Corrigé non rédigé

Projet Virgo

Partie I :

I.A) 1 – cf. cours ; compensation parfaite si matériau, épaisseur et orientation identiques à la lame séparatrice.
lame d'air donc interférences localisées à l'infini – détecteur dans le plan focal de L. Det, le signal détecté sera plus intense que sans lentille.

2a – incidence normale. $\delta_0 = 2e$

2b – $E_0 = \frac{E_{inc}}{2}\cdot\left(1 + \cos\left(\frac{4\pi e}{\lambda}\right)\right)$

2c – Si le faisceau du laser est parfaitement parallèle, on verra une tache de section S d'éclairement uniforme.

I-B) 1a – $(OI_1) = n_x \cdot L_1$ donc $(OI_1) = \left(1 - \frac{h_0}{2}\right)\cdot L_1$.

1b – $(OI_2) = n_x \cdot L_2$ donc $(OI_2) = \left(1 + \frac{h_0}{2}\right)\cdot L_2$.

1c – $\delta = \left((OI_2) - (OI_1)\right) \times 2$ donc

$$\boxed{\delta = 2e + h_0 \times 2L}$$

2 – $E = \frac{E_{inc}}{2}\left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\delta\right)\right)$; au 1er ordre en h_0, il vient :

$$E \simeq \frac{E_{inc}}{2}\left(1 + \cos\left(\frac{4\pi e}{\lambda}\right) - h_0 \cdot 2L \cdot \frac{2\pi}{\lambda}\cdot \sin\left(\frac{4\pi e}{\lambda}\right)\right) \quad \text{CQFD}$$

3a – $P_{mes} = \iint \frac{E_{inc}}{2}\left(1 + \cos(\varphi_0) - 2 h_0 . k . L \sin(\varphi_0)\right) dS$

dc $P_{mes} = \frac{1}{2}\cdot\left(1 + \cos(\varphi_0) - 2h_0 . k . L . \sin(\varphi_0)\right)\iint E_{inc}\, dS$

dc $\boxed{P_{mes} = \frac{P_{inc}}{2}\left(1 + \cos(\varphi_0) - 2h_0 . k . L . \sin(\varphi_0)\right)}$

3b – $|\Delta P_{mes}| = P_{inc} . h_0 . k . L \,|\sin(\varphi_0)|$; $|\Delta P_{mes}|$ est maxi $\Leftrightarrow \varphi_0 \equiv \frac{\pi}{2}\ [\pi]$
$\Leftrightarrow |\Delta P_{mes}| = P_{inc} . h_0 . k . L$
$\simeq 3{,}5 . 10^{-10}$ W

4a — $K \cdot \dfrac{|\Delta P_{res}|}{\sqrt{P_0}} = K \cdot \dfrac{P_{inc} \cdot h_0 \cdot k \cdot L \cdot |\sin \varphi_0|}{\sqrt{\dfrac{P_{inc}}{2}\left(1 + \cos(\varphi_0)\right)}}$

donc

$$\frac{\text{signal}}{\text{bruit}} \text{ maxi} \iff \frac{\varphi_0}{2} \equiv \frac{\pi}{2} \ [\pi]$$

$$\iff \varphi_0 \equiv \pi \ [2\pi]$$

$$\iff \underline{\underline{\text{franges sombres}}}.$$

4b — $\dfrac{\varphi_0}{\pi} = \dfrac{4e}{\lambda} \simeq 3\ 187\ 595,11$ donc $\dfrac{\varphi_0}{\pi} \equiv 1,11 \ [2]$

Pour obtenir exactement $\dfrac{\varphi_0}{\pi} = 3\,187\,595$ i.e $\dfrac{\varphi_0}{\pi} \equiv 1 \ [2]$, il faudrait $e = 847,90027$ mm. Ceci exigerait de pouvoir placer les miroirs à une précision meilleure que le 100 000 ième de mm c'est-à-dire à 10 nm près !!!

La valeur proposée est donc cohérente avec une inévitable imprécision expérimentale.

5 — $h_{min} = 2,7 \cdot 10^{-19} \simeq 300 \times 10^{-21}$

6a — $h_{min} \sim 300 \times h_0$: Le dispositif ne permet pas de détecter les OG émises dans l'amas de la Vierge.

6b — Ce dispositif ne permet de détecter les OG émises par une supernovae que si celle-ci se produit à une distance du détecteur 300 fois plus petite que celle de l'amas de la Vierge donc à moins de 0,3 années-lumière. L'étoile la plus proche du Soleil étant à 4 années-lumière, ce dispositif doit être amélioré.

Le dispositif réel permet de faire en sorte que les rayons parcourent les bras un grand nombre N de fois. Ainsi, la longueur effective des bras devient $N \times L$ et on peut atteindre la précision souhaitée...