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 physique - U. 42

Session 2012 • Code sujet : **OLOGPH** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Optique géométrique : utilisation d'une loupe (14 questions) **Page 3**

2. Optique physique : mesure interférométrique de l'épaisseur d'une feuille d'aluminium (14 questions) **Page 9**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsol.fr/assets/annales/bts-ol/E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique/2012/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2012 - 1-Sujet.pdf

1. Optique géométrique : utilisation d’une loupe

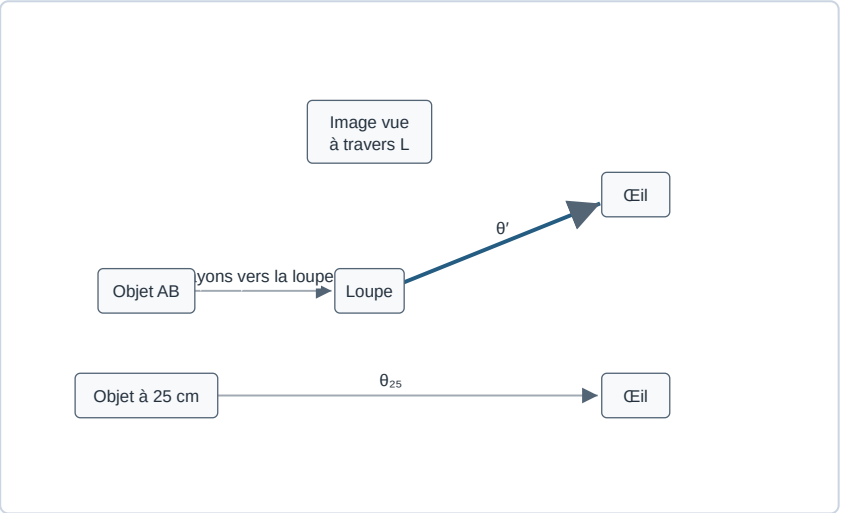
Une loupe de vergence +16 dioptries est étudiée dans l’approximation de Gauss, en tenant compte des distances d’utilisation recommandées par le fabricant. Les questions portent sur ses caractéristiques, la formation et la résolution de l’image, les champs transversaux ainsi que la distorsion.

Caractéristiques de la loupe

Question I.1. Le grossissement commercial Gc est défini par le rapport des angles θ′ et θ₂s. Expliquer ce que représentent ces deux angles et illustrer la réponse par un schéma.

θ' est l’angle sous lequel l’œil voit l’image à travers la loupe. θ_{25} est l’angle sous lequel l’objet serait vu à l’œil nu depuis une distance conventionnelle de 25 cm. Le grossissement commercial compare ces deux angles apparents. Le schéma distingue les deux situations d’observation, qui ne sont pas simultanées.

Angles du grossissement commercial



Comparaison des angles apparents au niveau de l’œil.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$G_c = |\theta'/\theta_{25}|$: image vue avec la loupe, comparée à l’objet vu à 25 cm à l’œil nu.

Question I.2. Donner, sans démonstration, l’expression du grossissement commercial Gc en fonction de la vergence D de la loupe, puis calculer sa valeur.

Pour une loupe, le grossissement commercial est $G_c = 0{,}25D$, avec D en dioptries. Pour $D = +16\,\delta$, le calcul donne $G_c = 0{,}25 \times 16 = 4$. Ce grossissement est sans unité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$G_c = 4$.

Question I.3. **Déterminer la distance focale image f′ de la loupe.**

La relation entre vergence et distance focale image est $D = 1/f'$, avec f' en mètres. Ainsi, $f' = 1/16 = 0{,}0625\,\text{m}$. La focale est positive, car la loupe est convergente.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f' = 62{,}5\,\text{mm}$.

Utilisation optimale de la loupe

Question II.1. **Pour un objet de taille AB = 0,1 mm observé dans les conditions optimales recommandées par le fabricant, calculer la position OA′ de l'image et la distance image-œil A′H₀.**

Avec l'axe orienté vers la droite, $OA = -50\,\text{mm}$. La conjugaison $1/OA' - 1/OA = 1/f'$ donne $1/OA' = 16 - 20 = -4\,\text{m}^{-1}$, donc $OA' = -250\,\text{mm}$: l'image est virtuelle. L'œil est à $OH_0 = 150\,\text{mm}$, donc $A'H_0 = 250 + 150 = 400\,\text{mm}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $OA' = -250\,\text{mm}$ et $A'H_0 = 400\,\text{mm}$.

Limite de résolution de la loupe et grossissement perçu

Question II.2.1. **Vérifier que, dans les conditions d'utilisation données, le grandissement transversal gy vaut +5 et que l'angle θ′ de l'image vaut 1,25 × 10⁻³ rad.**

Le grandissement est $g_y = OA'/OA = (-250)/(-50) = +5$. L'image mesure donc $A'B' = 5 \times 0{,}1 = 0{,}5\,\text{mm}$. Comme elle est à $400\,\text{mm}$ de l'œil, l'approximation paraxiale donne $\theta' \simeq A'B'/A'H_0 = 0{,}5/400 = 1{,}25 \times 10^{-3}\,\text{rad}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $g_y = +5$ et $\theta' = 1{,}25 \times 10^{-3}\,\text{rad}$.

Question II.2.2. **Déduire la puissance P de la loupe utilisée dans ces conditions. Indiquer s'il s'agit de la puissance intrinsèque et justifier la réponse.**

La puissance dans les conditions d'utilisation est $P = \theta'/AB$. Avec $AB = 0{,}1\,\text{mm} = 10^{-4}\,\text{m}$, on trouve $P = 1{,}25 \times 10^{-3}/10^{-4} = 12{,}5\,\text{m}^{-1}$, soit $12{,}5\,\delta$. Ce n'est pas la puissance intrinsèque, qui dépend de la seule loupe et vaut ici sa vergence, $16\,\delta$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P = 12{,}5\,\delta$, contre une puissance intrinsèque de $16\,\delta$.

Question II.2.3. **À partir du pouvoir séparateur angulaire de l'œil, montrer que deux points observés à l'œil nu à 400 mm sont séparés de 0,23 mm, puis en déduire la limite de résolution de la loupe en supposant négligeable la diffraction due à son ouverture.**

À l'œil nu, la séparation correspondant au pouvoir séparateur $\alpha = 5{,}8 \times 10^{-4}\,\mathrm{rad}$, à $L = 0{,}400\,\mathrm{m}$, vaut $d \simeq \alpha L = 2{,}32 \times 10^{-4}\,\mathrm{m} = 0{,}23\,\mathrm{mm}$. Le grandissement de la loupe étant 5, la séparation minimale de l'objet est divisée par 5. La diffraction de la loupe est négligée comme demandé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Séparation à l'œil nu : $0{,}23\,\mathrm{mm}$. Limite objet avec la loupe : $0{,}046\,\mathrm{mm}$.

Question II.2.4. **En supposant que l'observateur puisse accommoder sur l'objet après retrait de la loupe, sans déplacer l'objet ni l'œil, déterminer le grossissement perçu G et le comparer au grossissement commercial Gc.**

Loupe retirée, la distance objet-œil reste $50 + 150 = 200\,\mathrm{mm}$. L'angle à l'œil nu vaut alors $0{,}1/200 = 5{,}0 \times 10^{-4}\,\mathrm{rad}$. L'angle avec la loupe est $1{,}25 \times 10^{-3}\,\mathrm{rad}$, donc $G = 1{,}25 \times 10^{-3}/(5{,}0 \times 10^{-4}) = 2{,}5$. Il est inférieur à $G_c = 4$, car l'objet n'est pas à 25 cm de l'œil.

✓ RÉPONSE À RETENIR

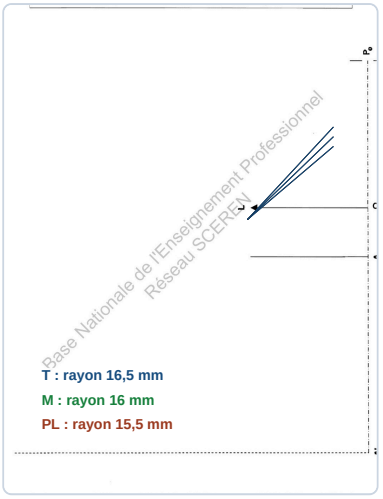
$G = 2{,}5 < G_c = 4$.

Champs transversaux de la loupe

Question II.3.1. **Sur la feuille-annexe 1, construire les limites supérieures T′, M′ et PL′ des champs images total, moyen et de pleine lumière, puis en déduire graphiquement les champs objets correspondants T, M et PL. Respecter les échelles axiale et transversale indiquées.**

Les limites des champs se construisent avec les bords de la loupe et de la pupille, puis se projettent dans le plan objet. Au plan de l'image virtuelle, les demi-champs limites valent $(30 \times 400 \pm 1{,}5 \times 250)/150$, soit $82{,}5$ et $77{,}5\,\mathrm{mm}$. Le grandissement étant 5, les rayons objets correspondants sont $16{,}5$ et $15{,}5\,\mathrm{mm}$. Le champ moyen est entre ces limites.

Champs transversaux construits sur l’annexe 1



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rayons objets : champ total $16{,}5\,\text{mm}$, champ moyen $16\,\text{mm}$, pleine lumière $15{,}5\,\text{mm}$.

Question II.3.2. Mesurer le rayon AM du champ moyen sur la construction, puis donner sa dimension réelle.

À l’échelle transversale 2, la mesure graphique du rayon du champ moyen est d’environ $32\,\text{mm}$ sur l’annexe. La dimension réelle s’obtient en divisant cette mesure par 2 : $AM \simeq 16\,\text{mm}$. Cette lecture est cohérente avec la construction des champs.

Mesure graphique du rayon moyen



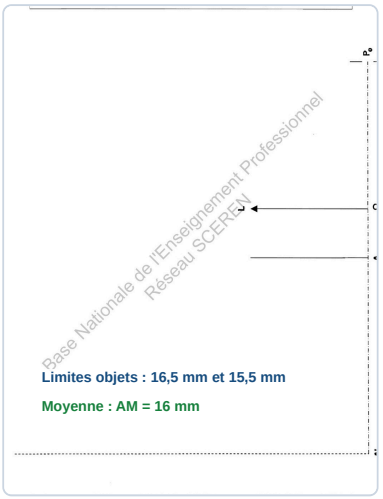
✓ RÉPONSE À RETENIR

$AM \approx 16\,\text{mm}$ en dimension réelle.

Question II.3.3. Calculer le rayon AM du champ moyen objet en explicitant la méthode utilisée, puis comparer le résultat à celui obtenu graphiquement à la question II.3.2.

La projection des bords de la pupille sur le plan de l'image virtuelle donne les deux rayons objets limites : $(30 \times 400 + 1{,}5 \times 250)/(150 \times 5) = 16{,}5\,\text{mm}$ et $(30 \times 400 - 1{,}5 \times 250)/(150 \times 5) = 15{,}5\,\text{mm}$. Le rayon du champ moyen est leur moyenne, soit $AM = 16\,\text{mm}$, en accord avec la mesure graphique de II.3.2.

Calcul du rayon du champ moyen



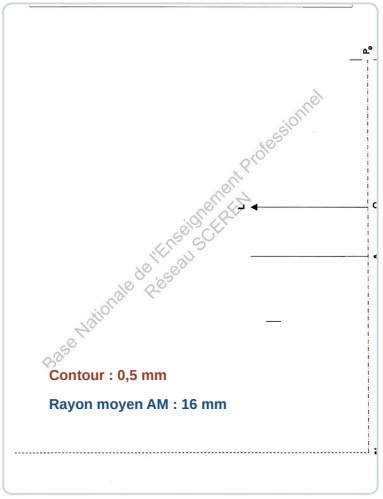
✓ RÉPONSE À RETENIR

$AM = 16\,\text{mm}$, conforme à la mesure graphique.

Question II.3.4. Mesurer sur le schéma la largeur du champ de contour, la comparer à la valeur du rayon du champ moyen et en déduire une conclusion sur la qualité de l'observation à travers la loupe.

La largeur radiale du champ de contour, entre le champ total et le champ moyen, vaut $16{,}5 - 16 = 0{,}5\,\text{mm}$. Elle est faible devant le rayon moyen $AM \approx 16\,\text{mm}$. Le bord du champ est donc étroit par rapport à la zone observée, ce qui indique une observation de bonne qualité sur l'essentiel du champ.

Écart entre champ moyen et champ total



✓ RÉPONSE À RETENIR

Champ de contour : environ $0{,}5\,\text{mm}$, contre $AM \approx 16\,\text{mm}$: observation satisfaisante sur l'essentiel du champ.

Autre utilisation de la loupe

Question III.1. L'observateur accommode à une distance de 200 mm en avant de H_o, tandis que la distance OH_o reste égale à 150 mm. Préciser dans quel sens déplacer l'objet AB pour voir nettement son image.

L'image nette doit se trouver à $200\,\text{mm}$ en avant de l'œil, donc à $200 - 150 = 50\,\text{mm}$ en avant de la loupe : $OA' = -50\,\text{mm}$. La conjugaison donne $1/OA = 1/OA' - 16 = -20 - 16 = -36\,\text{m}^{-1}$, d'où $OA = -27{,}8\,\text{mm}$. L'objet doit donc être rapproché de la loupe.

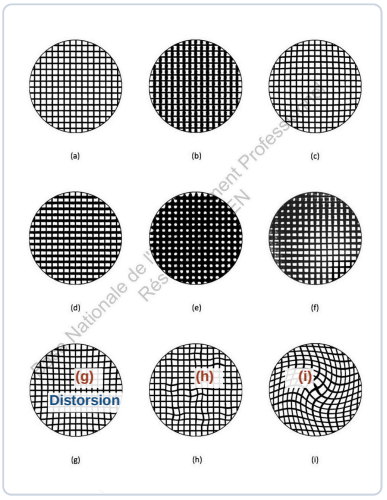
✓ RÉPONSE À RETENIR

Déplacer l'objet vers la loupe : de $50\,\text{mm}$ à environ $27{,}8\,\text{mm}$ de celle-ci.

Question III.2. Décrire l'aspect d'un quadrillage régulier observé à travers la loupe en présence de distorsion, puis indiquer la ou les figures de la feuille-annexe 2 correspondant à cette observation.

La distorsion déforme le quadrillage : l'espacement des mailles varie dans le champ et les lignes peuvent être courbées. Les figures (g), (h) et (i) montrent des quadrillages géométriquement déformés. Les figures (a) à (f) illustrent d'autres défauts de l'image, pas les déformations en grille représentées ici.

Quadrillages déformés de l'annexe 2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Quadrillages déformés par distorsion : figures (g), (h) et (i).

2. Optique physique : mesure interférométrique de l’épaisseur d’une feuille d’aluminium

Une feuille d’aluminium est placée entre deux lames de verre et modifie l’angle d’un coin d’air éclairé en lumière monochromatique. L’étude des franges et la mesure des interfranges dans deux configurations servent à déterminer l’épaisseur de la feuille.

Interfrange associé à un coin d’air

Question I.1. Préciser la surface Σ sur laquelle les interférences sont localisées.

Les deux rayons qui interfèrent sont réfléchis sur les deux faces délimitant le film d’air. Les interférences sont localisées au voisinage du coin d’air, où l’épaisseur varie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sur la surface du coin d’air, entre les deux lames.

Question I.2. Donner l’expression de la différence de marche δ au point I, en notant e l’épaisseur du coin d’air en ce point.

Le second rayon parcourt deux fois l’épaisseur d’air e. Une seule réflexion entraîne un déphasage de π, équivalent à une demi-longueur d’onde. La différence de marche effective s’écrit donc :

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}.$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}.$

Allure de la figure d’interférences

Question I.3.1.a. Entre deux franges successives de même nature, préciser quelle est la variation de la différence de marche δ.

Deux franges successives de même nature correspondent à une variation de phase de 2π. La différence de marche varie donc d’une longueur d’onde complète.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta\delta = \lambda.$

Question I.3.1.b. **Entre deux franges successives de même nature, préciser quelle est la variation Δe de l'épaisseur d'air du coin.**

La différence de marche varie avec l'épaisseur selon $\Delta\delta = 2\Delta e$.
Pour deux franges de même nature, $\Delta\delta = \lambda$, donc $2\Delta e = \lambda$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta e = \frac{\lambda}{2}$.

Question I.3.2. **Sur un interfrange, utiliser Δe = i × ε, avec ε exprimé en radians, pour montrer que l'interfrange vaut i = λ/(2ε).**

Sur un interfrange, $\Delta e = i\varepsilon$, avec ε en radians. Comme $\Delta e = \lambda/2$, on obtient $i\varepsilon = \lambda/2$, puis :

$$i = \frac{\lambda}{2\varepsilon}.$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $i = \frac{\lambda}{2\varepsilon}$.

Question I.3.3. **Décrire la forme des franges d'interférences.**

L'épaisseur du coin est constante le long des droites parallèles à son arête. Les franges, qui correspondent à une même épaisseur, ont donc la forme suivante :

- elles sont rectilignes ;
- elles sont parallèles à l'arête du coin d'air.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Franges rectilignes et parallèles à l'arête du coin d'air.

Mesure de l'épaisseur de la feuille d'aluminium

Question II.1. **Pour la disposition initiale de la feuille d'aluminium représentée à la figure 2, exprimer en radians l'angle ε du coin d'air en fonction de l'épaisseur a de la feuille et de la distance ℓ.**

Grandeur	Relation
Géométrie du coin	$\tan\varepsilon = \frac{a}{\ell}$
Petit angle, en radians	$\varepsilon \simeq \frac{a}{\ell}$

Le coin étant très peu ouvert, l'approximation paraxiale donne l'expression demandée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\varepsilon \simeq \frac{a}{\ell}$, en radians.

Question II.2. Déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, a et ℓ.

En remplaçant ε par a/ℓ dans $i = \lambda/(2\varepsilon)$, on obtient directement l'interfrange en fonction des trois grandeurs demandées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$i = \frac{\lambda \ell}{2a}$.

Déplacement de la feuille

Question II.3.1. Après le déplacement de la feuille d'aluminium vers la droite, préciser l'inégalité qui relie les angles ε et ε′ du coin d'air.

Le déplacement vers la droite augmente la longueur du coin de ℓ à $\ell + t$, tandis que son épaisseur terminale reste a. L'angle diminue :

- avant déplacement : $\varepsilon \simeq a/\ell$;
- après déplacement : $\varepsilon' \simeq a/(\ell + t)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\varepsilon' < \varepsilon$.

Question II.3.2. Indiquer si l'interfrange augmente, diminue ou reste constant après le déplacement, et justifier la réponse.

L'interfrange est inversement proportionnel à l'angle du coin : $i = \lambda/(2\varepsilon)$. La diminution de l'angle après déplacement entraîne donc une augmentation de l'interfrange.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'interfrange augmente.

Question II.3.3. Exprimer le nouvel interfrange i′ en fonction de λ, a, ℓ et t.

1. Après déplacement, la longueur du coin vaut $\ell + t$, donc $\varepsilon' \simeq a/(\ell + t)$.
2. En utilisant $i' = \lambda/(2\varepsilon')$, on obtient le nouvel interfrange.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$i' = \frac{\lambda(\ell+t)}{2a}$.

Mesure de l'épaisseur de la feuille d'aluminium

Question II.4. À partir des résultats des questions II.2 et II.3.3, montrer que l'épaisseur de la feuille d'aluminium est donnée par a = λt/[2(i′ − i)].

Les expressions des deux interfranges donnent $i' - i = \lambda(\ell + t)/(2a) - \lambda\ell/(2a) = \lambda t/(2a)$. En isolant a, on retrouve la relation demandée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$a = \frac{\lambda t}{2(i'-i)}$.

Exploitation des mesures

Question II.5.1. Pour chacune des deux positions, la distance mesurée couvre 50 interfranges : d = 13,6 mm pour l'angle ε et d′ = 20,5 mm pour l'angle ε′, avec t = 10 mm. Calculer les interfranges i et i′.

Position	Calcul	Interfrange
Angle ε	$13,6/50$	$0,272$ mm
Angle ε'	$20,5/50$	$0,410$ mm

Chaque distance mesurée couvre 50 interfranges.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$i = 0,272$ mm ; $i' = 0,410$ mm.

Question II.5.2. À partir des interfranges calculés, déterminer l'épaisseur a de la feuille d'aluminium alimentaire et apprécier si le résultat est plausible.

Avec $\lambda = 546$ nm $= 0,000546$ mm et $t = 10$ mm, la relation précédente donne $a = 0,000546 \times 10/[2(0,410 - 0,272)]$ mm. L'épaisseur obtenue, d'environ 20 µm, est plausible pour une feuille alimentaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$a \simeq 0,0198$ mm, soit $19,8$ µm. Valeur plausible.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2012)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Opticien Lunetier, session 2012, code OLOGPH, dure 2 heures et a un coefficient 3. Elle étudie une loupe dans ses conditions d'utilisation, notamment son grossissement, ses champs et sa distorsion, puis les interférences d'un coin d'air utilisées pour mesurer l'épaisseur d'une feuille d'aluminium. Elle évalue les calculs, les constructions optiques et l'analyse expérimentale.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le grossissement commercial d'une loupe compare l'angle sous lequel l'image est vue à celui sous lequel l'objet est vu à la distance conventionnelle.
- La vergence D d'une lentille mince est l'inverse de sa distance focale image f′ exprimée en mètres : $D = 1/f'$.
- Dans un coin d'air d'angle ε, l'interfrange vaut $i = \lambda/(2\varepsilon)$, avec ε exprimé en radians.
- L'épaisseur de la feuille se déduit des deux interfranges par $a = \lambda t/[2(i' - i)]$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les distances en unités cohérentes et exprimer les petits angles en radians pour les calculs.
- Distinguer le grossissement commercial de la puissance de la loupe utilisée dans des conditions données.
- Respecter les échelles axiale et transversale de l'annexe 1 et rendre les constructions lisibles.
- Vérifier que chaque distance mesurée pour l'interférométrie correspond à 50 interfranges.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le grossissement commercial à partir de la vergence ?

Utilisez la relation de cours qui exprime le grossissement commercial d'une loupe en fonction de sa vergence et de la distance conventionnelle de vision. Exprimez la vergence en dioptries, puis comparez le résultat aux valeurs du catalogue.

Q : Pourquoi faut-il exprimer l'angle du coin d'air en radians ?

La relation $i = \lambda/(2\varepsilon)$ utilise ε en radians. Pour un coin de petit angle, la géométrie donne $\varepsilon \approx a/\ell$, à condition d'exprimer a et ℓ dans la même unité.

Q : Comment convertir la mesure de 50 interfranges en une seule interfrange ?

La distance mesurée d couvre 50 interfranges. Calculez donc $i = d/50$, puis $i' = d'/50$ pour la seconde position. Gardez les deux résultats dans la même unité avant de calculer l'épaisseur.

Q : Quels critères sont importants pour les constructions et les réponses numériques ?

Suivez les échelles prescrites, représentez les limites des champs demandés et rendez les tracés lisibles. Pour les calculs, présentez les relations utilisées, des unités cohérentes et des résultats adaptés à la précision des données.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsol.fr/assets/annales/bts-ol/E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique/2012/BTS OL - E4.2 - Systèmes optiques - Optique géométrique et physique - Session 2012 - 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.