Op4 – Corrigé des exercices 2, 3 et 4

¤ Exercice 2

Il faut comparer la différence de marche dans la situation où la cuve est vide et dans celle où elle est remplie d'air. Entre les deux, le chemin optique du bras 1 varie de $2c(n-1)$, car un aller-retour est effectué dans l'air à la place du vide. La différence de marche varie donc de $\Delta\delta = 2c(n-1)$, d'où une variation d'ordre d'interférences $\Delta p = \dfrac{2c(n-1)}{\lambda_0}$.

Sur le graphe, il semble que l'intensité initiale soit un maximum (donc l'ordre initial est entier), et au cours du remplissage de la cuve elle passe par 14 autres maxima, puis passe par un minimum et atteint presque le 15^{e} maximum : on peut estimer que l'ordre a varié de $\Delta p = 14{,}9$. On en déduit $\boxed{n-1 = \dfrac{\lambda_0 \Delta p}{2c} = 3{,}0\cdot 10^{-4}}$, soit $\boxed{n = 1{,}00030}$.

¤ Exercice 3

a) La longueur d'onde 500 nm correspond à la transition entre le <u>bleu</u> et le <u>vert</u> : on peut dire que la couleur observée est bleue, ou verte, ou bleu-vert, ou turquoise… Le miroir ayant été translaté à partir du contact optique, on est en configuration <u>lame d'air (à face parallèles)</u>, donc les franges sont <u>circulaires</u>.

b) Les franges sont visibles tant que la différence de marche reste inférieure à la longueur de cohérence : $\delta = 2n_{\text{air}} e \cos i \approx 2e < \ell_{\text{c}}$ soit $e_{\max} = \dfrac{\ell_{\text{c}}}{2} = 10\ \mu\text{m}$. Or $\ell_{\text{c}} = \dfrac{\lambda_{\text{m}}^2}{\Delta\lambda} = \dfrac{2\pi c}{\Delta\omega}$, donc $\boxed{\Delta\lambda = \dfrac{\lambda_{\text{m}}^2}{2e_{\max}} = 10\ \text{nm}}$ et $\boxed{\Delta\omega = \dfrac{\pi c}{e_{\max}} = 9\cdot 10^{13}\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}}$ (avec un seul chiffre significatif).

¤ Exercice 4

a) On a obtenu dans le cours la différence de marche $\delta = 2n_{\text{a}} L \cos i \approx 2n_{\text{a}} L\left(1-\dfrac{i^2}{2}\right) \approx 2n_{\text{a}} L\left(1-\dfrac{r^2}{2f'^2}\right)$ d'où le rayon d'un anneau d'ordre p : $r = f'\sqrt{2-\dfrac{\lambda p}{L}}$. L'ordre au centre est $p_0 = \dfrac{2L}{\lambda}$, supposé demi-entier, donc le centre est sombre ; et l'ordre décroît en fonction de r. Les deux premiers anneaux sombres sont alors d'ordres $p_0 - 1$ et $p_0 - 2$, d'où $\boxed{r_{\text{s},1} = f'\sqrt{\dfrac{\lambda}{L}}}$ et $\boxed{r_{\text{s},2} = f'\sqrt{\dfrac{2\lambda}{L}}}$. Et les deux premiers anneaux brillants sont d'ordres $p_0 - \dfrac{1}{2}$ et $p_0 - \dfrac{3}{2}$, d'où $\boxed{r_{\text{b},1} = f'\sqrt{\dfrac{\lambda}{2L}}}$ et $\boxed{r_{\text{b},2} = f'\sqrt{\dfrac{3\lambda}{2L}}}$.

b) Quand L diminue, l'ordre au centre <u>diminue</u>. Les anneaux visibles se rétrécissent puis finissent par « entrer » au centre de la figure. Quand on arrive à $L = 0$, il n'y a plus d'anneau, <u>l'éclairement est uniforme</u> : c'est la teinte plate.

c) Le rôle de la lentille en sortie est de former une image agrandie des miroirs sur l'écran. La distance entre les miroirs et la lentille est donnée par la formule de Descartes : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{f'}$ d'où $\overline{OA} = \dfrac{\overline{OA'}\times f'}{f' - \overline{OA'}}$. AN avec $\overline{OA'} = 1{,}0$ m : $\overline{OA} = -25$ cm, cette lentille est à 25 cm des miroirs. Une deuxième lentille, placée en entrée après un point source situé sur son foyer objet, sert à obtenir un éclairage sous incidence normale.

La différence de marche est $\delta \approx 2e \approx 2\varepsilon y$ en notant y l'abscisse orthogonale à l'arête du miroir (voir cours).

La figure d'interférences, localisée au voisinage des miroirs (c'est-à-dire du miroir 2 et de l'image du miroir 1 par la séparatrice), est constituée de franges rectilignes parallèles à l'arête du coin d'air. L'interfrange sur les miroirs est $i = \dfrac{\lambda}{2\varepsilon}$, celle sur l'écran est $i' = |\gamma|\dfrac{\lambda}{2\varepsilon}$ avec $\gamma = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -4{,}0$ le grandissement de la lentille. On en déduit $\boxed{\varepsilon = |\gamma|\dfrac{\lambda}{2i'}}$. AN $\boxed{\varepsilon = 1{,}7\cdot 10^{-4}\ \text{rad} = 35''}$.