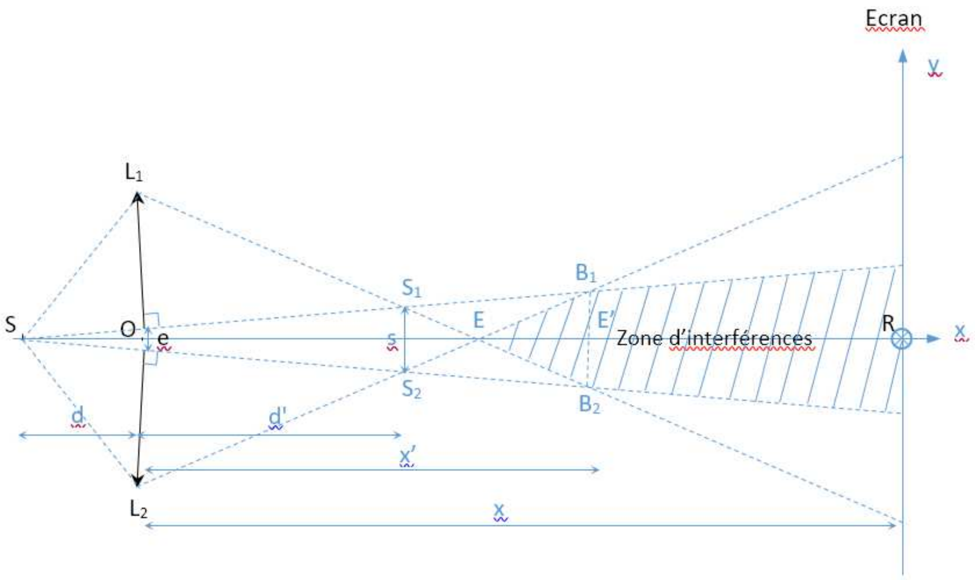
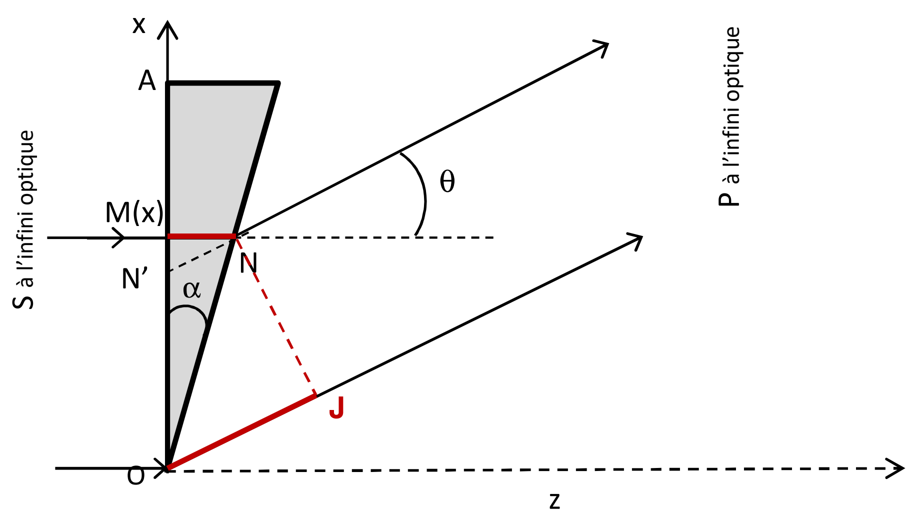
Physique : Interrogation n°4 (IE2 du S4)

Jeudi 6 Mai Durée : 1h30

CORRIGE

Barème sur 20

EXERCICE 1 : Interférences		**11**
1)	En utilisation la relation de conjugaison, on trouve : $\frac{1}{\overline{O_1S'}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{\overline{O_1S}} = \frac{-d+f}{-df}$ d'où $d' == \frac{-df}{f-d} = \frac{\frac{-2dd}{3}}{\frac{2d}{3}-d} = 2d$ Positionnement correct des sources sur la figure 1 A partir du théorème de Thalès (on peut aussi utiliser les angles) On trouve $s = \frac{SS_1}{d}e$ d'où $s = \frac{(d'+d)}{d}e$ donc s=3e	0,5 0,5 1 0,5 0,5
2)	Les rayons issus des deux sources secondaires, cohérentes entre elles, permettent de définir une zone d'interférence. Ces interférences se manifestent sur l'écran sous la forme d'une alternance de franges lumineuse et de franges noires, de forme hyperbolique, qui dans une zone de l'écran proche du point O, l'écran étant loin des sources et les sources peu éloignée l'une de l'autre (y petit devant x-d' et s petit devant x-d'), ressemblent à des franges rectilignes dans la direction Oz 	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 1 (tracé correct des rayons jusqu'à l'écran) 0,5 (zone d'interférences)

3)	La démonstration n'est pas demandée : on rappelle que $\delta = \frac{y.s}{(x-d')}$. Donc on doit avoir : $i = \frac{\lambda(x-d')}{s}$	 **0,5**
4)	Les ondes de longueur d'onde différentes <u>n'interférent pas , elles sont incohérentes</u>. <u>Chaque longueur d'onde donne son propre système de frange qui se superposent à celui des autres longueurs d'onde.</u> En y, la lumière contient des ondes qui sont en interférences constructives, d'autres en interférences destructives, et des ondes qui sont dans un cas intermédiaires. Sur l'écran on observera donc une <u>raie centrale (y=0) blanche car toutes les longueurs d'onde sont en interferences constructives,</u> puis <u>des franges colorées de par et d'autre de l'axe Rz</u> Le spectroscope fait apparaitre le spectre visible avec des intensités pour chaque longueur d'onde qui dépendent de leurs conditions d'interférences. On obtient des raie noires pour celles en interférences destructives. On a alors : $\delta = \frac{y.s}{(x-d')} = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$. $400nm \leq \lambda \leq 800nm$ sss $400nm \leq \frac{2\delta}{(2n+1)} \leq 800nm$ $\frac{\delta}{800nm} - \frac{1}{2} \leq n \leq \frac{\delta}{400nm} - \frac{1}{2}$ AN : $\delta = 6000nm$ $7 \leq n \leq 14,5$ n est donc compris entre 7 inclus et 8, on observe donc 8 cannelures.	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,5** **0,5** **0,5** **0,5 pour la méthode** **0,5 pour l'encadrement juste** **0,25+0,75** **0,5** **(compter juste si 7 cannelures)**
EXERCICE 2 – Diffraction de Fraunhofer par un prisme d'angle faible		**9 points** **Bonus 1**
a)	 Figure 2 – Diffraction par le prisme $\delta_{MP-OP} = n\,MN - n_0\,OJ$	**0,5** **Tracé correct de OJ** **0,5**

b)	Par exemple, méthode 1 : Dans le triangle ONJ, $\cos\left(\pi/2-\theta-\alpha\right)=\sin\left(\theta+\alpha\right)=\dfrac{OJ}{ON}$ Dans le triangle OMN, $\cos\left(\alpha\right)=\dfrac{x}{ON}\approx 1$, d'où $ON\approx x$ et $\tan\left(\alpha\right)=\dfrac{MN}{x}\approx\alpha$, d'où $MN\approx\alpha\, x$ On obtient $\delta_{MP-OP}=n\,\alpha\, x-n_0\sin\left(\theta+\alpha\right)x=n\,\alpha\, x-n_0\left(\sin\theta\cos\alpha+\sin\alpha\cos\theta\right)x$ Et donc : $\delta_{MP-OP}=n\,\alpha\, x-n_0\left(\sin\theta+\alpha\cos\theta\right)x=\left[\left(n-n_0\cos\theta\right)\alpha-n_0\sin\theta\right]x$	**2 point pour méthode et résultat juste (0,5 pour MN, 1,5 pour OJ)** Compter juste s'il reste sin(α+θ) et 1/cos(α) dans les expression finales
c)	Tout surface élementaire dxdy de la surface de sortie du prisme, au niveau du point N, soumis à l'onde d'amplitude A(N), agit comme <u>une source secondaire qui rayonne une onde sphérique</u> d'amplitude K(θ,λ). A(N)/r. Avec r la distance parcourue entre le point N et le point P à l'infini. Pour θ faible, <u>K(θ, λ) est considéré comme constant</u>. <u>A(N) est identique quel que soit le point N</u> de la surface de sortie du prisme. <u>Au niveau du point P, les angles étant faibles, on approxime K(θ, λ). A(N)/r par une constante K'</u> Donc l'onde émise par le point N et reçue au point P s'écrit : $\underline{a}\left(P,t\right)=K'\int_0^b\int_0^a e^{j(\omega t-kr)}dxdy$ <u>On prend comme rayon de référence r_0, le rayon issu du point O</u> $\underline{a}\left(P,t\right)=K'e^{j(\omega t-kr_0)}\int_0^b\int_0^a e^{-jk(r-r_0)}dxdy=K'e^{j(\omega t-kr_0)}\int_0^b\int_0^a e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_v}\delta_{MP-OP}}dxdy$ b étant grand devant la longueur d'onde conduit à un phénomène de diffraction négligeable OU BIEN : on s'interesse à la diffraction dans le plan xOz et donc δ_{MP-OP} ne dépend donc que de x. Donc $\underline{a}\left(P,t\right)=K'e^{j(\omega t-kr_0)}\int_0^a e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_v}\delta_{MP-OP}}bdx$ **La question est sur 2,5 dont 1 points bonus car il est peu probable que la réponse des élèves soient completes.**	**0,25** **0,25** **0,25** **0,5** **0,5** **0,25** **0,5**
d)	$\underline{a}\left(P,t\right)=K'e^{j(\omega t-kr_0)}\int_0^a e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_v}f(\alpha,\theta)x}bdx$ Attention il y a différentes voies pour arriver à I, par exemple :	

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

$\underline{a}(P,t)=K' b\, e^{j(\omega t-kr_0)}\left(-\frac{\lambda_v}{j2\pi f(\alpha,\theta)}\right)\left[e^{-j\frac{2\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}x}\right]_0^a = K' b\, e^{j(\omega t-kr_0)}\left(-\frac{\lambda_v}{j2\pi f(\alpha,\theta)}\right)\left[e^{-j\frac{2\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}-1\right]$

$\underline{a}(P,t)=K' b\, e^{j(\omega t-r_0)}\left(-\frac{\lambda_v}{j2\pi f(\alpha,\theta)}\right)e^{-j\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}\left[e^{-j\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}-e^{+j\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}\right]$

$=K' b\, e^{j(\omega t-r_0)}\left(\frac{\lambda_v}{2\pi f(\alpha,\theta)}\right)e^{-j\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}\,2\sin\left(\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a\right)$

$=K' ab\, e^{j(\omega t-r_0)}e^{-j\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a}\sin c\left(\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a\right)$

$I=\underline{a}.\overline{\underline{a}}=\left(K' ab\right)^2\operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi f(\alpha,\theta)}{\lambda_v}a\right)$

</td>
<td>

2 pour le calcul juste

(1 pour le principe du calcul mais des erreurs manifestes)

Compter juste si I est juste mais pas exprimé en fonction de sinc

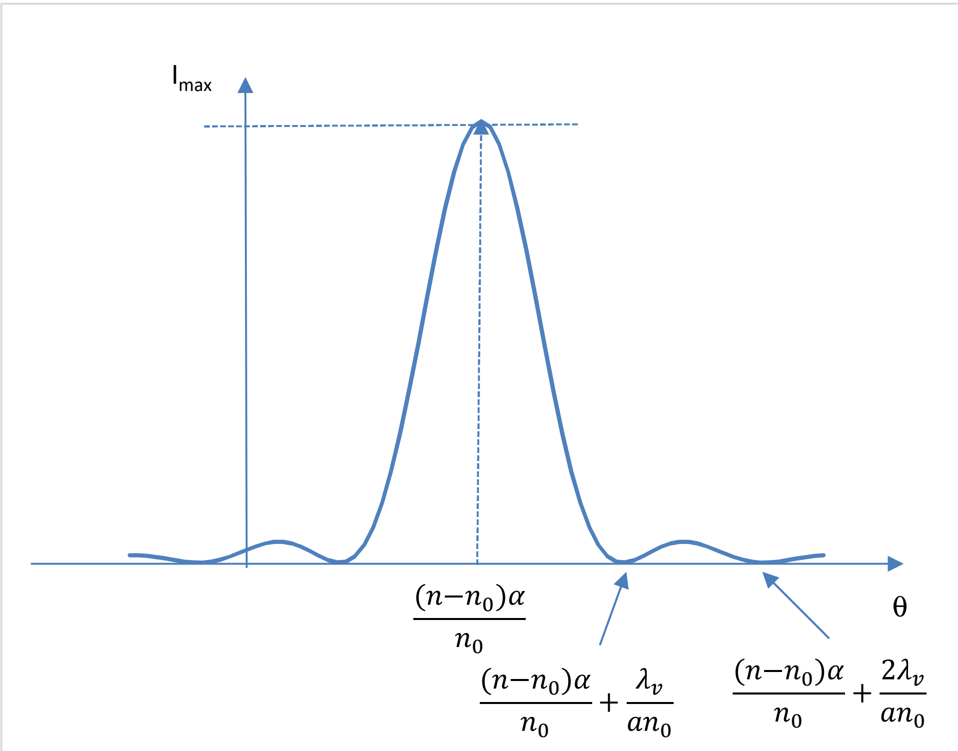
0,5(pour la valeur cohérente de Imax)

</td>
</tr>
<tr>
<td>e)</td>
<td>

Avec $f(\alpha,\theta)=\left[(n-n_0\cos\theta)\alpha-n_0\sin\theta\right]$

$I=\underline{a}.\overline{\underline{a}}=I_{\max}\operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi a\left[(n-n_0\cos\theta)\alpha-n_0\sin\theta\right]}{\lambda_v}\right)$

Avec les approximations, $I=I_{\max}\operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi a\left[(n-n_0)\alpha-n_0\theta\right]}{\lambda_v}\right)$



</td>
<td>

0,5

0,5 pour axe et allure

0,5 pour θ à I_{max},

0,5 pour θ à 1 valeur de I_{min}

</td>
</tr>
</table>
