Geoffroy
MPS

Devoir maison n°4

III - Contrôle de l'épaisseur de certaines pièces

A. Contrôle d'épaisseur d'un dépôt métallique

19. Sans le dépôt métallique on est dans la situation d'un michelson réglé en coin d'air. La différence de marche au point M :

$\delta(M) = 2\varepsilon x$ où ε est l'angle formé par les 2 miroirs.

Ainsi la frange d'ordre k est située sur le miroir à $x_k = \frac{\lambda_0}{2\varepsilon} k$ et l'interfrange

$i_{miroir} = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda_0}{2\varepsilon}$. La lentille réalise un grandissement γ :

$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \overline{OA'}\left(\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{f'}\right) = 1 - \frac{\overline{OA'}}{f'}$. Ainsi l'interfrange réelle est

$i_i = |\gamma| i_{miroir} = |\gamma| \frac{\lambda_0}{2\varepsilon} = 1{,}7\ mm$.

20. En présence du dépôt la différence de marche $\delta'(M) = 2e + \delta(M)$

ainsi la position de la $k^{ème}$ frange lumineuse est $x_k' = \frac{\lambda_0 k}{2\varepsilon} + \frac{-e}{\varepsilon}$

et $\Delta x_k = x_k - x_k' = u_{miroir} = \frac{e}{\varepsilon}$ et $u = |\gamma| u_{miroir}$ donc

$e = \frac{\varepsilon u}{|\gamma|} = 89{,}5\ nm$. Cependant $i' = x_{k+1}' - x_k' = \frac{\lambda_0}{2\varepsilon} = i$

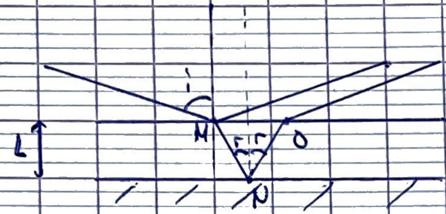
21. $\delta(M)_{eau} = 2n_{eau}\varepsilon x > 2n_{air}\varepsilon x = \delta(M)_{air}$ donc $i_{eau} = \frac{\lambda_0}{2n_{eau}\varepsilon}$

et $i_{air} = \frac{\lambda_0}{2\varepsilon}$ $i_{eau} < i_{air}$ et $u_{air} = u_{eau}$. On a donc diminué l'interfrange mais pas le décalage.

Q2. Si on augmente ε comme $u = \frac{e}{\varepsilon}$ et $i = \frac{\lambda_0}{2\varepsilon}$ donc u diminue ainsi que i.

B. Mesure de l'épaisseur de la pièce transparente

Q3.



On obtient une variation du chemin optique Δ liée à la lame de verre égale à : $\Delta = (MN) + (NO) = 2nL\cos(r)$ car MNO est isocèle.

Ainsi la différence de marche totale $\delta(M) = 2nL\cos(r) + 2(d-L)\cos(i)$ où $2(d-L)\cos(i)$ est la différence de marche liée au Michelson en lame d'air. L'observation se réalise à l'infini, c'est à dire sur un écran placé dans le plan focal image d'une lentille convergente.

Q4. En effectuant l'approximation des petits angles et à l'instant où la différence de marche est nulle : $2nL + 2(d-L) = 0 \Rightarrow L = \frac{-d}{n-1}$

(C'est étrange car on trouve donc un L négatif).

25. On est dans la configuration d'un Michelson en lame d'air.

On se place au point d'incidence nulle donc $\delta(M) = 2e$

Comme on possède 2 sources incohérentes (car des longueurs différentes)

donc $I_{tot}(M) = I_{\lambda_1}(M) + I_{\lambda_2}(M) = 2I_0\left(2 + \cos\left(\frac{2\pi\delta(M)}{\lambda_1}\right) + \cos\left(\frac{2\pi\delta(M)}{\lambda_2}\right)\right)$

$= 4I_0\left(1 + \cos\left(\frac{\pi\Delta\lambda}{\lambda_m^2}\delta(M)\right)\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_m}\delta(M)\right)\right)$

et $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \left|\cos\left(\frac{\pi\Delta\lambda}{\lambda_m^2}\delta(M)\right)\right|$

et d'après l'énoncé la première anticoïncidence c'est à dire

$C = 0$ arrive pour e_1 donc $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2}2e_1 = 0,5$

et la onzième pour e_{11} donc $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2}2e_{11} = 10,5$.

Alors $2\frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2}\Delta e = 10$ et $\Delta\lambda = \frac{5\lambda_m^2}{\Delta e} = 5,9\ 10^{-10}\,m$