

BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U.42

SESSION 2026

Durée : 2 heures

Coefficient 3

Matériel autorisé

L'usage de la calculatrice avec mode examen est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre obligatoirement avec la copie

Document réponse page 7/7

Dès que le sujet est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2026
Optique géométrique et physique – U.42	Code : 26OLOGPH	Page 1/7

Les trois parties de cet énoncé sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

Afin de répondre à la demande d'un client passionné d'observations et de photographies, un opticien lui propose d'associer à un téléobjectif un oculaire terrestre permettant de transformer le téléobjectif en lunette d'observation terrestre. Une bague d'adaptation permet d'assembler l'oculaire terrestre avec l'objectif.

Le client pourra ainsi concilier l'observation et la photographie à moindre frais et en transportant un minimum de matériel lors de ses randonnées.



Figure 1 : téléobjectif

AF-S NIKKOR® 180-400mm f/4E TC1.4 FL ED VR

Source : nikon.fr

Construction optique	27 éléments en 19 groupes
Focale	180 mm – 400 mm
Ouverture maximale	f/4
Ouverture minimale	f/32
Distance minimale de mise au point	2,0 m
Poids	3 500 g



Figure 2 : oculaire terrestre

Source : loisirsplaisirs.com/perl/3877-oculaire-redresseur-focale-10-mm-coulant-31-75-mm.html

On se propose d'étudier dans un premier temps le téléobjectif réglé sur la focale de 180 mm, puis la lunette terrestre constituée par l'association du téléobjectif et de l'oculaire terrestre. On s'intéresse enfin à un dispositif de photographie d'un spectre.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2026
Optique géométrique et physique – U.42	Code : 26OLOGPH	Page 2/7

Partie 1 – Étude du téléobjectif (12 points)

Le téléobjectif étudié est modélisé par l'association d'une lentille mince convergente L_1 de centre optique O_1 et d'une lentille mince divergente L_2 de centre optique O_2 . L'association constitue un doublet de symbole $(6 ; 4 ; -3)$ et de distance focale image $f'_{ob} = 180$ mm.

Le téléobjectif est intégré dans un premier temps à un appareil photo réflex muni d'un capteur 16 Mpx de dimension $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$.

1. Calculer les distances focales images f'_1 et f'_2 des deux lentilles L_1 et L_2 constituant le modèle du téléobjectif, ainsi que la distance $e = \overline{O_1O_2}$.

L'objet AB visé est considéré à l'infini. A_1B_1 est l'image intermédiaire de AB à travers L_1 et $A'B'$ est l'image finale de AB à travers le téléobjectif.

2. Préciser, par une chaîne de conjugués, la position de l'image intermédiaire A_1B_1 et la position de l'image finale $A'B'$.

On souhaite déterminer l'encombrement pris par le téléobjectif associé au capteur.

3. Calculer la distance frontale image du téléobjectif $\overline{O_2F'_{ob}}$, puis l'encombrement $\overline{O_1F'_{ob}}$ du téléobjectif.
4. Justifier, sans calcul, l'intérêt qu'un téléobjectif présente par rapport à un objectif de même distance focale qui serait constitué d'une seule lentille mince.
5. Retrouver, par construction sur le schéma 1 du document réponse, la position du foyer principal image F'_{ob} .

Un diaphragme D à iris est placé au milieu D de O_1O_2 tel que $\overline{O_1D} = 20$ mm. Il constitue le diaphragme d'ouverture. Le téléobjectif est ouvert à $f/4$, soit un nombre d'ouverture $N = 4$.

6. Déterminer le diamètre Φ_{P_e} de la pupille d'entrée P_e .

La pupille d'entrée et le diaphragme d'ouverture D sont conjugués à travers la lentille L_1 .

7. Calculer le grandissement transversal γ_{L_1} associé à cette conjugaison et montrer que le diaphragme d'ouverture a pour diamètre $\Phi_D = 30$ mm.

La monture de L_2 de diamètre $2R_2 = 36$ mm constitue le diaphragme de champ.

8. Construire, sur le schéma 2 du document réponse, la limite B_{1pl} du champ de pleine lumière dans l'espace intermédiaire du téléobjectif.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2026
Optique géométrique et physique – U.42	Code : 26OLOGPH	Page 3/7

9. Calculer la valeur du rayon du champ de pleine lumière r_{1pl} .

On s'intéresse maintenant à l'éclairement dans le plan du capteur.

10. Montrer, par un calcul, que le rayon r'_{pl} du champ de pleine lumière image est proche de 63 mm.

11. Justifier que le capteur de dimension $(24 \times 36) \text{ mm}^2$ est uniformément éclairé.

Le capteur comporte 16 millions de pixels. Un pixel est assimilé à un carré de côté a' . La limite de résolution liée à la diffraction dans l'espace objet a pour valeur

$$(\alpha_{\min})_{\text{diff}} = 1,5 \times 10^{-5} \text{ rad.}$$

12. Calculer la surface S_c du capteur. En déduire la surface S_p d'un pixel.

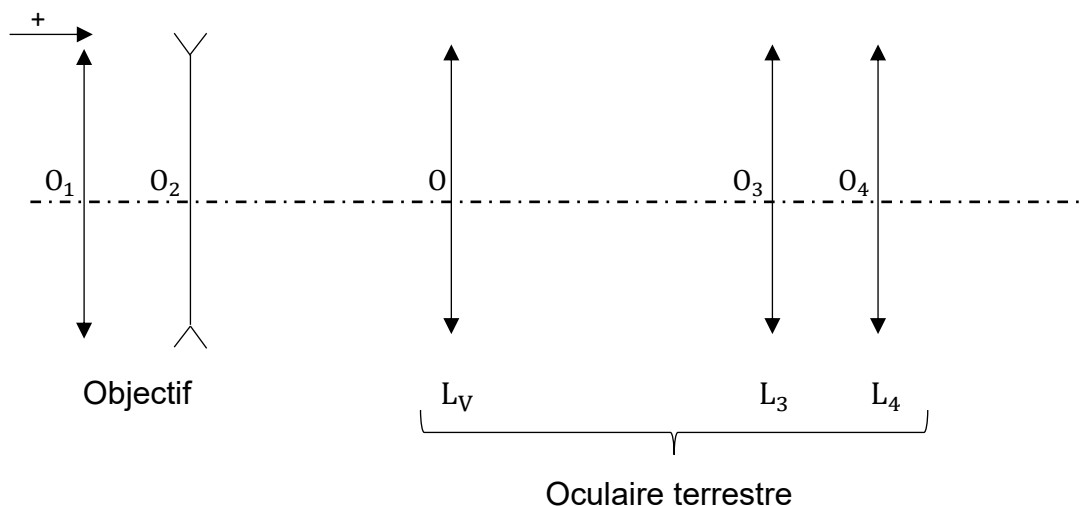
13. Montrer que a' est proche de $7,3 \times 10^{-6} \text{ m}$.

14. Déterminer si la limite de résolution dans l'objectif est principalement due au capteur ou au phénomène de diffraction dans l'objectif.

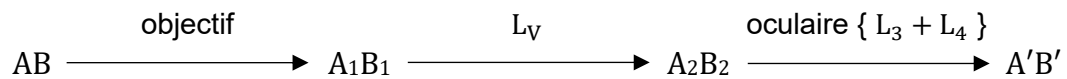
Partie 2 – Étude de l'oculaire terrestre associé à l'objectif (3 points)

L'oculaire terrestre est constitué d'un véhicule redresseur, assimilé à une lentille mince convergente notée L_V , et d'un doublet oculaire composé des lentilles minces L_3 et L_4 .

Il est associé à l'objectif précédent de distance focale image $f'_{ob} = 180 \text{ mm}$ et l'ensemble constitue ainsi **une lunette terrestre afocale**.



La chaîne de conjugués associée à la lunette ainsi constituée est la suivante :



15. Le système étant afocal et l'objet AB visé considéré à l'infini, indiquer, sur le schéma 3 du document réponse, la position des conjugués AB, A_1B_1 , A_2B_2 et $A'B'$.

La lentille L_V de distance focale image $f'_V = 20$ mm et de centre optique O, donne de A_1B_1 une image redressée A_2B_2 de même taille ; soit un grandissement transversal $\gamma_{tL_V} = -1$ pour le véhicule redresseur.

Le grossissement G peut s'écrire $G = \frac{f'_{ob}}{f_{oc}} \times \gamma_{tL_V}$ pour la lunette terrestre afocale.

16. Déterminer la distance focale objet f_{oc} de l'oculaire sachant que le grossissement de la lunette est $G = +18$.

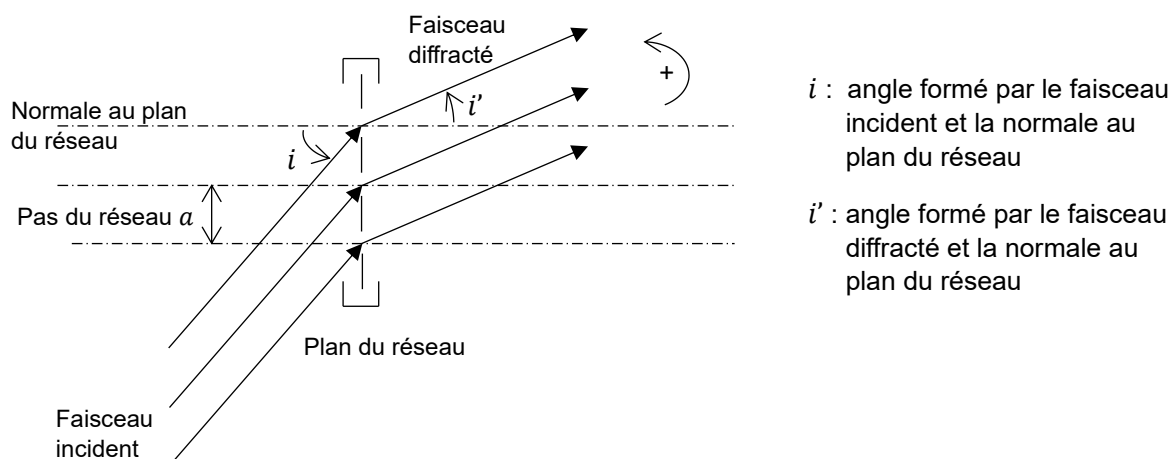
La présence du véhicule redresseur L_V permet de redresser l'image mais allonge le système de la distance $\overline{A_1A_2}$.

17. Montrer que l'allongement dû à la lentille L_V vaut $\overline{A_1A_2} = 80$ mm.

Partie 3 – Optique physique ; étude d'un réseau par transmission (5 points)

Le téléobjectif associé au capteur est utilisé pour photographier le spectre du Soleil obtenu à l'aide d'un réseau utilisé par transmission. Le nombre de traits par millimètre de ce réseau est $n = 530$ traits \cdot mm⁻¹.

La direction des faisceaux lumineux est modifiée comme indiqué sur la figure ci-dessous.



18. Montrer que le pas a du réseau vaut $a = 1,89 \mu\text{m}$.

La relation fondamentale des réseaux s'écrit en convention trigonométrique :

$$a \times (\sin i' - \sin i) = k \times \lambda$$

avec k entier relatif et λ longueur d'onde de la radiation.

19. Indiquer à quel type d'interférences est associé le deuxième membre $k \times \lambda$ de l'égalité précédente.

La lumière du Soleil arrive **sous incidence normale** et les longueurs d'onde observées sont comprises entre 380 nm et 750 nm.

20. Calculer les angles i'_{1V} et i'_{1R} pour lesquels on peut observer le violet et le rouge de l'ordre 1.

21. Justifier par un calcul s'il y a chevauchement entre l'ordre 1 et l'ordre 2.

22. L'incidence étant toujours normale, indiquer le nombre de spectres entiers que l'on pourra observer avec ce réseau.

On souhaite maintenant déterminer la dimension du spectre d'ordre 1 dans le plan du capteur afin de savoir si ce spectre peut être photographié en entier. Le capteur de 16 Mpx a pour dimensions 24 mm \times 36 mm.

L'axe du téléobjectif est confondu avec la direction de la radiation violette.

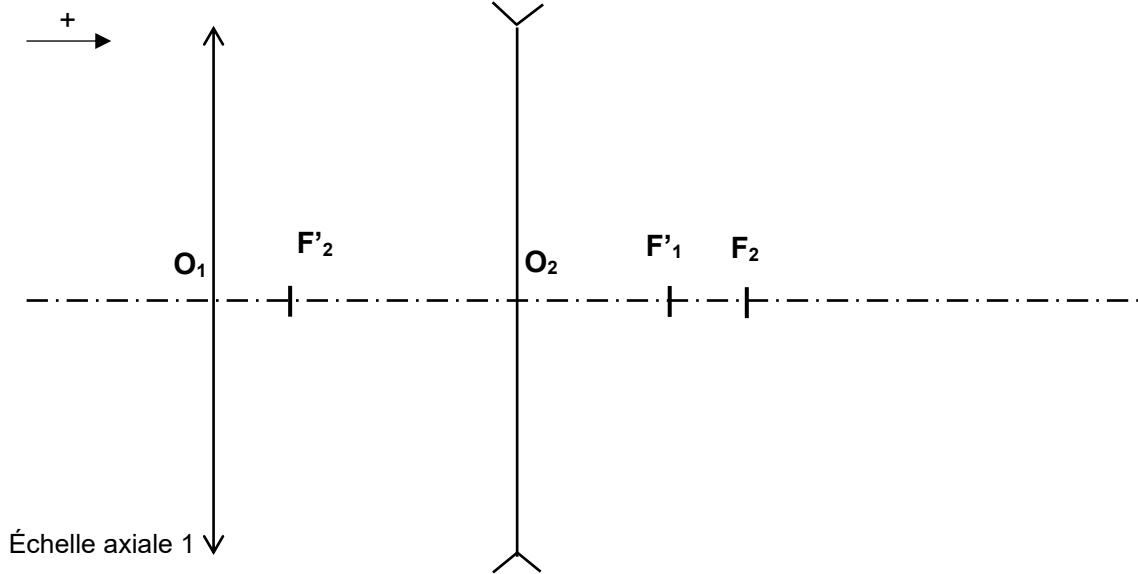
L'écart angulaire entre les extrémités du spectre à l'ordre 1 vaut :

$$\Delta i' = i'_{1R} - i'_{1V} = 11,7^\circ$$

23. À l'aide d'un schéma de principe, déterminer dans le plan du capteur, plan focal du téléobjectif, la dimension x du spectre d'ordre 1. Commenter.

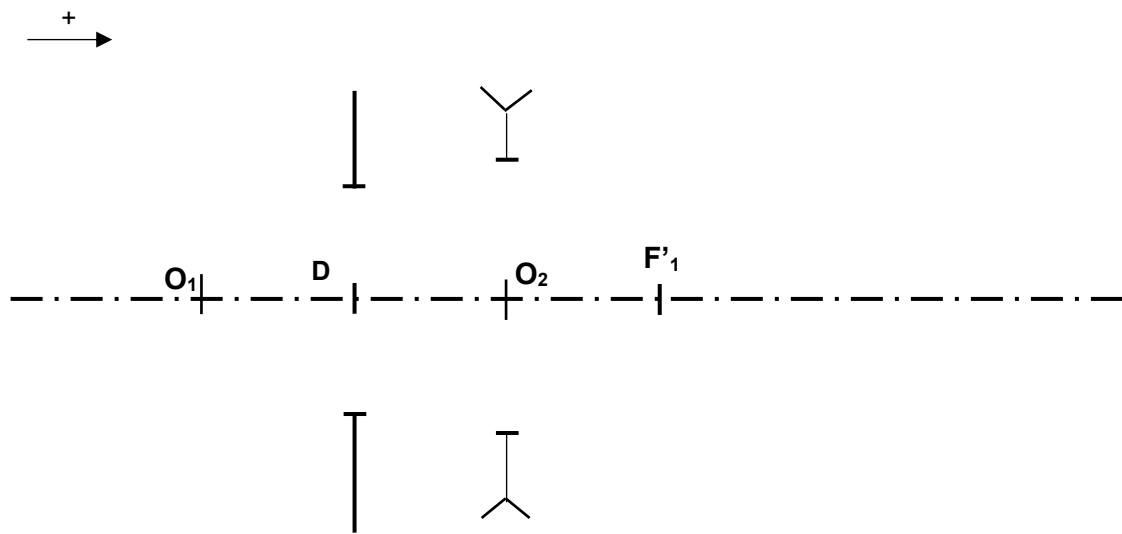
Question 5

Schéma 1



Question 8

Schéma 2



Question 15

Schéma 3

