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 :
formav.co/explorer

BTS OPTICIEN LUNETIER • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BTS Opticien Lunetier, Optique géométrique et physique

Session 2004 • Code sujet : **OLOGPH** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude de lentilles minces et d'une lunette (11 questions) **Page 3**

2. Réfraction et biréfringence dans un prisme de spath (5 questions) **Page 9**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsol.fr/assets/annales/bts-ol/E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique/2004/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2004 - 1-Sujet.pdf

1. Étude de lentilles minces et d’une lunette

L’exercice porte d’abord sur deux lentilles minces, une convergente et une divergente, dont il faut déterminer les distances focales à partir de l’image d’un objet à l’infini. Elles sont ensuite associées en lunette pour étudier la formation des images, le grossissement, les pupilles et les champs, puis l’effet d’une modification de l’encombrement.

I - Détermination des distances focales

Question 1. À partir de l’image circulaire de diamètre 20 mm formée par l’association pour un objet à l’infini de diamètre apparent 0,04 rad, calculer la distance focale de l’association et justifier le résultat par un schéma.

Pour un objet à l’infini, l’image se forme dans le plan focal image de l’association. Avec le petit angle donné, son diamètre vérifie $2A'B' = f'_{eq}(2\alpha)$. On obtient donc $f'_{eq} = 20/0{,}04 = 500$ mm. Le schéma situe les rayons incidents parallèles, inclinés d’un demi-angle α, et leur image dans le plan focal.

Formation de l’image d’un objet à l’infini

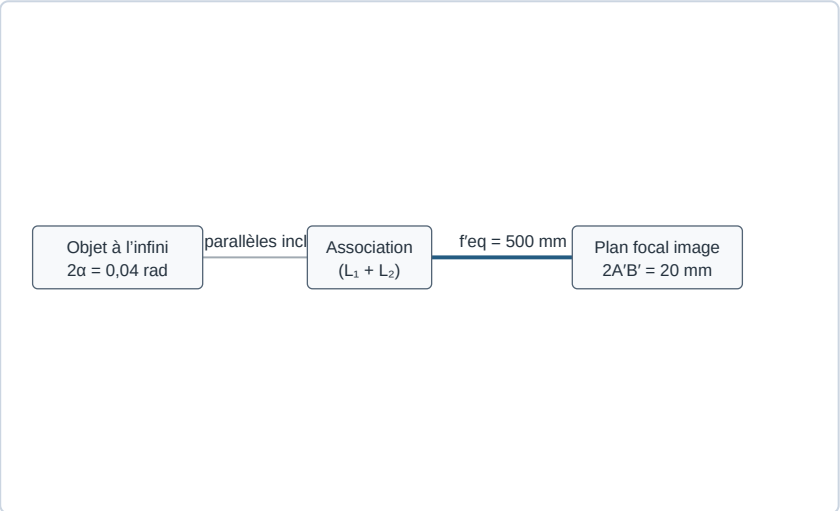


Schéma de principe, non à l’échelle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f'_{eq} = +500$ mm

Question 2. L’image A’B’ se trouve à +245 mm de L1 et à +75 mm de L2. Calculer les distances focales images f’1 et f’2.

La séparation des lentilles est $245 - 75 = 170$ mm. Pour le système, la matrice de transfert donne $A = 1 - 170/f'_1$. L’image est à 75 mm de L_2 et la distance focale équivalente est 500 mm, donc $A = 75/500 = 0{,}15$. Ainsi, $f'_1 = 170/(1 - 0{,}15) = 200$ mm. La condition d’image à 75 mm donne ensuite $-1/f'_1 - A/f'_2 = -A/75$, d’où $f'_2 = -50$ mm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f'_1 = +200$ mm et $f'_2 = -50$ mm

II - Formation des images dans la lunette

Question 1. Pour la lunette réglée avec L1, l'objectif, et L2, l'oculaire, distantes de 140 mm, déterminer la position des différentes images par rapport aux lentilles et préciser leur sens à l'aide d'un schéma de principe avec tracé des rayons lumineux, sans souci d'échelle.

L'objet étant à l'infini, L_1 forme une image réelle à $+200$ mm de L_1, soit 60 mm après L_2. Cette image intermédiaire est inversée et constitue un objet virtuel pour L_2. Avec la relation de conjugaison, $1/\overline{L_2A'} - 1/60 = -1/50$, donc $\overline{L_2A'} = -300$ mm. L'image finale est virtuelle, 300 mm en amont de L_2, soit 160 mm en amont de L_1. L'oculaire redresse l'image intermédiaire : l'image finale est droite par rapport à l'objet.

Images et rayons dans la lunette réglée à 140 mm

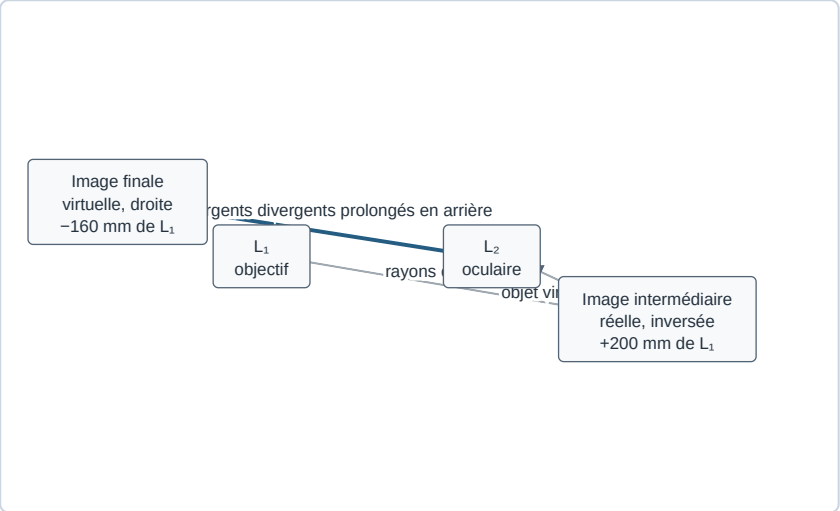


Schéma de principe non à l'échelle. L'image intermédiaire se trouve 60 mm après L_2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Image intermédiaire réelle : +200 mm de L_1. Image finale virtuelle : −300 mm de L_2, soit −160 mm de L_1; elle est droite.

II - Grossissement

Question 2. Calculer le grossissement de la lunette dans ce cas d'observation, l'œil étant placé à 10 mm de L2.

L'image intermédiaire a une hauteur de module 200α, où α est l'angle incident. Le grandissement de L_2 est $\overline{L_2A'}/\overline{L_2A} = -300/60 = -5$, donc le module de la hauteur de l'image finale vaut 1000α. L'œil, placé 10 mm après L_2, est à 310 mm de cette image virtuelle. Le grossissement apparent est ainsi le rapport des angles $G = 1000/310$. Le signe positif indique une image finale droite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

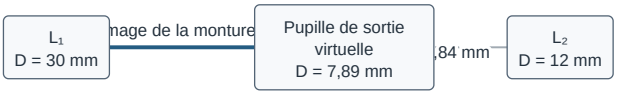
Grossissement apparent : $G \simeq +3{,}23$.

II - Pupilles et champs

Question 3.1. En admettant que la monture de L1 constitue le diaphragme d'ouverture de la lunette, déterminer la position et le diamètre de la pupille de sortie.

La monture de L_1, de diamètre 30 mm, est le diaphragme d'ouverture. L_2 en forme l'image : l'objet réel se trouve à 140 mm en amont de L_2. La relation $1/f'_2 = 1/s' + 1/140$ donne $s' = 1/(-1/50 - 1/140) = -36{,}84$ mm. La pupille de sortie est donc virtuelle et située 36,84 mm en amont de L_2. Son diamètre est multiplié par $|s'|/140$, soit $30 \times 36{,}84/140 = 7{,}89$ mm.

Image de la monture de L_1 par L_2



La pupille de sortie est virtuelle, du côté objectif de L_2.

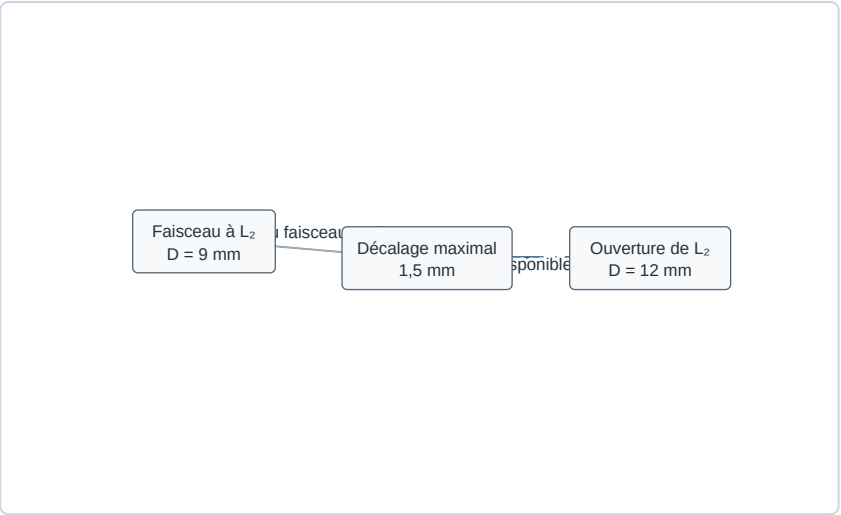
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pupille de sortie virtuelle : 36,8 mm en amont de L_2; diamètre : 7,89 mm.

Question 3.2. Calculer la grandeur du champ de pleine lumière dans l'espace image et justifier les calculs par un schéma.

À L_2, le faisceau provenant de l'ouverture de L_1 a pour diamètre $30(200 - 140)/200 = 9$ mm. L'ouverture de L_2 mesure 12 mm : le faisceau peut donc être décentré de $(12 - 9)/2 = 1{,}5$ mm tout en passant entièrement. Le demi-angle correspondant vaut $1{,}5/140$. Dans le plan image de L_1, situé à 200 mm, le demi-diamètre du champ de pleine lumière est $200 \times 1{,}5/140$. Le champ demandé est le diamètre complet.

Faisceau entièrement transmis au bord du champ plein



À la limite du champ plein, un bord du faisceau est tangent à l'ouverture de L_2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Champ de pleine lumière dans l'espace image : diamètre $4{,}29\ \mathrm{mm}$.

Question 3.3. À partir du champ de pleine lumière dans l'espace image, en déduire la grandeur du champ objet de pleine lumière.

Le champ objet est à l'infini : sa grandeur est donc angulaire. Le demi-champ de pleine lumière est l'angle pour lequel le faisceau se décale de 1,5 mm à L_2, soit $\alpha = 1{,}5/140$ rad. Le champ complet vaut 2α. Cette valeur correspond aussi au diamètre du champ image divisé par la focale de L_1, $4{,}29/200$, à l'approximation paraxiale près.

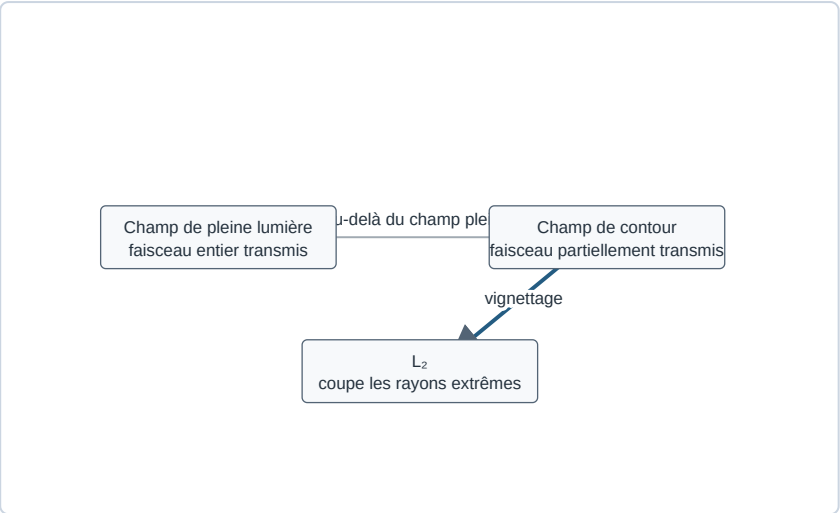
✓ RÉPONSE À RETENIR

Champ objet de pleine lumière : $0{,}0214\ \mathrm{rad}$, soit environ $1{,}23°$.

Question 3.4. Montrer sur un schéma qu'il existe un champ de contour, puis indiquer s'il peut être éliminé et justifier la réponse.

Au-delà du champ de pleine lumière, le faisceau décentré dépasse progressivement l'ouverture de L_2 : seule une partie des rayons atteint l'image. Il existe donc un champ de contour, partiellement éclairé, autour du champ plein. Avec les diamètres donnés, le vignettage par L_2 ne peut pas être supprimé pour tous les champs hors axe. On peut seulement le repousser en augmentant le diamètre de L_2 ou en diminuant celui de L_1; cela modifie les ouvertures et ne supprime pas le vignettage à tout champ non borné.

Champ de pleine lumière et champ de contour



L'ouverture de L_2 tronque les faisceaux hors du champ de pleine lumière.

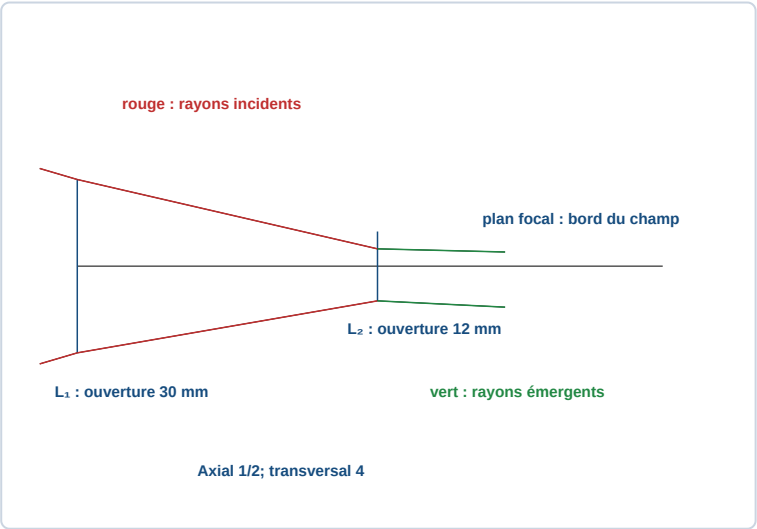
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le champ de contour existe par vignettage à L_2; les ouvertures données ne permettent pas de le supprimer à tout champ.

Question 3.5. Sur un schéma à l'échelle axiale 1/2 et transversale 4, tracer la marche du faisceau lumineux issu d'un bord du champ de pleine lumière à travers la lunette. Réaliser le schéma sur la feuille de papier millimétré à rendre avec la copie.

À l'échelle axiale 1/2, L_1-L_2 mesure 70 mm sur le dessin et le plan focal de L_1 se place à 100 mm de L_1, donc 30 mm après L_2. À l'échelle transversale 4, les rayons de L_1 mesurent 60 mm du centre aux bords et ceux de L_2 24 mm. Au bord du champ plein, le faisceau à L_2 a un rayon de 18 mm et son axe est décalé de 6 mm : son empreinte va de −24 à +12 mm sur le dessin, tangente à l'ouverture de L_2.

Faisceau au bord du champ de pleine lumière



✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer le faisceau du bord de champ image, à 2,14 mm de l'axe; à L_2, son empreinte physique va de −6 à +3 mm.

II - Modification de l'encombrement

Question 4.1. Lorsque l'observateur porte l'encombrement de la lunette à 150 mm, déterminer quelle particularité présente la lunette et justifier la réponse.

Une lunette est afocale lorsque la séparation des lentilles est égale à la somme algébrique de leurs focales images. Ici, $f_1' + f_2' = 200 - 50 = 150$ mm, exactement l'encombrement demandé. L'image intermédiaire donnée par l'objectif se trouve alors dans le plan focal objet de l'oculaire. Les rayons émergents sont parallèles : un objet à l'infini donne une image finale à l'infini.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La lunette est afocale : l'image finale d'un objet à l'infini est à l'infini.

Question 4.2. Pour un encombrement de 150 mm, déterminer le grossissement de la lunette.

Pour une lunette afocale, le grossissement angulaire signé vaut $G = -f_1'/f_2'$. Avec les focales données, $G = -200/(-50) = +4$. Le signe positif indique que l'image finale est droite par rapport à l'objet. Il s'agit du grossissement de la lunette au réglage afocal de 150 mm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Grossissement afocal : $G = +4$, image droite.

2. Réfraction et biréfringence dans un prisme de spath

Un prisme de spath d'angle BAC égal à 30° reçoit normalement un rayon de lumière naturelle monochromatique. Les indices ordinaire et extraordinaire, la célérité de la lumière dans le vide et l'orientation de l'axe optique sont donnés pour étudier les rayons émergents.

Question 1. Calculer l'angle d'émergence de chacun des deux rayons à la sortie du prisme.

À l'entrée normale sur AB, les rayons ne sont pas déviés. Leur incidence sur AC est donc égale à l'angle du prisme, soit 30°. À la sortie dans l'air, la loi de Snell-Descartes donne $\sin r = n \sin 30°$. On obtient $r_o = \arcsin(1{,}658 \times 0{,}5) = 56{,}00°$ et $r_e = \arcsin(1{,}486 \times 0{,}5) = 47{,}99°$. Ces angles sont mesurés par rapport à la normale à AC.

Émergence des rayons ordinaire et extraordinaire

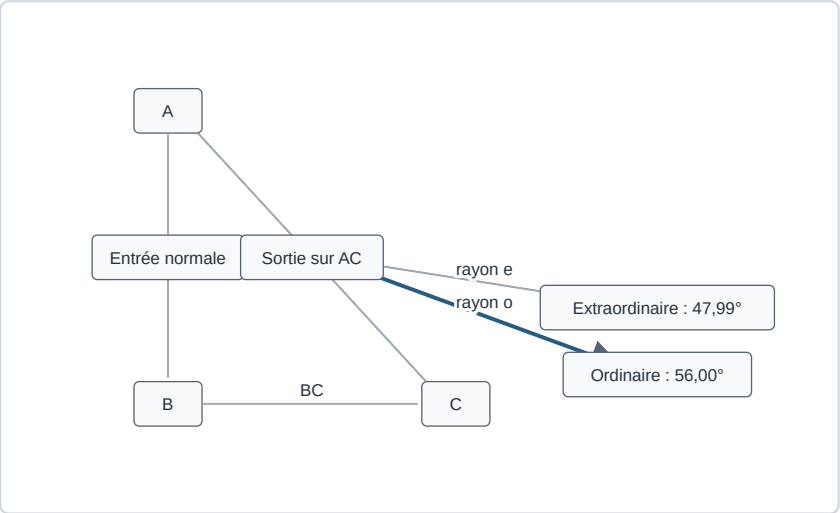


Schéma de principe non à l'échelle. Les angles d'émergence sont mesurés à la normale de AC.

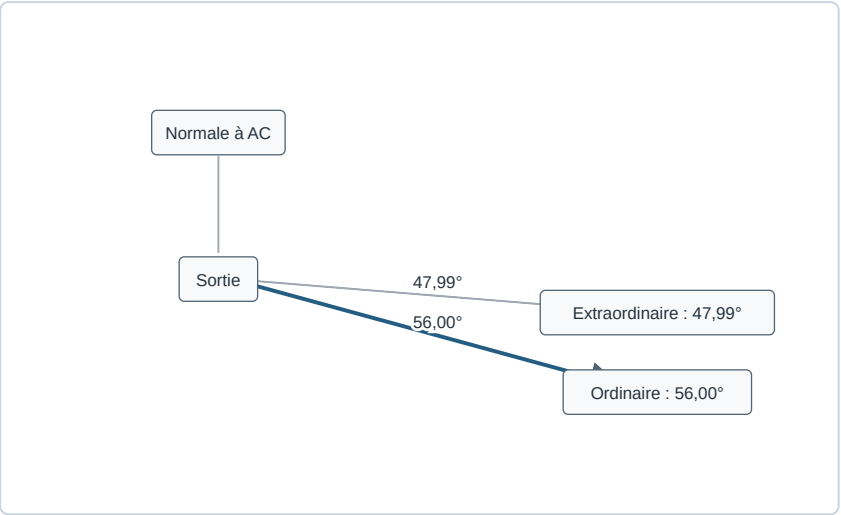
✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordinaire : 56,00° ; extraordinaire : 47,99°, par rapport à la normale à AC.

Question 2. Calculer l'angle entre les deux rayons à la sortie du prisme.

Les deux angles d'émergence sont mesurés depuis la même normale à AC. L'angle entre les rayons est donc la différence de leurs directions : $\Delta r = |r_o - r_e|$. En utilisant les valeurs non arrondies, $\Delta r = |55{,}996 - 47{,}988| = 8{,}008°$, soit 8,01° à deux décimales. La séparation vient de la différence entre les indices ordinaire et extraordinaire du spath.

Séparation angulaire à la sortie de AC



L'écart entre les directions émergentes est la différence des angles mesurés à la normale.

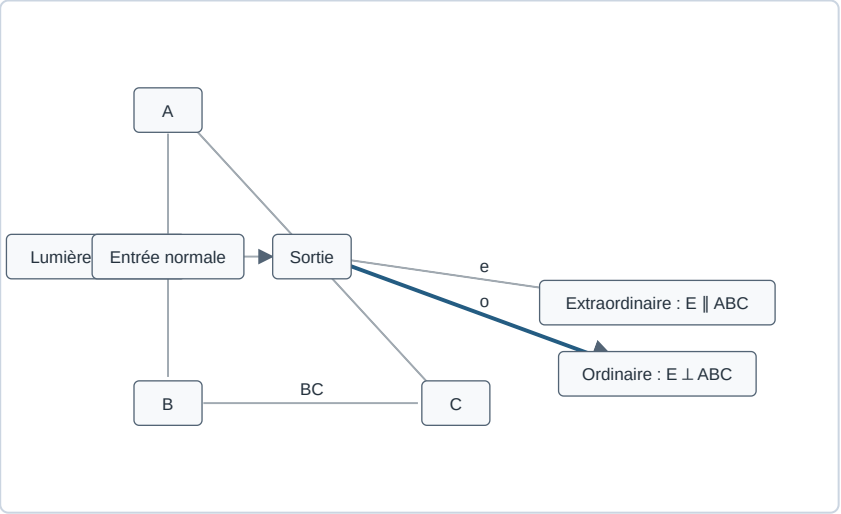
✓ RÉPONSE À RETENIR

Angle entre les rayons émergents : 8,01°.

Question 3. Tracer schématiquement la marche des rayons réfractés par le prisme et indiquer l'état de polarisation des deux rayons émergents.

Le rayon incident naturel donne naissance aux deux modes de propagation dans le spath. La section principale est le plan ABC, défini par la propagation et l'axe optique. Pour le mode ordinaire, le champ électrique est perpendiculaire à ce plan. Pour le mode extraordinaire, il est contenu dans ce plan. Les deux rayons émergents sont donc polarisés rectilignement selon des directions orthogonales.

Décomposition et polarisation des rayons



Les polarisations sont rapportées au plan de la section principale ABC.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordinaire : polarisation perpendiculaire au plan ABC. Extraordinaire : polarisation dans le plan ABC.

Question 4. Déterminer la célérité des deux rayons lumineux à travers le prisme.

Dans un milieu transparent d'indice n, la célérité vaut $v = c/n$. Avec $c = 3{,}00 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$, le mode ordinaire donne $v_o = 3{,}00 \times 10^8 / 1{,}658 = 1{,}81 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Le mode extraordinaire donne $v_e = 3{,}00 \times 10^8 / 1{,}486 = 2{,}02 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Les résultats sont arrondis à trois chiffres significatifs.

Célérité des deux modes dans le spath

Rayon	Indice	Célérité (m·s⁻¹)
Ordinaire	1,658	1,81 × 10⁸
Extraordinaire	1,486	2,02 × 10⁸

Calcul à partir de c = 3,00 × 10⁸ m·s⁻¹.

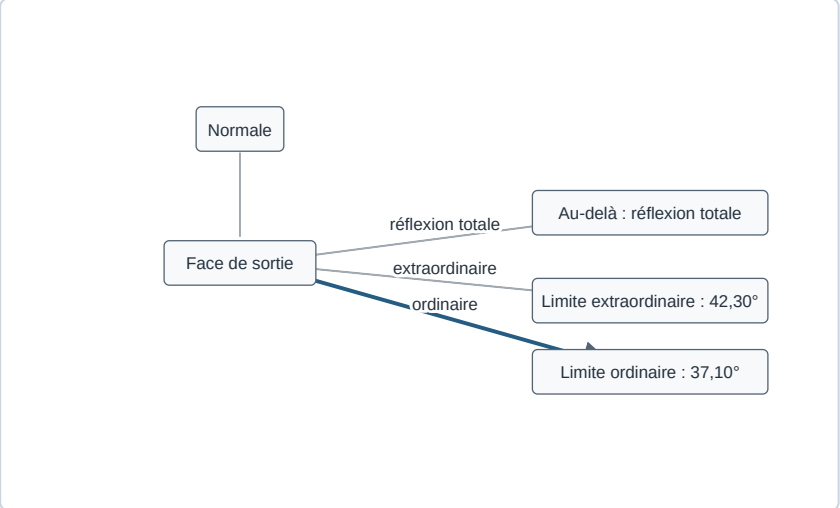
✓ RÉPONSE À RETENIR

$v_o = 1{,}81 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$; $v_e = 2{,}02 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

Question 5. En admettant que l'angle BAC du prisme varie continûment entre 30° et 45°, déterminer si les deux rayons considérés émergent toujours et justifier la réponse.

À la seconde face, l'angle d'incidence interne est l'angle du prisme A. Dans le passage du spath vers l'air, l'émergence est possible si $n \sin A \leq 1$. Les angles critiques vérifient $\sin A_c = 1/n$: ils valent 37,10° pour le rayon ordinaire et 42,30° pour l'extraordinaire. À l'angle critique, le rayon émergent rase la face ; au-delà, il y a réflexion totale interne.

Angles critiques d'émergence



À l'angle critique, le rayon transmis rase la face ; au-delà, il n'émerge plus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : au-delà de 37,10°, l'ordinaire n'émerge plus ; au-delà de 42,30°, l'extraordinaire non plus.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2004)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Opticien Lunetier, session 2004, porte le code OLOGPH, dure 2 heures et a un coefficient 3. Elle étudie des lentilles minces associées en lunette, puis la propagation de la lumière dans un prisme biréfringent de spath. Les compétences évaluées concernent conjugaisons, grossissement, pupilles, champs, réfraction, polarisation et schémas optiques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un objet à l'infini et un petit angle apparent α, la taille de l'image au foyer vérifie approximativement A'B' = f'α.
- La relation de conjugaison des lentilles minces est 1/OA' - 1/OA = 1/f', avec des distances algébriques.
- Pour une lunette afocale, le grossissement angulaire est lié au rapport des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
- La célérité dans un milieu d'indice n vaut v = c/n ; un cristal biréfringent présente des indices différents selon le mode considéré.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter la convention des distances algébriques et distinguer les distances mesurées depuis chaque lentille.
- Repérer les plans focaux et le sens des images avant de déterminer le grossissement de la lunette.
- Dans les schémas de champs, tracer les limites d'ouverture et vérifier quels rayons atteignent le champ étudié.
- Pour le prisme, appliquer Snell-Descartes à chacun des indices et vérifier la possibilité d'émergence à la seconde face.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment estimer la focale d'une association avec un objet à l'infini ?

Pour un petit angle apparent, la hauteur de l'image dans le plan focal est approximativement égale à la focale de l'association multipliée par cet angle en radians. Utilisez des unités cohérentes et accompagnez le calcul du schéma demandé.

Q : Pourquoi le prisme de spath produit-il deux rayons émergents ?

Le spath est biréfringent : pour une même radiation, il possède un indice ordinaire et un indice extraordinaire. La lumière se sépare en deux modes, qui suivent des directions distinctes et présentent des états de polarisation différents.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de deux heures ?

Le sujet ne donne pas de répartition officielle du temps par exercice. Avancez sur les calculs directs, réservez du temps aux constructions géométriques et vérifiez les unités, les signes et les schémas avant de rendre la copie.

Q : Quels éléments doivent apparaître dans les schémas demandés ?

Un schéma lisible présente les lentilles ou les faces du prisme, l'axe, les rayons incidents et émergents, les images utiles et les angles pertinents. Respectez les échelles explicitement indiquées et légendez les éléments sans ambiguïté.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsol.fr/assets/annales/bts-ol/E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique/2004/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2004 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Opticien Lunetier : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.