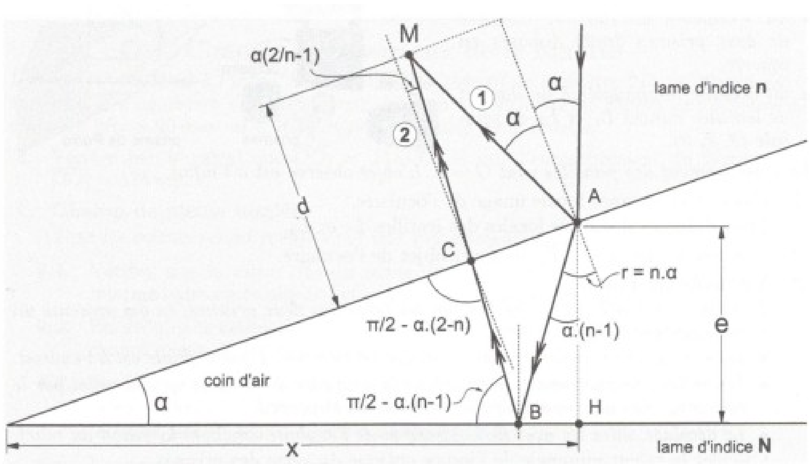
Franges d'égale épaisseur, coin d'air

Interférences obtenues avec un coin d'air

Le système étudié ici se compose de deux lames en verre d'indices optiques n et N à priori différents. La première lame est inclinée d'un angle α par rapport à la seconde qui est horizontale. Un faisceau vertical aborde en A l'interface séparant la lame inclinée de l'air et engendre :

- un faisceau réfléchi 1
- un faisceau réfracté 2. Ce dernier subit une réflexion sur la seconde lame puis une nouvelle réfraction sur la première.

Les deux faisceaux interfèrent en un point M.



Différence de chemin optique

Il faut calculer la différence delta des chemins optiques suivis par les deux faisceaux entre A et M :

- faisceau 1 : $\delta_1 = n\, AM$
- faisceau 2 : $\delta_2 = AB + BC + n\, CM$

Donc $\delta = \delta_2 - \delta_1 = AB + BC + n\, CM - n\, AM$.

L'inclinaison α est supposée très faible. On restreint les calculs à des développements limités au 1er ordre par rapport à α . Par exemple, la loi de la réfraction s'écrit : $r \approx n\alpha$.

Par un calcul purement géométrique, on obtient : $\delta = 2e$.

Il faut également ajouter d'éventuels déphasage dus aux réflexions. Dans le cas présent :

- le faisceau 1 est réfléchi sur un milieu d'indice plus faible que le milieu d'origine, il n'est donc pas inversé.
- le faisceau 2 est réfléchi sur un milieu d'indice plus élevé, il est donc inversé.

On obtient donc : $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}$.

Dans le cas plus général où le coin est un milieu d'indice n_c , on obtient :

$$\boxed{\delta = 2 n_c e + \frac{\lambda}{2} \quad (\text{si } n_c < n \text{ et } n_c < N)}$$

La présence de $\lambda/2$ dépend de valeurs relatives des indices.

Franges d'interférence

Les franges sont des droites parallèles à l'arête du coin d'air. L'épaisseur e conditionne entièrement la nature de l'interférence, c'est pourquoi on qualifie les franges lumineuses obtenues de **franges d'égale épaisseur**.
On utilise fréquemment la distance x par rapport à l'arête du coin d'air

$$e = x\tan(\alpha) \approx x\,\alpha \qquad \text{et donc} \qquad \delta = 2\,x\,\alpha + \frac{\lambda}{2}$$

Interférence constructive : $\delta = k\,\lambda$, c'est à dire

$$\boxed{e = \left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} \qquad \text{ou} \qquad x = \left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2\,\alpha}}$$

Interférence destructive : $\delta = k\,\lambda + \frac{\lambda}{2}$, c'est à dire

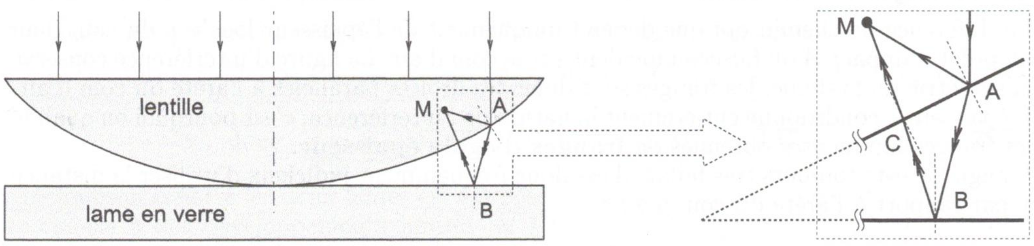
$$\boxed{e = k\frac{\lambda}{2} \qquad \text{ou} \qquad x = k\frac{\lambda}{2\,\alpha}}$$

Interfrange : $i = \frac{\lambda}{2\,\alpha}$.

La distance entre le point M et la surface du coin d'air est très faible. La figure d'interférence est donc localisée dans la lame supérieure au voisinage de la surface du coin d'air, à l'inverse des interférences obtenues avec une lame à faces parallèles, pour laquelle elles sont localisées à l'infini.

Anneaux de Newton

On remplace la lame supérieure par une lentille plan-convexe. La face plane de la lentille est éclairée sous incidence normale.



La figure d'interférence est constituée d'anneaux concentriques. Ces franges d'interférence sont localisées au voisinage de la surface de la lentille.

L'expression du rayon r_k des anneaux lumineux en fonction de k et du rayon de courbure de la lentille R est :

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