

OPTIQUE PHYSIQUE (II)

①

Un faisceau de lumière blanche tombe suivant la normale sur une lentille ($n = 1,52$) qui est recouverte d'une pellicule de fluorure de magnésium ($n = 1,38$). (a) Quelle est l'épaisseur minimale de la pellicule pour laquelle la lumière jaune-vert de longueur

d'onde égale à 550 nm (dans l'air) sera absente de la lumière réfléchie ? (b) Pour quelle épaisseur minimale (autre que zéro) y a-t-il interférence constructive dans la lumière réfléchie ?

②

On produit un coin d'air en plaçant un fil mince de diamètre D entre les extrémités de deux lames de verre planes de longueur $L = 20$ cm. Lorsqu'on éclaire cette pellicule d'air avec une lumière de longueur d'onde $\lambda = 550$ nm, on observe 12 franges sombres par centimètre. Trouver D .

③

Lors d'une expérience sur les anneaux de Newton, la lumière a une longueur d'onde de 600 nm. La lentille a un indice de réfraction de 1,5 et un rayon de courbure de 2,5 m. Trouver le rayon de la cinquième frange brillante.

④

- Q1. Lorsqu'un émetteur est masqué par une montagne, il est possible de recevoir un signal de radio AM mais pas un signal FM. Pourquoi ?
- Q2. On suppose que l'expérience des deux fentes de Young est réalisée sous l'eau. La figure obtenue change-t-elle ? Si oui, comment ?
- Q3. Les interférences sont-elles plus faciles à observer dans les pellicules minces que dans les pellicules épaisses ? (Considérez la séparation latérale des rayons réfléchis par les deux surfaces.)

- Q4. Pourquoi l'espace entre les anneaux de Newton n'est-il pas constant ?
- Q5. Une pellicule d'huile sur l'eau a un périmètre blanchâtre où l'épaisseur est très inférieure à la longueur d'onde de la lumière dans la pellicule. Que pouvez-vous déduire de cette observation en ce qui concerne l'huile ?
- Q6. Vrai ou faux ? Pour que deux ondes soient cohérentes, elles doivent avoir la même (a) phase ; (b) longueur d'onde ; (c) direction de propagation.

⑤

- Q7. Dans l'expérience des deux fentes de Young, on recouvre l'une des fentes avec une lame mince qui introduit un retard de phase de 90° . Quel est l'effet produit sur la figure obtenue sur l'écran ?
- Q8. Peut-on obtenir une figure d'interférence à l'aide de deux ampoules de lampe de poche si elles sont suffisamment petites ? Expliquez.
- Q9. Au fur et à mesure que la région supérieure d'une pellicule de savon verticale s'amincit, elle apparaît sombre dans la lumière réfléchie, comme le montre la figure 6.27. Expliquez pourquoi.

- Q10. À quoi sert la première fente dans le montage des deux fentes de Young ?
- Q11. Dans l'expérience des deux fentes de Young, on suppose que l'une des fentes est deux fois plus large que l'autre. Quel est l'effet produit sur la figure obtenue sur l'écran ?
- Q12. Lorsque la lumière pénètre dans un milieu différent, sa longueur d'onde varie. Sa couleur varie-t-elle également ? Justifiez votre réponse.

⑥

E6. (I) Dans l'expérience des deux fentes, la frange brillante de 3^e ordre est à 16 mm du centre sur un écran situé à 2 m des fentes. Si la longueur d'onde est de 590 nm, déterminez (a) la distance entre les fentes ; (b) la distance entre les franges brillantes.

⑦

E8. (I) On éclaire un montage d'interférence de Young avec de la lumière contenant deux longueurs d'onde distinctes. La frange brillante de 10^e ordre pour la lumière de longueur d'onde 560 nm chevauche la frange sombre de 9^e ordre de l'autre longueur d'onde. Trouvez l'autre longueur d'onde.

⑧

E27. (I) Deux fentes étroites distantes de 0,6 mm sont éclairées par de la lumière de longueur d'onde égale à 480 nm. On observe la figure d'interférence sur un écran situé à 1,25 m des fentes. Quelle est l'intensité de la figure en un point situé à 0,45 mm du centre, par rapport à celle que produirait une seule fente ?

⑨

E35. (I) De la lumière blanche tombe suivant la normale sur une pellicule d'eau uniforme ($n = 1,33$) recouvrant une plaque de verre ($n = 1,6$). Trouvez l'épaisseur minimale que peut avoir la pellicule, sachant que dans la lumière réfléchie : (a) la longueur d'onde de 550 nm est renforcée ; (b) la longueur d'onde de 550 nm est absente.

⑩

E36. (II) Dans l'expérience des anneaux de Newton, on observe un nombre total de 42 franges sombres (sans compter la tache centrale). La longueur d'onde utilisée est de 640 nm et l'anneau le plus large a un diamètre de 2,2 cm. Déterminez : (a) l'épaisseur de la pellicule d'air à l'emplacement de la dernière frange sombre ; (b) le rayon de courbure de la lentille.

⑪

E37. (II) Lorsqu'on remplit d'huile l'espace entre la lentille et la plaque dans le montage de Newton, le rayon du 8^e anneau sombre diminue et passe de 1,8 cm à 1,64 cm. Quel est l'indice de réfraction de l'huile ? On suppose que l'indice de réfraction du verre est supérieur à celui de l'huile.

(a) Le télescope optique du mont Palomar a un diamètre de 200 po (5,08 m). Si on désire distinguer deux objets situés sur la Lune au moyen de lumière de 550 nm de longueur d'onde, quelle distance minimale doit séparer les deux objets ? La Lune est à une distance de $3,84 \times 10^8$ m. (b) Un satellite espion en orbite à une altitude de 200 km est équipé d'un miroir de 50 cm de diamètre. En supposant que le pouvoir de résolution soit limité uniquement par la diffraction, quelle doit être la plus petite distance entre deux objets à la surface de la Terre pour qu'ils soient tout juste séparés lorsqu'on les observe à partir du satellite ? On donne $\lambda = 400$ nm.

(13) (a) Quel est le pouvoir de résolution requis pour séparer les deux raies du sodium de longueurs d'onde 589,0 nm et 589,6 nm ? (b) Si un réseau a une largeur de 2 cm, combien doit-il avoir de traits par millimètre pour séparer ces longueurs d'onde au troisième ordre ?

Q3. Un sténoscope est un appareil photographique qui n'a pour objectif qu'une ouverture minuscule. Cette ouverture, ou sténopé, doit avoir une taille optimale. Pourquoi la netteté de l'image diminue-t-elle lorsqu'on (a) agrandit ; (b) réduit l'ouverture ?

(14) Q1. Expliquez pourquoi l'on observe des franges lorsqu'on regarde la nuit un lampadaire éloigné en entr'ouvrant les yeux de manière que les paupières se touchent presque.
Q2. Expliquez pourquoi l'ordre des couleurs produites par un prisme est inversé par rapport à celui des couleurs produites par un réseau.

Q6. En tenant compte à la fois de l'interférence et de la diffraction dans l'expérience des fentes de Young, quel effet obtient-on lorsqu'on fait varier (a) la longueur d'onde ; (b) la distance séparant les fentes ; (c) la largeur des fentes ?

Q5. Est-il possible de n'enregistrer aucun minimum sur une figure de diffraction produite par une fente simple ? Si oui, dans quelle condition ?

Q8. Pourquoi la poussière sur un objectif d'appareil photographique diminue-t-elle la netteté de l'image sur la pellicule ?

Q7. Expliquez la différence entre l'interférence et la diffraction. (a) Peut-il y avoir diffraction sans interférence ? (b) Peut-il y avoir interférence sans diffraction ? Donnez des exemples appuyant vos réponses.

E14. (I) L'objectif d'un appareil photographique a une ouverture de 1,5 cm de diamètre. À quelle distance peut-il séparer les phares d'une automobile qui sont à 2 m l'un de l'autre ? On donne $\lambda = 550$ nm.

(16) E21. (I) De la lumière de longueur d'onde 640 nm traversant un réseau donne une raie spectrale à 11° pour le premier ordre. À quel angle est observée la raie de deuxième ordre pour la longueur d'onde de 490 nm ?

E22. (I) Soit un réseau de 2,8 cm de largeur. La raie associée à la longueur d'onde 468 nm est observée à 21° au deuxième ordre. Combien de traits comporte le réseau ?

(17) E32. (I) Pour séparer deux raies spectrales de longueurs d'onde 586,32 nm et 586,85 nm, on dispose d'un réseau de 3,2 cm de large. (a) Quel est le pouvoir de résolution requis ? (b) Combien de traits doit comporter le réseau pour séparer ces raies au deuxième ordre ?

E34. (I) Certains plans atomiques d'un cristal sont espacés de 0,28 nm. Le maximum de premier ordre pour la diffraction de Bragg forme un angle de 15° par rapport aux plans. Trouvez : (a) la longueur d'onde des rayons X ; (b) l'angle du maximum de Bragg de deuxième ordre.

(18) E47. (I) Une onde sonore plane de 600 Hz traverse une porte de 0,8 m de largeur. À quel angle, par rapport à la direction initiale de propagation, trouve-t-on le premier minimum de diffraction ? Le module de la vitesse du son est de 340 m/s.

E35. (I) Un astronaute en orbite est à une altitude de 280 km au-dessus de la surface de la Terre. Dans des conditions idéales, quelle distance doit-il y avoir entre deux points à la surface terrestre si l'astronaute veut les distinguer ? Supposez que le diamètre de sa pupille est de 0,5 cm et que la longueur d'onde de la lumière est 550 nm.

(19) E48. (I) Les deux fentes d'un montage d'interférence de Young ont une largeur de 0,15 mm. On observe 7 franges brillantes d'interférence à l'intérieur du maximum central de diffraction. Quelle est la distance entre les fentes ?