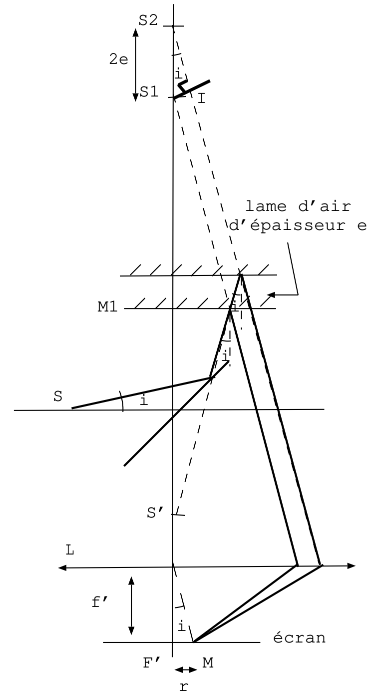
Correction DM4

1. Les franges sont circulaires donc le Michelson est réglé en lame d'air. Les franges sont localisées à l'infini, on les observe dans le plan focal image d'une lentille convergente.

Pour le schéma équivalent, on trace M_2', l'image de M_2 par la séparatrice.

On trace S', image de S par la séparatrice puis S_1' et $'_2$, images de S' par les miroirs M_1 et M_2'.



2. L'ordre d'interférences s'écrit $p(M) = \dfrac{2e\cos i_p}{\lambda} = p_0 \cos i_p \approx p_0(1 - \dfrac{i_p^2}{2})$.

On a $\tan i_p = \dfrac{r_p}{f'} \approx i_p$ d'où $p = p_0(1 - \dfrac{r_p^2}{2f'^2})$ avec $p_0 = \dfrac{2e}{\lambda}$.

3. On applique $r = \dfrac{d_{max} + d_{min}}{4}$, on mesure $r_2 = \frac{3,3+3,7}{4} = 1,75\ cm$ et $r_4 = \frac{5,2+5,5}{4} = 2,68\ cm$. Il faut ensuite convertir ces valeurs en utilisant l'échelle donnée: le carré de la photo mesure $5,4\ cm$ et le carré réel mesure $10\ cm$ de côté donc $r_2 = 3,2\ cm$ et $r_4 = 4,96\ cms$ sur l'écran.

4.

4.a. Chercher l'instant t_0 revient à chercher l'épaisseur de la lame d'air puisqu'on a la relation $e = Vt$ (à $t = 0$, $e = 0$ puisque c'est le contact optique).

r_2 est lié à p_2 et r_4 est lié à p_4. On ne connaît ni p_2, ni p_4 mais on sait que $p_2 - p_4 = 2$ (attention l'ordre d'interférences diminue quand on s'éloigne du centre). On applique donc $p_2 - p_4 = 2 = p_0(1 - \dfrac{r_2^2}{2f'^2}) - p_0(1 - \dfrac{r_4^2}{2f'^2}) = p_0\dfrac{r_4^2 - r_2^2}{2f'^2}$ d'où l'ordre d'interférence au centre $p_0 = \dfrac{4f'^2}{r_4^2 - r_2^2} = 1224,9$.

On en déduit alors l'épaisseur de la lame d'air par $e = \dfrac{p_0\lambda}{2}$ d'où $t_0 = \dfrac{p_0\lambda}{2V} = 430\ s$.

4.b. Chaque longueur d'onde donne son propre système de franges et on observe à l'écran la superposition des deux systèmes de franges obtenues pour λ_1 et λ_2 car les ondes de longueurs d'onde différentes ne sont pas cohérentes entre elles.

Lorsque les franges brillantes du système de franges correspondant à λ_1 (soit p_{λ_1} entier) se superposent aux franges sombres du système de franges correspondant à λ_2 (soit p_{λ_2} demi entier), l'écran est uniformément éclairé, le contraste est nul on dit qu'il y a brouillage.

Le brouillage s'obtient pour $p_{\lambda_1} - p_{\lambda_2}$ est un demi entier avec $p_\lambda = \dfrac{2e\cos i}{\lambda} \approx \dfrac{2e}{\lambda}$ car i petit donc $\cos i \approx 1$ d'où $p_{\lambda_1} - p_{\lambda_2} = \dfrac{2e_k}{\lambda_1} - \dfrac{2e}{\lambda_2} = k + \dfrac{1}{2}$ (k entier positif car $\lambda_1 < \lambda_2$ donc ici $\frac{1}{\lambda_1} > \frac{1}{\lambda_2}$).

Au contact optique, $e = 0$ et au premier brouillage, on prend $k = 0$ soit $2e(\dfrac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2\lambda_1} = \dfrac{1}{2}$ d'où $e = \dfrac{\lambda_2\lambda_1}{4(\lambda_2 - \lambda_1)} = Vt_1$. On en déduit $t_1 = 220\ s$.

5. On observe des franges rectilignes donc le Michelson est réglé en coin d'air. Les franges sont localisées sur les miroirs, on les observe en faisant l'image des miroirs sur l'écran. Sur l'écran on voit les mêmes franges rectilignes que sur les miroirs mais $|\gamma|$ fois plus grand, où γ est le grandissement de la lentille.

On applique $\gamma = -5 = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ et $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{f'}$ d'où $\overline{OA'} = (1-\gamma)f' = 6f' = 120\ cm$.

6. L'interfrange sur les miroirs est $i_m = \dfrac{\lambda}{2\alpha} = \dfrac{i_e}{5}$. On mesure l'interfrange sur la photo $i_photo = \dfrac{1,8}{8} = 0,23\ cm$, on en déduit l'interfrange sur l'écran en tenant compte du fait que l'écran est un carré de côté $10\ cm$ et que sur la photo c'est un carré de $4,1\ cm$. D'où l'interfrange sur l'écran $i_e = \dfrac{0,23.10}{4,1} = 0,56\ cm$.

On en déduit ensuite le grandissement sur le miroir $i_m = \dfrac{i_e}{5} = 0,112\ cm$

puis $\alpha = \dfrac{\lambda}{2i_m} = 2,8.10^{-4}\ rad = 2,8.10^{-4}.60.180/\pi = 0,96'$ d'arc.