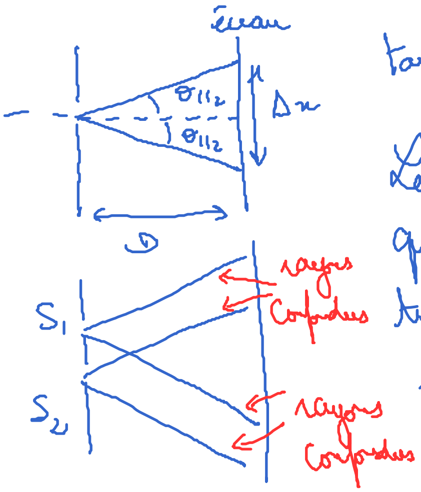
Correction DM 2

I. Exploitation d'une photo

1- Expression de $\delta(M)$ et i: $\delta(M) = \dfrac{ax}{D}$ et $i = \dfrac{\lambda D}{a}$

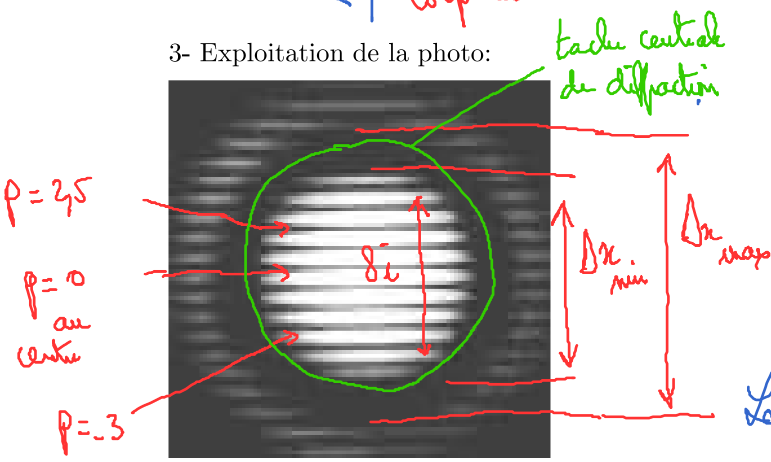
2- Expression de la largeur de la tache centrale de diffraction:



$\tan\theta_{1/2} = \dfrac{\Delta x/2}{D} \simeq \theta_{1/2}$ soit $\Delta x \simeq 2D\,\theta_{1/2}$

Les deux ouvertures donnent deux taches centrales de diffraction qui sont confondues car la distance a entre les ouvertures est très petite. Ainsi le champ d'interférence a la largeur de la tache centrale de diffraction.

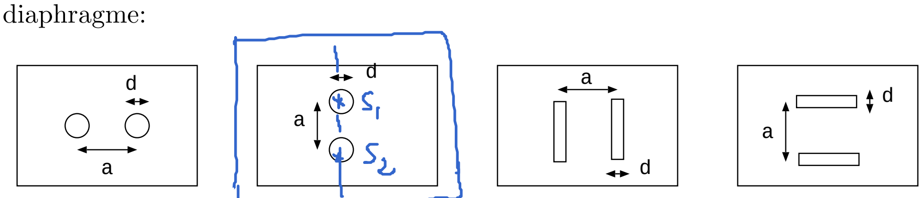
3- Exploitation de la photo:



On mesure : $\Delta x_{min} = 2,6$ cm et $\Delta x_{max} = 3,6$ cm soit $\Delta x = \dfrac{\Delta x_{min} + \Delta x_{max}}{2} = 3,0$ cm

La tache centrale de diffraction est un disque donc les ouvertures sont des trous circulaires. $\theta_{1/2} = \dfrac{1,22\lambda}{2R}$

3a- Choix du diaphragme:



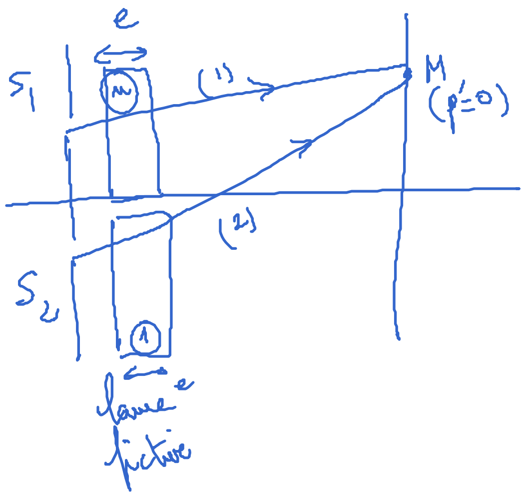
direction $S_1S_2 \perp$ à
la direction des franges avec des ouvertures circulaires

3b- valeur numérique de i: $8i = 2,0$ cm soit $i = 0,25$ cm avec $i = \dfrac{\lambda D}{a}$

Valeur numérique de a: $\boxed{a = \dfrac{\lambda D}{i}} = 325\ \mu m$

3c- Valeur numérique de la largeur d'une ouverture: $\Delta x = 2D\,\dfrac{1,22\lambda}{2R}$ donc $\boxed{R = \dfrac{1,22\,\lambda D}{\Delta x}} = 33\ \mu m$

4-



La frange centrale monte donc le chemin derrière S_1 est + court que celui derrière S_2, cela veut dire que la lumière derrière S_1 va moins vite : la lame est derrière S_1

$$\delta_{\substack{\text{avec}\\ \text{lame}}}(M) = \delta_{\substack{\text{sans}\\ \text{lame}}}(M) + \delta_{\substack{\text{lame}\\ 2/1}} = \frac{ax}{D} + (1 \times e - n \times e)$$

Sur la frange centrale en $x = 3{,}1$ cm, on a $\delta_{\substack{\text{avec}\\ \text{lame}}}(x = 3{,}1\text{ cm}) = 0$

d'où $\boxed{e = \dfrac{ax}{D(n-1)}} = \underline{13{,}4\ \mu\text{m}}$

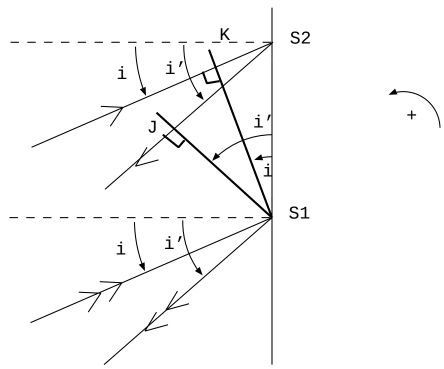
II. **Etude de la porte d'un four**

1. On a $\lambda = \dfrac{c}{f} = 12,2449\ cm$.

Cette relation conduit à $\dfrac{d\lambda}{df} = -\dfrac{c}{f^2}$ soit $\dfrac{\Delta\lambda}{\Delta f} = \dfrac{c}{f^2}$ et donc $\Delta\lambda = \dfrac{c\Delta f}{f^2} = 2,5\ mm$.

On a donc $\lambda = (122,5 \pm 2,5)\ mm$.

2.



Par principe de retour inverse de la lumière, M se comporte comme une source à l'infini.

Entre une source et une surface d'onde le chemin optique est constant donc $(SK) = (SS_1)$ et $(JM) = (S_1M)$.

$\delta(M) = (SK) + (KS_2) + (S_2J) + (JM) - (SS_1) - (S_1M) = KS_2 + S_2J = a\sin i + a\sin i'$ (j'ai choisi de travailler avec i et i' positifs, si vous travaillez avec le schéma de l'énoncé, pensez que $i' < 0$ donc quand on fera de la trigo on écrira $\sin(-i')$ pour avoir un nombre positif).

On cherche les angles i' qui correspondent à des interférences constructives soit des franges brillantes. On a $p = \dfrac{\delta}{\lambda} = \dfrac{a\sin i + a\sin i'}{\lambda}$ d'où la formule des réseaux en réflexion $\sin i + \sin i' = p\dfrac{\lambda}{a}$.

3. On mesure $5a = 10\ mm$ soit $a = 2\ mm$. La valeur maximale de $\dfrac{a}{\lambda}(\sin i + \sin i')$ est $\dfrac{2a}{\lambda} = 0,03$. On ne peut donc observer que l'ordre 0 qui correspond à la direction de l'optique géométrique, sans diffraction sur les motifs de la grille. Ainsi on a $i' = -i$, les ondes électromagnétiques sont totalement réfléchies sur la grille, elle ne peuvent pas sortir du four. La grille du four se comporte comme un miroir.

4. Pour la lumière visible La valeur maximale de $\dfrac{a}{\lambda}(\sin i + \sin i')$ est $\dfrac{2a}{\lambda} = 6667$ en prenant la longueur d'onde moyenne 600 nm. Il y a donc une infinité d'ordres visibles, pour la lumière visible, il y a de la diffraction et la lumière visible traverse la porte du four, on peut donc voir les aliments en étant protégé des ondes micro ondes qui sont dangereuses pour nous.

III. **Radar autoroutier**

1. On a $s_M(t) = Ks_es_r = KES\cos(2\pi f_et)\cos(2\pi f_rt) = \dfrac{KES}{2}(\cos(2\pi(f_e+f_r)t) + \cos(2\pi(f_r - f_e)t))$. Le signal $s_M(t)$ est donc la somme de deux sinusoides de fréquences $f_e + f_r \approx 2f_e$ et $|f_e - f_r| = \dfrac{2v_0f_e}{c}$.

2. On cherche à mesurer v_0 donc il faut conserver le pic de fréquence $|f_e - f_r| = \dfrac{2v_0f_e}{c}$ et éliminer le pic de fréquence $f_e + f_r \approx 2f_e$. Pour cela on utilise un filtre passe bas dont la fréquence de coupure doit être comprise entre ces deux fréquences. Le filtre passe bas se construit en prenant la tension de sortie aux bornes du condensateur dans la circuit RLC série.

3. Après filtrage, le signal a pour fréquence $|f_e - f_r| = \dfrac{2v_0f_e}{c} = f' = 2,80.10^3\ Hz$. On en déduit la vitesse du véhicule par $v_0 = \dfrac{f'c}{2f_e} = 42\ m/s = 151\ km/h$.