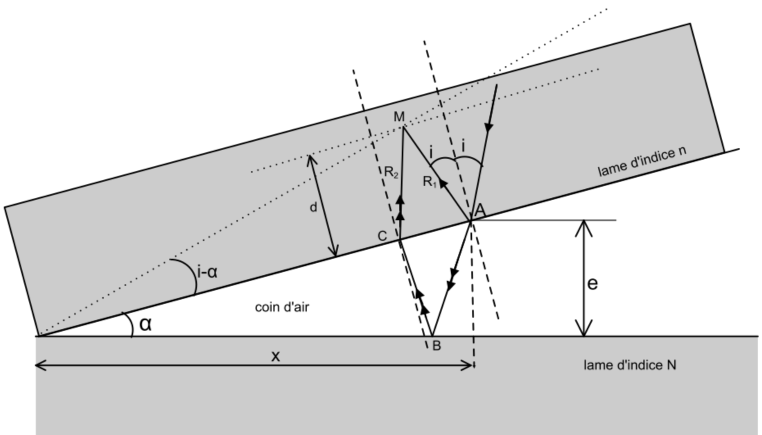
INTERFÉRENCES
30 novembre 2015

I Franges d'égale épaisseur

1 Coin d'air

Le système est constitué de deux lames de verre de nature à priori différentes et de très faible épaisseur (environ 0,1 mm).
La lame supérieure n'introduit qu'un décalage latéral non représenté sur la figure. On la considère comme une lame infiniment fine semi-réflechissante.
L'étude des interférence peut se faire soit avec les deux premiers rayons réfléchis R_1 et R_2 ou par transmission.
Les deux lames de verre forment cette fois un angle α supposé très faible dans ce qui suit.



1.1 différence de marche géometrique

la différence de marche δ ici peut s'écrire comme $\delta = [AM]_{R_2} - [AM]_{R_1}$.
$[AM]_{R_1} = nAM$ dans la lame supérieure.
$[AM]_{R_2} = AB + BC + nCM$
Soit

$$\delta = AB + BC + nCM - nAM \tag{1}$$

1.2 approximations

Dans cette étude de nombreuses approximations sont faites :
- $i \simeq \alpha$ c'est à dire que les rayons arrivent quasiment à la verticale.
- $AM \simeq CM \simeq d$
- $AB \simeq BC \simeq e$

En remplaçant dans l'équation 1 on obtient :

$$\delta = 2e \tag{2}$$

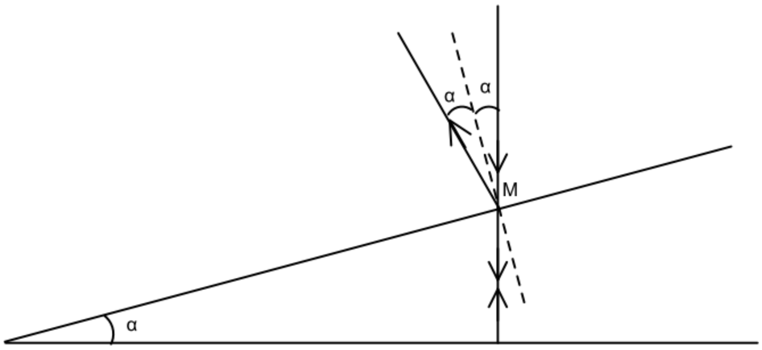


FIGURE 1 – Schéma dans l'approximation

1.3 différence de marche globale

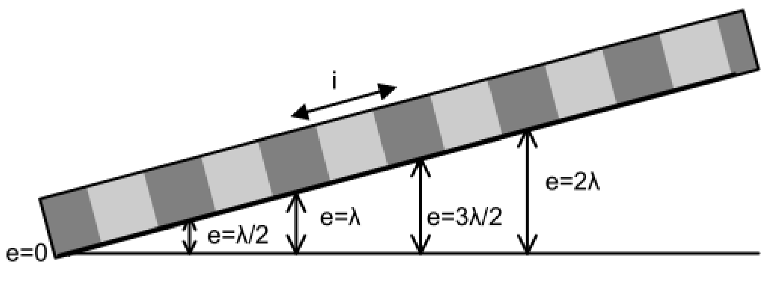
A cette différence de marche géometrique il faut prendre en compte les déphasage de $\frac{\pi}{2}$ qui sont introduit lors d'une réflexion sur un dioptre tel que $n_1 < n_2$. C'est le cas pour le rayon R_2 quand il se réfléchit sur la lame de verre inférieure.
On obtient au final :

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} \tag{3}$$

1.4 Franges d'interférences

La différence de marche ne fait intervenir finalement que l'épaisseur du coin d'air e au point d'incidence. Par symétrie on obtient donc à la rencontre de R_1 et R_2 une frange rectiligne parallèle à l'arête du coin d'air.
On peut calculer l'épaisseur e en A par $e = tan(\alpha) \cdot x$ Où x représente l'abscisse de A sur l'axe horizontal mesurée à partir du coin d'air. Comme α est petit on peut utiliser l'approximation suivante $tan(\alpha) = \alpha$ ou α est en radians.
On obtient finalement :

$$\delta = 2\alpha \cdot x + \frac{\lambda}{2} \tag{4}$$



Franges Lumineuses : L'obtention d'une interférence constructive correspond à $\delta = k\lambda$ c'est à dire $2\alpha x + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$ soit

$$e = \left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} \tag{5}$$

ou

$$x_k = \left(k - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2\alpha} \tag{6}$$

avec $k \in \mathbb{N}$.

Franges sombres : Pour une interférence destructive $\delta = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$ soit

$$e = k\frac{\lambda}{2} \tag{7}$$

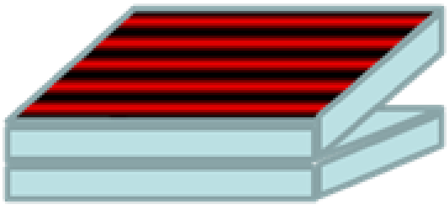
ou

$$x_k = k\frac{\lambda}{2\alpha} \tag{8}$$

L'interfrange i entre deux franges lumineuses vaut donc

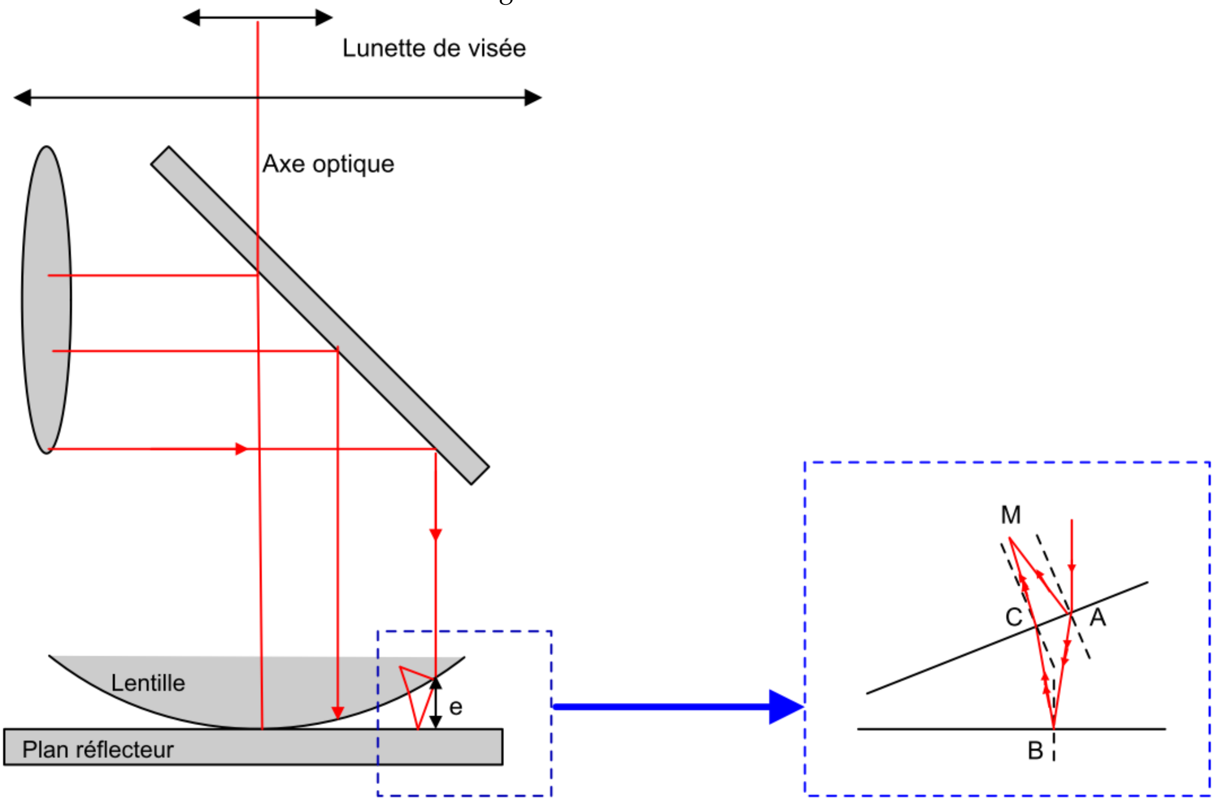
$$i = \frac{\lambda}{2\alpha} \tag{9}$$

Interfranges : Les franges sont d'autant plus fines et sérrées que α est grand. La distance d ou se forme l'interfrange est trés petite pour une inclinaison verticale. La figure d'interférence est donc très proche du côté inférieur de la lame du dessus. Elles sont observées en général avec une lunette de visée.



2 Anneaux de Newton

Une expérience tout à fait comparable consiste à remplacer la lame de verre supérieure par une lentille plan-convexe. Localement le système se comporte comme un coin d'air comme l'illustre la figure ci-dessous.

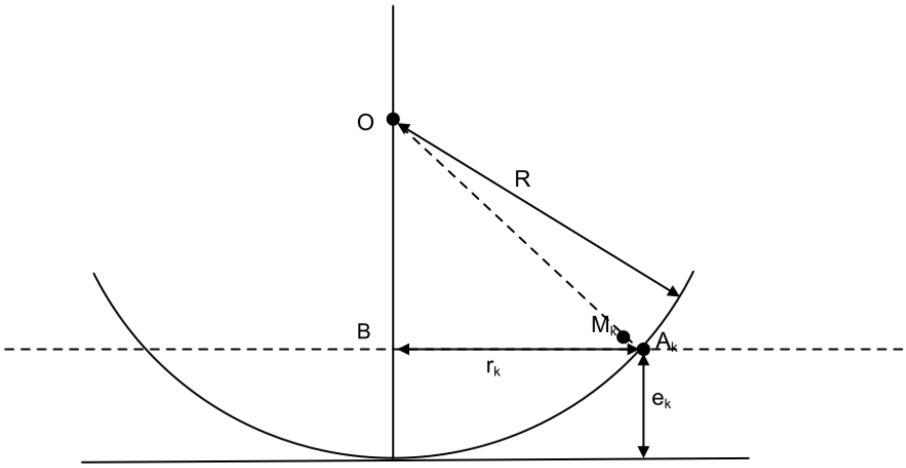


La lentille est éclairée par des rayons verticaux.
Le dispositif admet cette fois une symétrie de révolution. On observe des anneaux centrés sur l'axe optique.

2.1 Différence de marche

La formule est similaire au coin d'air $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}$
Pour un point A pour lequel il se forme une interférence constructive d'ordre k l'épaisseur locale vaut donc $e_k = \left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ (voir equation 5).

2.2 rayon des anneaux



Les point A_k et M_k (point de rencontre des rayons réfléchis issus de A_k sont considérés suffisament proches pour être confondus. Le rayon r_k correspondant á l'anneau lumineux d'ordre k est donc BA_k.
Dans le triangle OBA_k on peut écrire $R^2 = r_k^2 + (R - e_k)^2$
soit $r_k^2 = 2Re_k - e_k^2$ Comme $e_k \ll R$ le terme en e_k^2 est négligeable et on peut écrire

$$r_k = \sqrt{2e_kR} \tag{10}$$

En remplaçant e_k par son expression en fonction de λ on obtient finalement

Pour les anneaux lumineux :

$$r_k = \sqrt{R\lambda\left(k - \frac{1}{2}\right)} \tag{11}$$

Il est à noté que le rayon r_k varie comme $\sqrt{k}$ les anneaux sont donc de plus en plus serrés quand on va vers l'extérieur.

Pour les anneaux sombres :

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \tag{12}$$

Le système des anneaux est à centre sombre. (si la lentille repose sur le plan réflecteur)

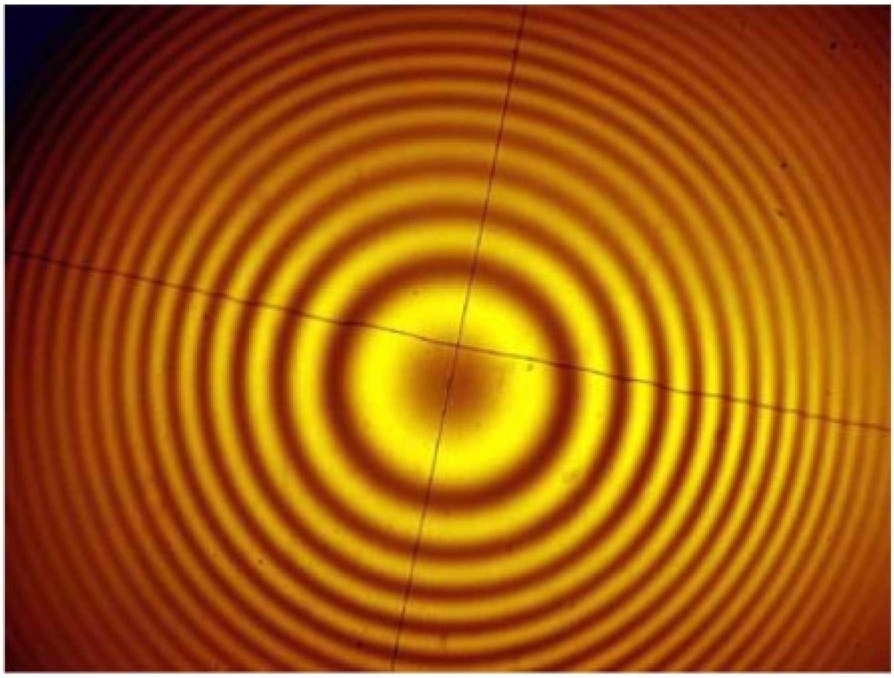


FIGURE 2 – Photographie des anneaux de Newton en réflexion. Le dispositif est éclairé avec une lampe à vapeur de sodium en réflexion

FIGURE 3 – Anneaux de Newton en Lumière blanche