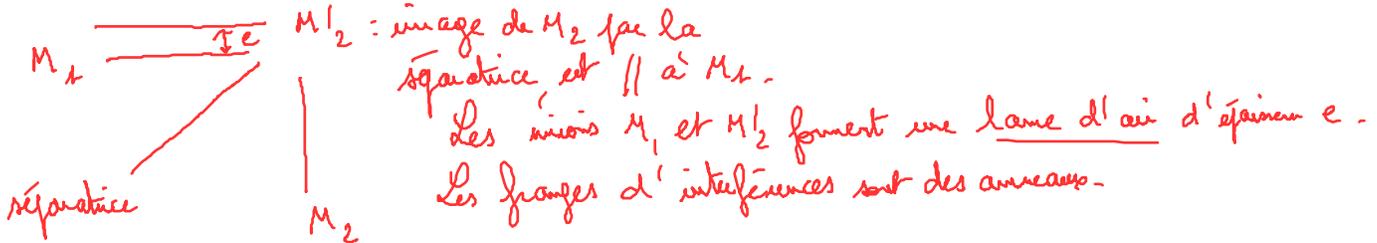


Apprendre le cours sur le Michelson

1. Qu'est-ce que la lame séparatrice? la lame compensatrice? quelles sont leurs rôles?

La lame séparatrice est une lame de verre d'épaisseur d et d'indice n avec une face réfléchissante. Elle sert à créer deux rayons qui ne suivent pas le même chemin : un rayon transmis et un rayon réfléchi. La compensatrice est une lame de verre d'épaisseur d et d'indice n , elle sert à ce que les rayons qui interfèrent traversent le même nombre de fois les lames, pour que la séparatrice ne crée pas de \neq de marche entre ces rayons.

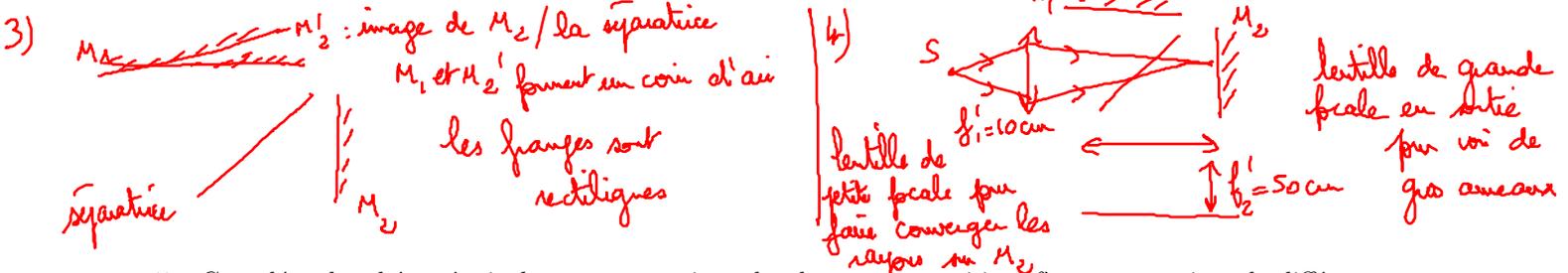
2. Faire un schéma du Michelson réglé en lame d'air et préciser dans ce cas la forme des franges.



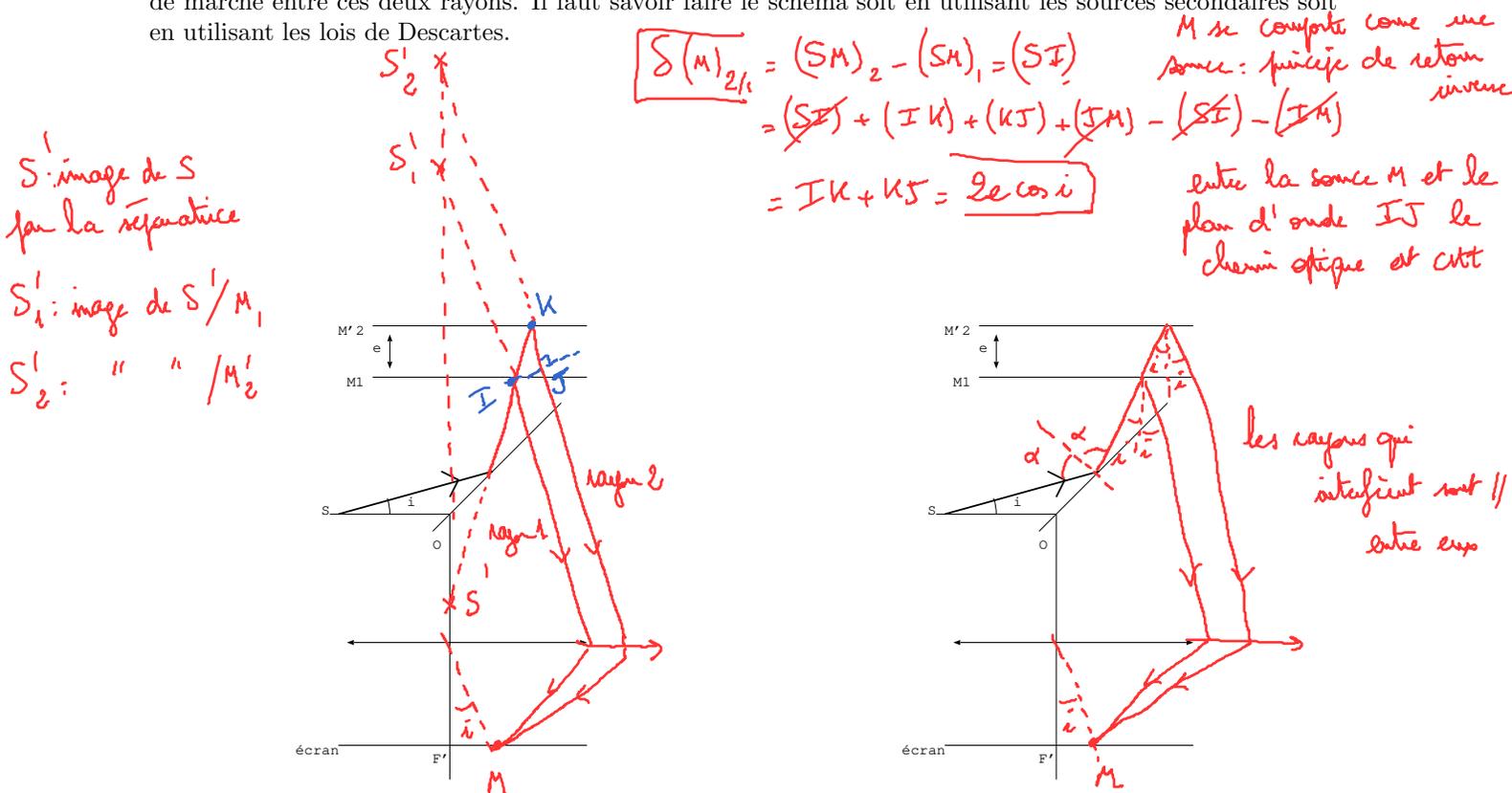
3. Faire un schéma du Michelson réglé en coin d'air et préciser dans ce cas la forme des franges.

Dans toute la suite le Michelson est réglé en lame d'air:

4. Dans le montage du Michelson en lame d'air, on dispose de deux lentilles de focales $f_1 = 10 \text{ cm}$ et $f_2 = 50 \text{ cm}$. Préciser où sont placées ces lentilles et donner leur rôle.

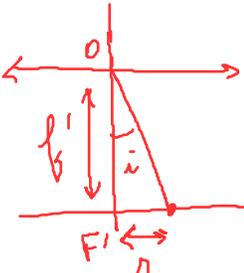
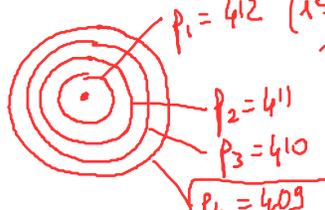


5. Compléter le schéma équivalent en construisant les deux rayons qui interfèrent et exprimer la différence de marche entre ces deux rayons. Il faut savoir faire le schéma soit en utilisant les sources secondaires soit en utilisant les lois de Descartes.



6. Le Michelson est éclairé par une lumière de longueur d'onde $\lambda = 630 \text{ nm}$. L'épaisseur de la lame d'air est $e = 130 \mu\text{m}$. On observe dans le plan focal d'une lentille de focale $f' = 40 \text{ cm}$. Calculer l'ordre d'interférences au centre de l'écran, en déduire l'ordre d'interférences du 4^{ème} anneau brillant et calculer le rayon de cet anneau.

Le centre de l'écran est F' , c'est le centre des anneaux.
 Au centre : $i=0$ soit $p_0 = \frac{2e}{\lambda} = 412,7$: le centre ici est gris, p_0 est l'ordre d'interférences maximal

$p_1 = 412$ (1^{er} anneau brillant)
 $p_2 = 411$
 $p_3 = 410$
 $p_4 = 409$

$p_k = p_0 \cos i_k = p_0 \left(1 - \frac{i_k^2}{2}\right)$
 $r_k = f' \tan i_k \approx f' i_k \Rightarrow r_k = \sqrt{2f' \left(1 - \frac{p_k}{p_0}\right)}$
 $r_4 = 5,4 \text{ cm}$

7. Le Michelson est éclairé par une lumière de longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$. L'épaisseur de la lame d'air est $e = 170 \mu\text{m}$. On observe dans le plan focal d'une lentille de focale $f' = 50 \text{ cm}$. L'angle d'incidence i pour valeur maximal $i_{max} = 12^\circ$. Calculer les ordres d'interférences extrêmes sur l'écran et en déduire le nombre d'anneaux brillants que l'on peut observer.

l'ordre d'interférences maximal est au centre de l'écran en F' pour $i=0$:
 $p_{max} = p_0 = \frac{2e}{\lambda} = 629,6$ (le centre est gris)

l'ordre d'interférences minimal est pour $i_{max} = 12^\circ$:
 $p_{min} = p_0 \cos i_{max} = 615,9$

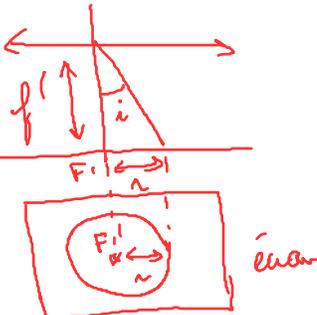
Les anneaux brillants sont pour des valeurs de p entières entre p_{min} et p_{max} soit $p = 616, 617, \dots, 629$
 il y a donc 14 anneaux brillants

$p = \frac{2e \cos i}{\lambda}$

8. Le Michelson est éclairé par une lumière de longueur d'onde $\lambda = 710 \text{ nm}$. On observe dans le plan focal d'une lentille de focale $f' = 50 \text{ cm}$. Les 5^{ème} et 8^{ème} anneaux brillants sur l'écran ont pour rayons respectifs $r_5 = 3,2 \text{ cm}$ et $r_8 = 6,8 \text{ cm}$. Donner la différence des ordres d'interférences $p_5 - p_8$ entre ces deux anneaux. Montrer que $r_8^2 - r_5^2 = \frac{2f'^2(p_5 - p_8)}{p_0}$. En déduire l'épaisseur de la lame d'air.

$p_6 = p_5 - 1$ $p_7 = p_5 - 2$ $p_8 = p_5 - 3$ = quand on s'éloigne du centre, $p \downarrow$
 d'où $p_5 - p_8 = 3$

$p = p_0 \cos i \approx p_0 \left(1 - \frac{i^2}{2}\right) \Rightarrow p = p_0 \left(1 - \frac{r^2}{2f'^2}\right)$ d'où $p_5 - p_8 = p_0 \left(\frac{r_8^2 - r_5^2}{2f'^2}\right)$
 $r = f' \tan i \approx f' i$ soit $p_0 = \frac{2f'^2(p_5 - p_8)}{r_8^2 - r_5^2} = 416,7 = \frac{2e}{\lambda} \Rightarrow e = 148 \mu\text{m}$



9. Le Michelson est éclairé par une source qui contient deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 voisines. On note λ_m la longueur d'onde moyenne. On observe dans le plan focal image d'une lentille de focal $f' = 60 \text{ cm}$. A l'écran on observe le phénomène de brouillage pur différentes valeurs de e . Expliquer le phénomène et montrer que les valeurs de e pour lesquelles il y a brouillage s'écrivent $e_k = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_m^2}{2\Delta\lambda}$. On mesure deux brouillages successifs pour $e = 2,31 \text{ mm}$ et $e' = 2,54 \text{ mm}$ pour $\lambda_m = 540 \text{ nm}$. En déduire $\Delta\lambda$.

Chaque λ donne son propre système de franges et à l'écran on observe la superposition des 2 systèmes de franges. Il y a brouillage quand les franges brillantes pour λ_1 (p_{λ_1} entier) se superposent aux franges sombres pour λ_2 (p_{λ_2} demi-entier) soit :

$p_{\lambda_1} - p_{\lambda_2} = k + \frac{1}{2}$ (k entier)

soit $\frac{2e}{\lambda_1} \cos i - \frac{2e}{\lambda_2} \cos i = k + \frac{1}{2}$ ici $i \approx 0$ donc $\cos i = 1$ (on DL à l'ordre 1 suffit)

d'où $\frac{2e}{\lambda_1} - \frac{2e}{\lambda_2} = \frac{2e(\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1 \lambda_2} = \frac{2e \Delta\lambda}{\lambda_m^2} = k + \frac{1}{2}$

donc $e_k = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_m^2}{2\Delta\lambda}$

$e_{k+1} - e_k = \frac{\lambda_m^2}{2\Delta\lambda} \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{\lambda_m^2}{2(e' - e)} = 6,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$