Physique : DM8

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction, la clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats littéraux, et à souligner les applications numériques.

Partie I – Les miroirs de télescope (CCP – MP – 2014)

I.1) Interférences de 2 sources ponctuelles

I.1.1) Les sources sont cohérentes d'où :

$$I(M) = K\langle s^2\rangle$$
$$= K\langle \left(A\cos(\omega t+\varphi_2) + A\cos(\omega t+\varphi_1)\right)^2\rangle$$
$$= \frac{KA^2}{2} + \frac{KA^2}{2} + K\langle A^2\left(\cos(\varphi_2-\varphi_1) + \cos(2\omega t+\varphi_1+\varphi_2)\right)\rangle$$

or $\langle\cos(2\omega t + x)\rangle = 0$ et si on pose $I_0 = \frac{KA^2}{2}$ on a :

$$\boxed{I(M) = 2I_0\left(1+\cos\Delta\phi(M)\right)}$$

I.1.2) On a : $\boxed{\Delta\phi(M) = \frac{2\pi}{\lambda}[\Delta L(M)]}$ où $\Delta L(M) = \delta(M)$

I.1.3) a) Soit $\Delta L(M) = (S_2M) - (S_1M)$

$$= \sqrt{d^2+y^2+(z+a/2)^2} - \sqrt{d^2+y^2+(z-a/2)^2}$$

$$\Leftrightarrow \Delta L(M) = d\left[\left(1+\frac{1}{2}y^2/d^2 + \frac{1}{2}z^2/d^2 + \frac{1}{2}\frac{a^2}{4d^2} + \frac{1}{2}\frac{az}{d^2}\right) \quad \text{car } (1+x)^m = 1+mx+o(x)\right.$$
$$\left. - \left(\text{———————} + \frac{1}{2}\frac{a^2}{4d^2} - \frac{1}{2}\frac{az}{d^2}\right)\right]$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\Delta L(M) = \frac{az}{d}}$$

(b) Donc $\boxed{I(M) = 2I_0\left(1+\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{az}{d}\right)\right)}$

(c) L'ordre d'interférence est t.q $p(M) = \frac{az}{\lambda d}$ donc en O : $\boxed{p_0 = 0}$

$\Rightarrow$ On a une frange brillante en O.

(d) . $\Delta\varphi(M)$ dépend que de z donc on aura des franges rectilignes parallèles à (Oz).

. L'interfrange est t.q : $\Delta p(M) = 1$

$$\Rightarrow \boxed{d_i = \frac{\lambda d}{a}}$$

(e) On a le premier maximum pour $p = \pm 1$ $\Rightarrow \boxed{z = \pm d_i}$

$$\Rightarrow z = \frac{500.10^{-9}\,.\,1}{10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{z = 0{,}5\ mm}}$$

I.1.4) (a) On a toujours $\Delta L(M) = (S_2M) - (S_1M)$ avec :

$$\begin{cases} S_2M^2 = (\vec{S_2S} + \vec{SM})^2 = \frac{a^2}{4} + SM^2 + aSM\cos i \\ S_1M^2 = (\vec{S_1S} + \vec{S_1M})^2 = \frac{a^2}{4} + SM^2 - aSM\cos i \end{cases}$$

Donc $S_2M^2 - S_1M^2 = 2aSM\cos i$.

$$\Leftrightarrow \left[(S_2M) - (S_1M)\right] \times 2(SM) = 2aSM\cos i$$

D'où $\boxed{\Delta L(M) = a\cos i}$

(b) donc $\Delta L(M) \simeq a\left(1 - \frac{i^2}{2}\right)$ avec $\tan i = \rho/d$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta L(M) = a\left(1 - \frac{\rho^2}{2d^2}\right)}$$

c) Donc $\boxed{I(M) = 2I_0\left(1+\cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}\left(a-\frac{a\rho^2}{2d^2}\right)\right]\right)}$

d) Au point O : $\rho = 0$ d'où $\Delta\varphi_0 = \frac{2\pi a}{\lambda} = 2\pi p_0$

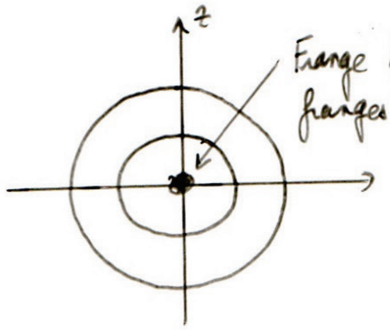
$$\Rightarrow \boxed{p_0 = a/\lambda = 2000}$$

C'est un entier donc on aura une frange brillante en O

e) D'après a) : $\Delta\varphi(M) = \frac{2\pi}{\lambda} a\cos i$ donc les franges d'égale inclinaison sont telles que

$i(M) = cste$

$\Rightarrow$ ce sont donc des anneaux centrés en O



Frange brillante au centre (on retrouve les mêmes franges que l'IM en lame d'air)

f) Le premier maximum correspond à $p_1 = p_0 - 1$

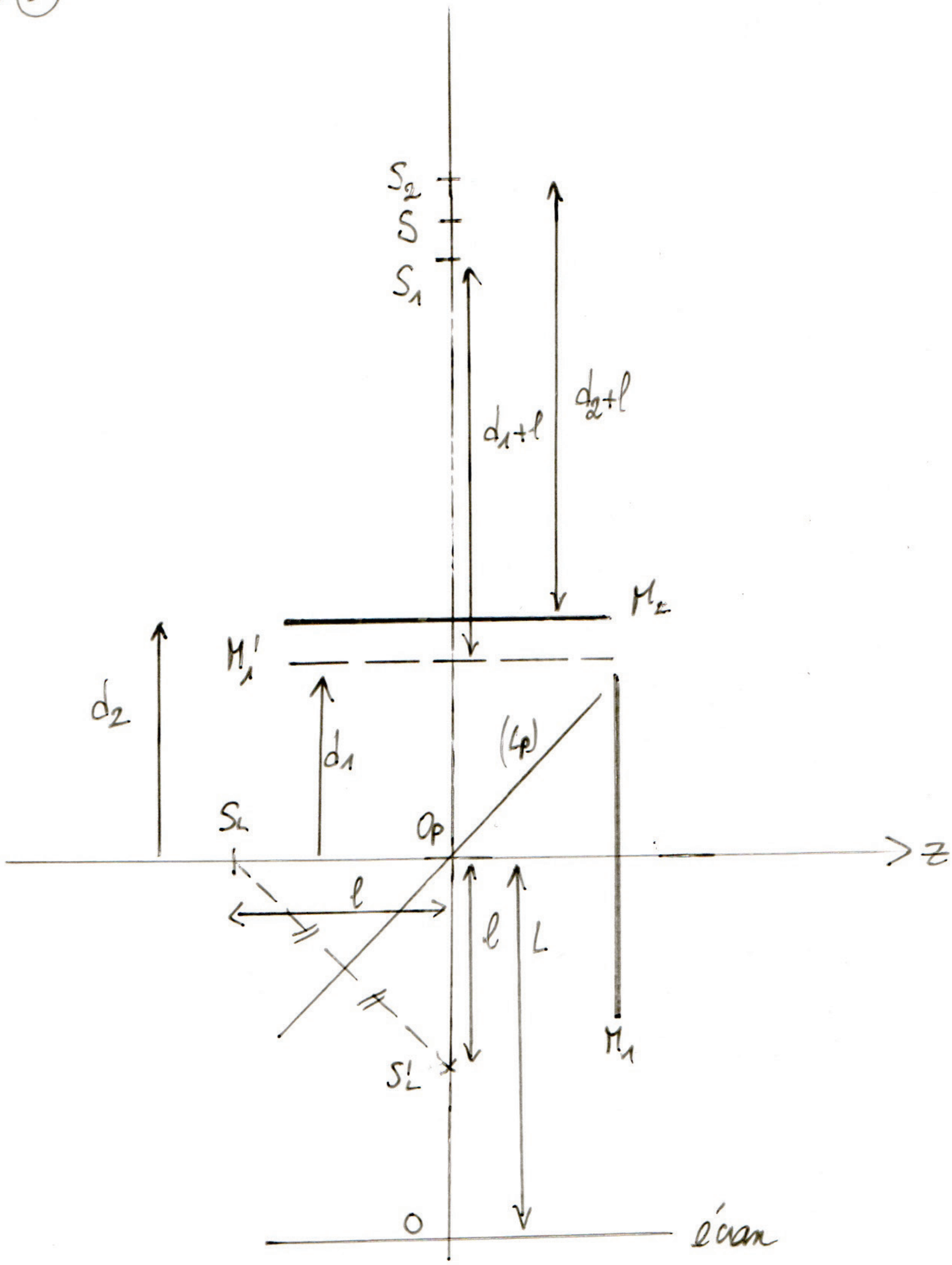
$$\Leftrightarrow \frac{a}{\lambda} - \frac{a\rho^2}{2\lambda d^2} = \frac{a}{\lambda} - 1$$

$$\Leftrightarrow \rho^2 = \frac{2\lambda d^2}{a}$$

$$\Leftrightarrow \underline{\rho = d\sqrt{\frac{2\lambda}{a}}} = 1.\sqrt{\frac{1000.10^{-9}}{10^{-3}}} = \underline{\underline{3,1\text{ cm}}}$$

I.1.5) Il faut modifier le système de façon à passer d'un dispositif à division de front d'ondes à un dispositif de division d'amplitude comme l'interféromètre de Michelson réglé en lame d'air.

I.2.1) a



Grâce au schéma on vérifie que $\begin{cases} x_1 = -L - 2d_1 - \ell \\ x_2 = -L - 2d_2 - \ell \end{cases}$

b) On a aussi : $\begin{cases} a = |x_1 - x_2| = 2(d_2 - d_1) \\ d = \left|\dfrac{x_1 + x_2}{2}\right| = +L + \ell + d_1 + d_2 \end{cases}$

ⓒ Pour avoir un éclairement uniforme (teinte plate) il faut : $\boxed{a = 0}$

I.2.2) ⓐ Le Michelson est réglée en lame d'air on observe des franges d'égale inclinaison (des anneaux) qui se resserrent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre.

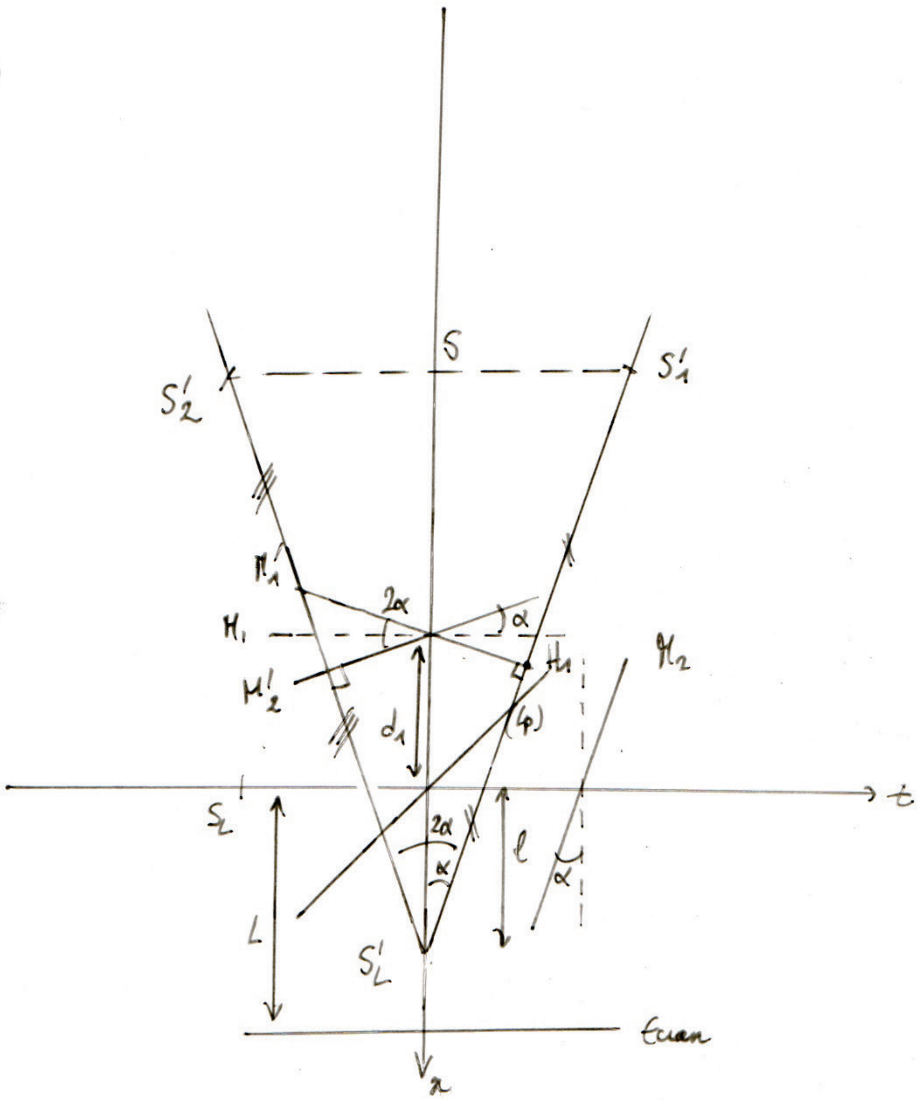
ⓑ Dans la partie I.1 on a vu que : $\rho = d\sqrt{\dfrac{2\lambda}{a}}$ avec $a = 2e$.

d'où : $\dfrac{\rho_1^2}{d^2} = \dfrac{\lambda}{e} \iff \boxed{e = \dfrac{\lambda d^2}{\rho_1^2}}$

A.N : $e = \dfrac{500.10^{-9} \times 1^2}{(20.10^{-3})^2} = \dfrac{500.10^{-3}}{400} = \underline{1{,}25\ mm}$

ⓒ Soit $p_c = \dfrac{2e}{\lambda} = 5000$ c'est un entier car on a une frange brillante au centre.

I.2.3) ⓐ



. On vérifie sur le schéma que S_i' et S_2' sont sur un axe parallèle à (Oz).

(b) Sur le schéma on a : $S_i'H_1 = (d_1+\ell)\cos\alpha$.

$\Leftrightarrow S_i'S_1' = 2(d_1+\ell)\cos\alpha$

or $SS_1' = S_i'S_1' \sin\alpha$

d'où : $SS_1' = 2(d_1+\ell)\cos\alpha\sin\alpha$

$\Rightarrow S_1'S_2' = 4(d_1+\ell)\cos\alpha\sin\alpha$

$\Leftrightarrow a = S_1'S_2' = 2(d_1+\ell)\sin 2\alpha$

Or $d_1 = \ell \Rightarrow \boxed{a = 4\ell\sin 2\alpha}$

De même : $\widehat{S_i'S} = S_i'S_1'\cos\alpha$

$\Leftrightarrow S_i'S = 2(d_1+\ell)\cos^2\alpha$

D'où : $d = (L-\ell) + 2(d_1+\ell)\cos^2\alpha$

Or : $d_1 = \ell$

$\Rightarrow \boxed{d = (L-\ell) + 4\ell\cos^2\alpha}$

(c) Les sources sont sur un axe parallèle à l'écran (I.1.3.d), on retrouve des franges rectilignes.

(d) Soit $d_i = \frac{\lambda d}{a} = \lambda \cdot \frac{(L-\ell)+4\ell\cos^2\alpha}{4\ell\sin 2\alpha}$.

Si α est petit : $d_i = \lambda \cdot \frac{L-\ell+4\ell}{4\ell\times 2\alpha} \Leftrightarrow d_i = \frac{L+3\ell}{8\ell}\cdot\frac{\lambda}{\alpha}$

$\Leftrightarrow \alpha = \frac{\lambda(L+3\ell)}{8\ell d_i} = \frac{500.10^{-9}.\ 1}{0{,}8\times 0{,}005} = \frac{500}{0{,}004}.10^{-9}$

$\Leftrightarrow \alpha = 125.10^{-6}\ \text{rad} \Leftrightarrow \boxed{\alpha = 0{,}125\ \text{mrad}}$

(e) Si α augmente, d_i diminue $\Rightarrow$ l'interfrange diminue