7

1. Question de cours

1.1 Miroir sphérique

La relation de conjugaison et le grandissement d'un miroir sphérique sont respectivement :

$$\frac{2}{\overline{SC}}=\frac{1}{\overline{SA'}}+\frac{1}{\overline{SA}}$$

$$\gamma=-\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA'}}$$

A partir de ces 2 équations, évaluer dans le cas d'un miroir concave la nature et le grandissement en fonction de la position de l'objet :

Position	Nature de l'image (virtuelle ou réelle)	Grandissement (agrandissement ou réduction)
$\overline{SA}<\overline{SC}$	réelle	reduction
$\overline{SC}<\overline{SA}<\overline{SF}$	réelle	agrandissement
$\overline{SF}<\overline{SA}<0$	virtuelle	agrandissement

3

Une bonne réponse rapporte 0.5 points et une mauvaise enlève 0.25 points. **Aucune démonstration n'est demandée.**

1.2 ~~Miroir~~ Dioptre Sphérique

Démontrer la relation de conjugaison suivante pour les dioptres sphériques :

$$\frac{n-n'}{\overline{SC}}=\frac{n'}{\overline{SA'}}-\frac{n}{\overline{SA}}$$

voir cours sur les dioptres

4

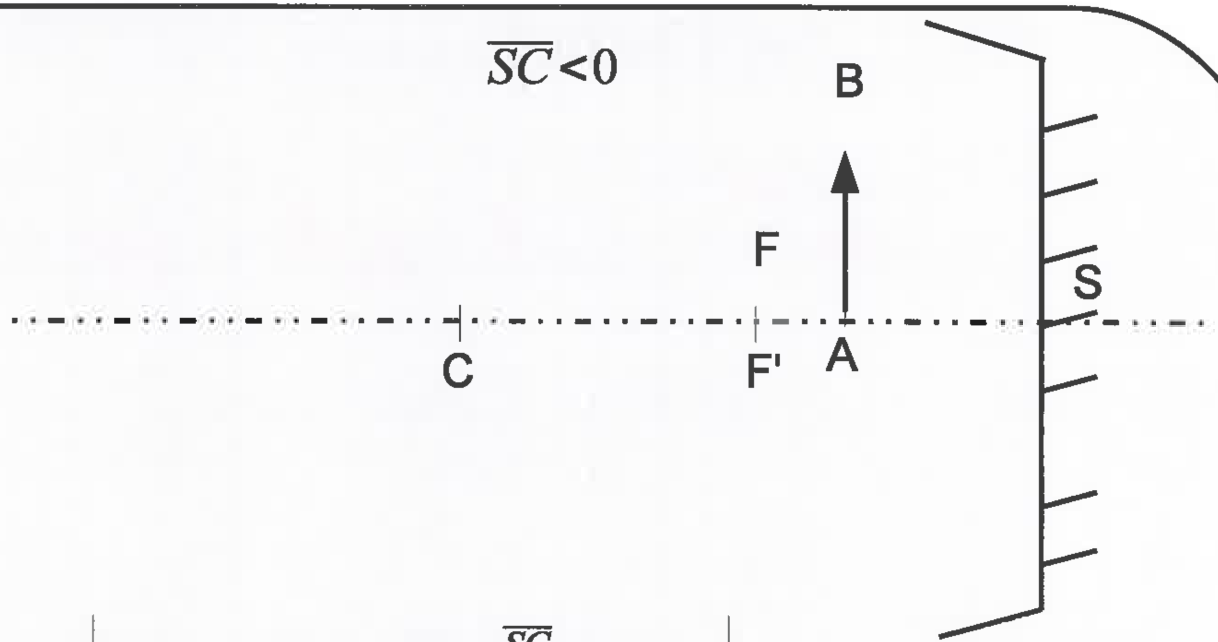
Miroir sphérique

IV. Propriétés usuelles des images

$\overline{SC} < 0$

$$\overline{SA'} = \frac{\overline{SC}\,.\,\overline{SA}}{2\,\overline{SA} - \overline{SC}}$$

$$\gamma = -\frac{\overline{SC}}{2\,\overline{SA} - \overline{SC}}$$



Cas où $\overline{SA} < \overline{SC}$:	Cas où $\overline{SF} > \overline{SA} > \overline{SC} \Leftrightarrow \frac{\overline{SC}}{2} > \overline{SA} > \overline{SC}$:	Cas où $\overline{SF} < \overline{SA} < 0$:
Si $A \equiv C \Rightarrow A' \rightarrow C$ et $\gamma \rightarrow -1$	Si $A \equiv C \Rightarrow A' \rightarrow C$ et $\gamma \rightarrow -1$	Si $A \equiv S \Rightarrow A' \rightarrow S$ et $\gamma \rightarrow 1$
Si $A \equiv -\infty \Rightarrow A' \rightarrow F$ et $\gamma \rightarrow 0$	Si $A \equiv F \Rightarrow A' \rightarrow -\infty$ et $\gamma \rightarrow \infty$	Si $A \equiv F \Rightarrow A' \rightarrow +\infty$ et $\gamma \rightarrow \infty$
Image réelle et $\lvert\gamma\rvert<1$	Image réelle et $\lvert\gamma\rvert>1$	Image virtuelle et $\lvert\gamma\rvert>1$

Miroir grossissant

7

Exercice 2 – Construction & calcul d'images

	$\overline{SA}$	n	n'	$\overline{AB}$	$\overline{SF}$	$\overline{SF'}$	$\overline{SA'}$	$\overline{A'B'}$	Nature de l'image
Dioptre sphérique	8 cm, réelle	2 ~~1~~	1 ~~2~~	3 cm	10 0,5	-5 0,5	-2,22 1	0,5 1,68	virtuelle
	2.5 cm, virtuelle				10	-5	1 1,66	0,5 4	réelle
Miroir sphérique	2 cm, réelle						1 2,7	0,5 4,05	virtuelle
	5 cm, virtuelle						1 -3	1,8 0,5	réelle

/4

/3

1) Calculer dans le cas d'un dioptre sphérique convexe de rayon 5 cm :

(a) la position du foyer objet,
(b) la position du foyer image,
(c) la position de l'image,
(d) la taille de l'image.

Vous reporterez les résultats de vos calculs dans le tableau. Les applications numériques doivent être clairement montrées, et la précision pour les résultats est de 2 chiffres après la virgule. Aucune construction ne vous est demandée.

Le grandissement, la vergence, le foyer objet et le foyer image pour un dioptre sphérique sont :

$$\gamma=\frac{n\overline{SA'}}{n'\overline{SA}}=\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

$$V=\frac{n'-n}{\overline{R}}$$

$$f=\overline{SF}=-\frac{n}{V}$$

$$f'=\overline{SF'}=\frac{n'}{V}$$

2) Faire le schéma, dans le cas d'un miroir sphérique concave de rayon 15 cm dans lequel apparaît :

(a) le centre,
(b) le sommet,
(c) le foyer objet,
(d) le foyer image,
(e) l'objet,
(f) l'image.

Les schémas se feront sur la même feuille de papier millimétré (la construction sera à l'échelle). Vous mesurerez la position et la taille de l'image que vous reporterez dans le tableau. Aucun calcul ne vous est demandée.

$$f = -\frac{n\overline{R}}{n'-n}$$

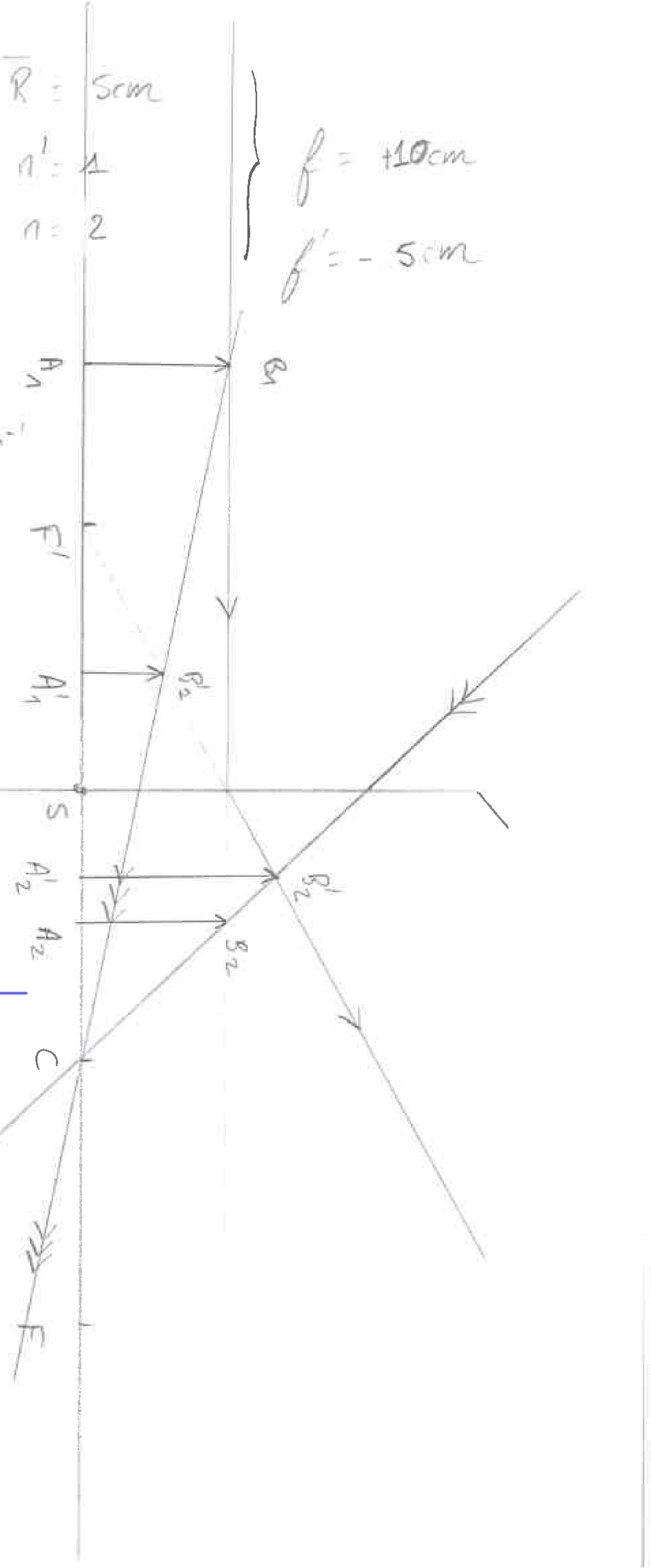
$$f' = \frac{n'\overline{R}}{n'-n}$$

$$V = \frac{n'-n}{\overline{R}} = -\frac{1}{5cm} = -0{,}2\,cm^{-1}$$

$$p' = \frac{pn'}{pV+n}$$

$= -2{,}22\,cm$ pour $p = -8cm$

$= 1{,}66cm$ pour $p = 2{,}5cm$



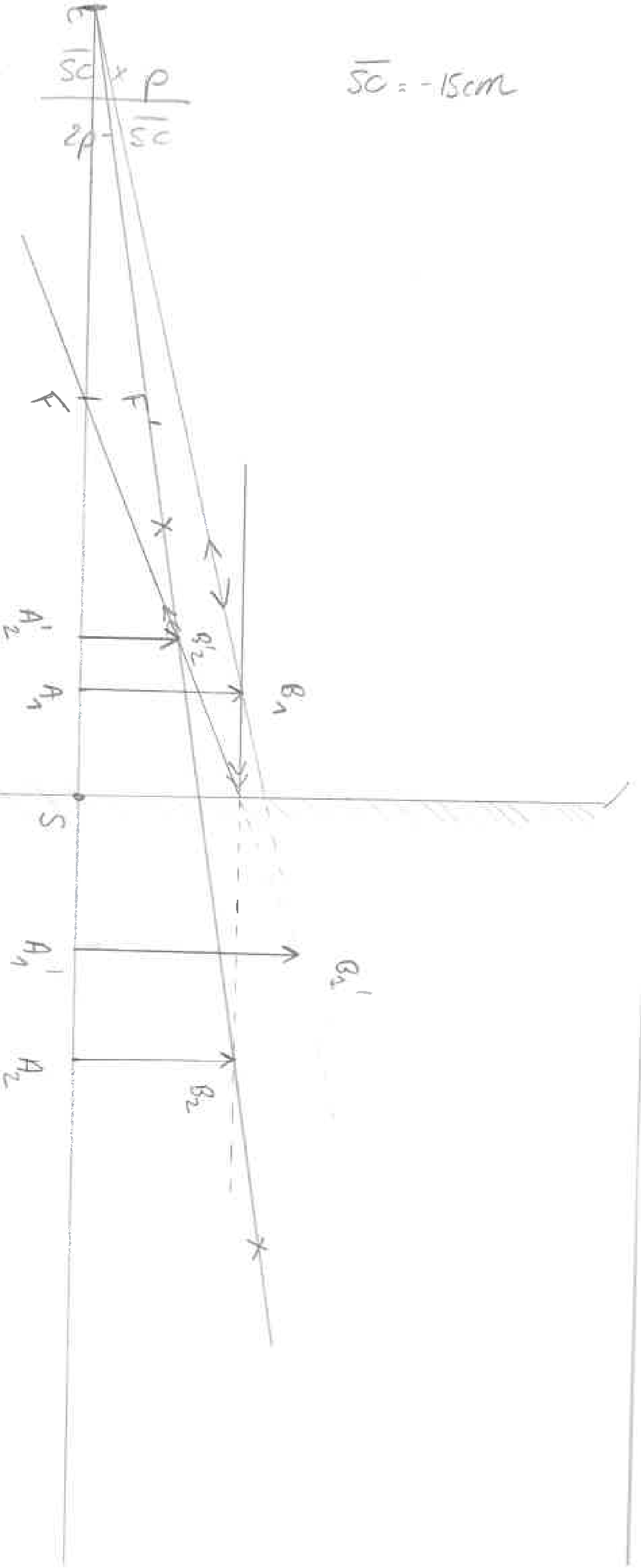
Exercice 2 - Partie dioptre

$$\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow p' = \frac{\overline{SC} \times p}{2p - \overline{SC}}$$

$\overline{SC} = -15cm$

$p = -2cm$ $p' = 2{,}72cm$

$p = +5cm$ $p' = -3$ cm



Exercice 2 _ Partie

miroir

6

Exercice 3

Pour projeter sur un écran une image assez grande du Soleil, dont le diamètre apparent est 30 minutes, on utilise une lunette astronomique dont la distance focale de l'objectif est de 1 m et celle de l'oculaire de 4 cm.
On rend d'abord la lunette afocale (le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer objet de l'oculaire) puis on éloigne l'oculaire de 2mm.

0/2 1) Faire un schéma de la situation sur papier millimétré (il n'a pas besoin d'être à l'échelle)
0/3 2) Déterminer la nature, la position et la grandeur de l'image.
/1 3) Pourquoi est il préférable de reculer l'oculaire ?

La formule de conjugaison et le grandissement d'une lentille est :

$$\frac{1}{\overline{OF'}}=\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\gamma=\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Lunette astronomique

Exercice III

2) $\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$

$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}}$ $\overline{OA'} = \frac{\overline{O_2F'_2} \times \overline{O_2A}}{\overline{O_2F'_2} + \overline{O_2A}}$ $A = F'_1$

$\overline{OA'} = \frac{4\text{ cm} \times -4{,}2\text{ cm}}{4\text{ cm} - 4{,}2\text{ cm}} = 84\text{ cm}$

$\boxed{\overline{OA'} = 84\text{ cm}}$

$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2F'_1}}$ (Thales)

$\overline{A_1B_1} = -\frac{\alpha}{2}\,\overline{O_1A_1}$ α : diamètre apparent de tout le soleil

$\frac{\alpha}{2} = 15' = \frac{1}{4}^{\circ} = \frac{1}{4}\,\frac{\pi}{180} = 4{,}4 \cdot 10^{-3}\text{ rad}$

$\overline{A_1B_1} = -0{,}44\text{ cm}$

$\Rightarrow \overline{A'B'} = \frac{\overline{A_1B_1} \times \overline{O_2A'}}{\overline{O_2F'_1}} = \frac{-0{,}44 \times 84\text{ cm}}{-4{,}2} = \boxed{8{,}8\text{ cm}}$

L'image de $\overrightarrow{AB} \equiv \overrightarrow{FB}$ est à l'infini. Elle est vue sous l'angle α'.

L'image $\overrightarrow{A_1B_1}$ de $\overrightarrow{AB}$ à travers L_1 se forme dans le plan focal objet de L_2, $\overrightarrow{A_1B_1} \equiv \overrightarrow{F_2B_1}$, et telle que :

$$\frac{F_2B_1}{FB} = \frac{F'_1F_2}{O_1F'_1} = \frac{2}{3}$$

d'où : $$\alpha' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2} = \frac{2}{3}\frac{FB}{f'_2}$$

Cet angle doit être au moins égal au pouvoir de résolution angulaire α_m de l'œil, soit :

$$FB_m = \frac{3}{2}\alpha_m f'_2 = 45\ \mu m$$

exercice III

EP.9.6. : Lunette astronomique

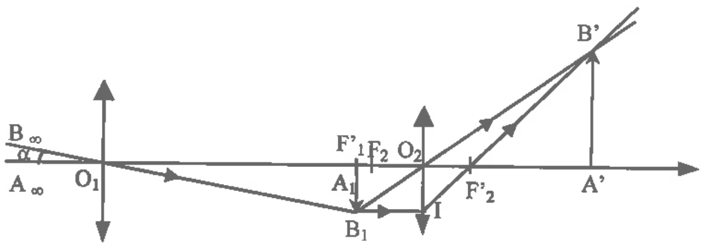
Pour projeter sur un écran une image assez grande du Soleil, dont le diamètre apparent est 30 minutes, on utilise une lunette astronomique dont la distance focale de l'objectif est de 1 m et celle de l'oculaire de 4 cm.

On rend d'abord la lunette afocale, puis on éloigne l'oculaire de 2mm.

Déterminer la nature, la position et la grandeur de l'image.

Solution

Construction de l'image :



L'axe de la lunette est dirigé vers le centre du Soleil. L'image donnée par l'objectif se forme dans son plan focal image : c'est un cercle de centre F'_1 et de rayon A_1B_1. L'oculaire donne l'image définitive qui est le cercle de centre A' et de rayon A'B'.

L'image intermédiaire $\overrightarrow{A_1B_1}$ se trouve avant le foyer image de l'oculaire puisque l'on a reculé l'oculaire, l'image définitive $\overrightarrow{A'B'}$ est donc réelle, droite et plus grande que $\overrightarrow{A_1B_1}$.

La position de A' est donnée par la relation de conjugaison avec origine aux foyers de l'oculaire :

$$\overline{F_2A_1}\,.\,\overline{F'_2A'} = \overline{F_2O_2}\,.\,\overline{F'_2O_2} = -f'^2_2$$

$$\overline{F'_2A'} = \frac{-f'^2_2}{\overline{F_2A_1}} = \frac{-f'^2_2}{\overline{F_2F'_1}} = \frac{-16}{-0{,}2} = 80 \text{ cm}$$

Le grandissement de l'oculaire est :

$$G = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{O_2I}} = \frac{\overline{F'_2A'}}{\overline{F'_2O_2}} = \frac{80}{4} = 20$$

Dans le triangle rectangle $O_1A_1B_1$ on a :

$$\alpha = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1} = 15\text{mn} = \frac{1}{220} \text{ radian}$$

(α est la moitié du diamètre apparent du Soleil)

soit : $A_1B_1 = \alpha\, f'_1 = \dfrac{100}{220} = 0{,}45$ cm

d'où $A'B' = 20\, A_1B_1 = 9$ cm

L'image est donc réelle, droite , à 84 cm de l'oculaire et a pour diamètre 18 cm.

EP.9.7. : Lunette de Galilée

Une lunette de Galilée afocale est formée d'un objectif de distance focale $f'_1 = 12$ cm et d'un oculaire de distance focale $f'_2 = 3$ cm.

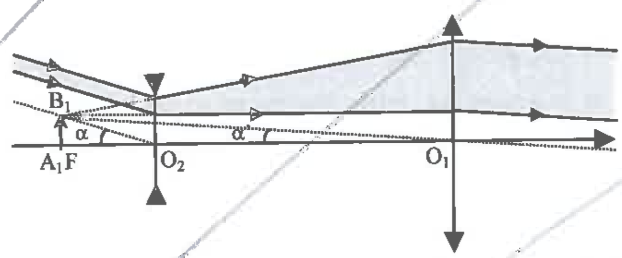
Un observateur l'utilise en la retournant, les rayons lumineux rencontrant d'abord l'oculaire.

1- Construire la marche d'un faisceau lumineux issu d'un point B à très grande distance non situé sur l'axe.

2- Déterminer le grossissement.

Solution

1- Marche des rayons lumineux issus du point B



L'image de B donnée par l'oculaire est en B_1, dans le plan focal image de l'oculaire qui est également le plan focal objet de l'objectif puisque la lunette est afocale : $F'_2 \equiv F_1 \equiv F \equiv A_1$.