éclipse solaire du 10 juin 2021

Bac 2022 Polynésie Jour 1 · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1 Associer aux lentilles L_1 et L_2 les termes d'objectif et d'oculaire.

La lumière venue de l'astre entre dans la lunette par L_1 ; l'œil se place juste derrière L_2.

L_1 est l'objectif, L_2 est l'oculaire.

MÉTHODE
L'objectif est du côté de l'objet, l'oculaire du côté de l'œil. L'objectif a aussi la plus grande distance focale et le plus grand diamètre.

2 Pour la lentille L_1, donner le nom scientifique du point P où les rayons se croisent.

Les rayons qui arrivent parallèles à l'axe optique convergent, après L_1, en un point de cet axe.

P est le foyer principal image F'_1 de la lentille L_1.

PIÈGE
Écrire seulement « foyer ». Une lentille en possède deux : il faut préciser « image », le foyer objet F_1 étant situé avant la lentille.

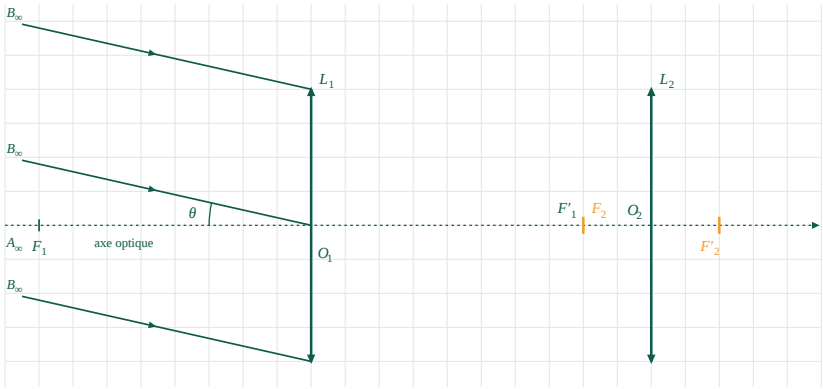
3 La lunette est afocale. Positionner sur le document réponse le foyer principal objet F_2 et le foyer principal image F'_2 de la lentille L_2.

Dans une lunette afocale, le foyer objet F_2 de l'oculaire est confondu avec le foyer image F'_1 de l'objectif.

Le foyer image F'_2 est le symétrique de F_2 par rapport au centre optique O_2.

F_2 est placé sur F'_1 ; F'_2 est placé après L_2, à la distance $O_2F'_2 = F_2O_2$.

COMPRENDRE
« Afocale » : un objet à l'infini donne une image finale à l'infini. L'œil l'observe alors sans accommoder, donc sans fatigue.



3 · Document réponse : foyers de la lentille L_2 (en orange)

4 Indiquer comment le rayon lumineux issu de B_∞ passant par le centre optique O_1 traverse la lentille L_1.

Un rayon qui passe par le centre optique d'une lentille mince garde sa direction.

Le rayon issu de B_∞ passant par O_1 traverse L_1 sans être dévié.

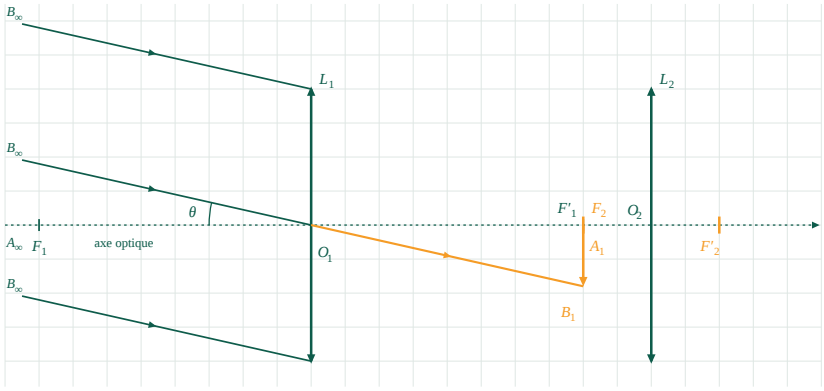
5 Tracer sur le document réponse le rayon issu de B_∞ passant par O_1, permettant d'obtenir l'image intermédiaire A_1B_1.

On prolonge en ligne droite, après L_1, le rayon qui passe par O_1.

L'objet étant à l'infini, son image se forme dans le plan focal image de L_1 : A_1 est en F'_1 et B_1 est le point où le rayon coupe la perpendiculaire à l'axe menée par F'_1.

Rayon prolongé jusqu'au plan focal image de L_1 ; image A_1B_1 tracée de $A_1 = F'_1$ à B_1.

PIÈGE
Arrêter le rayon ailleurs que dans le plan focal, ou oublier de dessiner la flèche A_1B_1, dirigée de l'axe vers B_1.



5 · Document réponse : rayon passant par O_1 et image intermédiaire A_1B_1

6 Donner les deux caractéristiques de l'image A_1B_1 obtenue.

L'image se forme après la lentille L_1, là où les rayons se croisent réellement : on pourrait la recueillir sur un écran. Le point B_1 est de l'autre côté de l'axe par rapport à B_∞.

L'image A_1B_1 est réelle et renversée.

COMPRENDRE
Dire « réduite » se défend aussi : l'image de la Lune dans le plan focal ne mesure que quelques millimètres. Un grandissement n'a toutefois pas de sens pour un objet à l'infini.

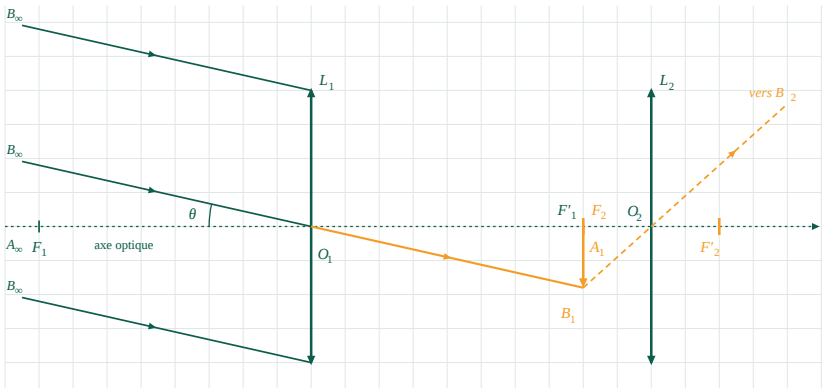
7 Tracer sur le document réponse le rayon issu de B_1 passant par le centre optique O_2 de la lentille L_2.

L'image intermédiaire A_1B_1 joue le rôle d'objet pour L_2. Le rayon issu de B_1 passant par O_2 n'est pas dévié.

Comme B_1 est dans le plan focal objet de L_2, l'image finale A_2B_2 est rejetée à l'infini : ce rayon donne la direction dans laquelle l'œil voit B_2.

Droite (B_1O_2) tracée et prolongée après L_2, vers B_2 à l'infini.

MÉTHODE
Ce rayon n'appartient pas forcément au faisceau réel : c'est un rayon de construction, que l'on peut tracer en tirets. Il sert de direction de référence pour la question suivante.



7 · Document réponse : rayon issu de B_1 passant par O_2 (en tirets)

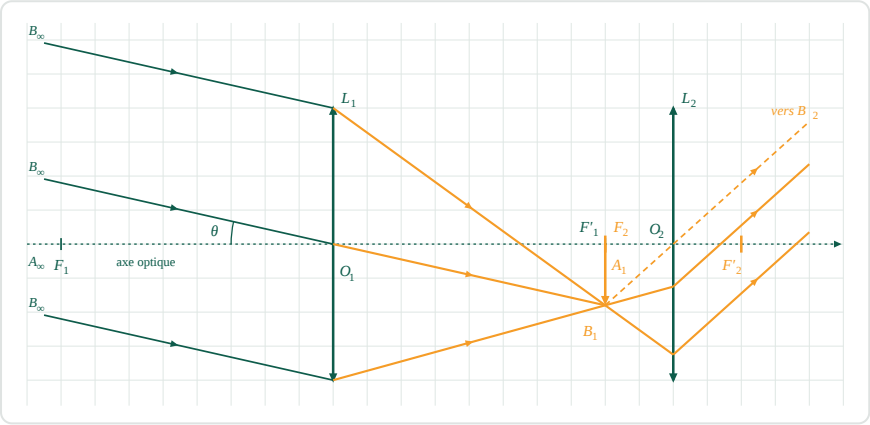
8 Représenter sur le document réponse le faisceau de rayons lumineux issu de B_∞ passant par les bords de la lentille L_1 puis par la lentille L_2.

Les rayons issus de B_∞ sont parallèles entre eux : après L_1, ils passent tous par B_1. On relie donc chaque bord de L_1 à B_1 et on prolonge jusqu'à L_2.

B_1 étant dans le plan focal objet de L_2, les rayons ressortent de L_2 parallèles entre eux, donc parallèles à la droite (B_1O_2).

Faisceau convergent en B_1 entre les deux lentilles, puis faisceau parallèle à (B_1O_2) après L_2.

PIÈGE
Faire converger les rayons après L_2, ou les tracer parallèles à l'axe optique. Leur direction est imposée par la droite (B_1O_2) de la question 7.



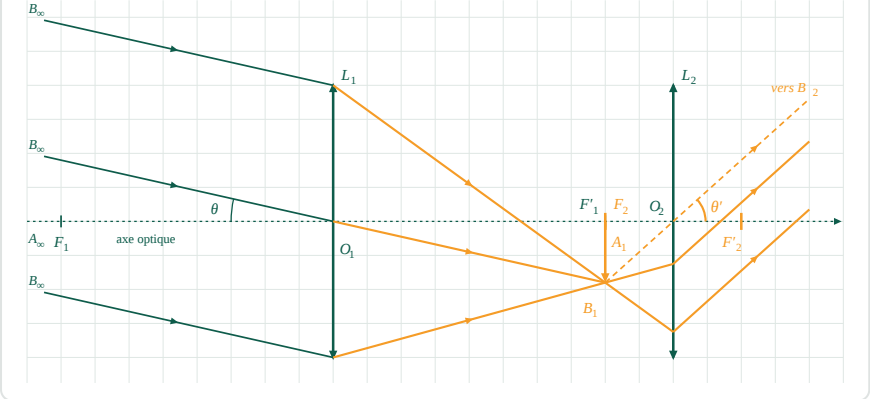
8 · Document réponse : faisceau issu de B_∞ s'appuyant sur les bords de L_1

9 Positionner sur le document réponse l'angle θ' sous lequel est observée l'image finale de la Lune au travers de la lunette.

θ' est l'angle entre l'axe optique et la direction des rayons qui sortent de L_2.

θ' est placé en O_2, entre l'axe optique et le rayon (B_1O_2) prolongé après L_2.

COMPRENDRE
Par angles opposés par le sommet, on retrouve θ' dans le triangle $O_2A_1B_1$, au sommet O_2. De même, θ se retrouve dans le triangle $O_1A_1B_1$, au sommet O_1.



9 · Document réponse complet, avec l'angle θ'

10 Démontrer que le grossissement s'exprime également par la relation $G = \dfrac{f'_1}{f'_2}$.

Données utiles $G = \dfrac{\theta'}{\theta}$; $\tan\theta = \theta$ et $\tan\theta' = \theta'$ (angles en radian)

Dans le triangle $O_1A_1B_1$, rectangle en A_1, avec $O_1A_1 = O_1F'_1 = f'_1$:

$$\tan\theta = \frac{A_1B_1}{O_1A_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1} \quad \text{donc} \quad \theta = \frac{A_1B_1}{f'_1}$$

Dans le triangle $O_2A_1B_1$, rectangle en A_1, avec $O_2A_1 = O_2F_2 = f'_2$:

$$\tan\theta' = \frac{A_1B_1}{O_2A_1} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \quad \text{donc} \quad \theta' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$$

On en déduit :

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1}$$

$$\boxed{G = \frac{f'_1}{f'_2}}$$

MÉTHODE
Chercher la longueur commune aux deux triangles : ici A_1B_1, qui se simplifie dans le quotient. Toujours nommer le triangle et son angle droit avant d'écrire une tangente.

11 Calculer la valeur du grossissement G pour la lunette utilisée.

Données utiles focale de l'objectif $f'_1 = 66$ cm ; focale de l'oculaire $f'_2 = 9{,}0$ mm

Les deux distances focales sont exprimées dans la même unité : $f'_2 = 9{,}0\ \text{mm} = 0{,}90\ \text{cm}$.

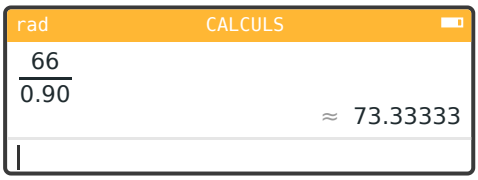
$$G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{66}{0{,}90} = 73$$

$\boxed{G = 73 \text{ (sans unité)}}$

PIÈGE
Diviser 66 par 9,0 sans convertir : on trouverait 7,3. Les deux focales doivent être dans la même unité.

COMPRENDRE
Les deux données ont deux chiffres significatifs : le résultat aussi. G est un quotient de deux longueurs, il n'a pas d'unité.

À LA CALCULATRICE



12 Comparer la valeur de G obtenue avec celle du fabricant.

Données utiles $G = 73$ (Q11) ; notice : grossissement maximal $73\times$

La notice annonce un grossissement maximal de $73\times$.

La valeur calculée, $G = 73$, est égale à celle du fabricant.

13 Montrer que l'exploitation des données de l'éclipse, puis de l'extrait de la revue, pour déterminer le diamètre de la Lune, donne des valeurs similaires.

Données utiles $D = 1{,}39 \times 10^6$ km ; $d_{T\text{-}L} = 3{,}84 \times 10^5$ km ; $d_{T\text{-}S} = 1{,}50 \times 10^8$ km ; revue : diamètre de la Lune 400 fois plus petit que celui du Soleil

Données de l'éclipse. Depuis la Terre, la Lune et le Soleil sont vus sous le même diamètre apparent α. Sur le schéma, les deux triangles rectangles de sommet la Terre donnent :

$$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{d/2}{d_{T\text{-}L}} = \frac{D/2}{d_{T\text{-}S}} \quad \text{donc} \quad d = D \times \frac{d_{T\text{-}L}}{d_{T\text{-}S}}$$

$$d = 1{,}39 \times 10^6 \times \frac{3{,}84 \times 10^5}{1{,}50 \times 10^8} = 3{,}56 \times 10^3 \text{ km}$$

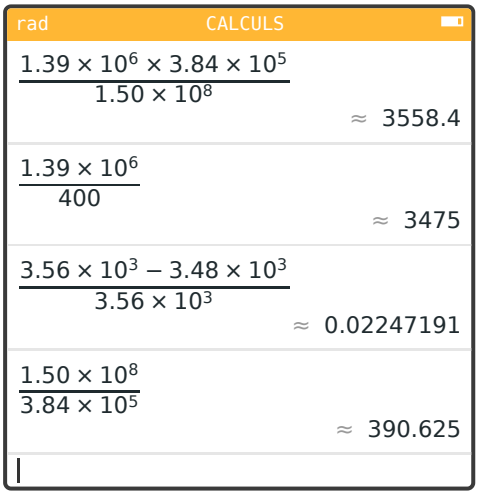
Extrait de la revue. Le diamètre de la Lune est 400 fois plus petit que celui du Soleil :

$$d' = \frac{D}{400} = \frac{1{,}39 \times 10^6}{400} = 3{,}48 \times 10^3 \text{ km}$$

Écart relatif : $\dfrac{d - d'}{d} = \dfrac{3{,}56 \times 10^3 - 3{,}48 \times 10^3}{3{,}56 \times 10^3} \approx 2\ \%$.

$d = 3{,}56 \times 10^3$ km et $d' = 3{,}48 \times 10^3$ km : les deux valeurs sont similaires (écart d'environ 2 %).

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Convertir inutilement en mètres : les trois longueurs sont en kilomètres, le rapport des distances est sans unité et d sort directement en kilomètres.

COMPRENDRE
Le « 400 » de la revue est arrondi : le rapport des distances vaut $d_{T\text{-}S}/d_{T\text{-}L} \approx 391$. C'est l'origine du petit écart entre les deux valeurs.

MÉTHODE
Question ouverte : annoncer la démarche, écrire la relation littérale, calculer, puis conclure par une comparaison chiffrée. Un écart relatif convainc davantage que « les valeurs sont proches ».