminue : on a mis en évidence le **diaphragme d'ouverture**.
- Placer un diaphragme contre l'oculaire. En diminuant son diamètre, on constate que la dimension de l'image diminue mais que l'intensité lumineuse est inchangée : on a mis en évidence le **diaphragme de champ**.

| Super cet instrument pour voir de loin, et si maintenant on essaie de voir de près ?

3 Le microscope

↗ Duffait CAPES

↗ Bellier

↗ Sextant

↗ LC32 - Microscopies optiques

↗ Becherrawy, p.315

La principale différence entre la lunette et le microscope est que le microscope n'est pas un système afocal. Il suffit d'avancer l'objectif pour que F'_1 ne soit plus confondu avec F'_2 et on obtient alors un microscope d'encombrement $\Delta = F'_1 F_2$.

3.1 Mesure de la puissance du microscope

On peut caractériser un microscope avec plusieurs grandeurs dont sa puissance, définie comme

$$P = \left| \frac{\alpha'}{AB} \right|$$

Après quelques calculs, elle peut se mettre sous la forme

$$P = \frac{\Delta}{f_1 f_2} = \frac{\gamma_{obj}}{f_2} \quad \text{avec} \quad \gamma_{obj} = \frac{\Delta}{f_1}$$

Où γ_{obj} est le grandissement de l'objectif défini comme $\gamma_{obj} = \frac{A_1 B_1}{AB}$ (calcul LC32). De plus, l'angle α' se calcule comme $\alpha' = \frac{A_1 B_1}{f_2} = \frac{A_2 B_2}{f_{oeil}}$.

Expérience : Vérification de la loi pour la puissance du microscope

↗ Bellier

⊙ 10 min

Le but est de mesurer (au moins) une fois P et γ_{obj} en live et d'ajouter le point à une série de mesures faites en préparation.

À l'avance, déterminer la taille de l'objet AB ainsi que la focale des lentilles utilisée par méthode de BESSEL.

Pour différentes valeurs de $O_1 A$, bouger L_2 et trouver une image nette sur l'oeil. Mesurer précisément Δ (où plutôt $O_1 O_2 = \Delta + f_1 + f_2$ sachant que f_1 et f_2 ont été déterminées précédemment par la méthode de BESSEL). Avec un petit écran, trouver la position de l'image intermédiaire et mesurer sa taille $A_1 B_1$. On peut en déduire directement une valeur de la puissance, mais ce serait bizarre car alors on n'aurait même pas utilisé L_2 ... C'est pour ça qu'au lieu de mesurer $A_1 B_1$, on peut prendre $A_2 B_2$ (sur la "rétine"). Dans ce cas, on obtient la puissance avec $P = \frac{A_2 B_2}{f_{oeil} AB}$.

Faire pareil pour plusieurs valeurs de $O_1 A$ (donc de Δ) et tracer P en fonction de Δ . On peut modéliser par linéaire ou affine tant qu'on sait discuter le choix.

Si on fait avec la mesure de $A_1 B_1$, on peut aussi faire la régression de γ_{obj} avec Δ ...

3.2 Critère de Rayleigh (qualitatif)

Les oralpics sont séparables s'ils sont espacés d'un angle de plus de

$$\Delta\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

Expérience : Critère de RAYLEIGH

↗ Sextant p.135

⊖ 3 min

Placer une bifente en objet et un diaphragme au niveau de l'objectif... Lorsque l'on ferme petit à petit le diaphragme, on observe que l'image se brouille et on ne distingue plus les deux fentes.

On peut rendre un peu plus quantitatif cette expérience en utilisant un filtre interférentiel et en vérifiant avec plusieurs bifentes d'écartements a que la taille limite du diaphragme à partir de laquelle les deux images sont brouillées est inversement proportionnelle à a .

Pour mesurer la taille du diaphragme, ché pas trop c'est quoi la meilleure méthode... À voir !