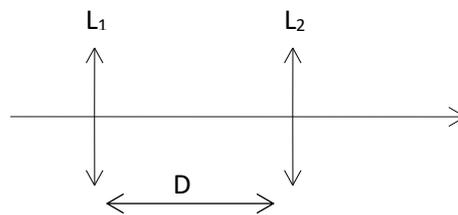




La lunette astronomique



Une lunette astronomique est un instrument d'optique constitué de deux lentilles convergentes, utilisé pour l'observation des astres.



L'objectif L_1 (lentille convergente de vergence $C_1 > 0$) forme une image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB . A son tour, cette image intermédiaire se comporte comme un objet pour l'oculaire L_2 (lentille convergente de vergence $C_2 > 0$) qui joue le rôle d'une loupe.

Questions préliminaires

1. Comparer la distance entre un objet observé à l'aide d'une lunette astronomique et les dimensions caractéristiques de cette lunette (longueur, distances focales de l'objectif et de l'oculaire). Quelle approximation peut-on alors faire au sujet de cette distance ?
2. Où se forme alors l'image A_1B_1 de l'objet à travers l'objectif ?
3. Où placer un objet par rapport à une lentille pour que l'image obtenue se forme à l'infini ?
Rq : Cette situation est recherchée par tout utilisateur d'un instrument d'optique (lunette astronomique, télescope, microscope, ...). Un œil normal (emmétrope) n'a alors pas besoin d'accommoder, et l'observation peut se faire sans fatigue.
4. Comment alors placer l'oculaire L_2 par rapport à l'objectif L_1 pour que l'image finale A_2B_2 se forme à l'infini ?
5. A quoi est alors égale la longueur D ?

Cette situation correspond à une lunette dite afocale. Dans ce cas, la lunette est dite afocale.





Modélisation de l'observation d'un objet à l'infini

Réaliser le montage sur le banc optique, au fur et à mesure des étapes.

1. Simulation d'une source à l'infini.

6. Déterminer la distance focale d'une lentille convergente de vergence $C_0 = 20\delta$.
7. Comment pourrait-on, à l'aide d'une source de lumière et de cette lentille, simuler un objet à l'infini ?
8. Sur une feuille prise en format paysage, positionner ce dispositif le plus à gauche possible.
Rq : On prolongera l'axe optique sur toute la largeur de la feuille, afin de pouvoir compléter le schéma. L'échelle devra être choisie de telle sorte que l'ensemble de la construction entre sur la feuille.
9. En rouge, tracer 2 rayons issus de B et traversant la lentille L_0 .

2. Réalisation de la lunette astronomique.

On dispose de 2 lentilles, l'une de vergence $C_1 = 3\delta$ et l'autre de $C_2 = 8\delta$. La lentille de plus grande vergence correspond à l'oculaire.

10. Positionner ces deux lentilles L_1 et L_2 sur l'axe optique de telle sorte à former une lunette afocale.
11. Prolonger le rayonnement des deux rayons lumineux précédents à travers la lunette astronomique. On fera notamment apparaître l'image intermédiaire A_1B_1 , image de l'objet à l'infini à travers l'objectif, et objet pour l'oculaire.

3. Cercle oculaire.

Le « cercle oculaire » est l'endroit où l'observateur doit placer son œil pour recevoir un maximum de lumière. D'un point de vue géométrique, il s'agit de l'image de l'objectif à travers l'oculaire.

12. En vert, construire les rayons permettant de tracer le cercle oculaire. Déterminer sa position.
13. Justifier alors qu'il s'agit bien de l'endroit où l'intensité lumineuse est maximale.

4. Modélisation de l'œil.

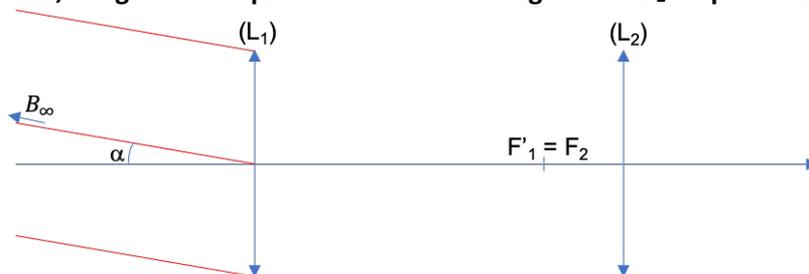
A l'aide d'une lentille convergente de vergence $C_3 = 4\delta$ et d'un écran, on peut réaliser le modèle d'un œil emmétrope (sans défaut). La lentille convergente représente le cristallin et l'écran la rétine.

14. Dans la situation étudiée ici, comment doit-on placer l'écran par rapport à la lentille pour y former une image nette ?
15. Positionner ce modèle d'un œil au niveau du cercle oculaire.
16. Prolonger les rayons lumineux émergeant de la lunette astronomique jusqu'à l'écran.

Vos conclusions théoriques sont-elles vérifiées expérimentalement ?

Grossissement de la lunette

17. Compléter le schéma suivant en représentant le cheminement à travers la lunette astronomique d'un faisceau lumineux issu d'un point B d'un objet, et incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique. Indiquer α' , l'angle sous lequel l'œil observe l'image finale B_2 du point objet B.



Le grossissement G de cette lunette afocale se définit par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

18. En détaillant la démarche pour y parvenir, proposer une expression de G en fonction des distances focales des lentilles, f'_1 et f'_2 .

Rq : Pour un angle θ en radians, $\theta \ll 1 \Rightarrow \tan \theta = \theta$.

19. Que se passerait-il si on inversait les 2 lentilles (un objectif de grande vergence et un oculaire de petite vergence) ? Justifier.