

EPREUVE

Expériences de Physique I

Durée 2h00 - Documents (compte-rendus, fascicules) et calculatrice autorisés.
Le sujet comporte 3 pages et 3 exercices indépendants pouvant être traités dans un ordre indifférent.

Exercice I Questions diverses *Les réponses attendues doivent être brèves et précises, environ 3 à 4 lignes.*

1. On mesure deux quantités x et y avec leurs incertitudes respectives Δx et Δy . On déduit des valeurs de x et y une troisième quantité f à partir du calcul suivant : $f = \frac{xy}{x-y}$. Donnez l'incertitude sur f en fonction de Δx et Δy .
2. Expliquez la différence entre les phénomènes de dispersion et d'atténuation pouvant être observés lors de la propagation d'un signal électrique dans une ligne.
3. On considère une fonction temporelle $f(t)$ et son spectre associé $F(\nu)$. Quelle phase spectrale doit-on appliquer à $F(\nu)$ pour décaler le signal temporel d'un délai τ , c'est à dire obtenir un signal $f(t - \tau)$.
4. On dispose d'une ligne $4f$. On place à l'entrée une diapositive représentant un bonhomme avec une trame à $+45^\circ$ (Fig. 1). Comment peut-on retrouver à la sortie de la ligne $4f$ l'image du bonhomme non tramée? (seule une justification qualitative sans aucun calcul est demandé).



FIGURE 1 -

5. On considère un ouverture dont on cherche à déterminer la forme et les dimensions. On éclaire cette ouverture avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$ et on observe au foyer d'une lentille de focale $f = 20 \pm 1 \text{ cm}$ la figure de diffraction Fig.2.

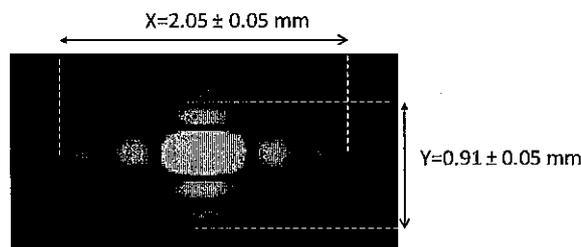


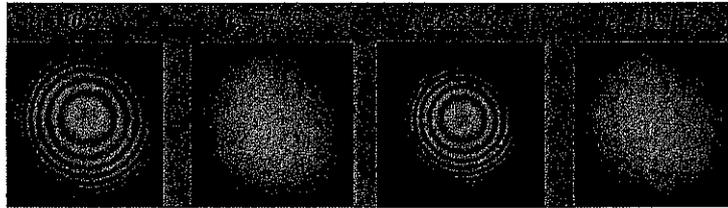
FIGURE 2 -

- (a) Quelle est la forme de l'ouverture et son orientation?
- (b) Quelle sont les dimensions de l'ouverture? Précision.

On pourra utiliser les résultats utiles du fascicule sans les redémontrer.

Exercice II Interféromètre de Michelson

- On considère un interféromètre de Michelson éclairé par une source monochromatique. Donnez la figure d'interférences (anneaux, franges ou teinte plate) obtenue ainsi que la localisation des franges dans les différentes configurations suivantes :
 - la source est étendue, divergente et l'interféromètre réglé en lame d'air hors contact optique
 - la source est étendue, collimatée et l'interféromètre réglé en coin d'air au contact optique
 - la source est un laser collimaté et l'interféromètre réglé en lame d'air hors contact optique
 - la source est un laser collimaté et l'interféromètre réglé en coin d'air hors contact optique.
- On considère maintenant l'interféromètre éclairé par une source divergente de longueur d'onde $\lambda=632$ nm. On place à la sortie de cet interféromètre une lentille convergente et au foyer de cette lentille un détecteur (une camera CCD). On fait varier la position du miroir mobile à l'aide d'une platine de translation motorisée et on mesure l'intensité au centre du champ d'interférences. Après une durée d'enregistrement $t=200$ s, on mesure 400 ± 4 périodes. Déterminez la vitesse du moteur et sa précision.
- La source utilisée est maintenant constituée d'une lampe à vapeur de mercure et d'un filtre permettant de sélectionner le doublet jaune orangé et jaune vert. On souhaite déterminer la longueur d'onde λ_{JV} du jaune vert connaissant celle du jaune orangé $\lambda_{JO}=579.065$ nm. En déplaçant le miroir mobile à l'aide du moteur on observe successivement les figures d'interférences suivantes.



- Expliquez ce phénomène et en particulier la disparition des anneaux pour certaines positions du miroir mobile.
- Les figures précédentes correspondent à celles pour lesquels les anneaux présentent un contraste soit maximum soit minimum. Sachant que l'incertitude sur t_i (avec $i = 1$ à 4) vaut $\Delta t_i=3$ s, déterminez la longueur d'onde λ_{JV} et sa précision. On rappelle que $\lambda_{JV} < \lambda_{JO}$.
- On fixe le miroir mobile à sa position définie en $t=t_1$. Que se passe-t-il si l'on insère une fine lame de verre d'indice n et d'épaisseur e devant ce miroir ? Expliquez comment on peut déterminer l'épaisseur de la lame. Quel est l'inconvénient majeur de ce schéma expérimental par rapport à celui utilisant une lumière blanche ?

Exercice III Film de savon - Mesure de biréfringence

1. Film de savon

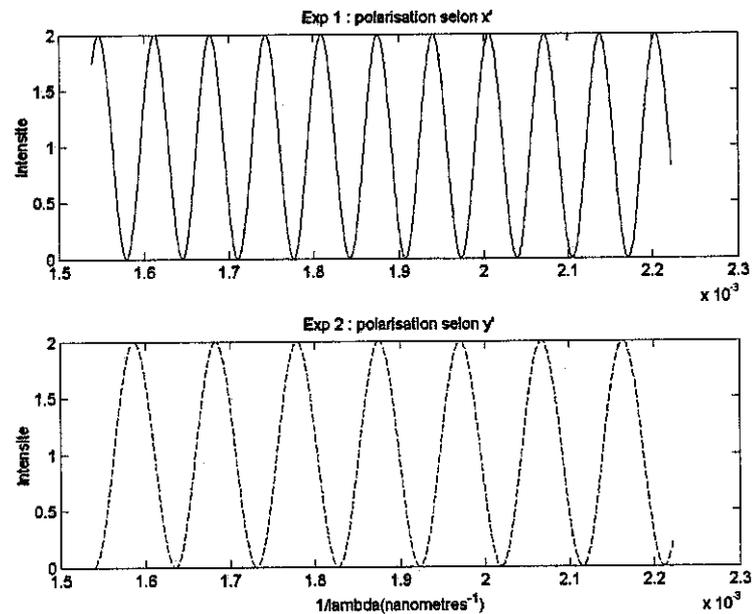
Un film de savon dans l'air est considéré comme une lame mince à faces parallèles, d'épaisseur notée e et d'indice égal à $n_{\text{lame}} = 1,3$. On éclaire ce film en *incidence normale*.

On suppose que le rayon directement réfléchi sur la face d'entrée du film et le rayon ayant effectué un aller-retour dans le film ont à peu près la même amplitude et qu'on peut limiter l'étude à l'interférence de ces deux rayons seulement.

- Donnez, sans démonstration, le déphasage entre ces deux rayons. Ecrivez, sans démonstration toujours, l'intensité en un point M de l'espace associée aux deux ondes.
 - Le film est éclairé par la lumière solaire, dont le spectre s'étend de 400 nm à 800 nm. Quelle est la couleur dominante du film si son épaisseur est (a) 100 nm (b) 120 nm (c) 140 nm ? Que se passe-t-il si le film devient trop "épais" ?
- ### 2. Mesure de biréfringence
- On considère maintenant une lame biréfringente inconnue introduisant un déphasage φ entre ses deux axes neutres (x' et y'), associés.

L'étude du spectre cannelé en transmission réalisée pendant les séances de TP permet d'accéder à la valeur de la biréfringence $|n_e - n_o|$ mais pas à son signe.

Pour connaître ce signe, on propose de réaliser l'expérience suivante : on éclaire la lame biréfringente par de la lumière blanche polarisée, et on analyse le spectre de la lumière réfléchie. On réalise cette expérience deux fois, selon que la lumière blanche est polarisée parallèlement à l'axe neutre désigné par (x') (Exp. 1), ou parallèlement à l'axe neutre (y') (Exp. 2). On obtient deux spectres représentés sur les deux figures suivantes en fonction de l'inverse de la longueur d'onde $1/\lambda$:



- Exprimez la période de ces fonctions en fonction de l'indice de réfraction et de l'épaisseur de la lame.
- Indiquez alors comment ces deux expériences permettent de déterminer quel est l'axe dit "lent" et l'axe dit "rapide" (on ne demande pas de déterminer la valeur des indices correspondants, on demande seulement le principe de la mesure).