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 2009

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :
- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'une imprimante (circulaire n°99-186 du 16/11/1999).

Document à rendre avec la copie :
- Feuille-réponse.....page 5/5

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

Étude d'un microscope

Le microscope est constitué par :

- Un objectif L_0, assimilé à une lentille mince **convergente** de distance focale $\mathbf{f'_0}$, de grandissement $\mathbf{g_y}$ et d'ouverture numérique **nsinu = 0,6**. On supposera que l'objectif satisfait la condition d'aplanétisme.
- Un oculaire de symbole **(4 ; 3 ; 2)** formé de deux lentilles minces L_1 et L_2, de centres optiques respectifs O_1 et O_2. La puissance intrinsèque de l'oculaire est $\mathbf{Pi_{oc} = 50\delta}$.

Ce microscope est utilisé pour observer un **objet AB** (A sur l'axe optique, B en dehors de l'axe optique).
Le grossissement commercial de l'instrument est $\mathbf{G_c = 250}$.
On donne l'intervalle optique $\Delta = \overline{F'_0 F_{oc}} = \mathbf{180\ mm}$.

La longueur d'onde de la radiation moyenne de la lumière utilisée est $\lambda = 550$ nm.
L'observateur **est emmétrope désacommodé.** Son œil a une limite de résolution de 3.10^{-4} rad.

On propose la chaîne d'images suivante : $AB \xrightarrow{\text{Objectif}} A_0B_0 \xrightarrow{\text{Oculaire}} A'B'$

Partie A - Étude de l'instrument

I- L'oculaire

1) Déterminer le paramètre « a » de l'oculaire. En déduire les distances focales images f'_1 et f'_2 respectivement de L_1 et L_2, ainsi que la distance $\overline{O_1O_2}$.
2) Déterminer graphiquement sur un schéma à l'échelle 2, les éléments cardinaux F_{oc}, F'_{oc}, H_{oc} et H'_{oc} de l'oculaire.
3) Calculer la position du foyer objet de l'oculaire $\overline{O_1F_{oc}}$. L'oculaire est-il négatif ou positif ? Justifier votre réponse.
4) Les deux lentilles L_1 et L_2 sont réalisées dans le même matériau. L'oculaire présente-t-il un achromatisme apparent ? Justifier votre réponse.

II- Étude de l'objectif

5) Calculer la puissance intrinsèque de ce microscope.
6) Établir une relation exprimant la puissance du microscope en fonction de celle de l'oculaire et du grandissement de l'objectif.
7) En déduire le grandissement de l'objectif ainsi que sa distance focale image f'_0.
8) Déterminer et calculer par rapport à F_0 (foyer objet de l'objectif), la position du foyer principal objet Φ du microscope. Préciser la position de l'objet AB par rapport à F_0.

III- Étude des champs

9) On suppose le diaphragme d'ouverture confondu avec le plan focal image de l'objectif.

   Calculer son diamètre.

10) La lentille de champ de l'oculaire a un diamètre de 24 mm (le verre d'œil ne limite pas les faisceaux). On suppose ici que le diaphragme d'ouverture a un diamètre de 11 mm. Dans l'espace image de l'objectif, déterminer et calculer le diamètre du champ de pleine lumière. (Joindre un schéma pour justifier les calculs).

11) Où doit-on placer un diaphragme D pour éliminer le champ de contour ? Déterminer son diamètre.

12) **Sur la feuille-réponse** ci-jointe **(page 5/5)**, tracer la marche d'un faisceau issu du bord du champ de pleine lumière à travers le microscope, sous tendu par le diaphragme d'ouverture DO.

Partie B - Utilisations de l'instrument

13) Déterminer la limite de résolution de l'instrument.

14) On pose sur la platine du microscope {le plan horizontal [π]} une lame à faces parallèles d'indice N.
   On vise successivement :
   - la face supérieure de la lame ;
   - l'image de la face inférieure ;
   - puis, après avoir enlevé la lame, le plan horizontal [π].

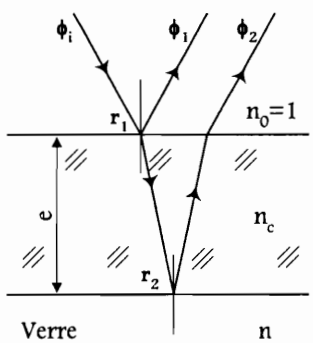
   Pour chaque visée, on repère la position du microscope par lecture sur une échelle graduée.
   Les lectures successives sont :

   - $x_1 = 18{,}342$ mm ;
   - $x_2 = 17{,}008$ mm ;
   - $x_3 = 16{,}302$ mm.

   Calculer l'épaisseur e de la lame. En déduire son indice N.

Partie C - Traitement des surfaces optiques

Pour améliorer le coefficient de transmission du microscope et pour diminuer la lumière parasite due aux réflexions, on réalise sur les lentilles des couches antireflets. Dans tout l'exercice, le rayon incident sera considéré comme quasi normal à la surface des dioptres.
Afin de simplifier le problème, on suppose que le traitement est un traitement monocouche d'indice n_c d'épaisseur e. Les coefficients de réflexion en amplitude sur chacun des dioptres sont respectivement r_1 (dioptre air/antireflet) et r_2 (dioptre antireflet/verre). Un rayon incident Φ_i se sépare en deux composantes Φ_1 et Φ_2 après réflexion sur chaque dioptre (voir figure ci contre).



I- Choix de l'indice

15) On rappelle que $r = (n' - n)/(n' + n)$. En déduire les expressions des coefficients r_1 et r_2.

16) On peut montrer en première approximation que, pour que l'efficacité du traitement soit optimale, les coefficients de réflexion r_1 et r_2 doivent être égaux. En déduire la relation que doivent vérifier les indices n_c et n. Calculer l'indice théorique que doit avoir la couche antireflet pour un verre d'indice n = 1,52.

17) En pratique, on utilise de la cryolithe d'indice $n_c = 1,35$. Quelles en seront les conséquences ?

II- Détermination de l'épaisseur

18) Rappeler, en fonction de e et de n_c, l'expression de la différence de chemin optique δ entre les ondes réfléchies Φ_2 et Φ_1.

19) Pour quelle condition d'interférence la couche réalisée jouera t-elle le rôle d'antireflet ? Donner l'égalité que devra vérifier la différence de chemin optique entre les ondes Φ_2 et Φ_1.

20) En déduire l'épaisseur minimale de la couche de cryolithe qu'il faut déposer sur le verre. On rappelle que la longueur d'onde de la radiation moyenne de la lumière utilisée est $\lambda = 550$ nm.

III- Efficacité de l'antireflet

On suppose que les trois lentilles du microscope ont été réalisées dans du verre d'indice n = 1,52.

21) Calculer le coefficient de réflexion en intensité R_v du dioptre air/verre, en l'absence de traitement.

22) En déduire le coefficient de transmission en intensité T de l'instrument.

On réalise sur chaque face des trois lentilles un traitement antireflet à l'aide de cryolithe ($n_c = 1,35$).

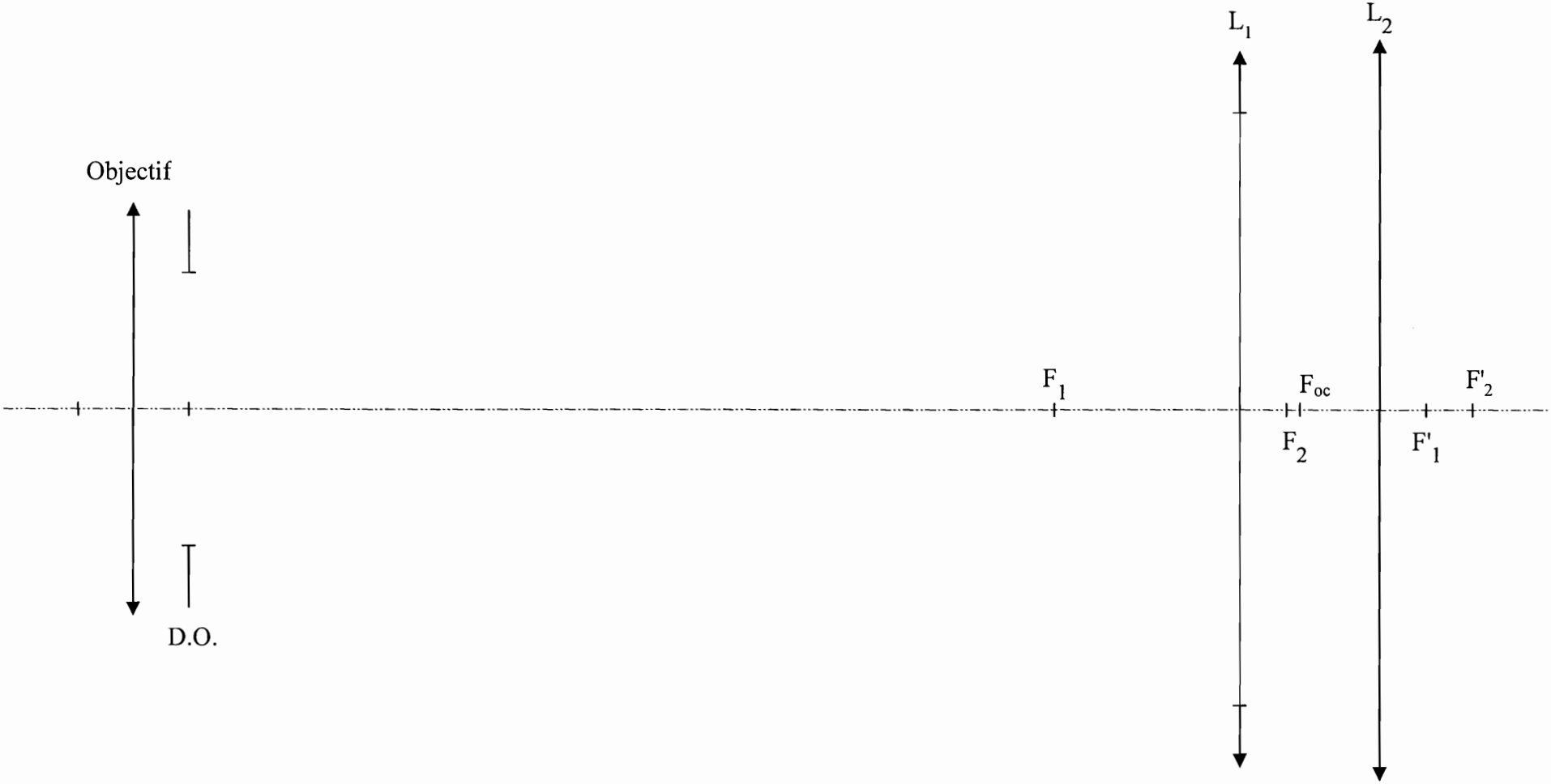
On donne le coefficient de réflexion en intensité pour une face traitée antireflet : $R = \left(\frac{n_0 n - n_c^2}{n_0 n + n_c^2} \right)^2$.

23) Calculer ce coefficient de réflexion pour une face traitée antireflet.

24) Calculer alors le coefficient de transmission T total de l'instrument réalisé avec les lentilles traitées.

25) Conclure.

FEUILLE-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE



Échelle axiale : 1:1
Échelle transversale : 4:1

NE RIEN ÉCRIRE

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

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.