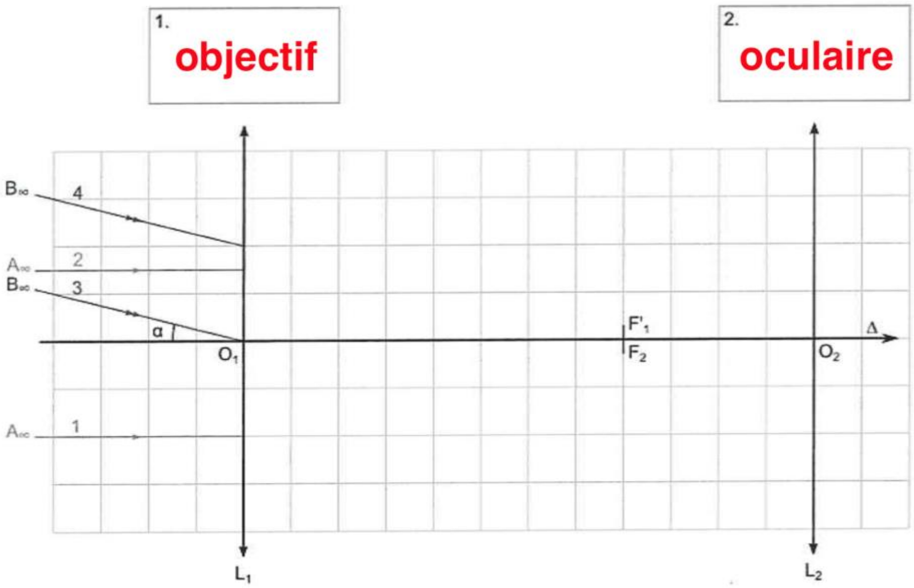
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats
Lunette astronomique et observation de mars (10 points)

1.

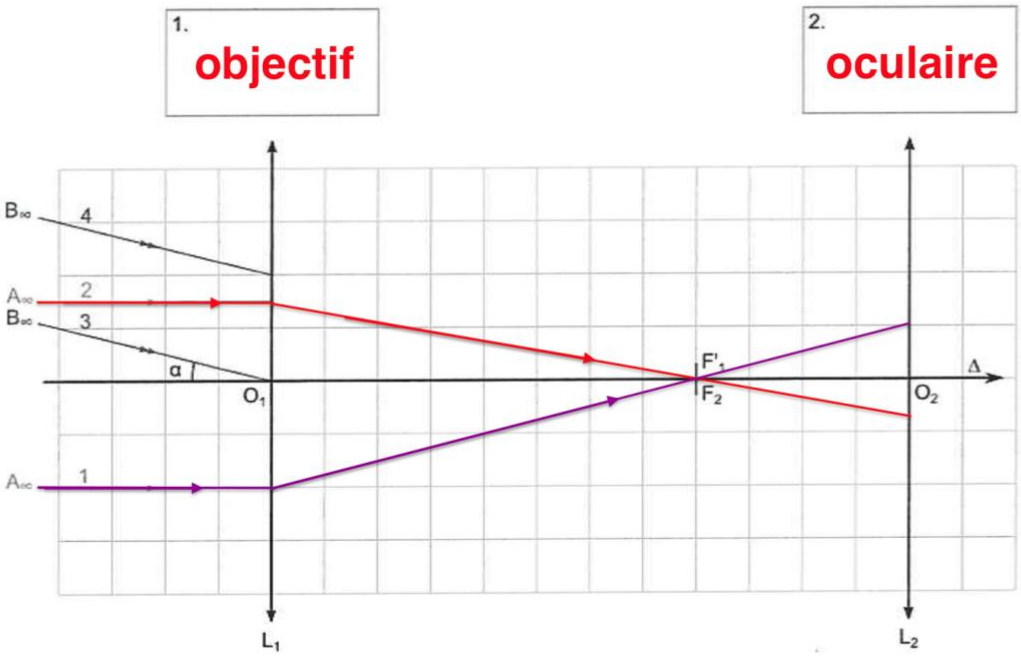
L_1 : l'objectif car c'est une lentille convergente possédant une grande distance focale. C'est la lentille placée vers l'objet

L_2 : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.

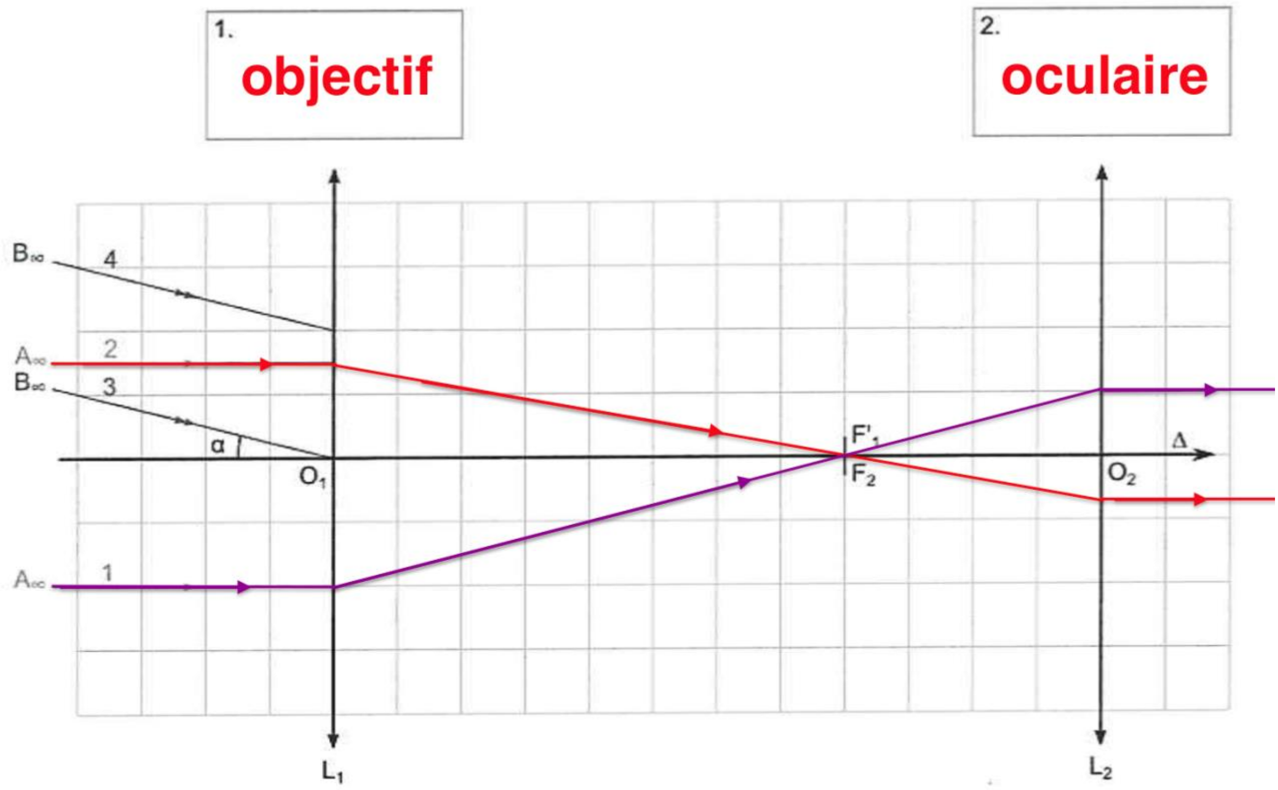


2.

Les rayons A_∞ arrivent parallèlement à l'axe optique. En passant par L_1, ils sont déviés en passant par le foyer F_1'.

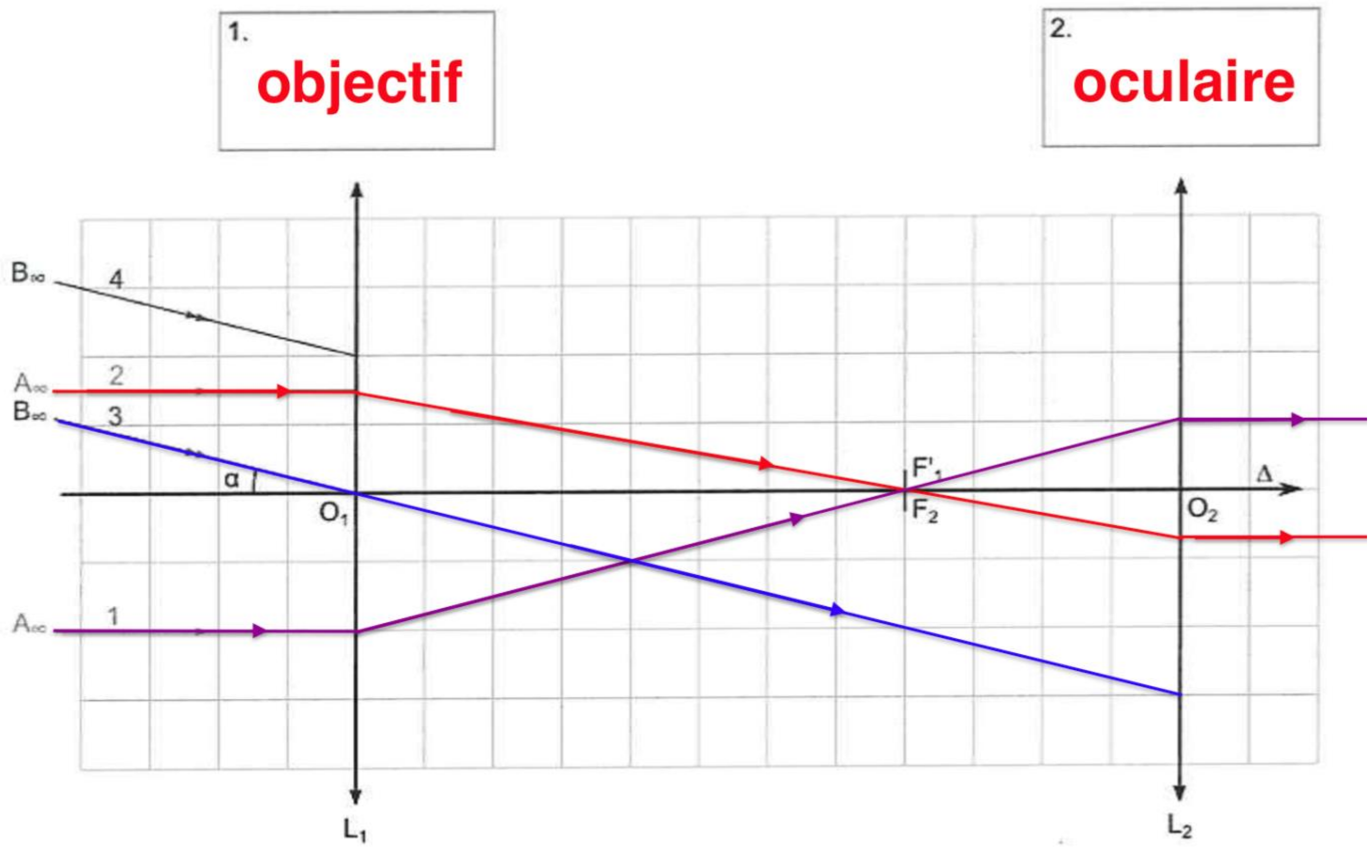


Les rayons issus de L_1, passent par le foyer F_2. Ils sont déviés en sortant de L_2 parallèlement à l'axe optique.

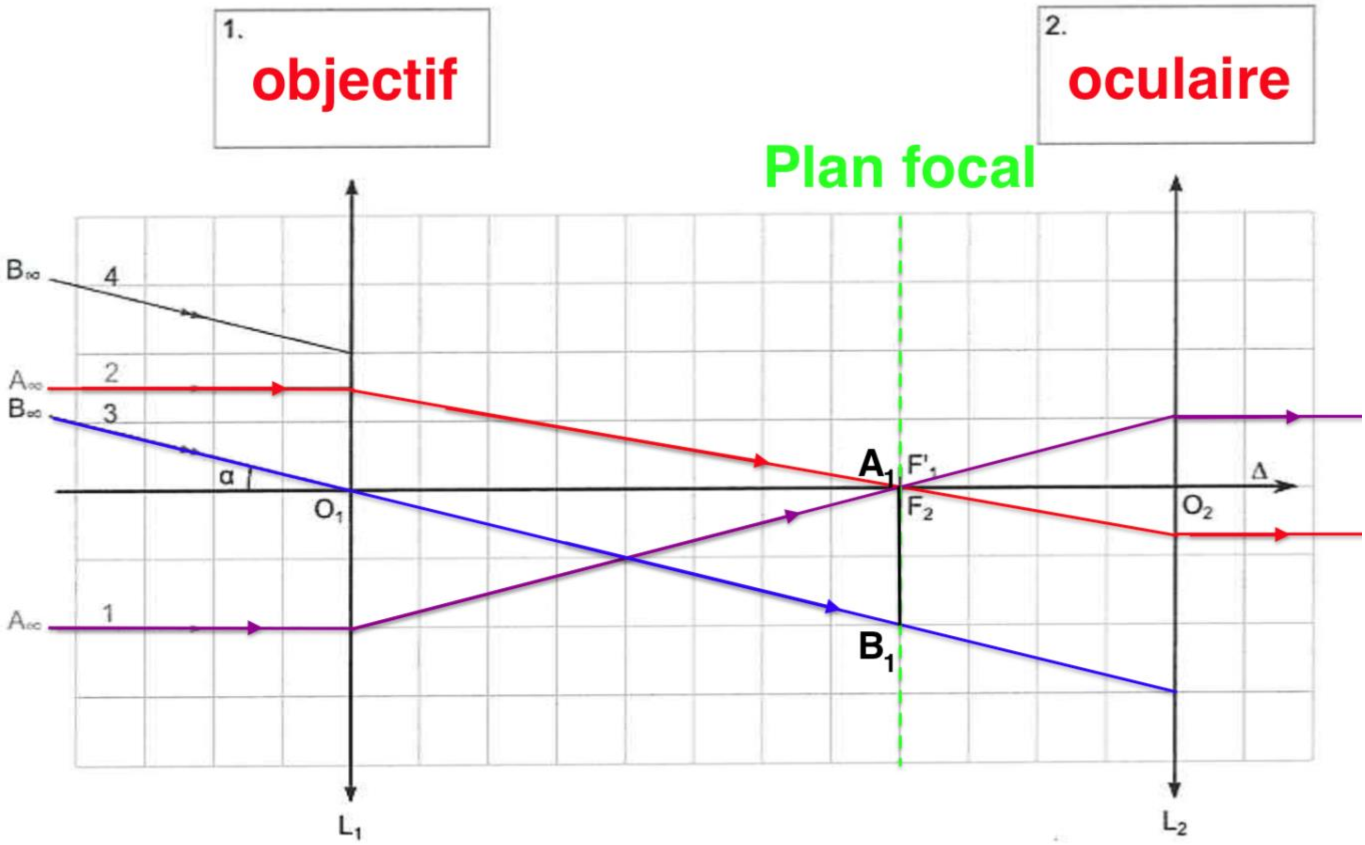


3.

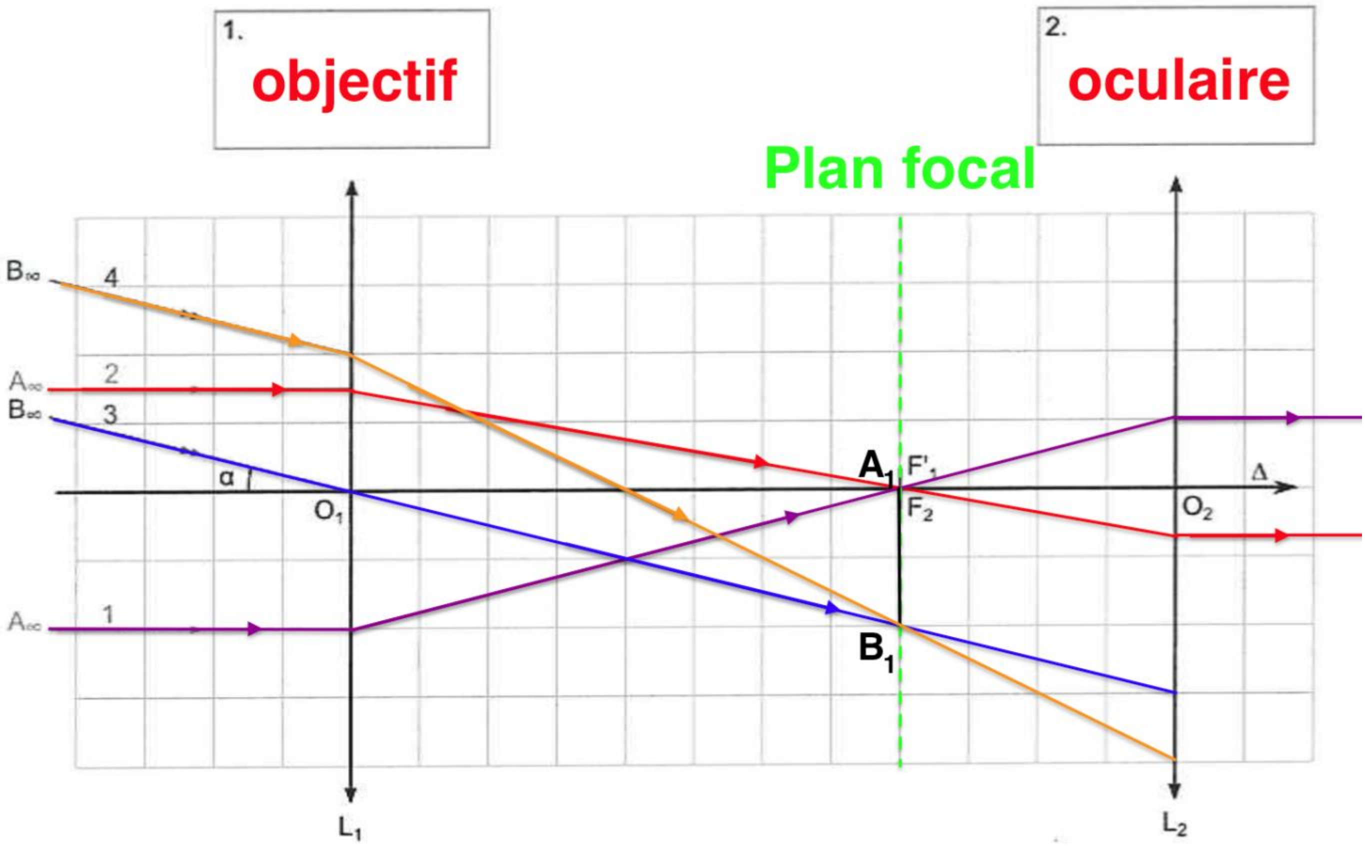
Le rayon lumineux 3 issu de $\mathbf{B_\infty}$ pénétrant dans la lunette par le centre optique O_1 de la lentille L_1 n'est pas dévié.



Position de B_1 image intermédiaire de $\mathbf{B_\infty}$: Comme l'objet $A_\infty B_\infty$ est à l'infini, son image A_1B_1 est dans le plan focal image de l'objectif L_1.

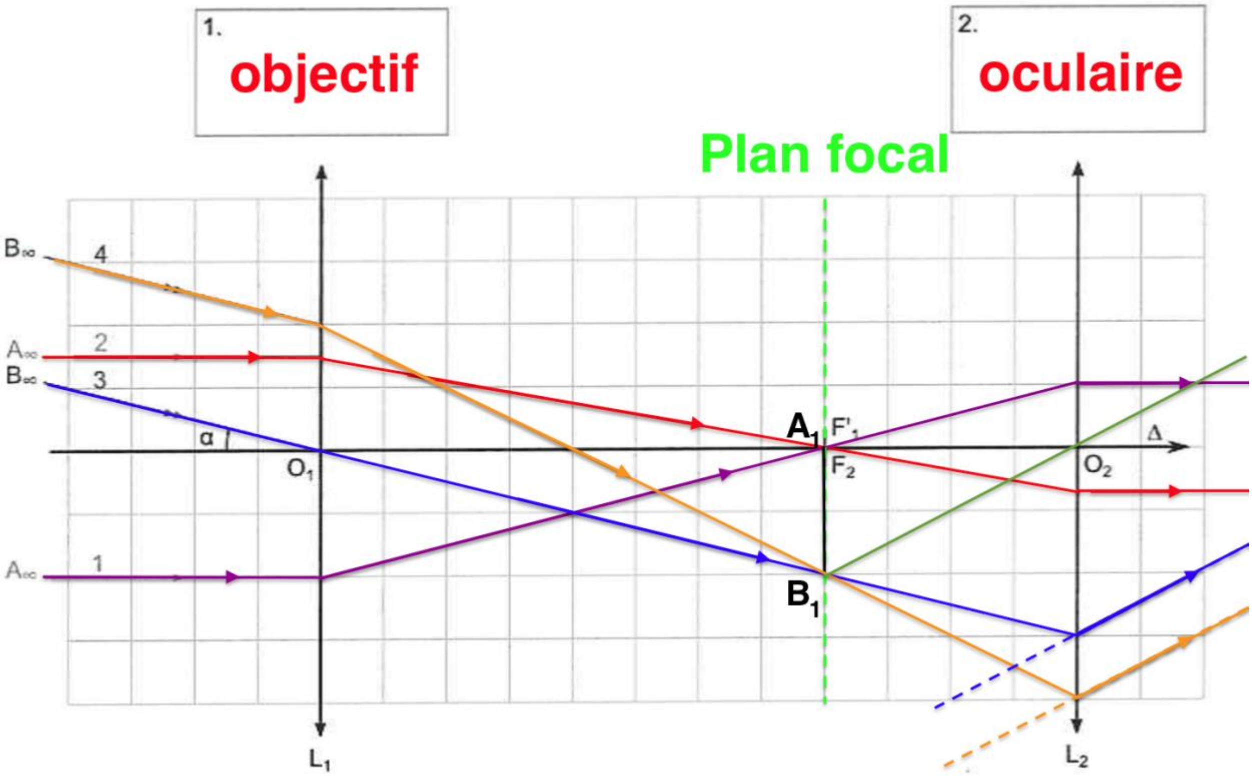


Le rayon lumineux 4 issu $\mathbf{B_\infty}$ est dévié vers B_1.

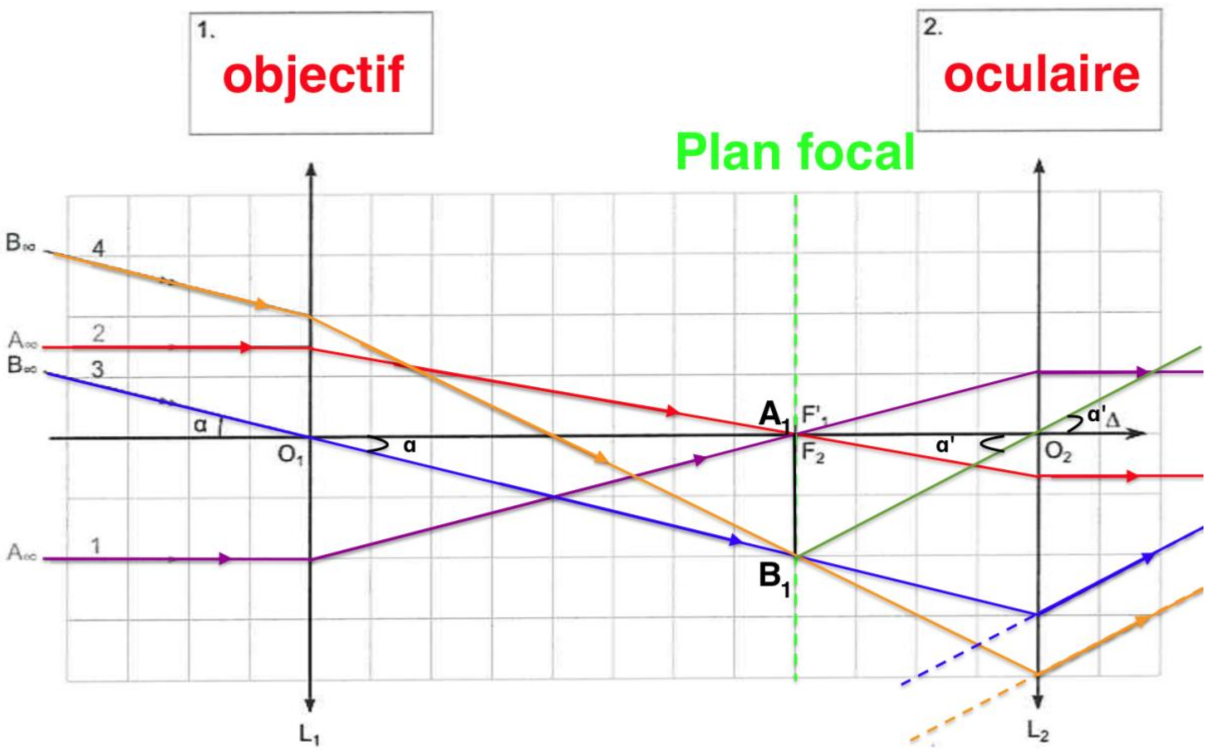


Pour les rayons émergeants de la lentille L_2 :

- On trace un rayon issu de B_1 passant par O_2. Ce rayon ne sera pas dévié.
- De plus nous savons que l'image d'un objet situé dans le plan focal objet d'une lentille se forme à l'infini. Ainsi les rayons émergeants de la lentille L_2 issue de B_1 seront parallèles à ce rayon tracé.



4.



5.

« Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini. »

La lentille L_1, donne de l'objet $\mathbf{A_\infty B_\infty}$, une image $\mathbf{A_1B_1}$sur le foyer image $\mathbf{F_1'}$.

Les deux foyers $\mathbf{F_1'}$ et $\mathbf{F_2}$ sont confondus, ainsi la lentille L_2, donne de l'objet $\mathbf{A_1B_1}$, une image à l'infini.

La lunette est donc afocale.

6.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

7.

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$
$$\tan(\alpha') \approx \alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1} = \frac{f_1'}{f_2'}$$
$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

8.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1'}{f_2'}$$

$\alpha = \alpha_{min}$ la valeur minimale que doit avoir l'angle α pour que l'objet soit observable par un œil humain à l'aide de cette lunette.

$\alpha' = \theta_0$ l'angle minimal pour distinguer 2 points.

$$\frac{\theta_0}{\alpha_{min}} = \frac{f_1'}{f_2'}$$
$$\frac{\alpha_{min}}{\theta_0} = \frac{f_2'}{f_1'}$$
$$\alpha_{min} = \frac{f_2'}{f_1'} \times \theta_0$$
$$\alpha_{min} = \frac{20}{910} \times 2{,}7.10^{-4}$$
$$\alpha_{min} = 5{,}9.10^{-6}\ \text{rad}$$

9.

Pour les angles petits :

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{d}{D}$$
$$\alpha = \frac{d}{D}$$
$$D = \frac{d}{\alpha}$$
$$D = \frac{10^3}{5{,}9.10^{-6}}$$
$$D = 1{,}7.10^8\ \text{km}$$

10.

$0{,}5\ \mathrm{UA} < \mathrm{D_{T-M}} < 2{,}5\ \mathrm{UA}$

Or $1\ \mathrm{UA} = 150$ millions de km $= 150.10^6$ km

$0{,}5 \times 150.10^6\ \mathrm{km} < \mathrm{D_{T-M}} < 2{,}5 \times 150.10^6\ \mathrm{km}$

$7{,}5.10^7\ \mathrm{km} < \mathrm{D_{T-M}} < 3{,}8.10^6\ \mathrm{km}$

Ainsi parfois $\mathrm{D_{T-M}} < \mathrm{D}$: l'observateur pourra observer la calotte polaire.

parfois $\mathrm{D_{T-M}} > D$: l'observateur ne pourra pas observer la calotte polaire.

B

11.

Le transfert thermique s'effectue du corps chaud vers le corps froid.

Le transfert thermique s'effectue de la lunette vers l'air extérieur.

12.

$\Delta \mathrm{U} = \mathrm{Q} + \mathrm{W}$

Or $\mathrm{W} = 0$

Donc $\Delta \mathrm{U} = \mathrm{Q}$

13.

$$\Phi = \frac{\mathrm{Q}}{\Delta \mathrm{t}}$$

$$\Phi = \frac{\Delta \mathrm{U}}{\Delta \mathrm{t}}$$

Or $\Delta \mathrm{U} = \mathrm{C} \times \Delta\theta$

et $\phi = \mathrm{h} \times \mathrm{S} \times (\theta_e - \theta)$

D'ou

$$\phi = \frac{\Delta \mathrm{U}}{\Delta \mathrm{t}}$$

$$\mathrm{h} \times \mathrm{S} \times (\theta_e - \theta) = \frac{\mathrm{C} \times \Delta\theta}{\Delta \mathrm{t}}$$

$$\mathrm{C} \times \Delta\theta = \mathrm{h} \times \mathrm{S} \times (\theta_e - \theta) \times \Delta \mathrm{t}$$

14.

$$\mathrm{C} \times \Delta\theta = \mathrm{h} \times \mathrm{S} \times (\theta_e - \theta) \times \Delta \mathrm{t}$$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{\mathrm{h} \times \mathrm{S}}{\mathrm{C}} \times (\theta_e - \theta)$$

quand $\Delta \mathrm{t} \rightarrow$ vers 0

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{dt}}$$

$$\frac{\mathrm{d}\theta_{(t)}}{\mathrm{dt}} = \frac{\mathrm{h} \times \mathrm{S}}{\mathrm{C}} \times \left(\theta_e - \theta_{(t)}\right)$$

$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} = \frac{h \times S}{C} \times \theta_e - \frac{h \times S}{C}\theta_{(t)}$$
$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} + \frac{h \times S}{C}\theta_{(t)} = \frac{h \times S}{C} \times \theta_e$$

On retrouve bien une équation différentielle de la forme :
$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} + \frac{1}{\tau}\theta_{(t)} = \frac{1}{\tau}\theta_e$$

Par identification :
$$\frac{1}{\tau} = \frac{h \times S}{C}$$
$$\tau = \frac{C}{h \times S}$$

15.
A l'issue du refroidissement la température de la lunette sera celle de l'air extérieur : $\theta_{(t\to\infty)} = \theta_e$
$$\theta_{(t)} = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$$
$$\theta_{(t\to\infty)} = Ae^{-\frac{\infty}{\tau}} + B$$
$$\theta_{(t\to\infty)} = B$$

On en déduit : $B = \theta_e$

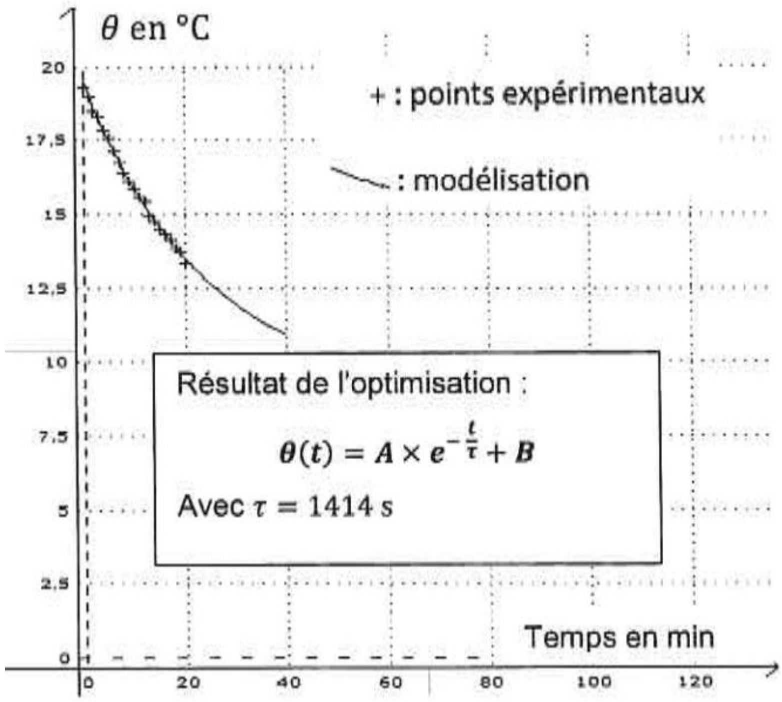
D'ou $\theta_{(t)} = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$

16.
Initialement la température de la lunette : $\theta_{(t=0)} = \theta_0$
$$\theta_{(t)} = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$$
$$\theta_{(t=0)} = Ae^{-\frac{0}{\tau}} + \theta_e$$
$$\theta_{(t=0)} = A + \theta_e$$

On en déduit : $A + \theta_e = \theta_0$
$A = \theta_0 - \theta_e$

D'ou $\theta_{(t)} = (\theta_0 - \theta_e)e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$

17.



Les points expérimentaux et la modélisation se superposent : ils correspondent.

18.

$\theta_{(t)} = (\theta_0 - \theta_e)e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$

Calculons $\theta_{(t)}$pour t=2h

$\theta_{(t=2h)} = (19{,}5 - 9{,}0)e^{-\frac{2\times60\times60}{1414}} + 9{,}0$

$\theta_{(t=2h)} = 9{,}1°C$

pour t=2h : $\theta_{(t=2h)} = 9{,}1°C \approx \theta_e = 9{,}0°C$

La lunette peut donc être considérée à température.