

ONDES LUMINEUSES

OPTIQUE - LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

3 Schématiser une lunette afocale

| Faire un schéma adapté.

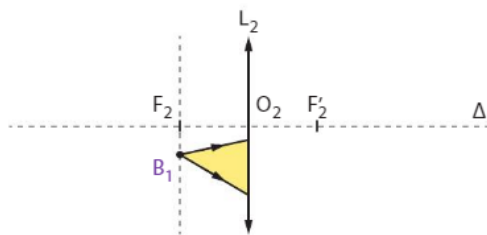
On modélise une lunette afocale par deux lentilles minces convergentes, un objectif de distance focale 20,0 cm et un oculaire de distance focale 5,0 cm.

1. Définir une lunette astronomique afocale.
2. Schématiser cette lunette afocale (échelle : 1,0 cm sur le schéma représente 5,0 cm dans la réalité).

5 Représenter un faisceau lumineux émergent

| Faire un schéma adapté

Un point objet B_1 éclaire une lentille mince convergente. Sur le schéma ci-dessous, on a représenté le faisceau lumineux incident.

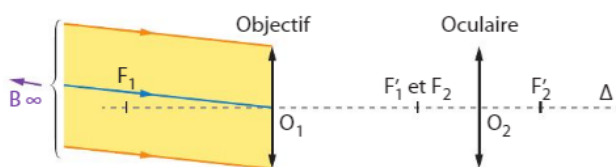


- Reproduire le schéma et représenter le faisceau émergent de la lentille mince convergente.

6 Représenter le faisceau émergent d'une lunette afocale

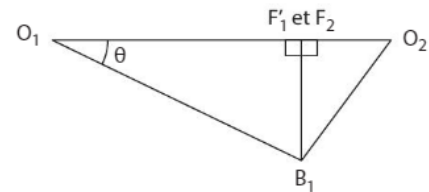
| Faire un schéma adapté.

On a schématisé ci-dessous une lunette astronomique afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes. On a représenté le faisceau lumineux issu d'un point objet B situé à l'infini éclairant l'objectif de la lunette.



- Reproduire le schéma et représenter le faisceau émergent issu du point objet B après traversée de cette lunette.

8 Manipuler une tangente

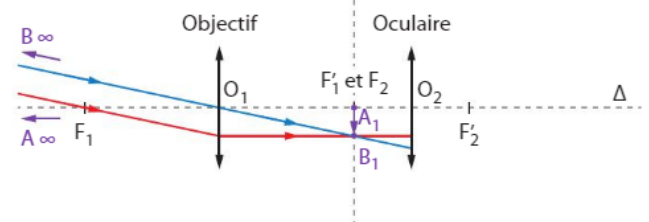


1. Exprimer la tangente de l'angle θ dans le triangle $B_1O_1F_1$.
2. Dans le triangle $B_1O_2F_2$, on écrit : $\tan \theta' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2}$.
 - a. Reproduire le schéma et repérer l'angle θ' .
 - b. À quelle condition peut-on écrire que $\theta' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2}$?

9 Tracer l'image d'un objet situé à l'infini donnée par une lunette astronomique (1)

| Faire un schéma adapté.

On a représenté, sur le schéma ci-dessous, l'image A_1B_1 d'un objet AB situé à l'infini donnée par l'objectif d'une lunette afocale. A_1B_1 devient objet pour l'oculaire.

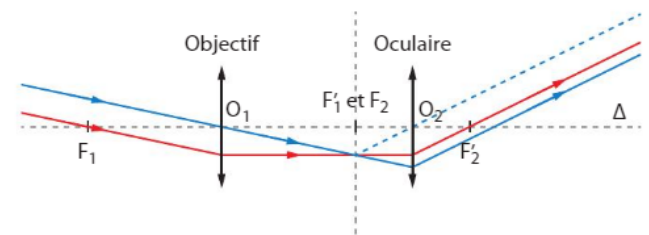


- Reproduire le schéma et le compléter avec les deux rayons émergent de l'oculaire.

10 Tracer l'image d'un objet situé à l'infini donnée par une lunette astronomique (2)

| Exploiter un schéma.

On a tracé sur le schéma ci-dessous deux rayons issus du point B d'un objet AB situé à l'infini, le point A étant sur l'axe optique.



1. Reproduire le schéma.
2. a. Placer l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif.
b. Où se situe l'image $A'B'$ de l'objet A_1B_1 donnée par l'oculaire ?

14 Exploiter les caractéristiques d'une lunette commerciale

Exploiter des informations.

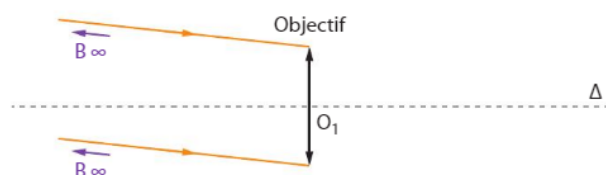


1. Quelle est la distance focale de l'objectif de cette lunette astronomique ?
2. Quel est le diamètre de l'objectif de cette lunette astronomique ?

15 Trajet d'un faisceau lumineux

Faire un schéma adapté ; mobiliser et organiser ses connaissances.

On a représenté ci-dessous un faisceau lumineux délimité par deux rayons issus d'un point objet B situé à l'infini. Ces rayons arrivent sur une lentille mince convergente modélisant l'objectif d'une lunette astronomique afocale.



L'objectif a une distance focale $f_1 = 20$ cm et la lentille oculaire, non représentée, a une distance focale $f_2 = 5,0$ cm.

1. Reproduire le schéma de cette lunette astronomique afocale en prenant pour échelle 1,0 cm sur le schéma pour 5,0 cm dans la réalité.
2. Où le point objet B est-il situé ?
3. a. Où l'image intermédiaire B_1 du point objet B à travers l'objectif de la lunette se forme-t-elle ?
b. Le plan perpendiculaire à l'axe optique qui contient B_1 est le plan focal image de l'objectif et également le plan focal objet de l'oculaire. Justifier l'expression « plan focal ».
4. Tracer le trajet du faisceau lumineux entre les lentilles objectif et oculaire.
5. a. Où l'image finale B' de B_1 donnée par l'oculaire se forme-t-elle ?
b. Comment les rayons émergent-ils de l'oculaire ?
c. Prolonger le faisceau émergeant de la lunette astronomique.

17 Construction graphique

Faire un schéma adapté.

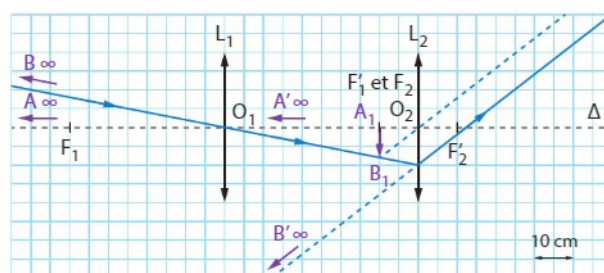
On observe un objet AB à l'infini à l'aide d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes de distance focale 5,0 cm et 50,0 cm. Le point objet A se situe sur l'axe optique de la lunette.

1. Quelle lentille modélise l'objectif ?
2. Schématiser cette lunette en prenant comme échelle 1,0 cm sur le schéma pour 5,0 cm dans la réalité.
3. Construire l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par la lentille objectif.
4. Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB à travers la lunette.

19 Une lunette par le calcul

Exploiter un schéma, des informations ; effectuer des calculs.

On a schématisé ci-dessous une lunette astronomique afocale modélisée par deux lentilles minces L_1 et L_2 . On a également représenté la construction graphique de l'image $A'B'$ d'un objet AB, situé à l'infini, donnée par la lunette astronomique.



1. a. Quelle lentille modélise l'objectif ?
b. Déterminer graphiquement les distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
2. a. Déterminer graphiquement la position de l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par L_1 .
b. Retrouver ce résultat à l'aide de la relation de conjugaison appliquée à la lentille L_1 .
3. a. Déterminer graphiquement la position de l'image finale $A'B'$ de l'objet A_1B_1 donnée par L_2 .
b. Retrouver ce résultat à l'aide de la relation de conjugaison appliquée à la lentille L_2 .

Donnée

Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

20 À chacun son rythme

CORRIGÉ

L'étoile Albireo

Effectuer des calculs ; exploiter des informations ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

L'étoile Albireo de la constellation de Cassiopée est une « étoile double ». Ces deux étoiles sont vues à l'œil nu, depuis la Terre, sous un angle de 34 secondes d'arc.



A Fiche technique d'une lunette astronomique afocale

Focale de l'objectif	700 mm
Diamètre de l'objectif	70 mm
Masse du tube optique	1,45 kg
2 oculaires interchangeables	10 mm et 25 mm
1 trépied réglable	Hauteur 67 cm à 119 cm

B Le pouvoir séparateur de l'œil

Le pouvoir séparateur est l'angle minimal ε sous lequel deux points lumineux peuvent être vus séparés. Pour l'œil humain, $\varepsilon = 3 \times 10^{-4}$ rad. Ainsi, deux points lumineux distincts, vus sous un angle inférieur à 3×10^{-4} rad, sont perçus par l'œil comme un seul point lumineux.

Énoncé compact

Peut-on distinguer les deux étoiles d'Albireo ?

Énoncé détaillé

- Exprimer, en radian, l'angle θ sous lequel l'étoile double Albireo est vue à l'œil nu.
- a. Établir l'expression du grossissement d'une lunette afocale. On pourra s'aider d'un schéma.
b. Calculer le grossissement maximal de cette lunette astronomique.
- Calculer l'angle maximal θ' sous lequel est vue l'image de l'étoile double Albireo à travers cette lunette afocale.
- Peut-on distinguer les deux étoiles d'Albireo ?

Donnée

1 degré d'arc est égal à 3 600 secondes d'arc.

23 Lunette astronomique et luminosité

Effectuer des calculs ; extraire et organiser l'information.

A La luminosité

Une lunette astronomique est caractérisée notamment par son grossissement. L'espace étant peu lumineux, il faut essayer de capter le maximum de lumière pour réaliser une observation exploitable. Sur des sites spécialisés dans les lunettes astronomiques, on peut lire : « Une lunette de 120 mm de diamètre récolte 44 % de luminosité supplémentaire par rapport à une lunette de 100 mm. » On admet que la quantité de lumière captée est proportionnelle à la surface de l'objectif.

B Un télescope

Un télescope est un instrument d'optique permettant des observations astronomiques. La différence essentielle par rapport à une lunette astronomique est que l'objectif d'un télescope est un miroir concave (courbe et convergent). À diamètre égal, ce miroir concave est bien moins onéreux qu'une lentille convergente.



C Tableau comparatif pour l'observation de Saturne

Diamètre de l'objectif	G entre 30 x et 70 x	G entre 70 x et 140 x	G supérieur à 140 x
70 mm	On commence à distinguer Saturne en tout petit.	On voit ses anneaux et son plus gros satellite Titan.	Les bandes de Saturne peuvent être visibles.
114 mm	Idem	Idem et deux satellites sont visibles.	Idem et les trois anneaux séparés sont visibles.
150 mm	Idem	Idem et trois satellites sont visibles.	L'anneau extérieur peut être observé distinctement.

Extrait du site www.naturoptic.com

- Justifier par le calcul l'indication écrite entre guillemets dans le texte A.
- Que permettent un grossissement et un diamètre d'objectif plus grands quand on observe l'espace ?
- Comment expliquer qu'à grossissement égal, certains satellites de Saturne soient ou non visibles ?
- À grossissement égal, quel est l'intérêt d'utiliser un télescope plutôt qu'une lunette astronomique ?

Donnée

La surface d'un disque de rayon R est $\pi \times R^2$.