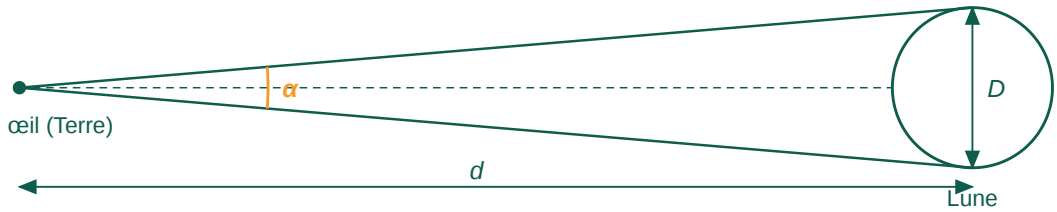
Spécialité : Lunette ou télescope

Bac S 2003 Amérique du Sud (ancien programme) · Exercice 2 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1.1 Rappeler la définition du diamètre apparent (un schéma clairement annoté est accepté).

Le diamètre apparent α d'un objet est l'angle sous lequel un observateur voit cet objet à l'œil nu : c'est l'angle formé par les deux rayons qui arrivent à l'œil depuis les bords opposés de l'objet.

α : angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu.



1.1.1 · Diamètre apparent α de la Lune

1.1.2 Calculer le diamètre réel de la Lune.

Données utiles $\alpha = 9{,}3 \times 10^{-3}$ rad ; distance Terre-Lune $d = 3{,}8 \times 10^{5}$ km

Dans le triangle rectangle formé par l'œil, le centre de la Lune et un bord de la Lune : $\tan\dfrac{\alpha}{2} = \dfrac{D/2}{d}$.

L'angle est petit et exprimé en radian : $\tan\dfrac{\alpha}{2} \approx \dfrac{\alpha}{2}$, donc $\dfrac{\alpha}{2} = \dfrac{D}{2d}$, soit $D = \alpha \times d$.

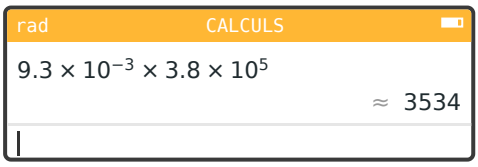
$$D = 9{,}3 \times 10^{-3} \times 3{,}8 \times 10^{5}$$

$D = 3{,}5 \times 10^{3}$ km

PIÈGE
La relation $D = \alpha \times d$ n'est valable que pour un angle en radian. Avec un angle en degré, il faut d'abord le convertir.

COMPRENDRE
Les deux données ont deux chiffres significatifs : le résultat en garde deux. D sort dans l'unité de d, ici le kilomètre.

À LA CALCULATRICE



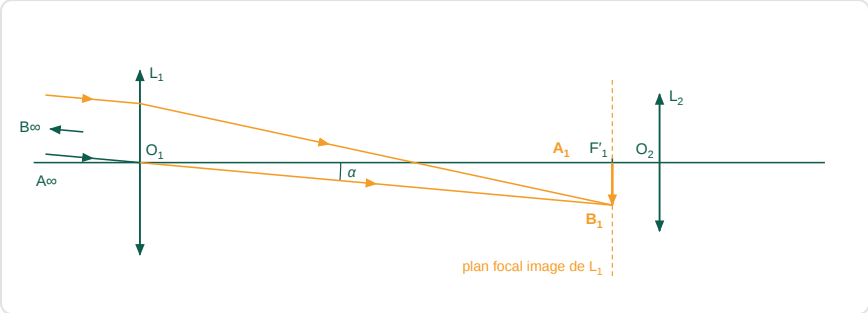
1.2.1 Sur la figure 1 de l'annexe, construire l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif L_1.

L'objet AB est à l'infini : son image se forme dans le plan focal image de L_1. Le point A est sur l'axe optique, donc A_1 est confondu avec F'_1.

Le rayon issu de B qui passe par le centre optique O_1 n'est pas dévié : B_1 est le point où ce rayon coupe le plan focal image.

A_1B_1 est dans le plan focal image de L_1, avec A_1 en F'_1 ; elle est renversée.

MÉTHODE
Tous les rayons issus de B arrivent parallèles entre eux. Après L_1, ils passent tous par B_1 : un second rayon tracé ainsi permet de contrôler la construction.



1.2.1 · Figure 1 de l'annexe : image A_1B_1 donnée par l'objectif

1.2.2 Calculer la grandeur de l'image A_1B_1.

Données utiles $\alpha = 9{,}3 \times 10^{-3}$ rad ; $f'_1 = 100$ cm

Dans le triangle $O_1A_1B_1$, rectangle en A_1 : $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_1}$.

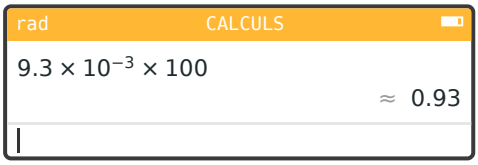
Comme $\tan\alpha \approx \alpha$: $A_1B_1 = \alpha \times f'_1$.

$$A_1B_1 = 9{,}3 \times 10^{-3} \times 100$$

$A_1B_1 = 0{,}93$ cm, soit 9,3 mm

COMPRENDRE
L'angle α se retrouve en O_1 entre l'axe et le rayon non dévié : c'est ce qui relie la taille de l'image au diamètre apparent de l'astre.

À LA CALCULATRICE



1.3.1 Quelle position particulière doit occuper A_1B_1 pour que l'image $A'B'$ soit rejetée à l'infini ?

Une lentille convergente donne une image à l'infini d'un objet placé dans son plan focal objet.

A_1B_1 doit se trouver dans le plan focal objet de l'oculaire L_2.

COMPRENDRE
Un œil normal voit net sans accommoder un objet situé à l'infini : l'observation se fait alors sans fatigue. La lunette ainsi réglée est dite afocale.

1.3.2 En déduire la position des foyers de la lentille L_2 et les marquer sur la figure 1.

A_1 est en F'_1 et doit être dans le plan focal objet de L_2 : le foyer objet F_2 est confondu avec F'_1.

Le foyer image F'_2 est le symétrique de F_2 par rapport à O_2, de l'autre côté de la lentille.

F_2 confondu avec F'_1 ; F'_2 symétrique de F_2 par rapport à O_2 (figure de la question 1.3.3).

COMPRENDRE
Sur l'annexe, la distance F'_1O_2 vaut bien le dixième de $O_1F'_1$: le schéma respecte $f'_2 = 10{,}0$ cm pour $f'_1 = 100$ cm.

1.3.3 Construire l'image $A'B'$ sur la figure 1.

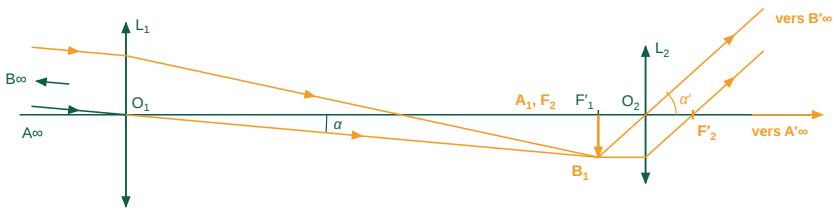
On trace deux rayons issus de B_1 :

- celui qui passe par O_2 n'est pas dévié ;
- celui qui arrive parallèlement à l'axe optique émerge en passant par F'_2.

Ces deux rayons émergent parallèles entre eux : B' est à l'infini dans leur direction. A' est à l'infini sur l'axe optique.

L'image $A'B'$ est à l'infini.

PIÈGE
Ne pas chercher un point d'intersection des rayons émergents : ils sont parallèles. On indique seulement la direction de B' à l'infini.



1.3.3 · Figure 1 de l'annexe complétée : foyers de L₂ et image A'B' à l'infini

1.4.1 Calculer l'angle α' sous lequel on voit l'image $A'B'$.

Données utiles $f'_2 = 10{,}0$ cm ; $A_1B_1 = 0{,}93$ cm (1.2.2)

α' est l'angle entre l'axe optique et les rayons émergents, donc aussi l'angle en O_2 du triangle $O_2A_1B_1$, rectangle en A_1 :

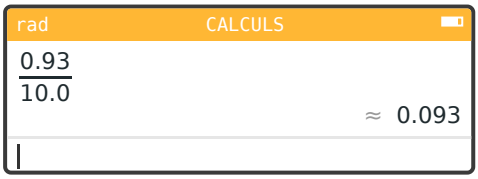
$$\tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}, \text{ et } \tan\alpha' \approx \alpha'.$$

$$\alpha' = \frac{0{,}93}{10{,}0}$$

$\alpha' = 9{,}3 \times 10^{-2}$ rad

PIÈGE
Les deux longueurs doivent être dans la même unité (ici le centimètre) : le rapport donne alors directement un angle en radian.

À LA CALCULATRICE



1.4.2 En déduire le grossissement de la lunette.

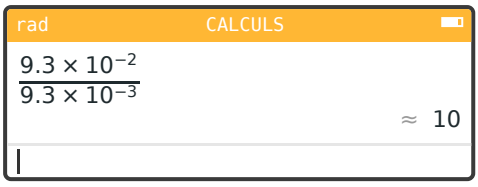
Données utiles $\alpha = 9{,}3 \times 10^{-3}$ rad ; $\alpha' = 9{,}3 \times 10^{-2}$ rad (1.4.1)

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{9{,}3 \times 10^{-2}}{9{,}3 \times 10^{-3}}$$

$G = 10$

COMPRENDRE
G est un rapport de deux angles : il n'a pas d'unité. La Lune est vue sous un angle dix fois plus grand qu'à l'œil nu.

À LA CALCULATRICE



1.4.3 Vérifier que la relation indiquée dans le texte pour calculer le grossissement donne le même résultat.

Données utiles $f'_1 = 100$ cm ; $f'_2 = 10{,}0$ cm

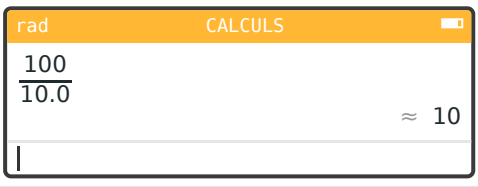
D'après le texte, le grossissement est le quotient de la distance focale de l'objectif par celle de l'oculaire :

$$G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{100}{10{,}0}$$

$G = 10{,}0$: on retrouve la valeur de la question 1.4.2.

MÉTHODE
La relation se démontre avec les questions précédentes : $\alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}$ et $\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$, donc $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{f'_2}$.

À LA CALCULATRICE



2.1.1 Quel est, d'après le texte, le rôle du miroir secondaire ?

Le miroir secondaire reçoit la lumière renvoyée par le miroir primaire et la réfléchit à son tour vers l'oculaire.

2.1.2 Pourquoi ce miroir est-il indispensable dans un télescope ?

Le miroir primaire renvoie la lumière vers l'entrée du tube : l'image A_1B_1 se forme à l'intérieur du tube, sur le trajet de la lumière qui arrive de l'astre.

Pour l'observer directement, il faudrait placer l'oculaire et la tête de l'observateur devant le miroir primaire : ils arrêteraient la lumière incidente.

Le miroir secondaire dévie le faisceau sur le côté du tube, où l'on peut placer l'oculaire sans masquer l'astre.

COMPRENDRE
Le petit miroir plan intercepte lui aussi un peu de lumière incidente, mais bien moins qu'un observateur placé dans l'axe du tube.

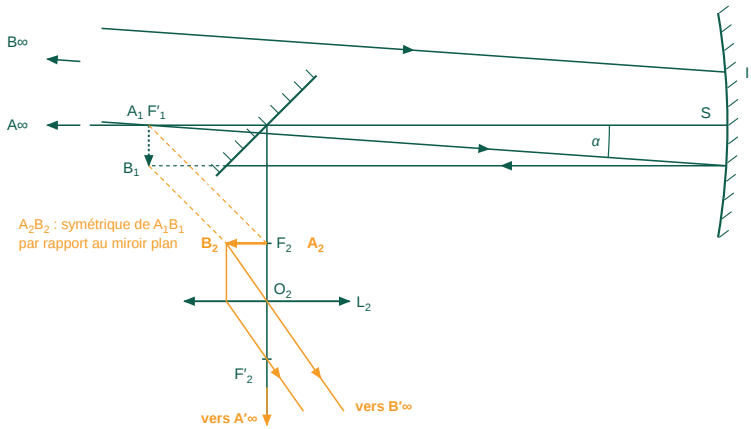
2.2.1 Sur la figure 2, construire l'image A_2B_2 donnée par le miroir plan, puis l'image définitive $A'B'$ donnée par l'oculaire.

Un miroir plan donne d'un objet une image symétrique par rapport à son plan : A_2 et B_2 sont les symétriques de A_1 et B_1 par rapport au miroir secondaire. A_2 se trouve sur l'axe de l'oculaire, confondu avec F_2.

A_2B_2 est dans le plan focal objet de L_2. On trace deux rayons issus de B_2 : celui qui passe par O_2 n'est pas dévié, celui qui est parallèle à l'axe de L_2 émerge en passant par F'_2.

Les rayons émergents sont parallèles : l'image définitive $A'B'$ est à l'infini.

MÉTHODE
Symétrique d'un point par rapport au miroir : tracer la perpendiculaire au miroir passant par ce point et reporter la même distance de l'autre côté.



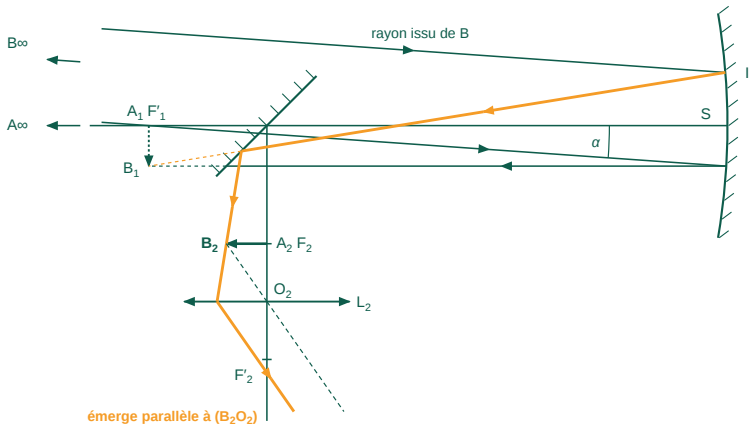
2.2.1 · Figure 2 de l'annexe : image A_2B_2 puis image A'B' à l'infini

2.2.2 Compléter sur la figure 2 le trajet, dans le télescope, du rayon issu de B qui frappe le miroir principal en I.

- Le miroir primaire donne de B l'image B_1 : le rayon réfléchi en I se dirige vers B_1.
- Il rencontre avant le miroir plan, qui le réfléchit vers B_2, image de B_1.
- Après B_2, il traverse l'oculaire et émerge parallèlement à la droite (B_2O_2), puisque B' est à l'infini dans cette direction.

Trajet : I, miroir plan, B_2, oculaire, puis sortie parallèle à (B_2O_2).

PIÈGE
Le rayon n'atteint jamais B_1 : on ne trace vers B_1 qu'un prolongement en pointillés au-delà du miroir plan.



2.2.2 · Figure 2 de l'annexe : trajet du rayon issu de B qui arrive en I