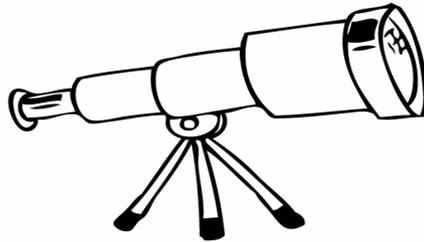




Le microscope, j'ai déjà utilisé...  
mais la lunette astronomique, jamais !  
Comment ça marche ?



## A. FORMATION D'UNE IMAGE

### I. NOTIONS DE SYSTEME OPTIQUE, POINT-OBJET, POINT-IMAGE

Un **système optique** est un ensemble constitué de **miroirs** et/ou de **lentilles**. Les rayons lumineux entrant dans un système optique sont déviés.

ex : - le rétroprojecteur : formé d'une lentille et d'un miroir  
- la loupe : formée d'une seule lentille  
- la lunette astronomique : formée de 2 lentilles

L'observation d'un **objet** à travers un système optique permet la formation d'une **image**. Cette image peut être projetée sur un écran ou directement observée par l'œil.

Tout objet (éclairé ou éclairant) peut être considéré comme un ensemble de points-objets qui émettent de la lumière dans toutes les directions. La lumière issue d'un **point-objet A** sera modélisée par un faisceau de **rayons lumineux**.

Le **point-image A'** est défini comme le point de rencontre (point de convergence) de tous les rayons lumineux issus du point-objet A qui ont traversé le système optique.

A +

S.O.

Les points A et A' sont dits **conjugués**. L'objet simple constitué d'un segment AB aura une image A'B' à travers les système optique (qui est évidemment aussi un segment).

### II. LES MIROIRS PLANS ET LES MIROIRS SPHERIQUES CONVERGENTS

#### 1. Observations de deux types de miroirs

**exp1**

Objectifs : - Distinguer un miroir sphérique convergent d'un miroir plan

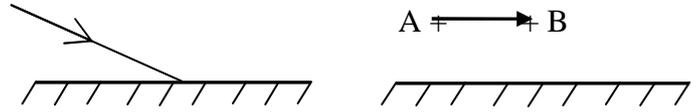
Faire tourner les 2 miroirs dans la classe

- Repérer les 2 miroirs mis à disposition, les observer pour distinguer leur forme (**sans mettre des gros pâtés de doigts !!!**)
- Utiliser successivement chacun des 2 miroirs en regardant vos propres yeux à travers et en vous plaçant à différentes distances : de 10 cm à 3 m (demander à son binôme de tenir le miroir).
- Noter à chaque fois la forme du miroir, les caractéristiques des images observées (image droite/renversée, plus petite/grande/identique).



## 2. Le miroir plan

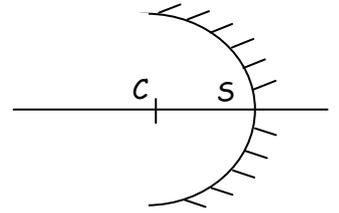
- 2.1. Rappeler les lois de la réflexion.
- 2.2. Appliquer ces lois pour construire le rayon réfléchi par le miroir plan ci-contre.
- 2.3. De même, tracer l'image A'B' de l'objet AB.
- 2.4. Comparer avec les observations de l'exp1.



## 3. Le miroir sphérique convergent (concave)

### a. Description et construction de rayons particuliers

Un miroir sphérique est formé d'une portion de sphère dont une face est réfléchissante. On note R le rayon de la sphère (appelé **rayon de courbure**) et C son **centre**. L'axe de symétrie est appelé **axe optique** et coupe le miroir au **sommet**, noté S. Lorsque la surface réfléchissante est à l'intérieur de la surface.



Les lois de la réflexion vues pour le miroir plan sont applicables au miroir sphérique. En effet, la zone du miroir sphérique où arrive le rayon incident est suffisamment petite pour être assimilée à un miroir plan.

2.5. Quelles sont les différences entre un miroir sphérique concave et un miroir sphérique convexe ?

2.6.1. Dessiner un miroir sphérique concave (demi-cercle de 10 cm de rayon), placer le centre C, l'axe optique et le sommet S du miroir.

2.6.2. Tracer un rayon incident non parallèle à l'axe optique et passant par le centre C du miroir. Que dire du rayon réfléchi ?

2.6.3. Tracer un rayon incident non parallèle à l'axe optique et passant par le sommet S du miroir. Que dire du rayon réfléchi ?

2.6.4. Tracer 2 rayons parallèles à l'axe optique et faiblement écartés de l'axe optique.

Vérifier que les rayons réfléchis passent par un même point F'. Ce point est le **foyer** du miroir sphérique concave.

Vérifier que F' est le milieu du segment CS. Pourquoi dit-on qu'un miroir concave est convergent ?



On appelle **distance focale**, notée  $f'$ , d'un miroir sphérique convergent la distance F'S. On a :  $f' = F'S = \frac{CS}{2} = \frac{R}{2}$

2.6.4. Tracer un rayon incident non parallèle à l'axe optique et passant par le foyer F'.

Vérifier qu'il est réfléchi parallèlement à l'axe optique.

### Propriétés de 4 rayons particuliers :

- Tout rayon incident passant par le centre est réfléchi .....
- Tout rayon incident passant par le sommet est réfléchi .....
- Tout rayon incident passant par le foyer est réfléchi .....
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique est réfléchi .....

### b. Images formées par un miroir sphérique convergent

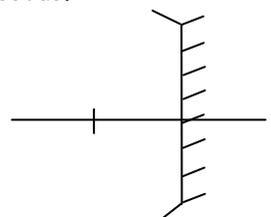
**exp2** Objectifs : - Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran  
- Réaliser les constructions graphiques correspondant au montage

- Choisir le miroir sphérique convergent mis à disposition. Il sera noté M. Sa distance focale vaut 20 cm.
- Placer sur le banc d'optique l'objet lumineux (lettre découpée dans une plaque en avant de la lanterne) au zéro de la graduation du milieu du banc. Cet objet est noté AB.
- ⊗ Mesurer et noter la taille de l'objet AB.
- Pour une distance fixée entre l'objet et le miroir, déterminer (lorsque c'est possible) en intercalant un morceau de feuille de papier la position et la taille de l'image A'B' (l'image doit être nette). Envisager les cas d'un objet à 60 cm du miroir puis à 50, 40, 30, 20 et 10 cm.

On utilisera désormais le **modèle du miroir sphérique convergent** représenté par le schéma ci-dessous.

2.7. A l'aide de constructions graphiques (échelle 1/10 selon l'axe, échelle 1 verticalement), en utilisant les propriétés des rayons particuliers, vérifier la position et la taille de l'image A'B' selon la position de l'objet AB pour les 4 cas envisagés précédemment.

On dessinera le schéma d'un miroir concave, on placera le sommet S, foyer F' et le centre C. L'objet AB sera dessiné perpendiculaire à l'axe optique et A sera placé sur cet axe.



Remarque : conditions d'obtention d'images nettes : **les conditions de Gauss**

Les miroirs sphériques doivent être utilisés au voisinage de leur sommet avec des faisceaux lumineux peu inclinés sur l'axe : on parle de rayons paraxiaux. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, tous les rayons issus d'un point-objet A ne se coupent pas en un seul point-image A', l'image A'B' d'un objet AB est alors déformée ou floue.

ex : .....

### c. Détermination expérimentale de la distance focale d'un miroir

2.8. D'après l'expérience précédente, proposer une première méthode permettant de déterminer la distance focale d'un miroir sphérique convergent.

**exp3**

Objectifs : - Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran  
- Déterminer la distance focale d'un miroir sphérique convergent

▪ Deuxième méthode : placer sur le banc d'optique l'objet lumineux AB au zéro de la graduation à l'extrémité du banc.

▪ Placer le miroir M à une distance suffisante pour le considérer à l'infini par rapport à l'objet.

▪ Intercaler un morceau d'une feuille de papier et le déplacer jusqu'à observer une image A'B' nette.

☒ Noter la position de l'image A'B'.

☒ Compléter le schéma ci-contre.

☒ Où doit se situer l'image de l'objet AB ?

☒ En déduire la distance focale du miroir. Comparer avec la valeur donnée par le constructeur.

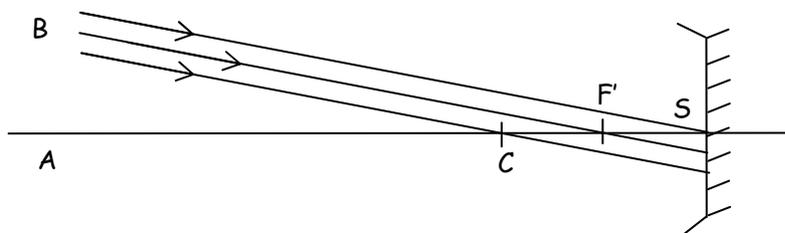
☒ Quelle est la méthode la plus précise ?

#### Rappels sur un objet à l'infini :

De chaque point d'un objet situé à l'infini (plus de 1 m pour les instruments du labo) arrive un faisceau de rayons parallèles.

On dit d'un objet AB (où A est sur l'axe optique) situé à l'infini qu'il est vu depuis le miroir d'un angle  $\alpha$  (**diamètre apparent**).

Sur une construction graphique, on ne peut donc pas placer concrètement le point B mais simplement faire apparaître les rayons lumineux issus de ce point.



**Cas d'un objet à l'infini** : L'image A'B' d'un objet AB situé à l'infini se forme dans le **plan focal** du miroir sphérique.

## III. LES LENTILLES CONVERGENTES

### 1. Observations des différents types de lentilles

**exp4**

Objectifs : - Distinguer les différentes lentilles  
- Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran

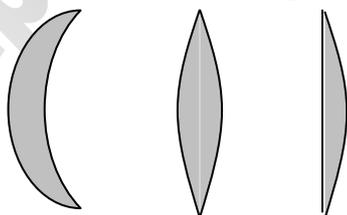
▪ Repérer les lentilles mises à disposition, les tâter pour distinguer leur forme (**sans mettre des gros pâtés de doigts !!!**). Distinguer celles à bords minces de celles à bords épais. Faire 2 paquets.

▪ Choisir 2 lentilles, une de chaque type. Poser à plat la première lentille sur votre feuille de compte-rendu et soulever légèrement. Recommencer avec l'autre.

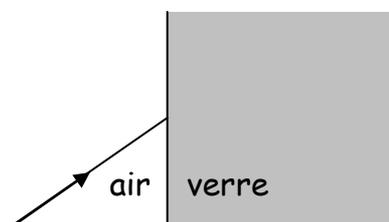
☒ Noter vos observations.

Une **lentille** est un solide transparent délimité par 2 dioptries dont l'un au moins n'est pas plan. Sur chaque face (ou dioptrie) de la lentille, il y a réfraction de la lumière.

Grâce à la courbure particulière des 2 faces, on peut obtenir des lentilles à bords minces qui vont faire converger les rayons incidents, on les appelle **lentilles convergentes**.



#### Rappels : le phénomène de réfraction



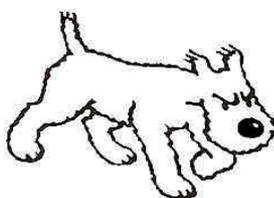
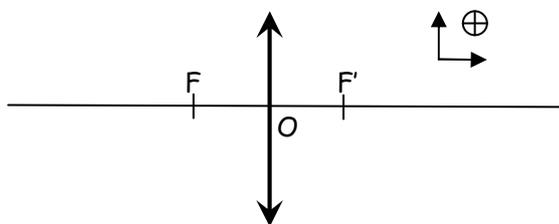
3.1. D'après les explications précédentes, attribuer un nom aux deux types de lentilles classées dans l'exp4. Comment peut-on donc repérer les lentilles convergentes au toucher puis par simple observation à travers ?  
Nous utiliserons uniquement les lentilles convergentes. Savoir les repérer rapidement est donc indispensable.

**2. Points et rayons particuliers d'une lentille mince convergente**

☒ Schématiser chacune des deux expériences réalisées au tableau.

3.2. Quels sont les 2 points particuliers mis en évidence ?

On utilisera désormais le **modèle de la lentille mince convergente** représenté par le schéma ci-dessous.



**ATTENTION !! en optique, l'espace est orienté : on utilise des mesures algébriques pour les distances. Une telle mesure peut donc être positive ou négative !**

3.3. Reproduire le schéma précédent sur votre feuille en plaçant les points F et F' à 5,0 cm du point O. Combien valent les mesures algébriques  $\overline{OF}$  et  $\overline{OF'}$  ?

On appelle **distance focale f'** d'une lentille la mesure algébrique  $\overline{OF'}$  (**mesurée en mètres**)  
 On appelle **vergence** d'une lentille, notée C, la grandeur exprimée en dioptrie ( $\delta$ ) qui vaut :  $C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'}$

3.4. Dédurre de la question précédente la distance focale de la lentille et calculer sa vergence.

La lentille est dite **mince** si on peut négliger l'épaisseur de sa partie centrale qui est alors assimilée à un point O appelé **centre optique** de la lentille. L'axe de symétrie de la lentille est appelé **axe optique** et passe par le centre optique O.

**Propriétés de 3 rayons particuliers :**  
 Tout rayon incident passant par le **centre optique** .....  
 Tout rayon incident passant par le **foyer objet F** donne un rayon émergent .....  
 Tout rayon incident ..... donne un rayon émergent qui passe par le **foyer image F'**.

3.5. Tracer sur le schéma précédent les 3 rayons aux propriétés particulières.

Remarque : conditions d'obtention d'images nettes : **les conditions de Gauss**  
 De la même façon qu'avec les miroirs sphériques, les lentilles minces doivent être utilisées avec des rayons paraxiaux. Pour être utilisée dans de telles conditions, les objets doivent être petits, situés au voisinage de l'axe optique et il est possible d'utiliser un **diaphragme** devant la lentille pour n'utiliser que la partie centrale de celle-ci.

**3. Images formées par des lentilles minces convergentes**

**exp5** Objectifs : - Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran  
 - Réaliser les constructions graphiques correspondant au montage

- Choisir parmi les lentilles de l'exp.4 la lentille convergente de vergence  $C = +8 \delta$ . Elle sera notée L.
- ☒ Calculer sa distance focale f'.
- Placer sur le banc d'optique l'objet lumineux AB au zéro de la graduation à l'extrémité du banc.
- ☒ Rappeler la taille de l'objet AB.
- Placer successivement la lentille aux distances AO indiquées dans le tableau ci-dessous. Pour chacune de ces positions, déplacer l'écran pour obtenir une image nette et noter sa position ( $\overline{OA'}$ ) et sa taille ( $\overline{A'B'}$ ).

$\overline{AO}$ (cm)	13,5	14,5	16	18	20	25	30	40	60
$\overline{OA'}$ (m)									
$\overline{A'B'}$ (cm)									

- ☒ Quelle est la particularité de l'image ?
- ☒ Comment évoluent la taille et la position de l'image lorsque l'objet se rapproche de la lentille ?

3.6. A l'aide d'une construction graphique (échelle 1/10 selon l'axe, 1/1 verticalement), en utilisant les propriétés des rayons particuliers, vérifier la position et la taille de l'image A'B' dans le cas où  $\overline{AO} = 40$  cm.

On dessinera le schéma d'une lentille convergente, on placera le centre optique O, les foyers F et F'.

L'objet AB sera dessiné perpendiculaire à l'axe optique et A sera placé sur cet axe.



Ce sont des rappels de 1<sup>ère</sup>S !  
A SAVOIR PAR CŒUR !!!

#### 4. Détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille mince convergente

##### Relation de conjugaison :

Une lentille de distance focale  $f'$  donne d'un point-objet A situé sur l'axe optique, un point-image A',

conjugué de A, dont la position sur l'axe est donné par la relation :  $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

##### Relation de grandissement :

Le **grandissement**, noté  $\gamma$ , est le rapport de la taille de l'image et de la taille de l'objet :  $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

### exp6

**Objectifs :** - Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran  
- Déterminer par différentes méthodes la distance focale d'une lentille

#### a. Première méthode : utilisation de la relation de conjugaison

En utilisant les mesures de l'exp.5, représenter sur papier millimétré  $\frac{1}{\overline{OA'}}$  en fonction de  $\frac{1}{\overline{OA}}$ . Compléter le tableau ci-dessous. Prendre l'origine en bas à droite de la feuille et choisir pour échelle : 1 cm pour 1 m<sup>-1</sup>.

$\frac{1}{\overline{OA'}}$ (m <sup>-1</sup> )									
$\frac{1}{\overline{OA}}$ (m <sup>-1</sup> )									

Montrer que la droite obtenue est conforme à la relation de conjugaison. En déduire la distance focale de la lentille. Vérifier que ces résultats sont en accord avec le nombre gravé sur la monture de la lentille L.

#### b. Deuxième méthode : utilisation de l'objet à l'infini

Proposer une expérience en s'inspirant du nom de la méthode. La réaliser avec la lentille et vérifier que le résultat est en accord avec la méthode précédente.

Schématiser la situation expérimentale en construisant les rayons particuliers convenablement choisis.



#### c. Troisième méthode : méthode de Silbermann

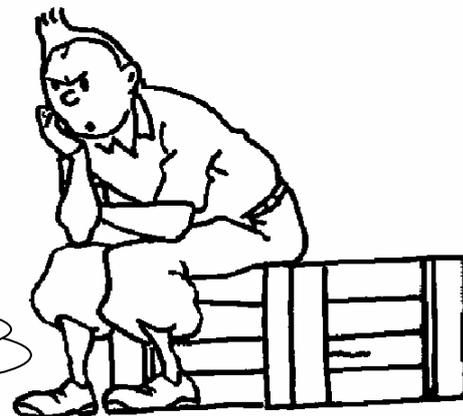
- Vérifier expérimentalement sur la lentille L que si l'objet et l'image, distants de D, ont même taille, alors  $f' = \frac{D}{4}$
- Mesurer D et en déduire la distance focale de la lentille.
- Comparer les 3 méthodes. Quelle est la plus précise ?

3.6. En utilisant les mesures de l'exp.5, calculer les rapports  $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$  et  $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ . Compléter le tableau ci-dessous.

$\overline{AO}$ (cm)	13,5	14,5	16	18	20	25	30	40	60
$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$									
$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$									

Comparer les deux rapports pour chaque position. A quoi cela correspond-il ?

Mais ça nous dit toujours pas comment fonctionne un microscope ou un télescope...



# B. QUELQUES INSTRUMENTS D'OPTIQUE

## I. PRINCIPE ET INTERET DE TELS INSTRUMENTS

### 1. L'œil, l'accommodation et la distance minimale de vision distincte

**exp7**

- Objectifs :**
- Appréhender la notion d'accommodation
  - Appréhender la notion de diamètre apparent
  - Déterminer expérimentalement la distance minimale de vision distincte  $d_m$

- Fermer les yeux ; ouvrir les yeux et fixer un stylo au loin (plus de 1m).
- Refaire l'expérience en fixant ce même stylo proche (25 cm).
- ☒ Conclure en notant vos observations.
- Observer deux pièces de monnaie de tailles différentes de sorte que la plus petite paraisse la plus grande.
- ☒ Comment faut-il les placer ? Schématiser l'œil et chacune des pièces vues de côté.
- Observer avec un seul œil une pièce de monnaie et la rapprocher progressivement de votre œil. S'arrêter à l'endroit le plus proche où les détails de la pièce vous apparaissent encore bien nets.
- ☒ Noter cette distance.

#### a. Observation d'objets proches ayant un diamètre apparent faible

##### 1.1. Comparer les schémas suivants 1 et 2.

Comment évolue le **diamètre apparent** du même objet AB ?  
Les angles étant petits, quelle approximation peut-on faire ?

**Schéma 1 :** L'objet AB mesure 1 cm ; il est placé à 50 cm de l'œil



**Schéma 2 :** L'objet AB est placé à la distance minimale de vision distincte



Je rappelle que le **diamètre apparent** est l'angle (en radian) sous lequel est vu un objet !



Pour distinguer les détails d'un objet (une pièce de monnaie par exemple), la première chose à faire consiste à rapprocher l'objet de l'œil. Pour la plupart des personnes, on peut l'approcher jusqu'à 25 cm de l'œil : cette distance constitue ce qu'on appelle la **distance minimale de vision distincte**.  $d_m = 0,25 \text{ m}$

Le fait de rapprocher un petit objet pour mieux le distinguer pose donc plusieurs problèmes :

- on ne peut généralement pas se rapprocher à moins de 25 cm (sinon il n'apparaît plus nettement).
- à courte distance (même supérieure à 25 cm), l'œil force sur ses muscles pour l'observer nettement : on dit qu'il **accommode**. Cela fatigue énormément l'œil.

L'utilisation du **microscope** permet de remédier à ces problèmes.

#### b. Observation d'objets lointains ayant un diamètre apparent faible

L'observation d'objets lointains (à l'infini) ne fatigue pas l'œil.  
Il n'a pas besoin d'**accommoder**.

Cependant, pour distinguer les détails d'un objet lointain, il n'est parfois pas possible de se rapprocher (observation de la Lune par exemple). La seule solution est alors d'utiliser un instrument d'optique comme **la lunette astronomique** ou **le télescope**.



### 2. Points communs aux 3 instruments d'optique étudiés

#### 1.2. En utilisant l'activité Ap1.3<sub>spé</sub>, dire quels sont les points communs à ces 3 instruments :

- ils ont pour but principal .....
- ils sont chacun constitués d'un ....., modélisé par .....

### 3. De la loupe à l'oculaire

Quand l'objet est à la **distance minimale de vision distincte**, pour augmenter encore le **diamètre apparent** on utilise une loupe, c'est-à-dire une simple lentille mince convergente.

1.4. Comparer les schémas 3 et 4 ; pourquoi la loupe grossit-elle ?

1.5. Compléter le schéma 4 par deux rayons issus de B : l'un parallèle à l'axe optique, l'autre passant par le centre optique de la loupe (l'œil est placé au foyer image  $F'$  de la loupe).

Schéma 3

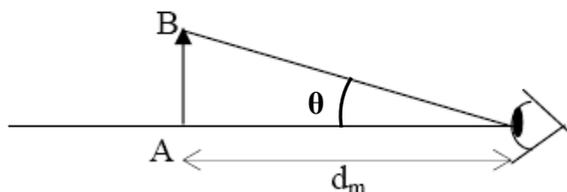
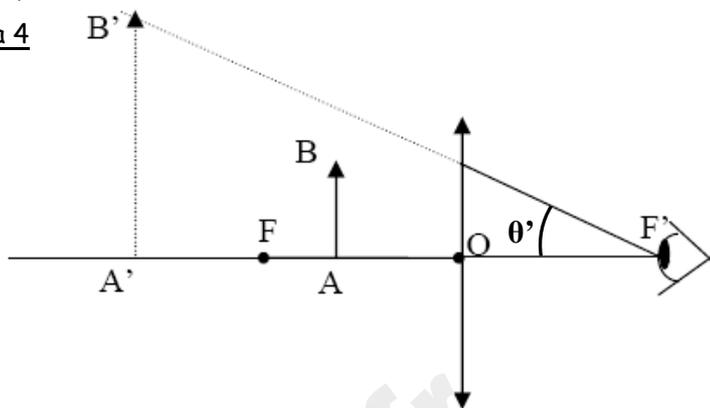


Schéma 4



1.6. L'œil **accommode**-t-il dans le cas du schéma 4 ? Si oui, où faut-il placer l'objet AB pour que la loupe permette à l'œil une observation sans fatigue ? Réaliser alors le schéma correspondant (échelle 1/10 selon l'axe) en choisissant pour modéliser la loupe une lentille de vergence  $+3\delta$ . On prendra un objet AB de taille 1,0 cm.



Dans les instruments d'optique, l'oculaire joue le rôle d'une loupe. Les conditions optimales d'observation sont réalisées lorsque l'image définitive obtenue à travers l'instrument est à l'infini. L'œil observe alors sans fatiguer.

## II. LE MICROSCOPE

### 1. Description et modélisation du microscope

2.1. En utilisant l'activité *Ap1.3<sub>spé</sub>*, dire quelles sont les 3 parties distinctes d'un microscope.

2.2. Comment réalise-t-on la mise au point sur un microscope ? Qu'est-ce qui reste fixe ?

2.3. Compléter le schéma (fourni) du modèle du microscope (échelle 1/10 selon l'axe) en représentant 2 lentilles minces convergentes séparées d'environ 1,0 m. Une lentille  $L_1$  de vergence  $+8\delta$  représentera l'objectif et une lentille  $L_2$  de vergence  $+3\delta$  représentera l'oculaire. On placera tous les points importants ( $F_1, O_1, F_1'...$ ).

Remarque : dans ce modèle, le condenseur n'est pas représenté, l'objet AB étant lumineux par lui-même.

### 2. Etude expérimentale du modèle du microscope

**exp8**

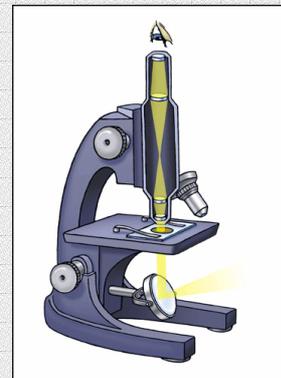
**Objectifs :** - Réaliser un montage sur un banc d'optique de façon à observer une image sur un écran  
- Savoir positionner les lentilles pour modéliser un microscope  
- Rechercher l'image intermédiaire, définitive

#### a. Formation de l'image intermédiaire

- Scotcher sur la lanterne un papier transparent quadrillé représentant l'objet AB.
- Placer sur le banc d'optique :
  - la lanterne pour que l'objet lumineux AB soit au zéro de la graduation
  - l'objectif modélisé par la lentille  $L_1$  de vergence  $+8\delta$  à 15,0 cm de l'objet AB
  - l'écran derrière la lentille  $L_1$
- Déplacer l'écran pour former une image nette (notée  $A_1B_1$ ) de l'objet sur celui-ci.
- ⊗ Noter sa position et comparer la taille de cette image intermédiaire à celle de l'objet AB.

#### b. Formation de l'image définitive

- Conserver les positions de l'objet AB, de l'objectif  $L_1$  et de l'écran.
- Placer sur le banc d'optique l'oculaire modélisé par la lentille  $L_2$  de vergence  $+3\delta$  à 33,3 cm de l'écran (donc à 33,3 cm de l'image intermédiaire  $A_1B_1$ ).
- Retirer l'écran en conservant tout le reste du montage
- Observer l'image définitive  $A'B'$  en plaçant l'œil sur l'axe optique derrière l'oculaire  $L_2$  (si nécessaire déplacer légèrement l'oculaire pour avoir une image plus nette)



2.4. Quel est le rôle de l'objectif d'un microscope ?

2.5. Calculer la distance focale  $f'$  de l'oculaire en cm. Quel rôle joue  $A_1B_1$  pour l'oculaire ? A quelle position particulière l'image  $A_1B_1$  est-elle située par rapport à l'oculaire ?

2.6. Compléter le schéma de la question 2.3. en construisant les rayons lumineux issus de l'objet  $AB$  pour former l'image intermédiaire  $A_1B_1$  puis l'image définitive  $A'B'$ . Vérifier les observations de l'exp. 8. concernant  $A_1B_1$ .

2.7. En utilisant la réponse à la question 2.5., où doit se former l'image définitive  $A''B''$  ? Quel est l'intérêt pour l'observateur ?

2.8. A quel endroit particulier cependant avez-vous placé votre œil pour observer un maximum de lumière ? Noter cette position par rapport à  $L_2$ .

### 3. Grossissement standard d'un microscope

Le **grossissement** du microscope est défini par le rapport :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

avec :  $\alpha'$  l'angle sous lequel on voit l'image définitive  $A'B'$ .

$\alpha$  l'angle sous lequel on voit l'objet  $AB$  à l'œil nu **et** placé à la distance minimale de vision distincte  $d_m$ .

On appelle **grossissement standard** le **grossissement** lorsque l'image définitive est à l'infini.

On se place dans le cas où l'œil observe sans accommoder.

2.9. Déterminer l'expression du **grossissement standard** du microscope réalisé dans l'exp.8 en fonction de  $A_1B_1$ ,  $AB$ ,  $d_m$  et  $f_2'$  (on pourra s'aider du schéma fourni en plaçant l'angle  $\alpha'$ ). Montrer que ce **grossissement** s'écrit sous la forme  $G = |\gamma_1| \cdot G_2$  où  $|\gamma_1|$  est la valeur absolue du **grandissement** de  $L_1$  et  $G_2$  le **grossissement** de  $L_2$  (c.f. I.3. loupe).

#### Application :

Les indications sur l'objectif et l'oculaire correspondent à  $|\gamma_1|$  et à  $G_2$  :

dans l'exemple ci-contre :

$|\gamma_1| = 10$  et  $G_2 = 16$

donc **grossissement**  $G = 160$  fois.



#### Grossissement d'une loupe :

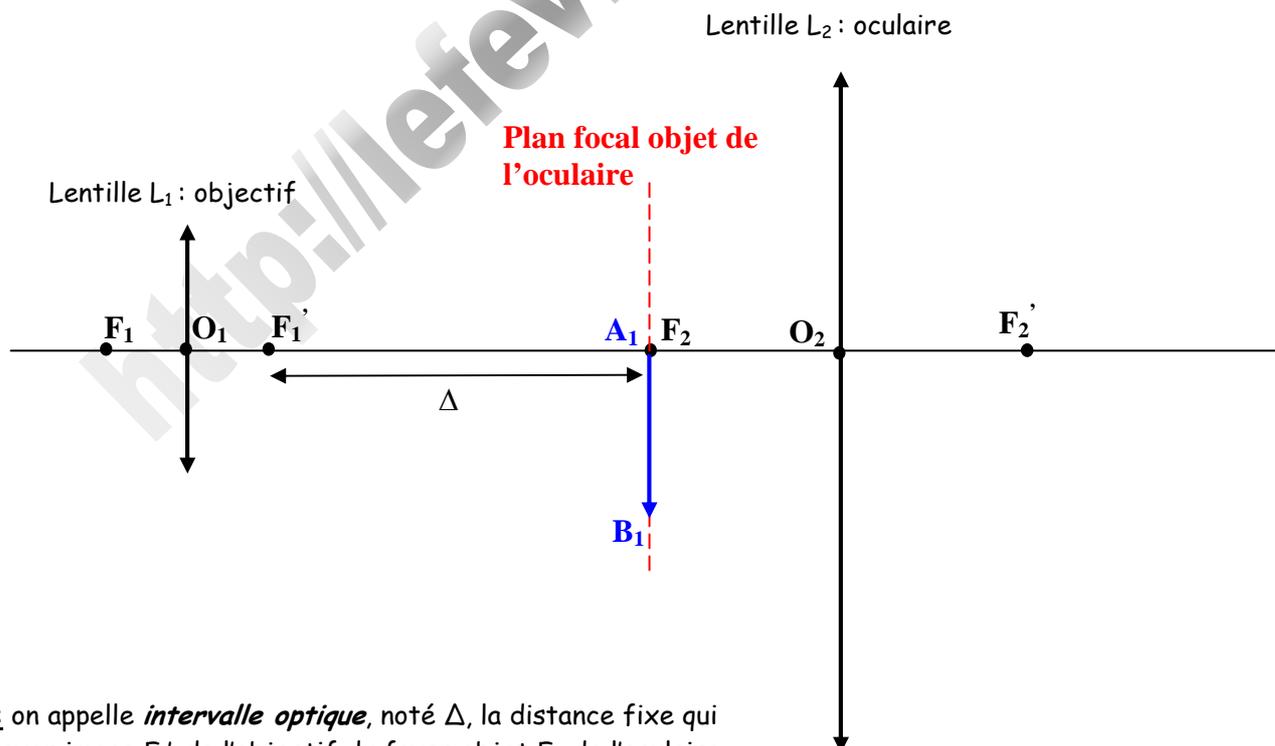
Celui-ci est défini de la même façon que le **grossissement** du microscope, le système optique n'étant alors constitué que de la lentille mince convergente qui représente la loupe.

### 4. Marche d'un faisceau lumineux

2.10. Compléter le schéma ci-dessous en traçant les rayons lumineux pour trouver la position de l'objet  $AB$  à partir de l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .

2.11. Tracer en rouge la **marche du faisceau lumineux** issu de  $B$  à travers le microscope, c'est-à-dire déterminer l'ensemble des rayons qui traversent les deux lentilles à partir du point-objet  $B$ . Hachurer la zone.

2.12. Faire de même en vert avec la **marche du faisceau lumineux** issu de  $A$ .



Remarque : on appelle **intervalle optique**, noté  $\Delta$ , la distance fixe qui sépare le foyer image  $F_1'$  de l'objectif du foyer objet  $F_2$  de l'oculaire.

## 5. Cercle oculaire

### a. Définition

Le microscope étant constitué de deux lentilles, l'objectif sert d'objet pour l'oculaire qui en forme une image.

On appelle **cercle oculaire** l'image de la monture de l'objectif (ou de son diaphragme) donnée par l'oculaire

2.12. Sur le schéma précédent, représenter l'image de l'objectif  $L_1$  à travers l'oculaire  $L_2$ . On tracera les rayons lumineux en bleu.

### b. Détermination expérimentale

**exp9**

**Objectifs:** - Repérer la position du cercle oculaire d'un microscope

- Pour visualiser l'image de l'objectif à travers l'oculaire, placer votre pointe de stylo sur l'objectif (donc sur  $L_1$ ).
- Obtenir une image nette de la pointe du stylo sur un écran placé derrière l'oculaire.
- ⊗ Noter la position de cette image par rapport à l'oculaire.
- Enlever le stylo et déplacer à nouveau un écran derrière l'oculaire en observant l'évolution du disque lumineux au fur et à mesure qu'on éloigne l'écran de l'oculaire.
- ⊗ Que remarque-t-on au voisinage de la position notée précédemment ?

### c. Intérêt

Le **cercle oculaire** correspond également à la section la plus étroite du faisceau lumineux émergent du microscope.

2.13. D'après l'exp.9, la position du **cercle oculaire** déterminé avec le stylo correspond-elle à la section la plus étroite du faisceau lumineux émergent du microscope ?

2.14. Repérer sur la marche des faisceaux lumineux issus de A et B (tracé précédemment) l'emplacement du cercle oculaire.

L'œil doit être placé au **cercle oculaire** pour recevoir un maximum de lumière.

## III. LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

### 1. Description et modélisation de la lunette astronomique

3.1. En utilisant l'activité *Ap1.3<sub>spé</sub>*, dire quelles sont les 2 parties distinctes d'une lunette astronomique.

3.2. Comment réalise-t-on la mise au point sur une lunette astronomique ?

### 2. Etude théorique du modèle de la lunette astronomique afocale

**EXERCICE**

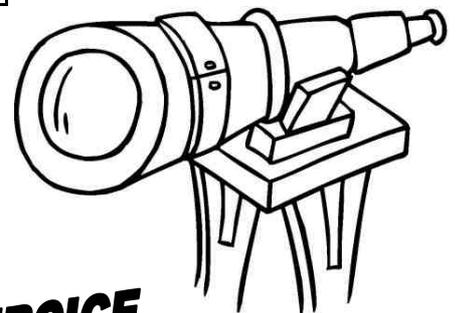
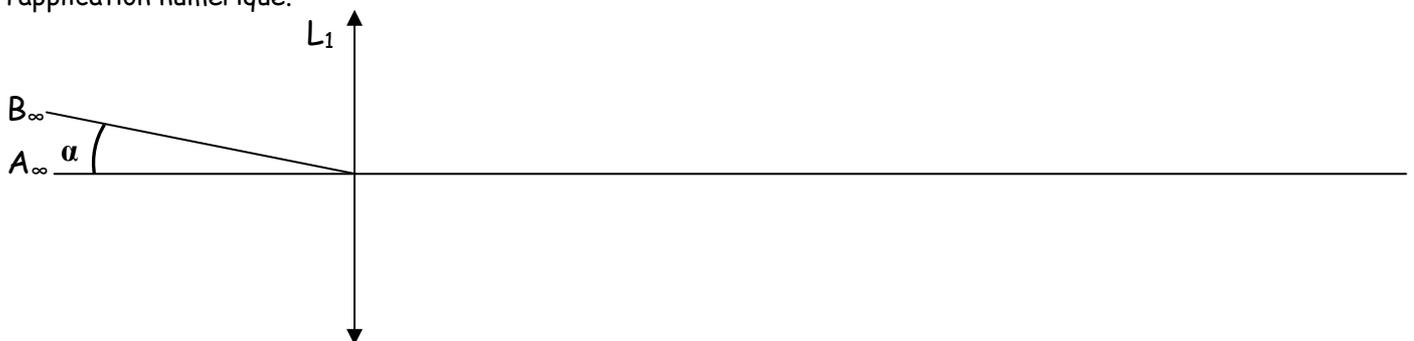
On pointe une lunette astronomique sur un objet AB lointain, le point A étant situé sur l'axe optique. La lunette peut être modélisée à l'aide de deux lentilles convergentes fixées chacune à l'extrémité d'un tube, les deux tubes pouvant coulisser l'un dans l'autre. Une lentille  $L_1$  de vergence  $+3\delta$  représentera l'objectif et une lentille  $L_2$  de vergence  $+8\delta$  représentera l'oculaire.

3.3. Que peut-on dire des rayons lumineux issus de l'objet AB ?

3.4. Compléter le schéma ci-dessous (échelle 1/5 selon l'axe) en plaçant les points caractéristiques de  $L_1$  et en traçant d'autres rayons incidents. Construire l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .

3.5.a. Mesurer la taille de l'image  $A_1B_1$ .

3.5.b. Exprimer l'angle  $\alpha$  sous lequel est vu l'objet AB depuis le lieu d'observation en fonction de  $A_1B_1$  et  $f_1'$ . Faire l'application numérique.



Une lunette est dite **afocale** si elle donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

- 3.6.a. Dans ces conditions, où est placé le foyer image de l'objectif par rapport au foyer objet de l'oculaire ?
- 3.6.b. Quel est l'intérêt de régler une lunette pour qu'elle soit **afocale** ?
- 3.6.c. Placer sur le schéma précédent les points caractéristiques de l'oculaire  $L_2$  en considérant la lunette comme **afocale**. Construire l'image définitive  $A'B'$ .
- 3.7. Exprimer l'angle  $\alpha'$  sous lequel est vu l'image  $A'B'$  en fonction de  $A_1B_1$  et  $f_2'$ . Faire l'application numérique.

### 3. Grossissement d'une lunette afocale

Le **grossissement** d'une lunette afocale est défini par le rapport :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$   
avec :  $\alpha'$  l'angle sous lequel on voit l'image définitive  $A'B'$ .  
 $\alpha$  l'angle sous lequel on voit l'objet  $AB$  à l'œil nu.

3.8. Déterminer l'expression du **grossissement** de la lunette schématisée précédemment. Faire l'application numérique.

### 4. Cercle oculaire

3.9. Déterminer sur le schéma précédent, soit en traçant la marche des faisceaux issus de  $A$  et  $B$  soit en déterminant l'image de  $L_1$  à travers  $L_2$ , la position du **cercle oculaire** (utiliser des couleurs).

#### Remarques :

- Les objets lumineux infiniment loin comme les étoiles apparaissent toujours sous forme d'un point même à travers une lunette astronomique de fort grossissement. La lunette joue alors un rôle de collecteur de lumière : plus le diamètre de l'objectif est grand, plus la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil est grande (et donc on peut voir à travers la lunette de nombreuses étoiles peu lumineuses qu'on ne verrait pas à l'œil nu).
- On peut montrer que plus le grossissement est important, plus le cercle oculaire est petit, d'où l'intérêt de préciser sur la notice de l'appareil le diamètre de l'objectif.

### 5. Etude expérimentale du modèle de la lunette astronomique afocale

**exp10** Objectifs : - Utiliser un kit d'optique  
- Savoir positionner les lentilles pour modéliser une lunette astronomique  
- Rechercher l'image intermédiaire, définitive

a. Caractéristiques de l'objectif

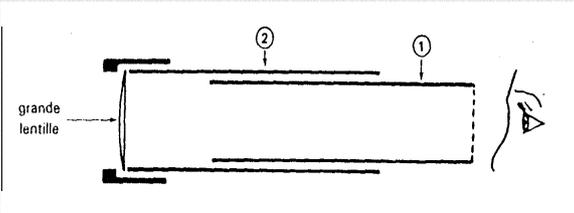
- Utiliser le tube n°2 avec la grande lentille modélisant l'objectif.
- Faire l'image nette d'un objet très lumineux situé à l'infini (viser la cour du lycée) sur le dépoli du tube n°1.
- Vérifier que la distance focale  $f_{ob}$  de l'objectif est bien d'environ 18 cm.

b. Caractéristiques de l'oculaire

- Utiliser l'oculaire sur le tube n°3.
- Décrire une expérience permettant de vérifier que la distance focale  $f_{oc}$  de l'oculaire est bien d'environ 3 cm.

c. Montage d'une lunette astronomique afocale

- Construire une lunette afocale en assemblant les tubes n°2 et 3 et vérifier que l'image observée est nette quelle que soit la position de l'œil.
- ☒ L'image est-elle droite ou renversée ? Est-ce un inconvénient pour une observation astronomique ?
- ☒ Calculer le grossissement de cette lunette astronomique.



## IV. LE TELESCOPE

### 1. Description et modélisation du télescope

- 4.1. En utilisant l'activité  $Ap1.3_{spé}$ , dire quelles sont les 3 parties distinctes d'un télescope.
- 4.2. Quels sont les rôles de chacun des éléments optiques constituant le télescope de Newton ? Comment place-t-on le miroir plan ?



## 2. Etude théorique du modèle du télescope de Newton

# EXERCICE

L'étude du télescope de Newton peut se faire de la même façon que celle de la lunette astronomique (mêmes définitions du grossissement, cercle oculaire...). Appliquons toutes les notions vues précédemment pour résoudre le problème type BAC suivant :

Pendant une séance de TP, un groupe d'élèves réalise un télescope à l'aide d'un miroir sphérique concave de 4 cm de diamètre et de distance focale  $f_1' = 20,0$  cm, d'un petit miroir plan et d'une lentille de 4 cm de diamètre et de distance focale  $f_2' = 3,0$  cm. Le sommet du miroir secondaire est situé sur l'axe optique à 4,0 cm du foyer du miroir principal. A l'aide de ce télescope, le groupe observe un objet AB modélisant une étoile double.

### a. Réalisation de l'objet à l'infini

Pour modéliser l'étoile double AB (on est en plein TP, pas question d'observer de véritables étoiles...), le groupe d'élèves utilise une lanterne porte-objet et y insère une plaque métallique percée de 2 trous. Cet objet constitué de deux trous est noté  $A_0B_0$ . Les élèves utilisent également une lentille  $L_0$  de distance focale  $f_0' = 12,5$  cm.

a.1. Expliquer comment le groupe d'élèves met en place ces différents éléments optiques pour modéliser une étoile double AB à l'infini.

### b. Formation de l'image intermédiaire et de l'image définitive

Le miroir concave donne de l'objet AB, supposé à l'infini, une image  $A_1B_1$  de 1,0 cm de hauteur. L'image  $A_1B_1$  sert d'objet pour le miroir plan qui en donne une image  $A_2B_2$ .

b.1. Où se forme l'image  $A_1B_1$  ?

b.2. Quelle est la taille de l'image  $A_2B_2$  ?

b.3. Représenter sur le schéma ci-dessous le miroir plan, l'objet AB et les deux images  $A_1B_1$  et  $A_2B_2$ . On placera les points nécessaires, les rayons lumineux importants et on choisira une échelle 1/2 selon l'axe optique.

On veut observer sans fatigue l'image  $A'B'$  donnée par l'oculaire.

b.4. Où se forme l'image  $A'B'$  ?

b.5. Où doit se situer l'image  $A_2B_2$  par rapport à l'oculaire ?

b.6. En déduire la position de la lentille modélisant l'oculaire. Le placer sur le schéma et construire l'image  $A'B'$ .

### c. Grossissement

c.1. Quel est l'expression du diamètre apparent  $\alpha$  de l'objet observé AB ?

c.2. Sous quel angle  $\alpha'$  l'image définitive  $A'B'$  est-elle observée ? Donner l'expression de  $\alpha'$ .

c.3. En déduire l'expression du grossissement  $G$  du télescope. Faire l'application numérique.

### d. Cercle oculaire

d.1. Tracer la marche du faisceau issu de B en rouge puis la marche du faisceau issu de A en vert. En déduire la position du cercle oculaire.

### e. Projection de l'image sur un écran

On veut maintenant projeter l'image définitive sur un écran placé 8,0 cm derrière l'oculaire.

e.1. De quelle distance et dans quel sens faut-il déplacer l'oculaire ?

e.2. Quelle est la taille de cette image sur l'écran ?

e.3. Représenter en bleu l'écran et les nouvelles positions de l'oculaire et de l'image  $A'B'$ .

## 3. Etude expérimentale du modèle du télescope

**exp11**

Objectifs :

- Utiliser un banc d'optique
- Savoir positionner les lentilles et miroirs pour modéliser un télescope
- Rechercher l'image intermédiaire, définitive

▪ Placer la lentille  $L_0$  de distance focale  $f_0' = 12,5$  cm derrière l'objet  $A_0B_0$  (2 trous) pour obtenir une image AB à l'infini.

▪ Placer le miroir sphérique  $M_1$  de distance focale  $f_1' = 20,0$  cm à 50 cm de la lentille  $L_0$ .

▪ Rechercher, à l'aide d'un papier calque, la position de l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .

▪ Retirer le papier calque puis placer le miroir plan  $M_2$  entre le miroir sphérique  $M_1$  et l'image  $A_1B_1$ , à environ 10 ou 15 cm du miroir sphérique  $M_1$ .

▪ Rechercher, avec le papier calque, l'image  $A_2B_2$  donnée par le miroir  $M_2$ .

▪ Placer l'oculaire  $L_1$  de distance focale  $f_2' = 12,5$  cm derrière  $A_2B_2$  à une distance telle que l'image définitive soit à l'infini

▪ Observer à travers l'oculaire l'image définitive  $A'B'$ .

**au bureau**