

Notice

Lames de verre pour les interférences

Réf. 00751



1. Descriptif de l'appareil

1. Introduction

Ces lames de verre sont utilisées par paire pour observer les anneaux de newton ou les figures d'interférences d'un coin d'air. Des feuilles à cigarette sont livrées dans l'ensemble. Elles seront positionnées entre 2 lames de verre pour créer un coin d'air.

2. Contenu de l'emballage

- un lot de 6 lames de verre
- un paquet de feuilles à cigarette
- une notice

2. Caractéristiques

- Dimensions : 150 x 25 x 3 mm
- Indice de réfraction du verre : 1,5
- Masse : 170 g le lot de 6

3. Utilisation

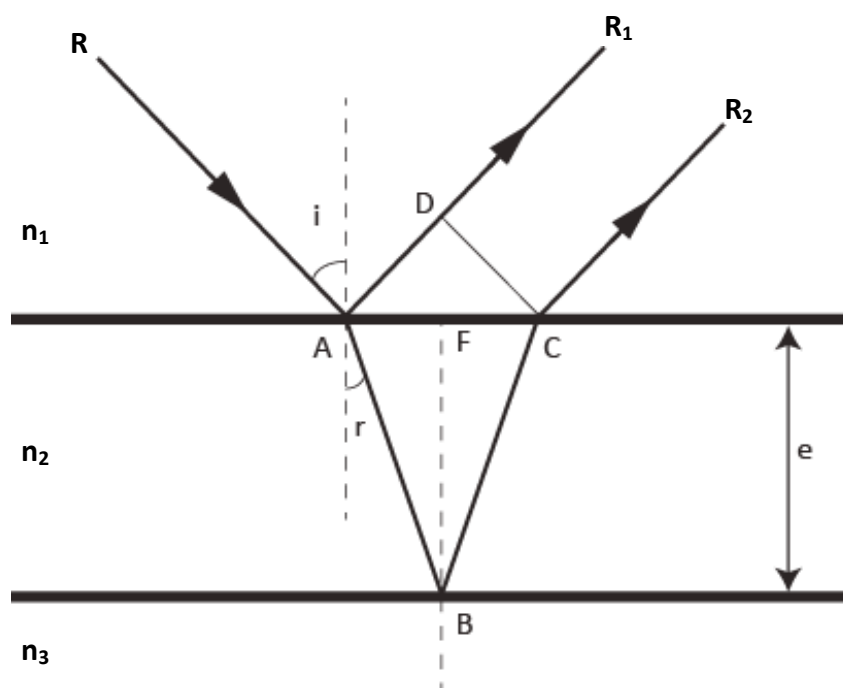
Matériel nécessaire :

- 2 lames de verre
- une source lumineuse monochromatique (alimentation spectrale + lampe sodium, par exemple)

Expérience :

- Accolez 2 lames de verre l'une sur l'autre
- Éclairez les lames de verre par la lumière monochromatique
- Observez en réflexion ou en transmission la figure d'interférences obtenue

Théorie :



Soit une lame de verre d'épaisseur e et d'indice de réfraction n_2 placée entre 2 milieux d'indice respectif n_1 et n_3 .

Un rayon R arrivant sur cette lame se réfléchit sur la face supérieure de la lame, en un rayon R_1 . Une partie du rayon R est transmis au sein de la lame et est réfléchi sur la seconde face de la lame pour ressortir de celle-ci en un rayon R_2 parallèle au rayon R_1 .

La différence de chemin optique ou différence de marche δ entre les rayons R1 et R2 est donnée par la relation suivante :

$$\delta = [AB] + [BC] - [AD] = n_2 AB + n_2 BC - n_1 AD$$

où $[AB]$ est le chemin optique AB qui vaut $n_2 AB$;

$[BC]$ est le chemin optique BC qui vaut $n_2 BC$;

$[AD]$ est le chemin optique AD qui vaut $n_1 AD$

Or : $AB = BC = e / \cos r$;

$AD = AC \cdot \sin i = 2 \cdot AF \cdot \sin i$ et comme $AF = e \cdot \tan r$ donc $AD = 2 \cdot e \cdot \tan r \cdot \sin i$

On a donc :

D'après la loi de réflexion on sait que :

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

En remplaçant dans l'expression de δ , on a :

Or on sait que d'où -

Il en résulte que :

La différence de marche est donnée par l'expression :

Or lorsque la lumière passe d'un milieu moins réfringent vers un milieu plus réfringent ($n_2 > n_1$), on dit que la réflexion est vitreuse et le rayon réfléchi parcourt un chemin supplémentaire égal à $-\lambda$. Dans le cas contraire, ce chemin supplémentaire n'est pas pris en compte

On pourra ainsi généraliser l'expression de la différence de marche par la relation suivante :

-

avec $\epsilon = 0$, si $n_1 < n_2 < n_3$ et $\epsilon = 1$ dans le cas contraire

Par exemple dans le cas d'une lame de verre dans l'air, $n_1 = 1$, $n_2 = 1,5$ et $n_3 = 1$, ϵ est donc égal à 1 et la différence de marche vaut :

-

Remarque : on pourra faire le même raisonnement en étudiant le rayon transmis et on aboutira au résultat suivant :

-

avec cette fois $\epsilon = 1$, si $n_1 < n_2 < n_3$ et $\epsilon = 0$ dans le cas contraire

Au niveau de l'intensité lumineuse obtenue, celle-ci est donnée par l'expression suivante :

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\delta)$$

Où I_1 et I_2 sont les intensités respectives des rayons 1 et 2

On définit alors l'ordre d'interférence par : —

L'équation précédente devient alors :

$$I = 4I_0 \cos^2(\delta/2)$$

On constate que :

- l'intensité sera maximale pour $p = k$ (où k est un entier) car dans ce cas $\cos 2\pi p = 1$
- l'intensité sera minimale pour $p = k + 1/2$ (où k est un entier) car dans ce cas $\cos 2\pi p = -1$

La figure d'interférences représentant des anneaux, les anneaux lumineux seront donc obtenus pour $p = k$ et les anneaux sombres seront obtenus pour $p = k + 1/2$

Une des applications des interférences est le traitement anti-reflet. Le principe est alors d'essayer de limiter la réflexion par interférence. Pour cela, on fera en sorte que l'intensité du rayon réfléchi soit minimale (on parle aussi d'interférence destructive) et d'après ce qu'on a vu ci-dessus il faudra que :

$$2n_2 d \cos r = \lambda/2$$

Pour obtenir l'épaisseur la plus faible on travaillera avec le premier ordre d'interférence impliquant une intensité minimale, à savoir pour $k = 0$ donc :

$$2n_2 d \cos r = \lambda/2 \quad (1)$$

En travaillant sous incidence normale, r est très faible et proche de 0, donc $\cos r \approx 1$. De plus la couche mince vient s'intercaler entre l'air et le verre. Le matériau choisit a un indice tel que $n_1 < n_2 < n_3$ donc dans ce cas $\mathcal{E} = 0$. Il résulte que la différence de marche est donnée par la relation :

En intégrant cette expression dans l'équation (1), on peut arriver à l'expression de l'épaisseur de la couche anti-reflet :

$$d = \lambda / (4n_2)$$

Ainsi pour le traitement anti-reflet d'une lentille, par une couche de fluorure de magnésium d'indice $n_2 = 1.38$, il faudra que cette couche ait une épaisseur de :

$$d = 550 / (4 \times 1.38) \approx 100 \text{ nm}$$

Ici on a utilisé $\lambda = 550 \text{ nm}$ car elle correspond à la longueur d'onde moyenne du spectre visible.