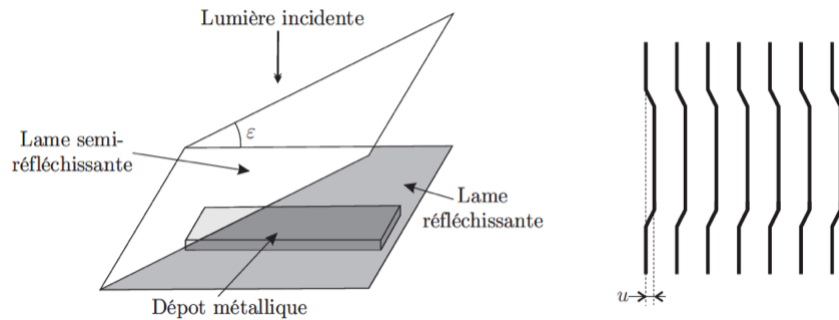


CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR D'UN DÉFAUT MÉTALLIQUE

On éclaire une lame de verre semi-réfléchissante, supposée infiniment fine, et formant un angle $\varepsilon = 0,1^\circ$ avec une plaque réfléchissant totalement la lumière sur laquelle le dépôt métallique a été effectué. L'éclairement est assuré par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$. L'incidence est quasi-normale. Le dépôt est assimilable à un parallélépipède métallique opaque d'épaisseur constante posé au contact de la lame réfléchissante. L'ensemble est représenté sur la partie gauche de la figure.

Au voisinage des lames, on observe des franges non rectilignes, on dit qu'elles sont décrochées. Ces franges sont observées sur un écran placé à $D = 50 \text{ cm}$ d'une lentille convergente de distance focale $f' = 4 \text{ cm}$. Elles sont représentées sur la partie droite de la figure.



1) Déterminer l'expression de l'interfrange i observé sur l'écran dans la zone où le dépôt est absent. On exprimera i en fonction de ε , λ et du grandissement γ de la lentille et on calculera sa valeur numérique.

Correction

On reconnaît un coin d'air d'épaisseur très faible. Les franges sont donc localisées à proximité des lames semi-réfléchissante, et l'interfrange est donné par :

$$\delta \simeq 2\varepsilon x$$

avec x la position sur la lame. L'interfrange sur les lames est donc de :

$$i_\ell = \frac{\lambda}{2\varepsilon}$$

et sur l'écran l'interfrange est :

$$i = |\gamma| i_\ell$$

Déterminons le grandissement γ .

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \Rightarrow 1 - \gamma = \frac{D}{f'} \Rightarrow \gamma = 1 - \frac{D}{f'} = -11,5$$

Ainsi,

$$i = |\gamma| \frac{\lambda}{2\varepsilon} = 1,75 \text{ mm}$$

2) Expliquer ce que l'on observe sur l'écran (en présence du décroché) et montrer que l'épaisseur e du dépôt métallique dépend de la valeur u du décroché mesurée sur l'écran. On explicitera la relation entre e et u et d'autres paramètres utiles de l'expérience. On mesure $u = 0,59 \text{ mm}$ sur l'écran, quelle est la valeur numérique de l'épaisseur du dépôt ? On commentera ce résultat.

Correction

Le décroché vient localement changer l'épaisseur du coin d'air, changeant la différence de marche de $\delta' = 2\varepsilon x'$ (sans dépôt) en $\delta = 2\varepsilon x - 2e$ (avec dépôt), avec e l'épaisseur du dépôt, constant d'après la figure de droite.

On en déduit, pour une même frange ($\delta = \delta'$) :

$$x' - x = \frac{e}{\varepsilon} \Rightarrow u = |\gamma| \frac{e}{\varepsilon} = 89 \text{ nm}$$

La mesure interférométrique et donc très précise, elle se fait à échelle de la longueur d'onde.

3) Qu'observe-t-on sur l'écran si on remplace l'air par de l'eau dans la même expérience ?

Correction

Dans ce cas, l'indice du coin d'air est changé. Toute la discussion précédente est toujours valide mais en changeant ε en $n\varepsilon$. L'interfrange sur le miroir va être multiplié par $1/n$, ainsi que celui sur le miroir. Les franges vont donc être plus resserrées, et éventuellement plus difficile à détecter (le décrochement est plus faible).

4) Qu'observe t'on sur l'écran si on augmente l'angle ε ?

Correction

Si ε augmente, l'interfrange va également diminuer.