Franges d'égale inclinaison

Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air. Il est éclairé par une lampe au mercure devant laquelle on a placé un diaphragme largement ouvert et un filtre isolant la raie verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 546{,}1$ nm.

1) Où doit-on placer l'écran pour observer des anneaux bien contrastés ?

Correction

Le franges sont localisées à l'infini dans le cas d'une lame d'air éclairée avec une source étendue. C'est donc à l'infini que le contraste est le meilleur.

2) Calculer la différence de marche. Pourquoi appelle-t-on cette figure interférentielle « anneaux d'égale inclinaison » ?

Correction

On note A′ le symétrique de A par rapport au miroir 2. La différence de marche entre les deux rayons vaut :

$$\boxed{\delta = (\mathrm{ABH}) = \mathrm{A'H} = 2e\cos(i)}$$

On parle d'anneaux d'égale inclinaison car un même angle i (même inclinaison) correspond au même δ et donc à un même anneau.

3) La distance entre les miroirs est $e = 1{,}1$ mm et la lentille de projection a une focale $f' = 1{,}0$ m. Déterminer l'ordre d'interférence au centre de la figure. Calculer les rayons r_1 et r_2 des deux premiers anneaux brillants.

Correction

Au centre de la figure, $i = 0$, donc :

$$\boxed{p(i=0) = \frac{\delta(i=0)}{\lambda} = \frac{2e}{\lambda} = 4028{,}6}$$

Lorsque i augmente, p diminue. Ainsi :

- 1^er^ anneau brillant : $p_1 = 4028$;
- 2^ème^ anneau brillant : $p_2 = 4027$.

Avec la lentille :

$$\tan(i) \simeq i\frac{r}{f'}$$

Ainsi,

$$p = \frac{2e\cos(i)}{\lambda} = p_0\sqrt{1-\frac{i^2}{2}} = p_0\sqrt{1-\frac{r^2}{2f'^2}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{r = f'\sqrt{2\left[1-\left(\frac{p}{p_0}\right)^2\right]}}$$

Ainsi,

$$\boxed{r_1 = 24{,}4\text{ mm} \quad \text{et} \quad r_2 = 39{,}9\text{ mm}}$$

4) On diminue la valeur de e. Que se passe-t-il ?

Correction

Quand on diminue e, on fait « rentrer les anneaux ». En effet, à p fixé (on suit un anneau) r diminue. De plus, p_0 diminue et si $p > p_0$, alors l'anneau n'existe plus.

5) On a déplacé le miroir chariotable et la valeur de e est modifiée. On mesure sur l'écran le rayon des anneaux brillants numéros 1 et 5 : $r_1 = 10$ mm et $r_5 = 42$ mm. En déduire la nouvelle valeur de e.

Correction

On rappelle que :

$$p_i = \frac{2e}{\lambda}\sqrt{1-\frac{r_i^2}{2f'^2}}$$

Ainsi,

$$p_5 - p_1 = 4 = \frac{2e}{\lambda}\left(\sqrt{1-\frac{r_5^2}{2f'^2}} - \sqrt{1-\frac{r_1^2}{2f'^2}}\right) \quad \Rightarrow \quad \boxed{e = 1{,}3\text{ mm}}$$