Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U.42

SESSION 2019

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

_____

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

<u>Documents à rendre à la copie :</u>

- document-réponse (4 schémas) ……..page 7/7.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 7 pages numérotées, de 1/7 à 7/7.

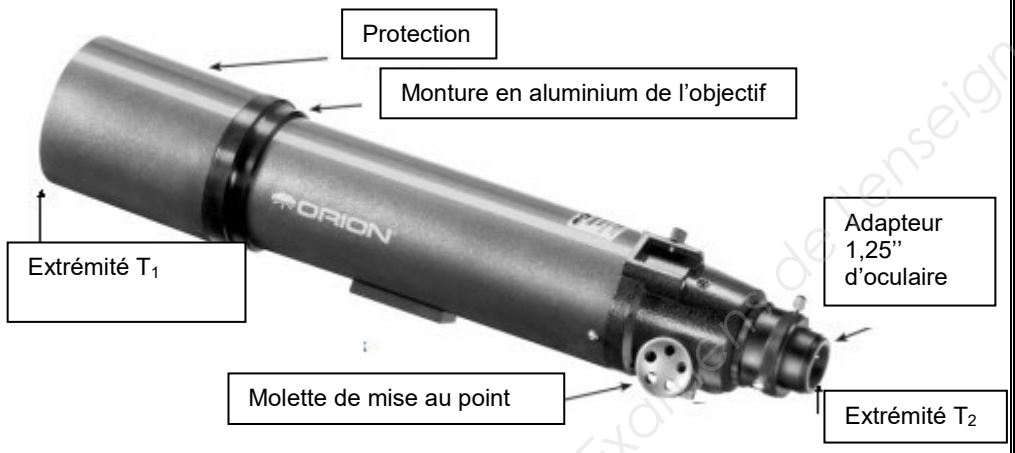
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Le sujet se compose de trois parties.
PARTIE 1 - Étude de l'objectif de la lunette.
PARTIE 2 - Système d'astrophotographie {objectif+capteur CCD}.
PARTIE 3 - Utilisation - Photographie de la Lune.

Système d'astrophotographie

Un client amateur d'astronomie souhaite réaliser des photographies lunaires et planétaires. Il recherche un capteur CCD à associer à la lunette qu'il possède déjà (figure 1). Le capteur CCD doit être adapté pour réaliser des photographies sans perte de résolution de l'ensemble. Il doit être également uniformément éclairé. La figure 2 représente le capteur proposé par le vendeur. De plus, le client veut acquérir un ou plusieurs filtres lui permettant de photographier la Lune, quelque soit sa phase, sans risque d'éblouissement.

Figure 1 : lunette



Source : www.OrionTelescopes.com

Figure 2 : capteur CCD



On rappelle que 1'' (un pouce) = 25,40 mm.

PARTIE 1 - Étude de l'objectif de la lunette

La lunette étudiée est une lunette « ORION 80 mm » ; *f* / 7,50 ; ED (Extra low Dispersion) dont les caractéristiques sont :

Tube : aluminium.
Diamètre de l'objectif (diamètre de la pupille d'entrée) : D_{PE} = 80,0 mm (3,1").
Objectif : doublet achromatique, élément arrière taillé dans un verre ED, gap d'air.
Revêtement de l'objectif : entièrement traité multi-couches V.
Distance focale image : 600 mm.
Nombre d'ouverture :N = 7,50.
Concentrateur : Crayford, acceptant des accessoires et capteur ccd T-ring.
Poids : 5 lbs 11 oz. = 2,58 kg.
Longueur du tube : T_1T_2 = 597 mm.

Source : www.OrionTelescopes.com

Bonne reproduction des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

1.1. L'objectif est un doublet constitué des lentilles (L_1) et (L_2), supposées minces. Elles sont séparées par un faible espace (gap) d'air, négligeable dans la suite de l'étude.
La lentille (L_1) est taillée dans un verre type S-NBM51, de nombre d'Abbe ν_{d1} et la lentille (L_2) est taillée dans un verre de type S-FPL53, de nombre d'Abbe ν_{d2}.
Les caractéristiques de ces verres sont fournies en **ANNEXE 1.**

1.1.1. On rappelle que le nombre d'ouverture d'un objectif est, $N = \frac{f'}{D_{PE}}$ où f' est la distance focale image de l'objectif et D_{PE} le diamètre de la pupille d'entrée.
Vérifier que la distance focale image de l'objectif est cohérente avec la valeur correspondante dans le tableau des caractéristiques de la lunette. Montrer que la vergence V de l'objectif est égale à 1,67 δ.

1.1.2. Étude de la dispersion.
Le nombre d'Abbe (Abbe number donné en **ANNEXE 1**), caractérisant la dispersion d'un matériau transparent s'écrit : $\nu_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}$
où n_d, n_F et n_C sont trois indices correspondant à trois longueurs d'onde différentes, correspondant à des couleurs, dans l'ordre, jaune, bleue et rouge.

1.1.2.1. Après avoir cherché et noté les indices n_d, n_F et n_C, dans l'**ANNEXE 1**, pour le matériau S-FPL53, vérifier par le calcul que le nombre d'Abbe ν_{d2} est 95,0.

1.1.2.2. La spécification de la lunette est ED pour « Extra Low Dispersion » (verre à très faible dispersion). Identifier le verre ED parmi les matériaux S-FPL53 et S-NBM51.
Justifier la réponse.

1.1.3. L'étude optique de l'objectif conduit à écrire le système d'équations suivant :

$$V = V_1 + V_2$$
$$V_{d2} \cdot V1 + V_{d1} \cdot V2 = 0$$

où V_1 est la vergence de la lentille (L_1) et V_2, celle de la lentille (L_2).
Quelles propriétés du doublet permettent d'écrire chaque équation ?

1.1.4. Calculer V_1 et V_2, en utilisant les nombres d'Abbe de **l'ANNEXE 1.**

1.1.5. Préciser le nom du matériau de la lentille divergente, en justifiant votre réponse.

1.2. Limite de résolution liée à la diffraction.
Calculer la limite de résolution $\alpha_{min,diff}$ liée à la diffraction, due à la monture de l'objectif, pour la longueur d'onde dans le vide λ = 555 nm.
On rappelle que : $\alpha_{min,diff} = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{D_{PE}}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

PARTIE 2 - Système d'astrophotographie {objectif+capteur CCD}

Dans la suite du sujet, l'objectif sera modélisé par ses plans principaux objet [H] et image [H'] ainsi que par ses foyers objet F et image F'.
On considérera un interstice $\overline{HH'} = 5{,}00\,\text{mm}$.

2.1. Sachant que l'objet est considéré comme à l'infini, préciser la position du capteur par rapport à l'objectif.

2.2. Étude des champs.

On veut s'assurer que le capteur est intégralement compris dans le champ de pleine lumière.
On considère que l'extrémité T_1 du tube est le diaphragme d'ouverture (DO) de diamètre $2R_o$ = 80,0 mm. À l'autre extrémité T_2 du tube, l'adaptateur d'accessoires, qui est diaphragme de champ (DC), a un diamètre $2R_D$ = 31,8 mm. L'extrémité T_1 se situe à 100 mm devant le plan principal objet [H] de l'objectif : $\overline{HT_1} = -100\,\text{mm}$. L'espace de travail est l'espace image.

2.2.1. Montrer que $\overline{F'T_2} = -108\,\text{mm}$.

2.2.2. Montrer que la position de la pupille de sortie du système P_s, image de (DO) par l'objectif, est telle que $\overline{F'P_S} = -720\,\text{mm}$ et que son rayon R_{PS} est égal à 48,0 mm.

2.2.3. Placer le plan des champs sur le **schéma 1,** du **document réponse.**

2.2.4. Sur ce même **schéma 1,** représenter le rayon r'_{PL} du champ de pleine lumière et déterminer graphiquement sa valeur.

2.2.5. Vérifier par le calcul que r'_{PL} = 10,2 mm.

2.2.6. En utilisant les caractéristiques du capteur en **ANNEXE 2,** vérifier qu'il est entièrement et uniformément éclairé.

Le candidat est invité à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

2.3. Résolution du système d'astrophotographie.

2.3.1. La limite de résolution sur le capteur est a' = 3,6 µm. Vérifier que la limite de résolution liée au capteur, dans l'espace objet de l'objectif, $\alpha_{min,capt,}$ est égale à $6{,}0\times10^{-6}$ rad.

2.3.2. On rappelle que la limite de résolution $\alpha_{min,diff}$ liée à la diffraction, due à la monture de l'objectif, est de $8{,}46 \times 10^{-6}$ rad.
Est-ce la diffraction ou le capteur qui limite la résolution ? Justifier.

2.4. Justifier la bonne ou la mauvaise adaptation du capteur CCD proposé au client compte tenu de ses souhaits.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

PARTIE 3 - Utilisation - Photographie de la Lune



La Lune est le satellite naturel de la Terre. Elle diffuse la lumière solaire et, même à ses phases partielles, elle est intensément lumineuse. Le reflet empêche de voir la plupart des cratères, des crevasses et des autres détails de la surface lunaire. Aussi, il est nécessaire d'utiliser un filtre polarisant variable qui sera intercalé grâce à un filetage adapté entre le tube et le capteur CCD.

Le client opte pour un dispositif polarisant. Il se compose de deux lames en verre polarisé (P_1) et (P_2). On considère que (P_1) a une direction fixe et que l'on peut modifier la direction de (P_2) en tournant la bague du dispositif.

3.1. Sur le **schéma 2,** du **document-réponse**, représenter la direction de polarisation de (P_2) mobile par rapport à celle de (P_1) fixe, pour une transmission minimale.

3.2. Sur le **schéma 3,** du **document-réponse,** représenter la direction de polarisation de (P_2) par rapport à celle de (P_1) fixe, pour une transmission maximale.

3.3. Le client veut déterminer l'angle β formé par les directions de (P_1) et de (P_2) tel que la transmission *T* soit égale à 13 %, pour obtenir une image optimale. Soit ϕ le flux lumineux incident, ϕ_1 le flux lumineux après (P_1) et ϕ_2 le flux lumineux après (P_2). ϕ_2 est donc le flux lumineux transmis par le filtre polarisant variable (figure 3, ci-contre).

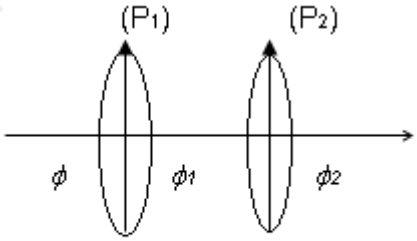


Figure 3 : filtre polarisant variable

3.3.1. Écrire la relation entre *T*, ϕ et ϕ_2.

3.3.2. Écrire la relation existant entre ϕ_1 et ϕ_2, (loi de Malus). On considèrera le polariseur P_2 comme parfait.

3.3.3. Déduire, alors, des deux questions précédentes, la valeur de l'angle β correspondant à *T* = 13 %. Comme le polariseur (P_1) est supposé parfait, on rappelle que $\phi_1 = 0{,}50\ \phi$.

3.3.4. Il est mentionné dans les caractéristiques du filtre polarisant variable l'existence d'un revêtement constitué de MgF_2 pour réduire les réflexions.

3.3.4.1. Préciser le principe physique permettant de réduire les réflexions et compléter le **schéma 4**, du **document-réponse.**

3.3.4.2. Dans le cas d'une incidence quasi-normale de la lumière, montrer que l'épaisseur minimale e_{min} de fluorure de magnésium MgF_2 à déposer s'écrit :

$$e_{min} = \frac{\lambda}{4n_{MgF2}}$$

indice n_{MgF_2} *= 1,38 (inférieur à l'indice du substrat)*

Calculer e_{min} pour la longueur d'onde dans le vide λ = 555 nm.

Le candidat est invité à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.
La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ANNEXE 1 - Caractéristiques des matériaux S-FPL53 et S-NBM51

Matériau : S-NBM51

Refractive indicies			Abbe Number : 44,3
Names	λ(µm)	Indicies	
n_t	1,01	1,59841	
n_d	0,588	1,61340	
n_s	0,852	1,60206	
n_F	0,486	1,62311	
n_C	0,656	1,60925	

Matériau : S-FPL53

Refractive indicies			Abbe Number : 95,0
Names	λ(µm)	Indicies	
n_t	1,01	1,43346	
n_d	0,588	1,43875	
n_s	0,852	1,43480	
n_F	0,486	1,44195	
n_C	0,656	1,43733	

Source : Ohara Inc

ANNEXE 2 - Capteur CCD

Caractéristiques techniques

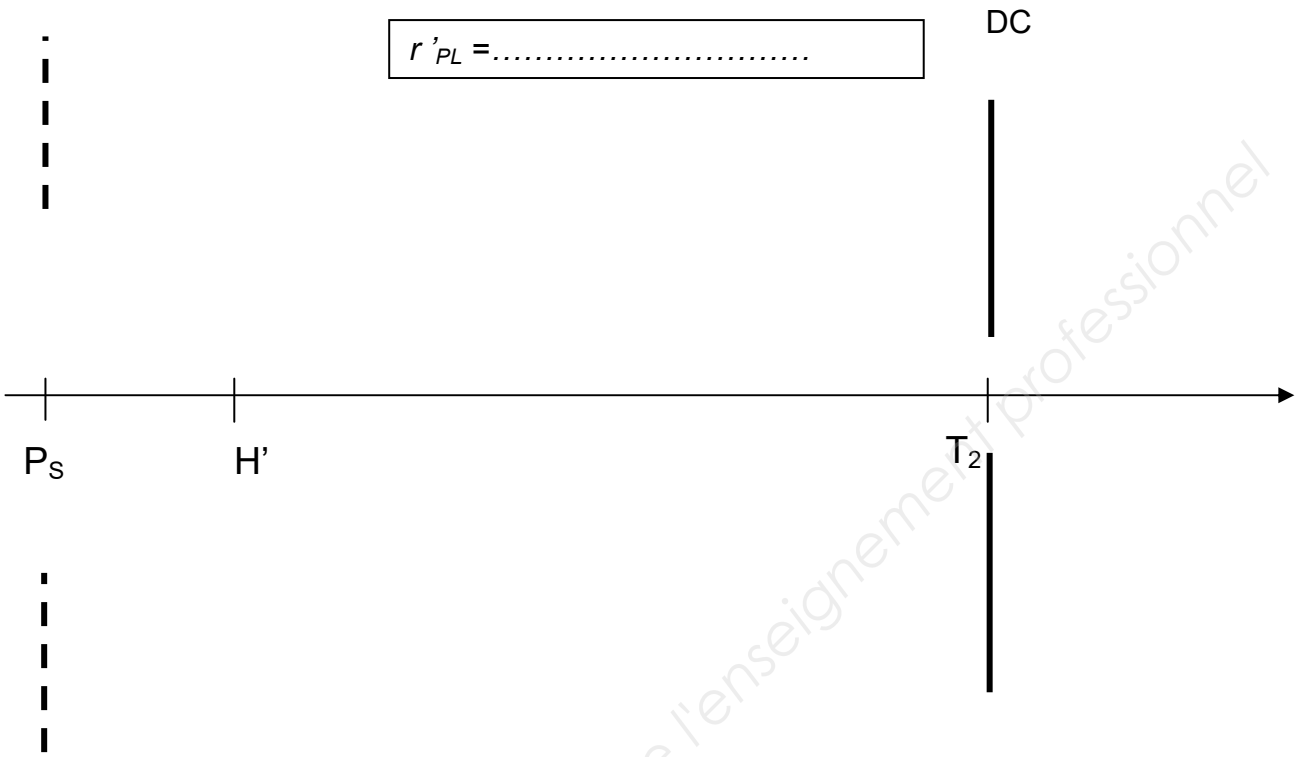
Capteur	Capteur CMOS Micron couleur
Taille du capteur	
Nombre de pixels	Affichage 1280x1024 pixels ; résolution de 1,3 mégapixels (Windows)
Taille de pixel	3.6µm x 3.6µm
Fréquence d'images vidéo	Jusqu'à 15 images / seconde en pleine résolution
Conversion A/D	8 bits
Filtre IR	Oui
Connexion	USB 2.0 haut débit
Barillet	Filetage 1,25" (31,75 mm) pour les filtres.

Source : www.orionTelescopes.com

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT-RÉPONSE (à rendre à la copie)

schéma 1 : étude du champ de pleine lumière image



Échelle axiale : 1/5
Échelle transversale : 1/2

schéma 2 : transmission minimale

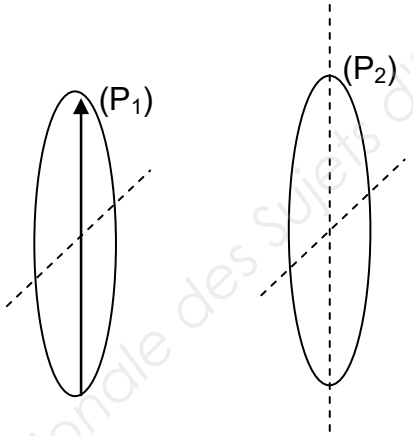


schéma 3 : transmission maximale

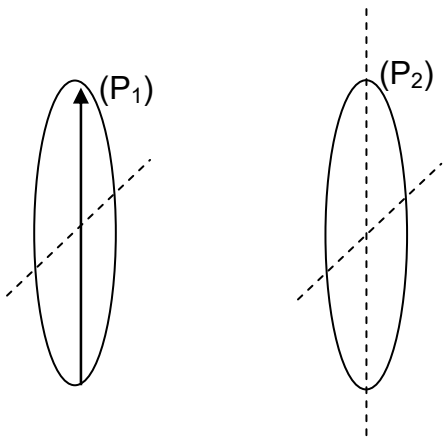
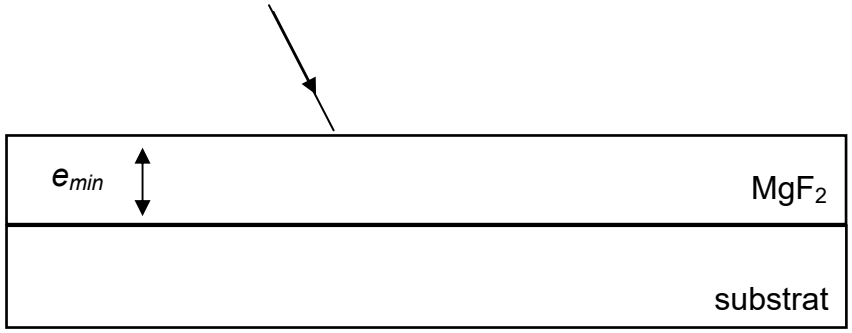


schéma 4 : principe physique réduisant les réflexions



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.