

Optique

durée : 2 heures

Calculatrices autorisées.

Formulaires et autres documents interdits

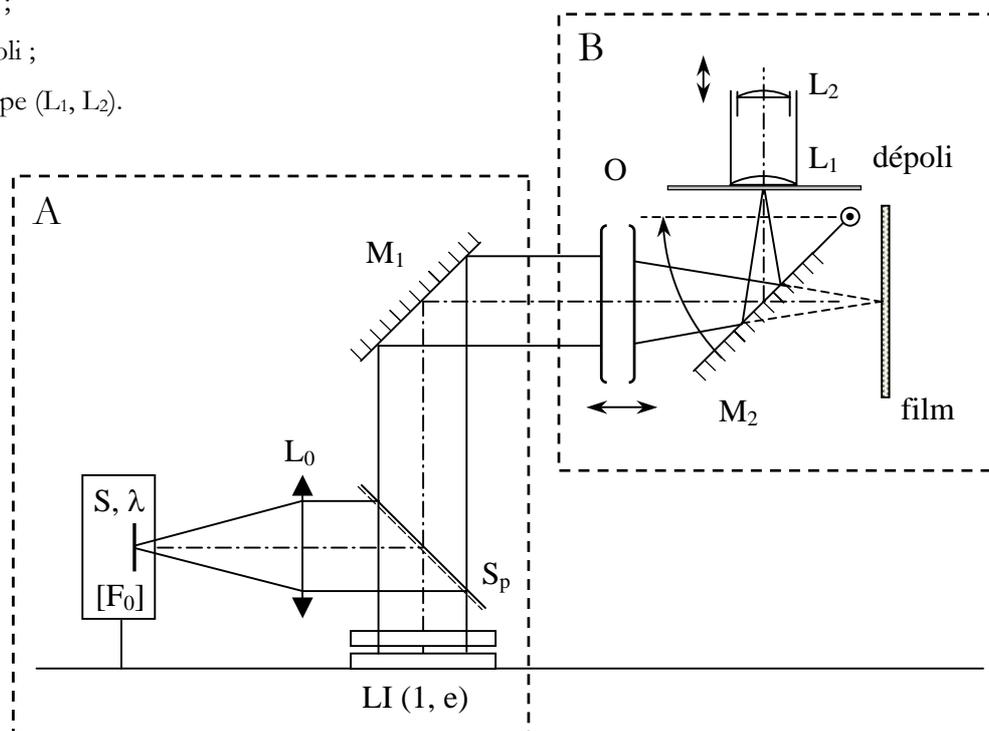
Le dispositif ci-dessous comprend deux parties :

A) un montage de franges d'égale inclinaison par réflexion avec

- une source monochromatique collimatée (S, L_0) ;
- une lame semi-transparente (S_p) inclinée à 45° ;
- une lame d'air interférentielle (LI), d'épaisseur constante e , définie entre deux lames de verre ;
- un miroir plan de renvoi (M_1) incliné à 45° ;

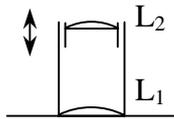
B) un appareil photographique à visée reflex avec

- un objectif (O) ;
- un miroir plan (M_2) mobile autour d'un axe ;
- un film ;
- un dépoli ;
- une loupe (L_1, L_2).



I Étude de la loupe (8 points)

Le plan du dépoli est parfaitement conjugué avec le plan du film par le miroir M_2 , incliné à 45° . La loupe permet de vérifier la mise au point de l'objectif sur les interférences.



La loupe composée comprend deux lentilles plan-convexes d'indice 1,525, assimilables à des lentilles minces L_1 et L_2 . Le doublet a pour formule $1 / 1 / 1$ et pour distance focale image $f' = + 50$ mm. L'objet observé est dans le plan de L_1 .

1) Calculer les focales f'_1 et f'_2 , puis les positions des points cardinaux du doublet :

$\overline{L_1H}$, $\overline{L_2H'}$, $\overline{L_1F}$, $\overline{L_2F'}$. Que constate-t-on de remarquable ?

Retrouver graphiquement ces résultats sur un schéma à l'échelle 1

2) Quel est le rayon de courbure des lentilles ?

3) Quelle est la puissance intrinsèque de la loupe ? Quel est son grossissement commercial ?

La distance entre deux franges brillantes à la limite du champ étant égale à 0,86 mm, sous quel angle apparaît-elle à l'observateur à travers la loupe ?

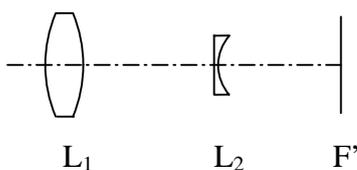
4) La lentille L_2 peut être déplacée axialement afin de compenser une amétropie de ± 2 dioptries. L'œil de l'observateur reste à 10 mm de L_2 .

4.1 Calculer les valeurs extrêmes de L_1L_2 .

4.2 Comment la puissance de la loupe est-elle modifiée pour ces valeurs ?

II Étude de l'objectif (5 points)

Lorsque la mise au point a été effectuée par déplacement de l'objectif et vérification avec la loupe de la netteté de l'image sur le dépoli, le miroir M_2 est basculé de 45° . L'image des interférences se forme alors réellement dans le plan du film et la photographie peut être prise.



L'objectif O est constitué d'une lentille équiconvexe L_1 et d'une lentille plan-concave L_2 .

Un objet à l'infini de diamètre apparent $40'$ donne en $[F']$, dans le plan du film, une image de 3,49 mm.

On suppose de plus : $\overline{H'_1H_2} = \overline{H'_2F'}$ = + 75 mm

- 1) Montrer que la distance focale image f' de l'objectif est égale à $+ 300$ mm.
- 2) En supposant les distances $H_1H'_1$ et $H_2H'_2$ négligeables,
 - 2.1 Placer sur un schéma à l'échelle $\frac{1}{2}$ H' , H_1 , H'_1 , H_2 , H'_2 et F' .
 - 2.2 Construire les foyers images des lentilles L_1 et L_2 et coter en vraie grandeur les distances focales f'_1 et f'_2 .
- 3) Calculer exactement f'_1 et f'_2 et vérifier que le doublet a pour formule $8 / 6 / - 3$.
- 4) Le dépoli étant ôté, quel est le grossissement de la lunette constituée par l'objectif (O), le miroir (M_2) et la loupe (L_1, L_2) ? La formule donnant le grossissement sera démontrée.

III Interféromètre et photographie des anneaux (7 points)

On donne : $f'_0 = + 70$ mm ; \varnothing_0 (diamètre de la source) = 20 mm ; $e = 1$ mm ; $\lambda = 546$ nm ;
format du film 6 cm \times 6 cm.

- 1) Rappeler, sans démonstration, l'expression de la différence de marche.
- 2) Représenter sur un schéma le tracé d'un rayon qui se dédouble pour donner les rayons qui interfèrent par réflexion.
- 3) Pour quelle raison photographie-t-on les franges par réflexion plutôt que celles par transmission ?
- 4) Calculer l'ordre d'interférence au centre du champ, puis en déduire l'ordre et le diamètre apparent du premier anneau brillant. (le résultat sera donné en degré avec deux décimales).
- 5) Quelle est le diamètre de cet anneau sur le film (en millimètre avec deux décimales) ?
- 6) Quel est le diamètre apparent du plus grand anneau brillant ?
Cet anneau peut-il être enregistré sur le film ? Pourquoi ?
- 7) Combien d'anneaux brillants pourront être photographiés en entier ?