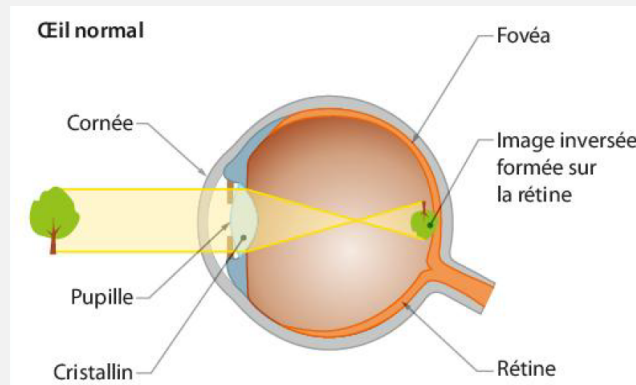


Lunette astronomique

Une lunette astronomique permet d'observer l'image agrandie correspondant à un objet éloigné.

Comment modéliser une lunette astronomique en laboratoire ?

Doc. 1 Condition d'observation sans fatigue par l'œil

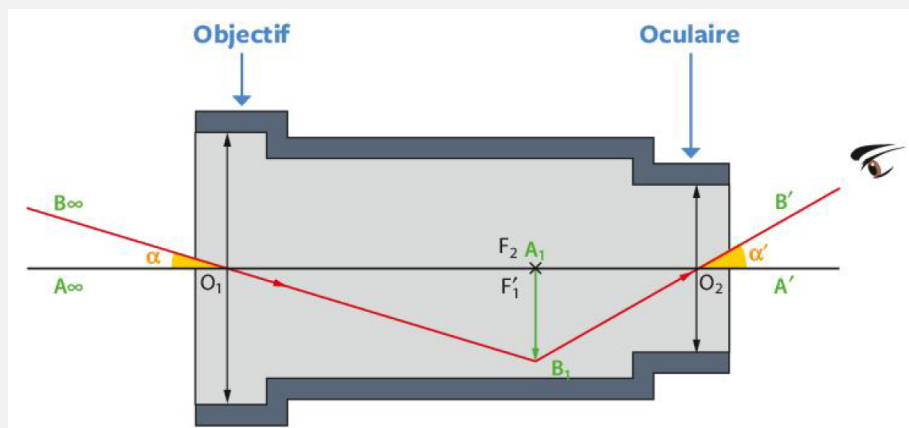


Un œil observe sans fatigue si les rayons incidents sont parallèles entre eux. Cet objet est alors à l'infini ou très éloigné. Dans ce cas, il ne lui est pas nécessaire d'accommoder.

Doc. 2 Lunette afocale

Un système composé de deux lentilles est afocal s'il transforme un faisceau de rayons incidents parallèles en un faisceau de rayons émergents parallèles.

Une lunette est afocale si le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire sont confondus.



Doc. 3 Grossissement d'une lunette astronomique

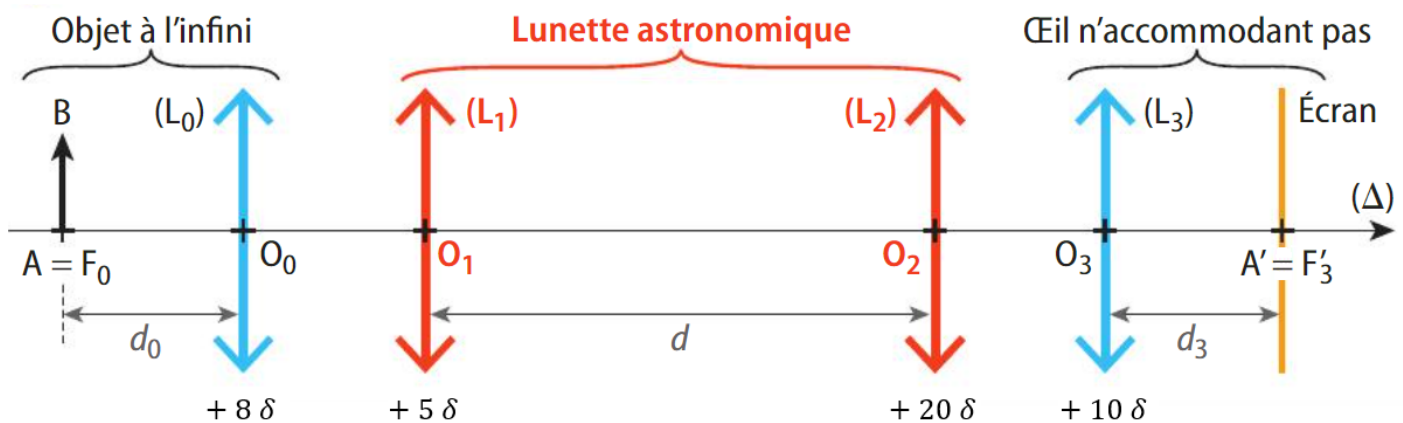
Le grossissement G d'un instrument d'optique est une grandeur sans unité et se calcule à l'aide de la relation :

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

α' diamètre apparent de l'image donnée par la lunette
 α diamètre apparent de l'objet à l'œil nu

Réalisation d'une lunette afocale.

Le schéma modélisant une lunette astronomique afocale est le suivant :



➤ Simulation d'un objet à l'infini et d'un œil n'accommodant pas

- ✓ A l'extrémité gauche du banc d'optique, placer un objet-source.
- ✓ Placer la lentille L_0 de sorte que l'objet-source soit dans son plan focal objet.
- ✓ A l'extrémité droite du banc d'optique, placer un écran (simulant la rétine).
- ✓ Placer la lentille L_3 (simulant le cristallin) de sorte que l'écran soit dans son plan focal image.

➤ Insertion de la lunette astronomique

- ✓ Placer, entre l'objet à l'infini et l'œil, la lentille L_1 , objectif de la lunette.
- ✓ Rechercher, à l'aide d'un écran ou d'une feuille de papier, l'image formée par cette lentille. On nommera cette image A_1B_1 .
- ✓ Placer la lentille L_2 , oculaire de la lunette, avec A_1B_1 dans son plan focal objet.

1. Calculer les distances focales des lentilles convergentes utilisées :

$$f'_0 = \quad \quad \quad f'_1 = \quad \quad \quad f'_2 = \quad \quad \quad f'_3 =$$

2. Quelle est la lentille servant d'objectif ? d'oculaire ?

3. Qu'est-ce qu'une lunette afocale ?

4. Quel avantage présente une lunette afocale pour l'observateur ?

5. Quelle valeur faut-il donner à la distance entre les centres optiques O_1 et O_2 des deux lentilles pour que la lunette soit afocale ?

6. Où se trouve alors le foyer objet F_2 de l'oculaire par rapport au foyer image F_1' de l'objectif ?

7. Placer votre œil derrière la lentille L_2 et observer l'image A_1B_1 de AB . L'image est-elle droite ou renversée ?

8. Dans le cas de l'observation d'une étoile par un observateur qui n'accomode pas, calculer les distances O_1A_1 et A_1O_2 . Commenter.

Relation de conjugaison : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

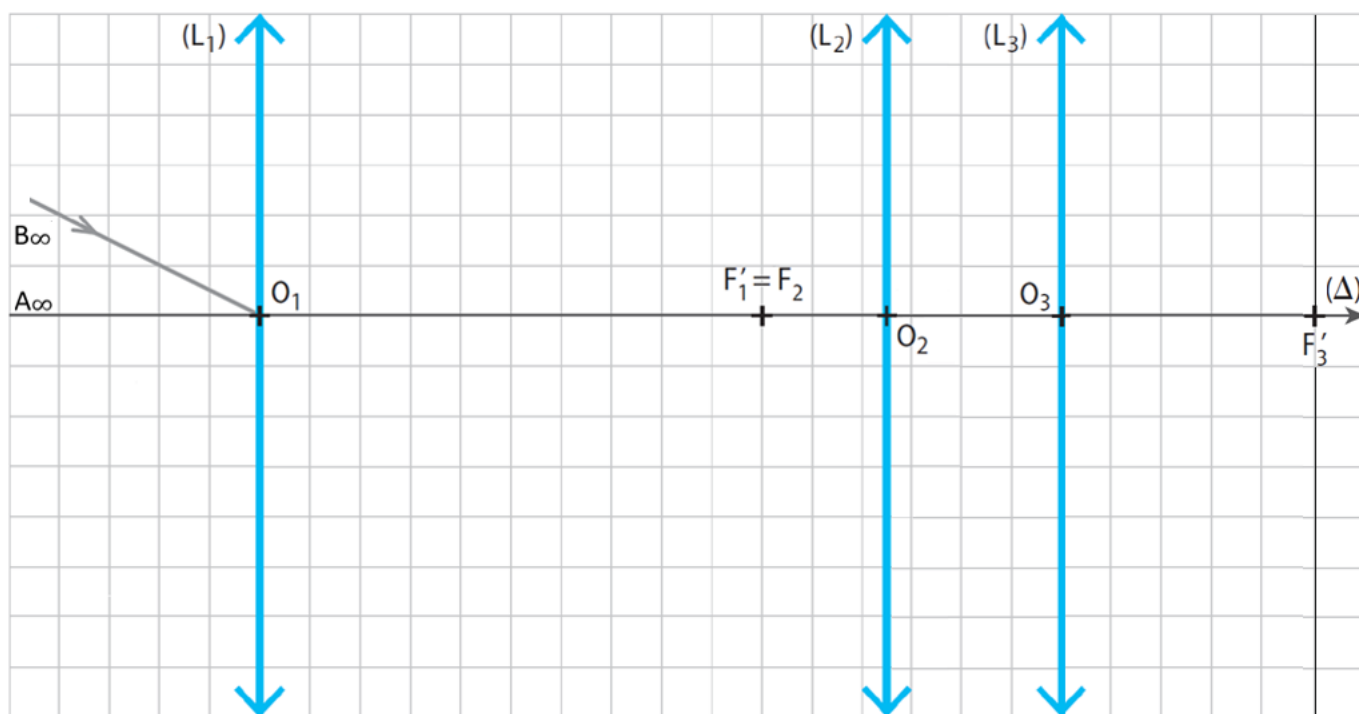
9. Mesurer sur l'écran la taille de l'image $A'B'$ avec et sans lunette astronomique :

$A'B'_{\text{avec lunette astronomique}} =$

Ne pas toucher au dispositif et enlever la lunette astronomique

$A'B'_{\text{sans lunette astronomique}} =$

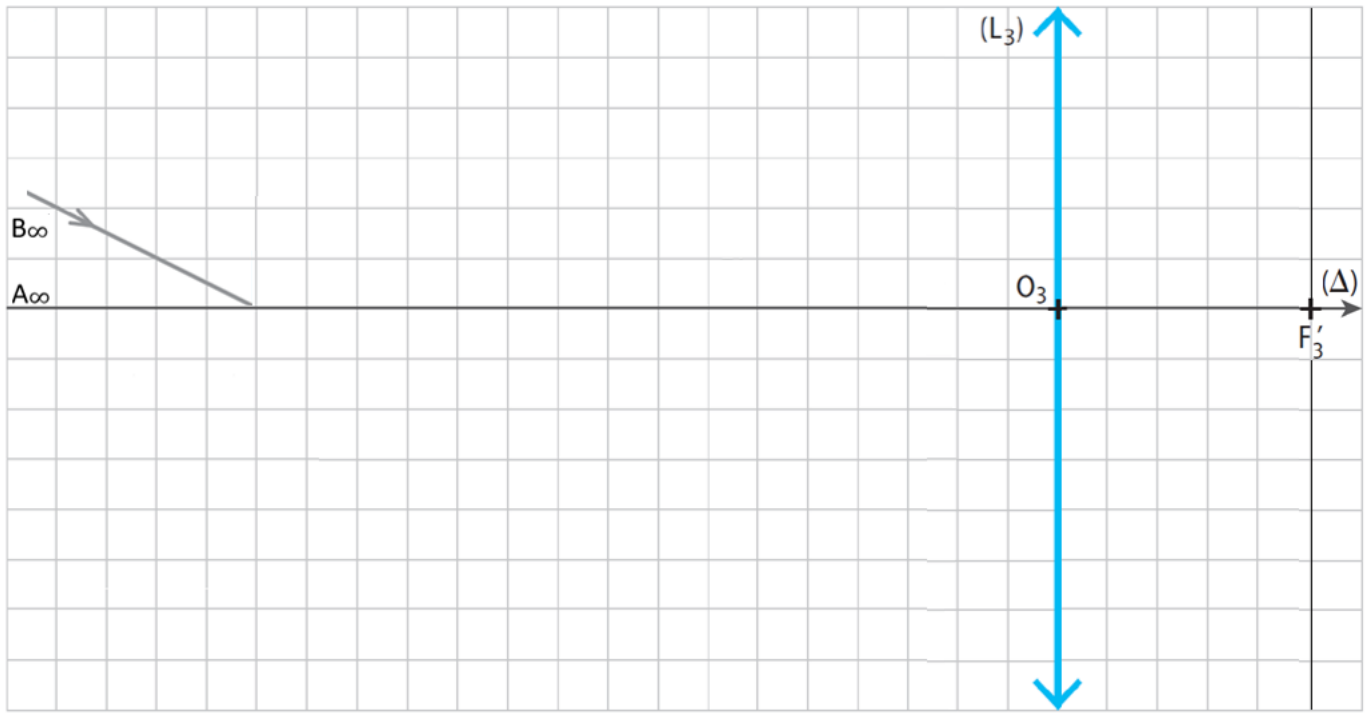
10. Sur le schéma ci-dessous, compléter le rayon incident issu du point B_∞ .



11. Placer l'angle α' sous lequel est vue l'image $A'B'$ avec la lunette astronomique.

12. Dans l'approximation des petits angles, $\tan \alpha' \approx \alpha'$, montrer que : $\alpha' = \frac{A'B'_{\text{avec lunette astronomique}}}{f'_3}$

13. Sur le schéma ci-dessous, compléter le rayon incident issu du point B_∞ .



14. Placer l'angle α sous lequel est vue l'image $A'B'$ sans la lunette astronomique.

15. Dans l'approximation des petits angles, $\tan \alpha \approx \alpha$, montrer que : $\alpha = \frac{A'B'_{\text{sans lunette astronomique}}}{f'_3}$

16. En utilisant les relations établies aux questions 12. et 15. montrer que : $G = \frac{A'B'_{\text{avec lunette astronomique}}}{A'B'_{\text{sans lunette astronomique}}}$

17. Comparer cette valeur expérimentale à la valeur théorique : $G_{\text{théorique}} = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$

Diaphragme d'ouverture et diaphragme de champ

Dans un système optique, il y a toujours un ou plusieurs éléments qui limitent la quantité et l'inclinaison des rayons lumineux entrant dans le système optique. Ces éléments sont appelés des diaphragmes. Parfois, le diaphragme existe en tant que tel, comme dans un appareil photo (le diaphragme s'ouvre pendant la prise de vue puis se referme). Dans d'autres cas, ce sont les éléments du système optique eux-mêmes (lentilles, miroirs) qui, par leur taille finie, jouent le rôle de diaphragme. Dans tous les cas, les diaphragmes ont pour effet de n'autoriser que les rayons les plus proches et les moins inclinés par rapport à l'axe optique à traverser le système optique. L'effet sur l'image est double : cela limite la luminosité et le champ (portion de l'espace visible au travers du système).

On peut montrer que lorsqu'on place un diaphragme dans un système optique, son rôle dépend de l'endroit où il est placé :

- Un diaphragme qui limite la luminosité de l'image sans influencer le champ est appelé **diaphragme d'ouverture**.
- Un diaphragme qui limite le champ sans influencer la luminosité de l'image est appelé **diaphragme de champ**.

En général, si l'on place le diaphragme dans une position quelconque, il influence à la fois la luminosité et le champ. Les diaphragmes de champ et d'ouverture sont donc des cas particuliers et possèdent une position bien précise dans le système optique.

La lunette astronomique possède un diaphragme d'ouverture et un diaphragme de champ. Essayez de trouver leur position sur l'axe optique. Quand vous pensez les avoir trouvés, appelez le professeur pour vérification. Enfin, lorsque la vérification est faite, justifiez par une construction géométrique la position de ces deux diaphragmes.

Notion de cercle oculaire

La position de l'œil derrière l'oculaire n'a pas d'influence sur la netteté ou la taille angulaire de l'image puisque celle-ci est renvoyée à l'infini. Toutefois, la position de l'œil sur l'axe optique n'est pas indifférente car le flux lumineux reçu par l'œil, et par conséquent l'intensité lumineuse de l'image dépend de l'endroit où se place l'observateur. Le cercle oculaire est l'endroit où l'observateur doit placer son œil pour observer l'image avec une luminosité maximale. Pour cela, il doit être placé à l'endroit où le faisceau lumineux qui émerge de la lunette est le plus fin.

Déterminer sur le banc optique la position du cercle oculaire.

Justifier à l'aide d'un tracé de rayons qu'il s'agit de l'image de l'objectif par l'oculaire.

Lunette astronomique

Salle TP1 2 ou 3

Par table :

- Bancs d'optique + 4 supports + écran + objet calque 1 cm à la place du « P »
- Lentilles 5, 8, 10, 20 dioptries