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

# Optique géométrique et physiques - U.42

**Session 2003** • Code sujet : **OLOGPH** • Durée : **2 h** • Coefficient : **3**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement


1. **Étude de l'oculaire** (2 questions) — **Page 3**
2. **Caractéristiques de la lunette astronomique** (7 questions) — **Page 4**
3. **Vérification du grossissement** (2 questions) — **Page 8**
4. **Transformation en lunette terrestre** (3 questions) — **Page 9**
5. **Optique physique et traitement antireflet** (4 questions) — **Page 10**
6. **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/2003/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2003 - 1-Sujet.pdf

# 1. Étude de l’oculaire

La lunette astronomique afocale étudiée associe un objectif convergent de focale 320 mm et un oculaire composé de deux lentilles minces. Les données comprennent le grossissement commercial et le symbole du doublet de l’oculaire.

**Question 1. Calculer les distances focales image de L1 et L2, leur distance de séparation et les distances frontales de l’oculaire.**

Le symbole (3,2,1) donne les proportions $f'_1:e:f'_2 = 3:2:1$. Le grossissement commercial conduit à $f'_oc = 250/6,25 = 40$ mm. Posons $f'_1 = 3a$, $e = 2a$ et $f'_2 = a$. La focale équivalente vaut $f'_1f'_2/(f'_1+f'_2-e) = 1,5a$, donc $a = 26,67$ mm. Les foyers frontaux se trouvent à 40,0 mm à droite de $L_1$ et à 13,3 mm à droite de $L_2$.

| Grandeur | Valeur |
|---|---|
| focale image de $L_1$ | 80,0 mm |
| focale image de $L_2$ | 26,7 mm |
| séparation e | 53,3 mm |
| distance frontale objet, depuis $L_1$ | 40,0 mm |
| distance frontale image, depuis $L_2$ | 13,3 mm |

✓ RÉPONSE À RETENIR

$f'_1 = 80,0$ mm ; $f'_2 = 26,7$ mm ; e = 53,3 mm ; distances frontales : 40,0 mm et 13,3 mm.

**Question 2. Déterminer si l’oculaire est positif ou négatif et s’il est achromatique apparent, puis justifier les réponses.**

Les deux lentilles sont convergentes et leurs focales vérifient $f'_1:f'_2 = 3:1$, avec un écartement égal à $2f'_2$ : c’est la disposition de Huygens. Le foyer objet de l’oculaire se situe entre $L_1$ et $L_2$, donc à droite de la première lentille : l’oculaire est négatif. Cette configuration est dite achromatique apparente, car les effets chromatiques des deux lentilles se compensent en partie pour l’observation, sans que le doublet soit réellement achromatique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oculaire négatif de Huygens, achromatique apparent.

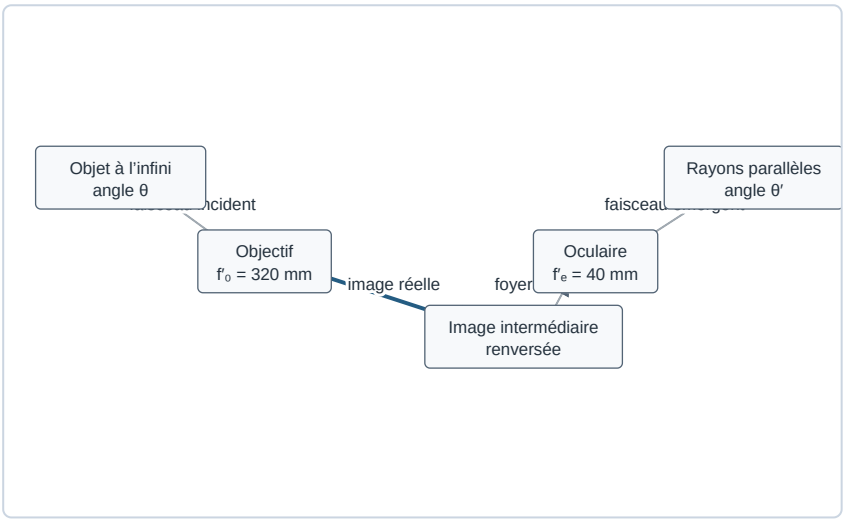
## 2. Caractéristiques de la lunette astronomique

Cette partie étudie les caractéristiques de la lunette afocale, notamment son grossissement, son encombrement et ses champs. Elle évalue aussi le tracé du faisceau utile et la résolution de l'ensemble lunette-observateur.

**Question 1. Définir le grossissement de la lunette, établir à l'aide d'un schéma la formule qui le donne, le calculer et préciser si l'image est droite ou renversée.**

Le grossissement angulaire est le rapport de l'angle apparent sous lequel l'image est vue à celui sous lequel l'objet est vu : $G = \theta'/\theta$. Pour une lunette afocale, les foyers image de l'objectif et objet de l'oculaire coïncident, donc $G = -f'_0/f'_e$. Le grossissement commercial de l'oculaire vaut $250/f'_e = 6{,}25$, d'où $f'_e = 40$ mm. Ainsi, $G = -320/40 = -8$. Le signe négatif traduit l'inversion de l'image. Le schéma situe l'image intermédiaire dans le plan focal commun.

**Principe de la lunette afocale**




La valeur négative du grossissement indique une image renversée.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

$G = -8$, soit un grossissement de 8× en valeur absolue ; image renversée.

**Question 2. Déterminer l'encombrement de l'instrument d'optique.**

| Élément | Distance focale |
|---|---|
| Objectif | 320 mm |
| Oculaire | 40 mm |

Dans une lunette afocale, la distance entre les lentilles minces est la somme des distances focales : $L = f'_0 + f'_e = 320 + 40 = 360$ mm. L'encombrement axial entre les plans des lentilles vaut donc 36 cm.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

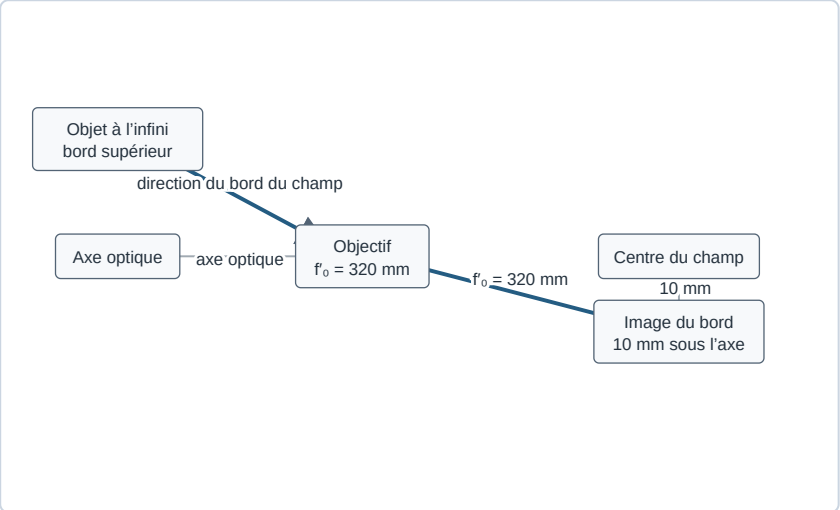
Encombrement axial : 360 mm, soit 36 cm.

## 3

**Question 3.a.** **Pour un objet visé à l'infini et un verre de champ de diamètre d'ouverture 20 mm, calculer la grandeur du champ objet de pleine lumière et justifier le calcul par un schéma.**

À l'infini, l'objectif forme l'image dans son plan focal image. Le bord du verre de champ se trouve à 10 mm de l'axe, puisque son diamètre est 20 mm. Le demi-champ objet vérifie $\tan\theta = 10/320$, soit, en approximation paraxiale, $\theta \simeq 0{,}03125$ rad. Le champ total de pleine lumière vaut donc $2\theta = 0{,}0625$ rad, soit environ $3{,}58°$. Le schéma montre la hauteur image qui détermine ce demi-champ.

**Détermination du champ objet de pleine lumière**




La hauteur de 10 mm au plan focal fixe le demi-angle du champ objet.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Champ objet de pleine lumière : $0{,}0625$ rad, soit environ $3{,}58°$.

**Question 3.b.** **Déduire la grandeur du champ image.**

Le champ image est le champ apparent vu à travers l'oculaire. Pour les petits angles, il est égal au champ objet multiplié par la valeur absolue du grossissement : $\theta'_i = |G|\theta_o$. On obtient $8 \times 0{,}0625 = 0{,}50$ rad, soit environ $28{,}6°$. La grandeur est donnée sans tenir compte de l'inversion de l'image.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Champ image apparent : $0{,}50$ rad, soit environ $28{,}6°$.

**Question 3.c.** **Déterminer la position et l'ouverture du diaphragme qui suppriment le champ de contour.**

Pour supprimer le champ de contour, le diaphragme de champ doit limiter directement l'image intermédiaire, sans vigneter progressivement les faisceaux hors axe. Il se place donc dans le plan focal commun, où l'objectif forme cette image et où se situe le verre de champ.

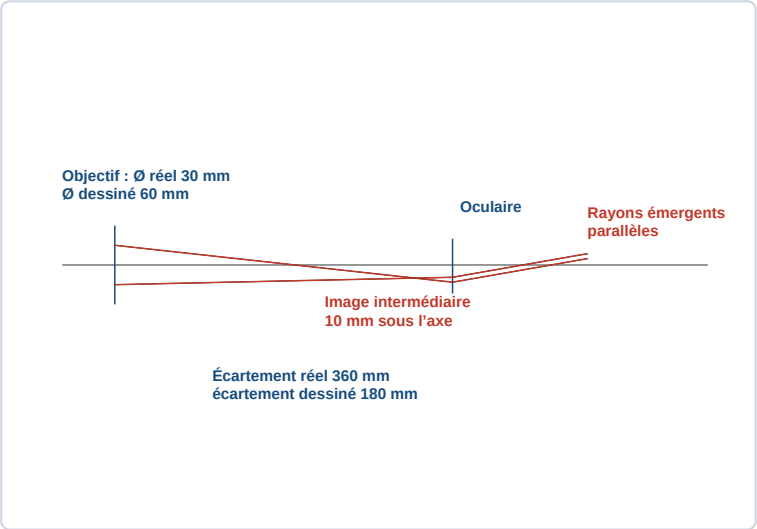
1. Position : plan focal image de l'objectif, confondu avec le plan focal objet de l'oculaire.
2. Ouverture : diamètre de 20 mm, égal au diamètre du verre de champ.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Diaphragme de champ au plan focal commun, de diamètre 20 mm.

**Question 3.d. Sur un schéma à l'échelle axiale 1/2 et transversale 2, tracer la marche réelle du faisceau lumineux utile issu du bord supérieur du champ objet de pleine lumière à travers la lunette.**

À l'échelle axiale 1/2, l'écartement réel de 360 mm est représenté par 180 mm. À l'échelle transversale 2, le diamètre objectif de 30 mm est représenté par 60 mm. Le rayon issu du bord supérieur du champ arrive avec une inclinaison vers le bas : les rayons passant par les bords de l'objectif convergent vers l'image intermédiaire, située 10 mm sous l'axe. Après l'oculaire, ils ressortent parallèles, inclinés vers le haut. Le dessin respecte ces proportions et ces trajets.

**Faisceau utile du bord supérieur du champ, échelles 1/2 et 2**




> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Faisceau convergeant vers l'image intermédiaire sous l'axe, puis émergent parallèle et incliné vers le haut.

**Question 4. Avec une longueur d'onde moyenne de 550 nm et une limite de résolution de l'œil de 4,0 × 10⁻⁴ rad, calculer la limite de résolution de l'ensemble lunette-observateur et commenter le résultat.**

La limite de diffraction de l'objectif est $1{,}22\lambda/D = 1{,}22 \times 550 \times 10^{-9}/0{,}030 = 2{,}24 \times 10^{-5}$ rad. La limite de l'œil ramenée à l'objet par la lunette vaut $4{,}0 \times 10^{-4}/8 = 5{,}0 \times 10^{-5}$ rad. La limite de l'ensemble est la plus grande de ces deux valeurs, soit celle qui est la moins favorable.

- La diffraction de l'objectif ne limite pas l'observation.
- L'œil est limitant : la lunette améliore sa résolution, mais la résolution finale reste déterminée par l'œil.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Limite de résolution de l'ensemble : $5{,}0 \times 10^{-5}$ rad ; l'œil est limitant.

## 3. Vérification du grossissement

Un micromètre objet placé au foyer objet d'un collimateur est observé à travers la lunette, puis un objectif forme une image sur un écran. Les dimensions mesurées sur l'objet et l'image permettent de vérifier le grossissement calculé précédemment.

**Question 1. Exprimer le grossissement de la lunette en fonction du grandissement transversal du montage, de la distance focale image de l'objectif de projection et de celle du collimateur, puis justifier l'expression.**

Le collimateur transforme la hauteur objet en angle $\alpha = h_M / f'_c$. La lunette donne l'angle émergent $\alpha' = G\alpha$, puis l'objectif de projection forme une image de hauteur $h_E = f'_{ob}\alpha'$. Ainsi, le grandissement transversal du montage est $\gamma = h_E/h_M = G f'_{ob}/f'_c$, d'où :

$$G = \gamma \, \frac{f'_c}{f'_{ob}}.$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $G = \gamma \, f'_c / f'_{ob}$

**Question 2. Calculer le grossissement à partir des mesures indiquées et préciser si cette valeur est en accord avec celle trouvée précédemment.**

Le grandissement mesuré en valeur absolue est $\gamma = 81/25 = 3{,}24$. L'objectif de projection a une vergence de $5\,\delta$, donc $f'_{ob} = 0{,}200\,\mathrm{m}$. Avec $f'_c = 0{,}500\,\mathrm{m}$, la relation précédente donne $G = 3{,}24 \times 0{,}500/0{,}200 = 8{,}1$. La valeur théorique précédente est $320/40 = 8{,}0$, avec $f'_{oc} = 250/6{,}25 = 40\,\mathrm{mm}$. L'accord est satisfaisant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Grossissement vérifié : $G = 8{,}1$, en accord avec la valeur théorique $8{,}0$.

## 4. Transformation en lunette terrestre

Un bloc de prismes à réflexion totale est placé entre l'objectif et l'oculaire pour transformer la lunette astronomique en lunette terrestre. Les questions portent sur les avantages des prismes, le champ observé à 1000 m et la signification de l'inscription de l'instrument.

**Question 1. Indiquer les deux avantages apportés par l'introduction du bloc de prismes à réflexion totale.**

Les prismes redressent l'image, qui serait renversée dans une lunette astronomique simple, et replient le trajet lumineux. La lunette donne ainsi une image droite tout en étant plus compacte.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les prismes redressent l'image et replient le trajet optique, ce qui rend la lunette terrestre et plus compacte.

**Question 2. En supposant que les faces des prismes sont assez grandes pour ne pas limiter les champs, donner la grandeur du champ objet sur un plan situé à 1000 m de la lunette munie des prismes.**

Le champ objet total est déterminé par le verre de champ de 20 mm. Pour une lunette afocale, son angle objet vaut ce diamètre divisé par la focale de l'objectif : 20/320 rad. À 1000 m, le diamètre du champ est donc 1000 × 20/320 = 62,5 m. Les prismes ne modifient pas ce résultat puisqu'ils ne limitent pas le champ.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 1000 m, le champ objet de pleine lumière couvre environ 62,5 m de largeur.

**Question 3. Expliquer la signification de l'inscription 8 × 30 portée sur le corps de la lunette.**

- **8×** indique le grossissement angulaire de la lunette.
- **30** indique le diamètre de l'objectif, exprimé en millimètres.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La lunette grossit 8 fois et possède un objectif de 30 mm de diamètre.

## 5. Optique physique et traitement antireflet

Les trois lentilles de la lunette sont en verre d'indice 1,52, et l'absorption est considérée comme négligeable. Cette partie traite de la transmission des dioptres et du traitement antireflet par une couche mince de cryolithe d'indice 1,35.

**Question 1. À partir de la relation fournie entre les coefficients de réflexion et de transmission en intensité, calculer le coefficient de transmission de la lunette.**

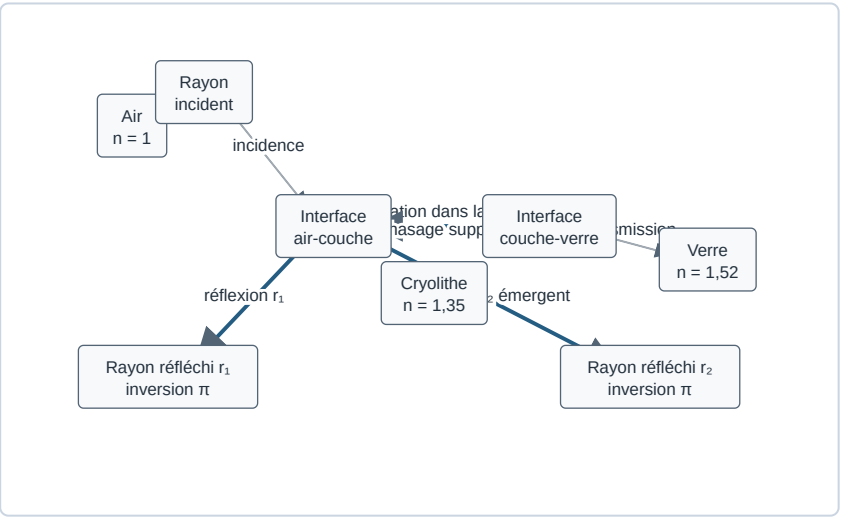
Pour chaque interface air-verre, la formule donnée conduit à $R = ((1{,}52 - 1)/(1{,}52 + 1))^2 = 0{,}04258$. Sans absorption, la transmission d'un dioptre vaut $T = 1 - R = 0{,}95742$. Les trois lentilles minces ont six faces traversées. En multipliant les transmissions de ces six dioptres, on obtient $T_{lunette} = 0{,}95742^6 \approx 0{,}7702$. Le calcul suppose des réflexions successives indépendantes, conformément au modèle proposé.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Transmission de la lunette non traitée : $T \approx 0{,}770$, soit 77,0 %.

**Question 2. Rappeler brièvement, à l'aide d'un schéma, le principe physique du traitement antireflet par couche mince.**

À incidence quasi normale, les réflexions sur air-couche et couche-verre subissent chacune une inversion de phase de π, car la lumière se réfléchit à chaque fois sur un milieu d'indice plus élevé. Pour une couche d'épaisseur adaptée, l'aller-retour dans la cryolithe ajoute un déphasage de π entre les deux rayons réfléchis. Ces rayons se compensent alors par interférence destructive. La réflexion diminue et la transmission augmente. Le schéma indique les interfaces, les milieux et les trajets concernés.

**Interférences dans une couche antireflet**




Les deux réflexions ont une inversion de phase π ; l'aller-retour dans la couche apporte un déphasage relatif supplémentaire de π, permettant leur interférence destructive.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La couche fait interférer destructivement les rayons réfléchis, réduisant la réflexion et augmentant la transmission.

**Question 3.** **Donner l'indice théorique du matériau idéal à déposer. Aucune démonstration n'est demandée.**

Pour une couche antireflet idéale à incidence normale, les amplitudes des deux réflexions sont égales et opposées. La condition d'égalité des amplitudes donne l'indice de la couche comme la moyenne géométrique de ceux des milieux extrêmes : $n = \sqrt{(n_{air} \times n_{verre})}$. Avec $n_{air} = 1$ et $n_{verre} = 1{,}52$, l'indice idéal vaut $\sqrt{1{,}52} \approx 1{,}2329$. Cet indice est sans unité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Indice théorique idéal de la couche : $n = \sqrt{(1 \times 1{,}52)} \approx 1{,}23$, sans unité.

**Question 4.** **Pour un dépôt réalisé à la longueur d'onde de 560 nm, établir et justifier l'expression de l'épaisseur minimale de cryolithe à déposer, puis calculer cette épaisseur.**

Les deux réflexions ayant la même inversion de phase, leur opposition est obtenue lorsque le trajet optique supplémentaire dans la couche correspond à une demi-longueur d'onde : $2ne = \lambda/2$. L'épaisseur minimale non nulle est donc $e = \lambda/(4n)$. Pour la cryolithe, $n = 1{,}35$ et $\lambda = 560$ nm ; $e = 560/(4 \times 1{,}35) = 103{,}7$ nm. En unités SI, cela donne $e = 1{,}04 \times 10^{-7}$ m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur minimale : $e = 103{,}7$ nm, soit $1{,}04 \times 10^{-7}$ m de cryolithe.

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

**Bilan de l'épreuve :** Épreuve de BTS Opticien Lunetier, session 2003, code OLOGPH, durée 2 h et coefficient 3. Elle étudie une lunette astronomique afocale à objectif convergent et oculaire doublet, puis sa transformation en lunette terrestre. Les compétences évaluées incluent les focales, le grossissement, les champs, la résolution, la vérification expérimentale du grossissement, la transmission lumineuse et le traitement antireflet.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le grossissement angulaire d'une lunette est le rapport des angles apparents sous lesquels sont vus l'image et l'objet.
- Dans un système afocal, le foyer image de l'objectif coïncide avec le foyer objet de l'oculaire.
- Sans absorption, chaque dioptre vérifie R + T = 1 ; les transmissions des dioptres successifs se multiplient.
- Un traitement antireflet repose sur l'interférence des réflexions dans une couche mince, dont l'épaisseur dépend de l'indice et de la longueur d'onde.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les focales image et objet et appliquer une convention de signes cohérente pour l'oculaire.
- Pour les champs, repérer les diaphragmes et représenter les rayons limites avant les calculs.
- Respecter séparément les échelles axiale 1/2 et transversale 2 demandées pour le tracé du faisceau.
- Pour la transmission, compter les dioptres traversés et distinguer les coefficients en intensité des amplitudes.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment aborder le calcul du grossissement d'une lunette afocale ?**

Définissez le grossissement comme le rapport des angles apparents, puis utilisez la géométrie des rayons paraxiaux et les focales de l'objectif et de l'oculaire. Vérifiez le sens de l'image à l'aide du schéma.

**Q : Comment calculer la transmission à travers plusieurs lentilles ?**

Calculez la réflexion de chaque interface à partir des indices, puis utilisez R + T = 1 puisque l'absorption est négligeable. La transmission totale est le produit des transmissions de tous les dioptres traversés.

**Q : Comment organiser son temps dans cette épreuve ?**

L'épreuve dure deux heures et les parties I à V totalisent 20 points. Les parties III, IV et V sont indépendantes les unes des autres. Repérez les données utiles et gardez du temps pour vérifier les unités et les schémas.

**Q : Quels critères de présentation sont explicitement attendus ?**

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent dans l'appréciation des copies. Certaines réponses doivent être justifiées par un schéma, et le tracé du faisceau doit respecter les échelles imposées.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://coursbtsol.fr/assets/annales/bts-ol/E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique/2003/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2003 - 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.