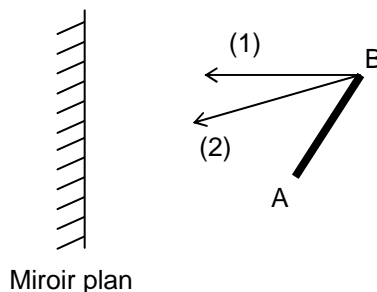


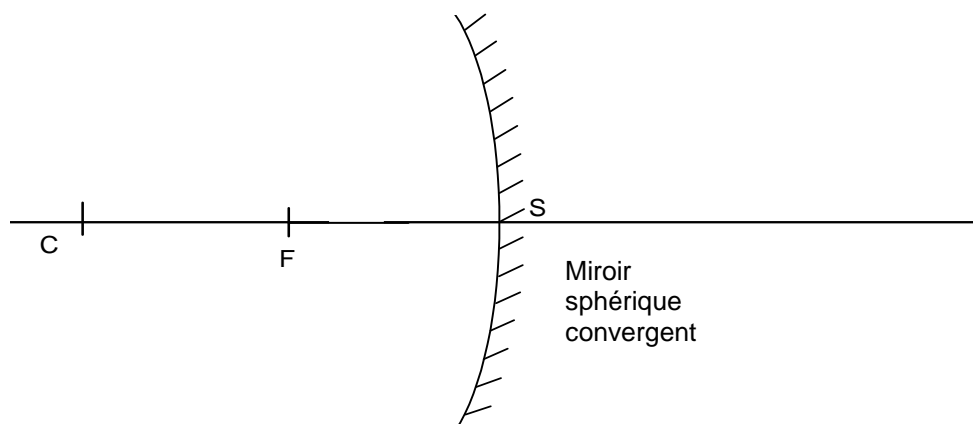
Contrôle TS Spécialité Physique n°2 – TS11 13 novembre 2009

Exercice n°1 : CONSTRUCTIONS D'IMAGES PAR DES MIROIRS (4 points)

- 1) Un miroir plan donne d'un objet **AB** une image **A'B'** : caractériser l'image A'B'.
- 2) Construire l'image **A'B'** de l'objet **AB** par le miroir plan . Prolonger les rayons notés (1) et (2) issus du point B sur le schéma ci-dessous :



Le schéma d'un miroir sphérique convergent est dessiné à l'échelle 1 ci –dessous :



- 3) Au moyen d'une construction à l'échelle, rechercher l'image donnée par ce miroir d'un objet lumineux AB perpendiculaire à l'axe optique principal, de hauteur 1,0 cm et dont le point A est situé :
 - au milieu du segment CF ;
 - au milieu du segment FS.

Faire les deux constructions **sur le même schéma**.

Exercice n°2 : ETUDE D'UN MICROSCOPE (8 points)

• Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux élèves cherchent à modéliser un microscope. Pour cela, ils disposent du matériel suivant :

- un banc d'optique avec des supports de lentilles ;
- un objet lumineux hauteur **AB = 5,0 mm**; le point **A** est sur l'axe optique.
- une lentille convergente **L₁** de distance focale **5,0 cm**;
- une lentille convergente **L₂** de distance focale **10,0 cm**;
- un écran et un diaphragme.

• Les élèves disposent des informations suivantes :

- Le système optique d'un microscope est composé de deux lentilles: un **objectif** et un **oculaire**. La distance focale de l'objectif est inférieure à la distance focale de l'oculaire. L'objectif donne d'un objet, une image située entre le foyer objet et le centre optique de l'oculaire. Ce dernier permet ainsi d'obtenir l'image définitive.
- Une **loupe** est une lentille convergente qui donne d'un objet situé entre son foyer principal objet et son centre optique, une image droite, virtuelle et agrandie.

I. Première expérience: image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif

- Les élèves placent sur le banc d'optique, l'objet plan AB perpendiculaire au banc, la lentille L_1 (objectif du microscope) et l'écran. Soient O_1 le centre optique de L_1 , F_1 et F'_1 ses foyers principaux objet et image.
- L'objet AB est situé à **6,0 cm** avant L_1 . Les élèves déplacent l'écran de façon à obtenir une image nette. Soit A_1B_1 cette image.

- 1) En utilisant la formule de conjugaison montrer que la position $\overline{O_1A_1}$ de l'image A_1B_1 donnée par l'objectif est $\overline{O_1A_1} = 30 \text{ cm}$.
- 2) Calculer la taille $\overline{A_1B_1}$ de l'image A_1B_1 .
- 3) Construire sur la feuille de papier millimétré fournie (voir plus loin) l'image A_1B_1 (échelle 1/3 sur l'axe horizontal, échelle 1 sur l'axe vertical).
- 4) Parmi les termes ci-dessous, choisir ceux qui donnent les caractéristiques de l'image A_1B_1 : **réelle - virtuelle - agrandie - réduite - droite - renversée**.
- 5) En travaillant dans les conditions de Gauss, les élèves auraient pu améliorer la qualité de l'image. Énoncer les conditions de Gauss. Avec quel matériel, présent dans la liste, les élèves auraient-ils pu procéder pour se placer dans ces conditions ?

II. Deuxième expérience: image définitive A_2B_2

- Les élèves placent sur le banc d'optique la lentille L_2 (oculaire du microscope) telle que son centre optique O_2 soit à une distance de **36,0 cm** de O_1 . Soient F_2 et F'_2 les foyers principaux objet et image de L_2 .

- 1) Placer la lentille oculaire et les foyers sur la feuille de papier millimétré. En utilisant les données de la question 1, quel est le rôle joué par L_2 pour A_1B_1 ?
- 2) Construire l'image définitive A_2B_2 .
- 3) Calculer la position et la taille de l'image $\overline{A_2B_2}$.

III. Grossissement du microscope

- Le grossissement G d'un instrument d'optique est le rapport: $G = \frac{\theta'}{\theta}$ avec:

θ' : angle sous lequel est vu l'image par l'instrument.

θ : angle sous lequel est vu l'objet par l'œil nu sous le plus grand angle, à la distance $d_m = 25 \text{ cm}$.

Avec l'approximation des petits angles ($\tan\theta \approx \theta$) déterminer les valeurs de θ , θ' et G .

Exercice n°3 : ETUDE D'UN TELESCOPE (8 points)

Diamètre de l'objectif : $D_1 = 114 \text{ mm}$
Distance focale de l'objectif $f'_1 = 1000 \text{ mm}$
Rapport f'_1/D_1 : 8,8

Accessoires fournis :

Oculaire MA 25 distance focale $f'_2 = 25 \text{ mm}$ (40 fois)

Oculaire MA 9 distance focale $f'_3 = 9 \text{ mm}$ (111 fois)

Diamètre des oculaires : $D_2 = D_3 = 31,75 \text{ mm}$

Chercheur : 6×30

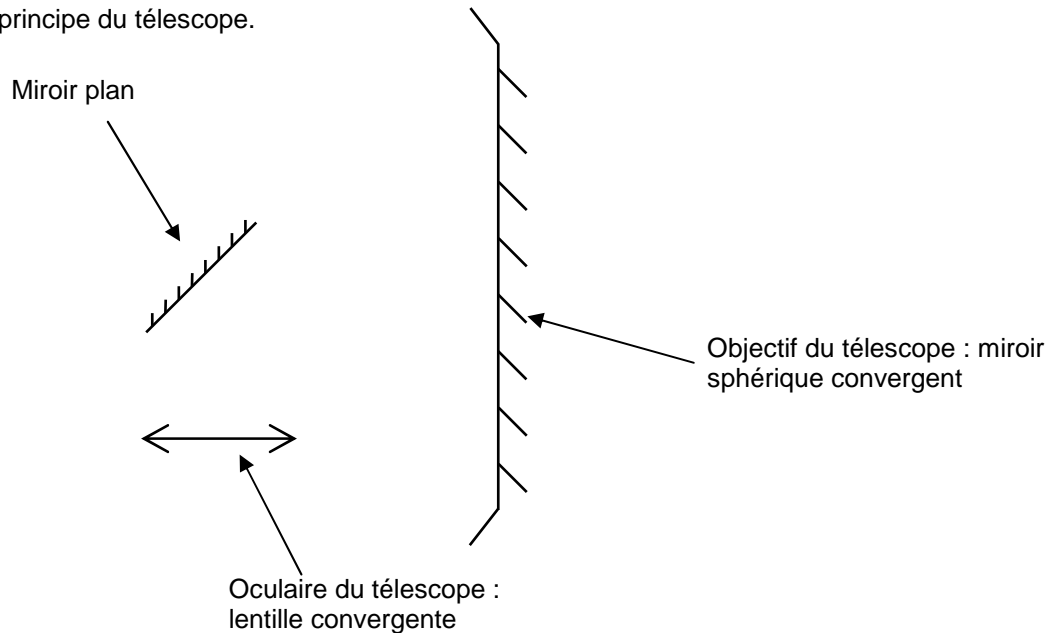
Trépied : Aluminium

Grossissement maximum utile : 228 fois

Plus petit détail visible sur la Lune : 2,1 km



On rappelle le schéma de principe du télescope.



I. Constitution du télescope

L'objectif du télescope est un miroir sphérique convergent.

1) À l'aide des données et en utilisant les échelles, placer sur le papier millimétré suivant, le sommet S du miroir sphérique convergent ainsi que son foyer principal F .

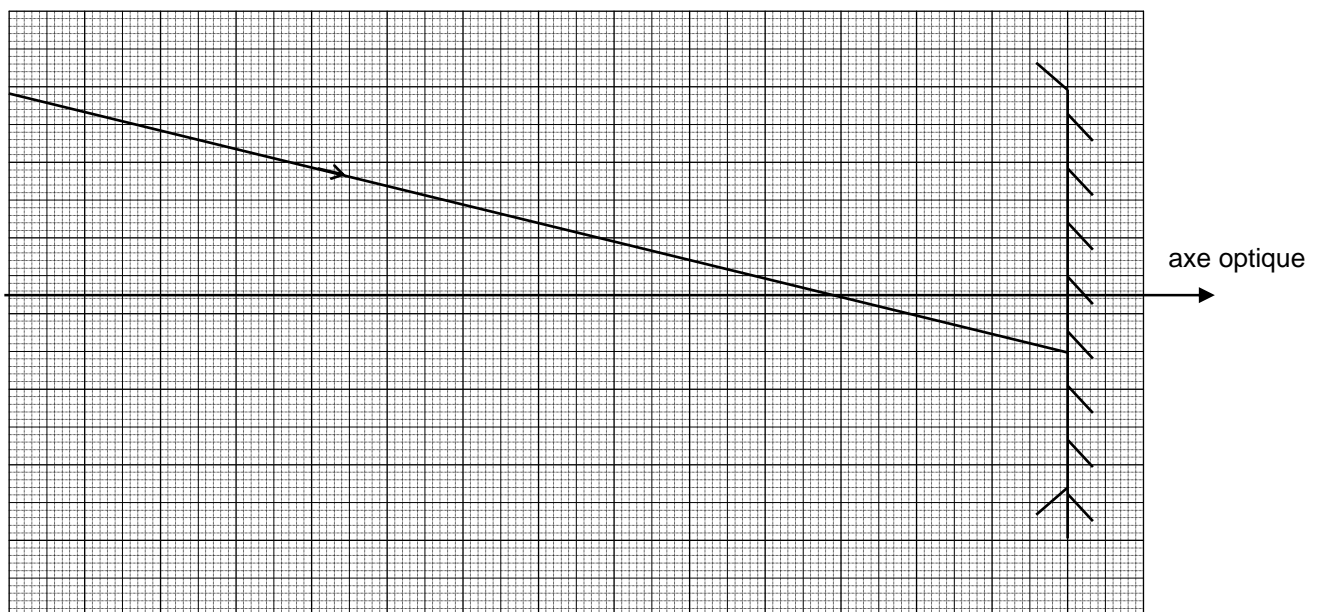
On appelle le centre du miroir C .

2) Quelle relation existe-t-il entre \overline{CS} et \overline{CF} ?

3) Où se forme l'image d'un objet placé à l'infini ?

Échelle suivant l'axe optique 1/10.

Échelle perpendiculairement à l'axe optique 1/2.



4) Construire sur le schéma ci-dessus, l'image d'un objet lumineux situé à l'infini (étoile). Un des rayons issu de l'objet est représenté sur le document.

Le miroir sphérique donne une image intermédiaire qui est réfléchiée par le miroir plan.

On obtient ainsi une deuxième image intermédiaire qui constitue un objet pour l'oculaire.

5) On veut obtenir une image finale à l'infini. Où cette deuxième image intermédiaire doit-elle se former par rapport à l'oculaire ?

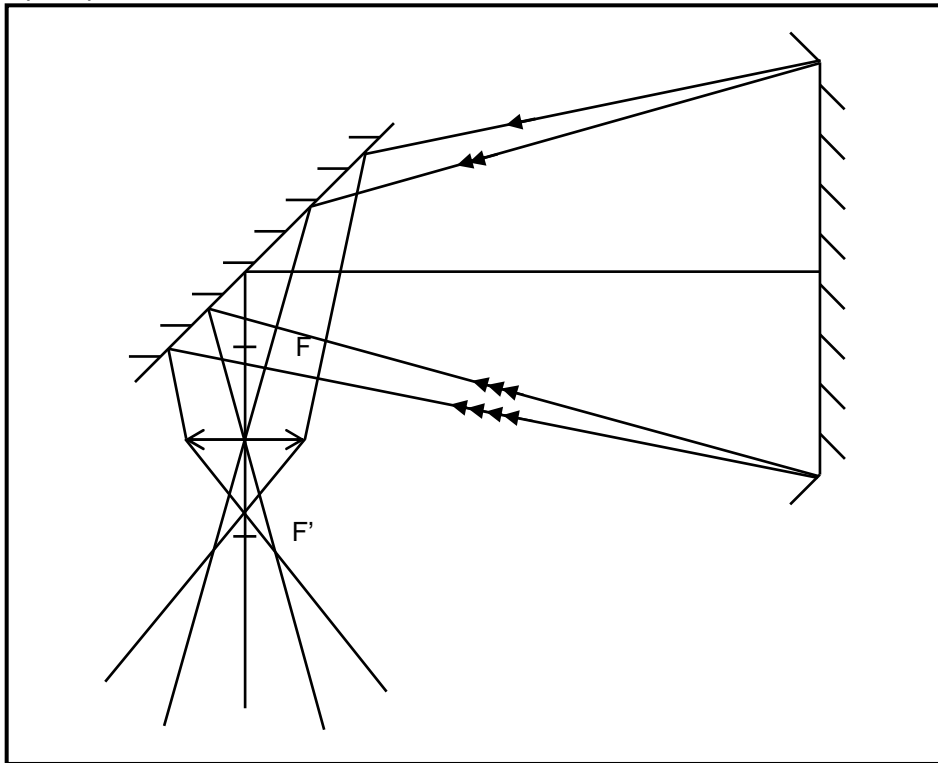
6) Vérifier votre affirmation avec l'aide de la formule de conjugaison.

Étude du cercle oculaire.

7) Définir le cercle oculaire.

8) Positionner le cercle oculaire sur le schéma ci-contre :

9) Indiquer son intérêt pratique.



II. Grossissement du télescope.

Sachant que le grossissement G du télescope est donné par la relation :

$$G = \frac{\text{distance focale de l'objectif}}{\text{distance focale de l'oculaire}}$$

1) Lequel des deux oculaires fournis faut-il choisir pour avoir le plus grand grossissement ? Justifier la réponse.

On précise que le grossissement maximum utile est le grossissement maximal possible compte tenu du diamètre de l'objectif. On peut obtenir ce grossissement maximal possible avec un oculaire non fourni.

2) Calculer la distance focale de l'oculaire nécessaire pour obtenir le grossissement maximum utile de 228 fois.

3) Le grossissement du télescope peut s'écrire :

$$G = \frac{\text{diamètre apparent de l'objet à travers le télescope}}{\text{diamètre apparent de l'objet}} = \frac{\theta'}{\theta}$$

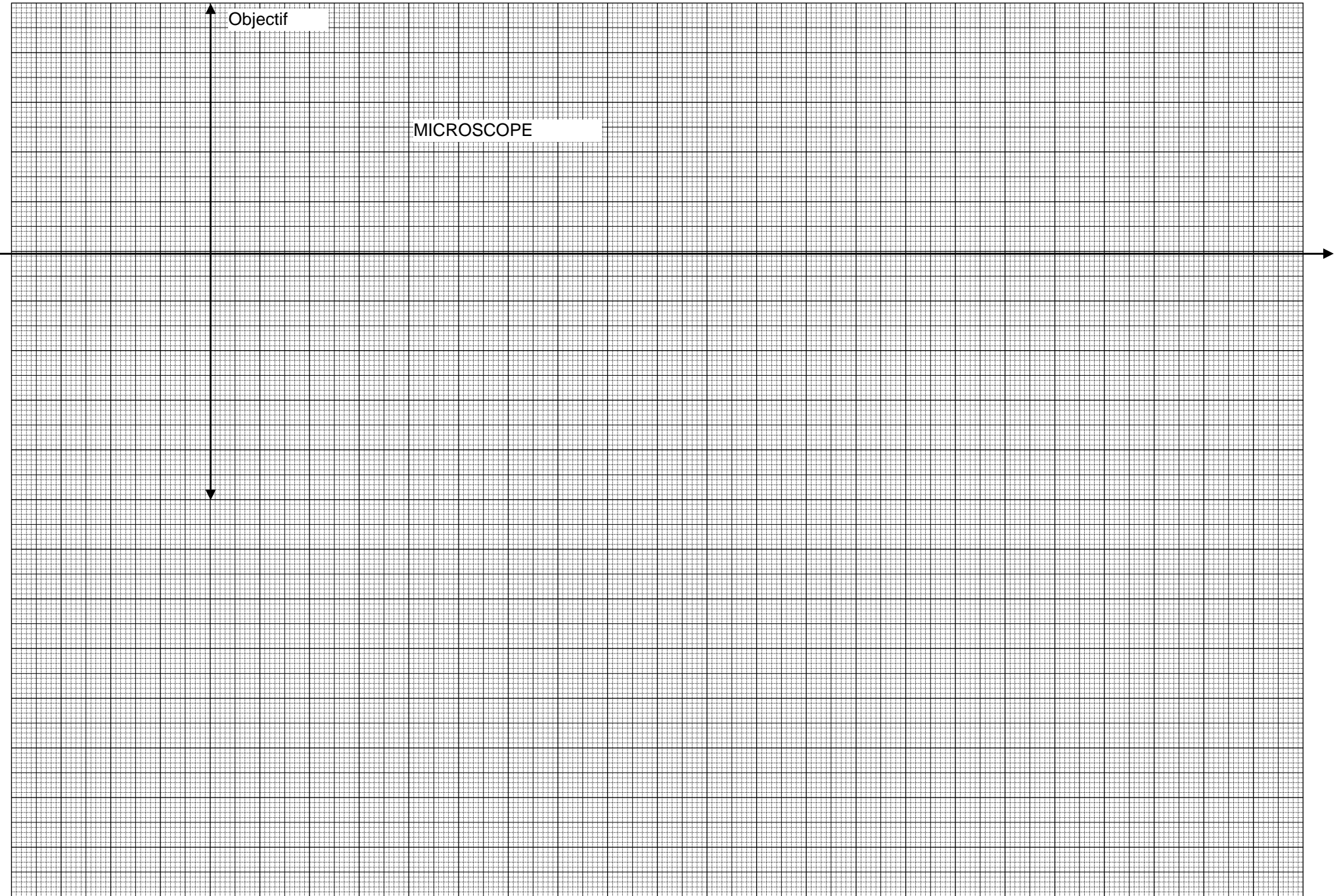
a) Rappeler la définition du diamètre apparent θ .

b) Calculer le diamètre apparent θ (en radian) du plus petit détail visible sur la Lune (2,1 km) sachant que la distance Terre-Lune sera estimée à $3,8 \times 10^5$ km.

c) Calculer le diamètre apparent θ' de l'objet à travers le télescope si on utilise l'oculaire de distance focale $f'_3 = 9$ mm.

Objectif

MICROSCOPE

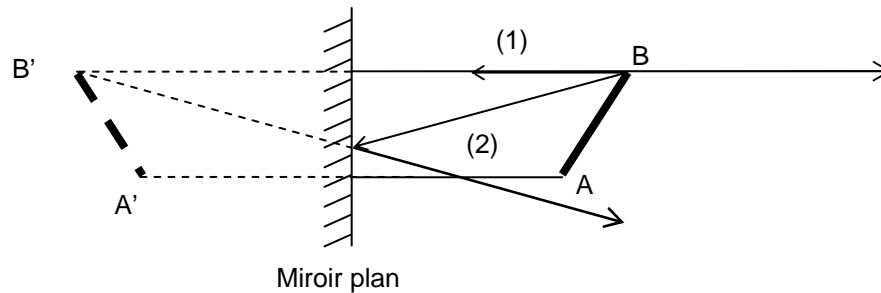


Correction contrôle TS spécialité n°2

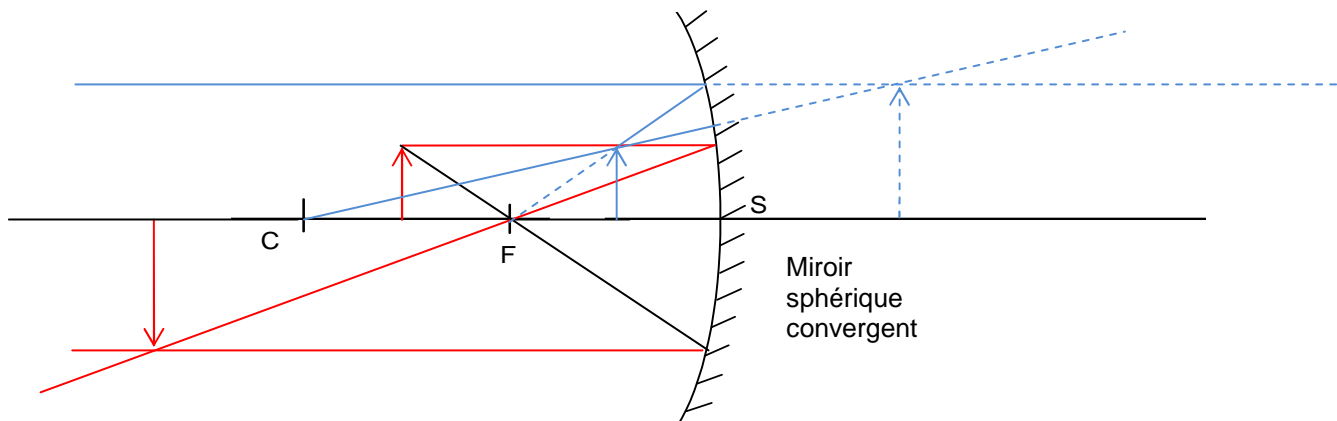
Exercice n°1 : CONSTRUCTIONS D'IMAGES PAR DES MIROIRS (4 points)

1) Un miroir plan donne d'un objet **AB** une image **A'B'** symétrique de **AB** par rapport au plan du miroir et de même taille que **AB**.

2)



3)



EX.2: ÉTUDE D'UN MICROSCOPE (8 POINTS)

I. Première expérience: image donnée par l'objectif

1) La formule de conjugaison appliquée à la lentille L_1 donne: $\frac{1}{O_1A_1} = \frac{1}{O_1A} + \frac{1}{O_1F_1}$ soit $\boxed{\overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1A} \cdot f_1'}{\overline{O_1A} + f_1'}}$

D'où: $\overline{O_1A_1} = (-6,0) \times (5,0) / (-6,0 + 5,0) = + 30 \text{ cm}$.

2) La formule du grandissement appliquée à la lentille L_1 donne: $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$

Il vient alors: $\boxed{\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}}$ Soit $\overline{A_1B_1} = 0,50 \times \frac{30}{-6,0} = -2,5 \text{ cm}$

3) Construction graphique de **A₁B₁**: **échelle 1/3** sur l'axe horizontal, **échelle 1** sur l'axe vertical (voir fin correction).

4) L'image A_1B_1 est telle que: $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{-2,5}{0,50} = -5 < 0$ donc $|\gamma_1| = 5 > 1$

L'image A_1B_1 est donc **agrandie** ($|\gamma_1| > 1$) et **renversée** ($\gamma_1 < 0$); de plus on la forme sur un écran donc elle est **réelle**.

5) Conditions de Gauss:

- les rayons lumineux doivent passer au voisinage du centre optique des lentilles.
- les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe optique.

Pour se placer dans les conditions de Gauss les élèves auraient pu placer un diaphragme sur la lentille objectif L_1 .

II. Deuxième expérience: image définitive

1) Construction graphique.

L'image A_1B_1 est placée entre le foyer objet F_2 et le centre optique O_2 de la lentille oculaire. Elle joue le rôle d'objet pour la lentille oculaire. De plus, la lentille L_2 joue le rôle **de loupe** pour A_1B_1 .

2) Construction graphique.

3) La formule de conjugaison appliquée à la lentille L_2 donne: $\frac{1}{O_2A_2} = \frac{1}{O_2A_1} + \frac{1}{O_2F_2'}$ soit $\boxed{\frac{O_2A_2}{O_2A_1} = \frac{O_2A_1 \cdot f_2'}{O_2A_1 + f_2'}}$

avec $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} = + 36 \text{ cm}$

$$\Leftrightarrow \overline{A_1O_2} = 36 - 30 = + 6,0 \text{ cm} \text{ donc } \overline{O_2A_1} = - 6,0 \text{ cm}$$

D'où: $\overline{O_2A_2} = (- 6,0) \times (10) / (- 6,0 + 10) = - 15 \text{ cm}$.

La formule du grandissement appliquée à la lentille L_2 donne: $\gamma_2 = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = \frac{O_2A_2}{O_2A_1}$

$$\boxed{\frac{A_2B_2}{A_1B_1} = \frac{O_2A_2}{O_2A_1}} \text{ Soit } \overline{A_2B_2} = 2,5 \times \frac{15}{-6,0} = -6,3 \text{ cm}$$

III. Grandissement et grossissement du microscope

Approximation des petits angles:

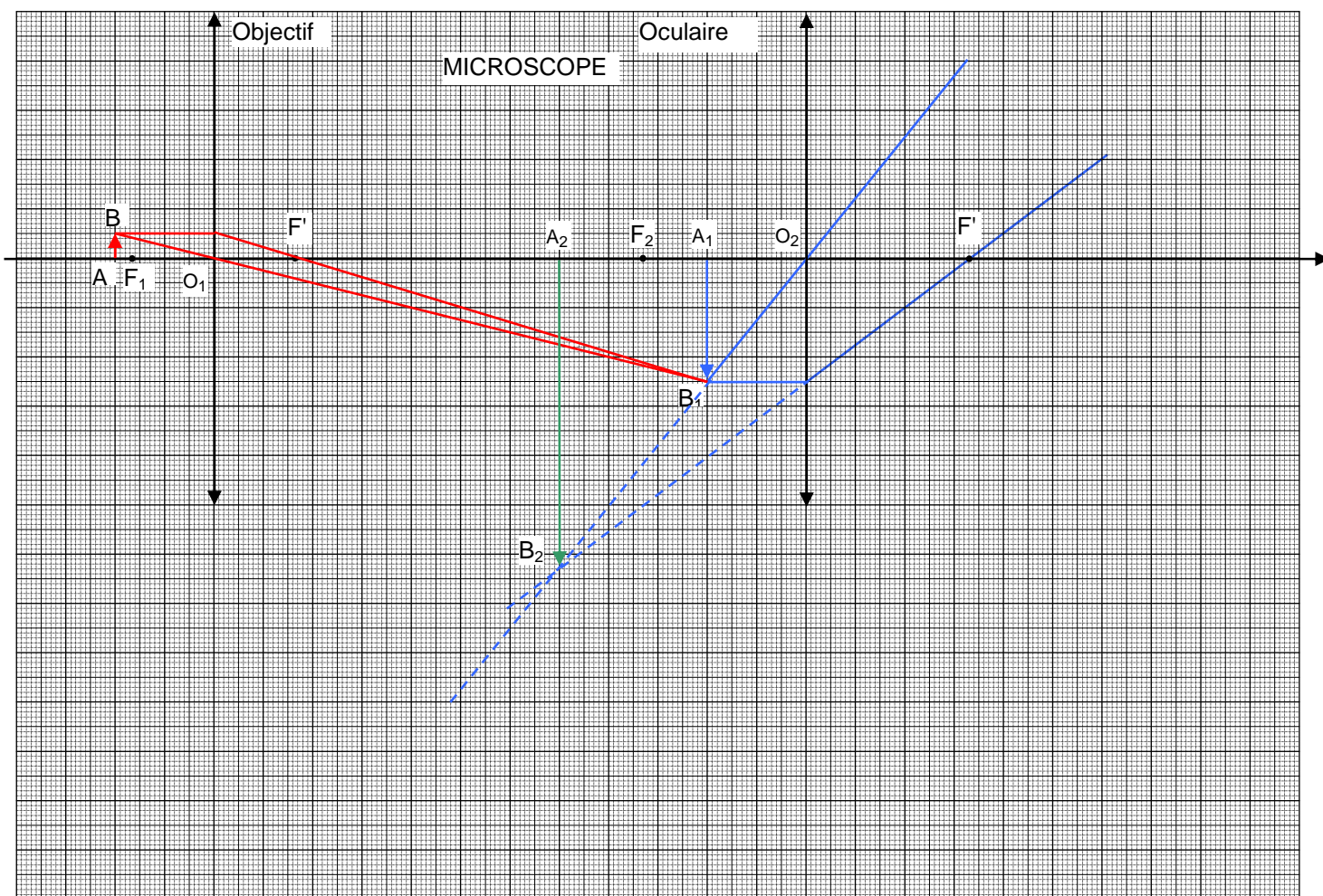
$$\tan\theta = AB / d_m = 0,5 / 25 = 0,02 \Leftrightarrow \theta \approx 0,02 \text{ rad}$$

$$\tan\theta' = A_2B_2 / O_2A_2 = 6,3 / 15 = 0,42 \Leftrightarrow \theta' = 0,42 \text{ rad}$$

(ici l'approximation $\tan\theta \approx \theta$ est justifiée).

(ici l'approximation $\tan\theta' \approx \theta'$ est moins bien vérifiée)

Donc il vient: $\boxed{G = \frac{\theta'}{\theta} = 21}$



1. CONSTITUTION DU TÉLESCOPE.

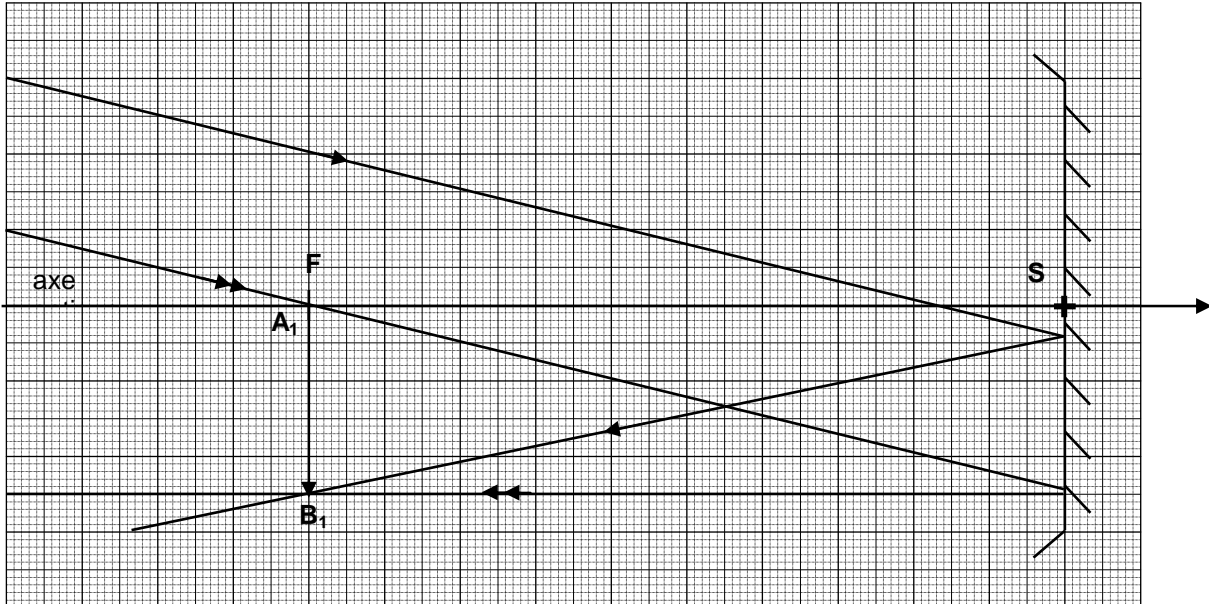
1) Positionnement du sommet S du miroir sphérique et du foyer principal F.

Le sommet est au centre du miroir, et les données indiquent : distance focale de l'objectif $f_1 = 1000$ mm. (soit 100 mm sur le schéma).

ANNEXE 5

Échelle suivant l'axe optique 1/10.

Échelle perpendiculairement à l'axe optique 1/2.



2) Le foyer F est situé au milieu du segment [SC], donc $\overline{CF} = \frac{\overline{CS}}{2}$.

3) L'image d'un objet situé à l'infini, se forme dans le plan focal du miroir sphérique convergent.

4) Tous les rayons incidents issus d'un objet situé à l'infini sont parallèles entre eux.

Un rayon incident issu de l'objet situé à l'infini et passant par F, émerge parallèlement à l'axe optique.

On trace ce rayon parallèle au rayon \rightarrow .

Tous les rayons émergents issus d'un point objet B, convergent en un même point image B_1 .

5) Pour obtenir une image finale à l'infini, la deuxième image intermédiaire doit se situer dans le plan focal objet de l'oculaire.

6) Appelons A_2 le point de la deuxième image intermédiaire situé sur l'axe optique et confondu avec F_2 le foyer principal objet de l'oculaire. A_2 joue le rôle d'objet pour l'oculaire.

Appelons A_3 le point image définitive formée par l'oculaire.

Enfin nommons O_2 le centre optique de l'oculaire et F'_2 son foyer image.

Appliquons la relation de conjugaison de Descartes :
$$\frac{1}{\overline{O_2A_3}} - \frac{1}{\overline{O_2A_2}} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}}$$

A_2 confondu avec F_2 donc $\overline{O_2A_2} = \overline{O_2F_2}$,

F_2 est le symétrique de F'_2 par rapport à O_2 donc $\overline{O_2F_2} = -\overline{O_2F'_2}$,

$$\frac{1}{\overline{O_2A_3}} + \frac{1}{\overline{O_2F'_2}} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A_3}} = 0 \text{ alors } \overline{O_2A_3} \rightarrow \infty \text{ l'image définitive serait effectivement rejetée à l'infini.}$$

7) Dans le cas d'un télescope de Newton, le cercle oculaire est l'image de l'objectif (miroir convergent) par l'ensemble miroir plan - oculaire.

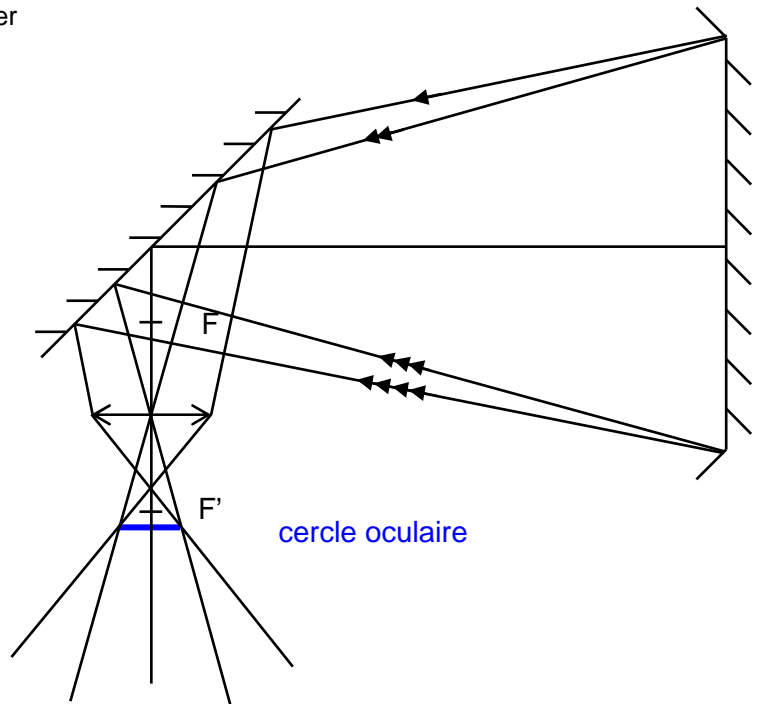
8) Positionnement du cercle oculaire :

9) Cette position d'observation permet à l'œil de collecter toute la lumière issue du miroir convergent. Ainsi l'image définitive observée est plus lumineuse en cette position.

II. GROSSISSEMENT DU TÉLESCOPE

$$G = \frac{\text{distance focale de l'objectif}}{\text{distance focale de l'oculaire}}$$

1) Nous avons le choix entre l'oculaire MA 25 de distance focale $f'_2 = 25$ mm et l'oculaire MA 9 de distance focale $f'_3 = 9$ mm. Plus la distance focale de l'oculaire est faible et plus le grossissement sera grand. On choisit donc l'oculaire **MA 9**.



2) $G = \frac{\text{distance focale de l'objectif}}{\text{distance focale de l'oculaire}}$

La distance focale de l'objectif est f'_1 et vaut 1000 mm.

Nommons f'_{oc} la distance focale de l'oculaire permettant d'obtenir un grossissement $G = 228$.

$$G = \frac{f'_1}{f'_{oc}} \text{ donc } f'_{oc} = \frac{f'_1}{G}$$

$$f'_{oc} = \frac{1000}{228} = 4,39 \text{ mm}$$

3a) Le diamètre apparent est l'angle sous lequel on observe l'objet à l'œil nu.



$$\tan \theta = \frac{L}{d_{TL}}, \text{ comme } \theta \text{ est petit et exprimé en radians, } \theta \approx \tan \theta$$

$$\theta = \frac{2,1}{3,8 \cdot 10^5} = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

3c) $G = \frac{f'_1}{f'_3} = \frac{\theta'}{\theta}$

$$\theta' = \frac{f'_1}{f'_3} \cdot \theta = \frac{f'_1}{f'_3} \cdot \frac{L}{d_{TL}}$$

$$\theta' = \frac{1000}{9} \times \frac{2,1}{3,8 \cdot 10^5} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ rad.}$$