

# TD physique 17

## Interférences (1)

### Exercice 1

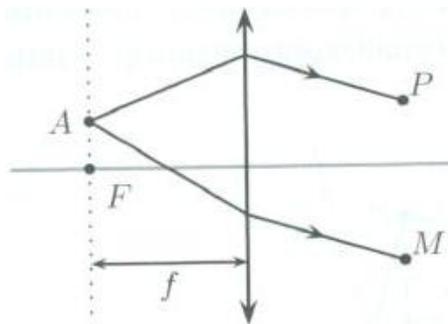
On éclaire le dispositif des fentes d'Young avec une source quasiment ponctuelle et monochromatique, de longueur d'onde 680 nm. On obtient la figure d'interférences sur un écran situé à une distance égale à 1m des fentes ( on considérera que c'est l'infini ). Le frange brillante d'ordre 4 se trouve à 28 mm de la frange centrale. Quelle est la distance entre les deux fentes ( considérées comme infiniment fines ) ?

### Exercice 2

On considère deux fentes parallèles de hauteur infinie, de largeur  $L$  et distantes de  $a$  (leurs milieux sont distants de  $a$ ). Donner l'allure de la figure d'interférence/diffraction obtenue à grande distance. Quelle doit être le rapport entre  $a$  et  $L$  pour qu'il y ait 10 franges brillantes à l'intérieur de la tache centrale ?

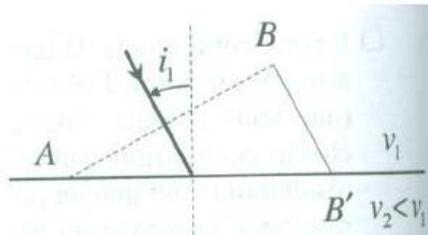
### Exercice 3

Calculer, dans le cas de la figure ci-dessous, la différence de chemin optique (différence de marche) entre le point  $A$ , situé dans le plan focal objet de la lentille, et les intersection  $P$  et  $M$  des deux rayons avec un plan perpendiculaire à l'axe optique. On introduira les données utilisées, notamment  $a$ , distance entre  $P$  et  $M$ .



### Exercice 4

Un dioptre plan  $AB'$  sépare deux milieux dans lesquels les célérités sont  $v_1$  et  $v_2 < v_1$ . Sur le schéma ci-dessous  $AB$  est un plan d'onde dans le milieu 1 à l'instant  $t$  ( $A$  est sur le dioptre). Représenter le plan d'onde correspondant  $A'B'$  dans le milieu 2 à l'instant  $t + \Delta t$  ( $B'$  est sur le dioptre) en utilisant le théorème de Malus. Montrer que cela permet de retrouver la loi de la réfraction.



## Exercice 5

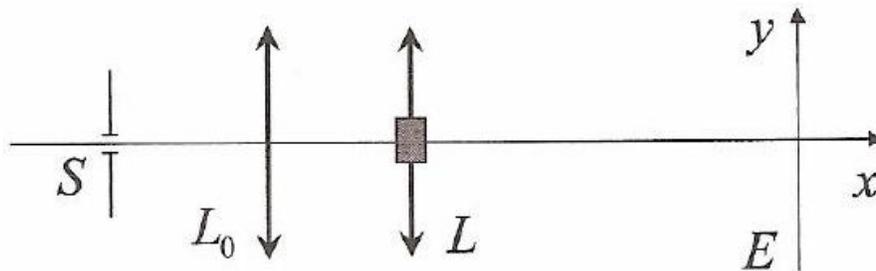
Une lame de verre cylindrique à face parallèles, d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$  est interposée entre une source ponctuelle  $S$  et un ensemble lentille convergente-écran (l'écran est dans le plan focal image de la lentille). On considérera que vont interférer les deux premières ondes :

- celle qui est transmise au travers des deux faces de la lame
- celle qui est transmise, réfléchi, réfléchi et enfin transmise

1. Que peut-on dire du coefficient de réflexion aux interfaces de la lame ?
2. Faire un schéma et tracer les rayons lumineux associés aux deux ondes qui vont interférer.
3. Expliquer pourquoi on observe des anneaux sur l'écran. Que peut-on dire de leur contraste ?
4. Montrer que la différence de marche entre les deux ondes qui vont interférer s'écrit  $\delta = 2nec\cos(r)$  où  $r$  est l'angle entre la normale aux interfaces de la lame et le rayon lumineux à l'intérieur de la lame.
5. En déduire, en considérant l'approximation des petits angles, que  $\delta \simeq 2ne \left(1 - \frac{i^2}{2n^2}\right)$  où  $i$  est l'angle d'incidence sur la lame.
6. La lumière incidente est monochromatique de longueur d'onde  $\lambda_0 = 488nm$ ,  $n = 1,66$  et  $f' = 50cm$ . Les deux premiers anneaux visibles ont pour rayons respectifs  $R_1 = 2,5cm$  et  $R_2 = 4,7cm$ . Déterminer l'épaisseur de la lame.

## Exercice 6

Une fente source  $S$  fine, monochromatique ( $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ ) est placée dans le plan focal d'une lentille convergente  $L_0$ . Un peu plus loin sont placées les deux moitiés d'une lentille convergente  $L$  de distance focale  $f = 25 \text{ cm}$ . Cette lentille a été scindée en deux suivant un diamètre; les deux moitiés sont écartées symétriquement d'une distance  $a = 2 \text{ mm}$ . L'intervalle ainsi créé entre les demi-lentilles est obturé par un cache opaque (parallèle à la fente  $S$ ). On observe dans un plan de front  $yEz$  situé à  $d = 50 \text{ cm}$  de  $L$ .

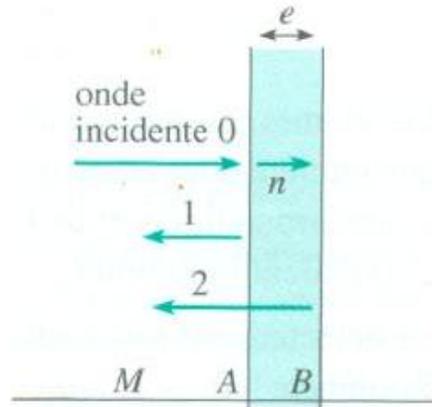


1. Expliquer pourquoi ce dispositif est équivalent à des fentes d'Young (préciser la distance entre les deux sources secondaires).
2. Décrire le système de franges et déterminer la largeur du champ d'interférence sur l'axe  $Ey$ . Quelle est l'intensité lumineuse en un point  $M$  du champ ? L'interfrange ? Combien y a-t-il de franges brillantes visibles ?
3. On place entre les deux lentilles, perpendiculairement à l'axe ( $Sx$ ) et au dessus de l'axe optique ( $y > 0$ ), une lame à faces parallèles d'un verre d'indice  $n = 1,52$ . Déterminer son épaisseur  $e$  pour que la frange d'ordre 0 soit à la limite du champ d'interférences.

## Exercice 7

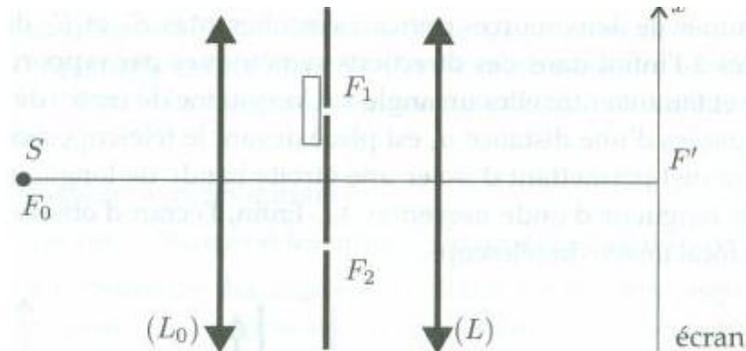
Une bulle d'eau savonneuse, d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n = 1,3$ , est éclairée sous incidence normale. Le coefficient de réflexion est faible, et on néglige les intensités des ondes issues de deux réflexions ou plus.

1. Quel déphasage présentent entre elles les deux ondes réfléchies ?
2. A quelle condition une lumière de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_0$  est-elle réfléchie avec une intensité maximale ?
3. Pourquoi la bulle, éclairée en lumière blanche, prend-elle des reflets colorés lorsqu'elle devient très mince ? Donner un ordre de grandeur de l'épaisseur d'une bulle colorée.



## Exercice 8

On considère des fentes d'Young «très fines» d'écartement  $a = 4mm$  éclairées en lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 589nm$ . La source ponctuelle  $S$  est dans le plan focal objet de la lentille  $L_0$  et l'écran est dans le plan focal image de la lentille  $L$ , de distance focale  $f' = 3m$ .



1. Calculer l'interfrange et l'éclairement en un point de l'écran.
2. On ajoute une lame à faces parallèles transparente d'indice  $n = 1,4$  et d'épaisseur  $e$  devant l'une des deux fentes. Dans quel sens sont décalées les franges ?
3. Le décalage sur l'écran est de  $3cm$ . Calculer  $e$ .

## Exercice 9

Deux miroirs plans  $M_1$  et  $M_2$ , d'arête commune  $\Delta$  (droite orthogonale au plan de la figure et passant par  $C$ ), font entre eux un angle presque plat :  $180^\circ - \alpha$  avec  $\alpha = 0,069^\circ$ . On considère une source ponctuelle en  $S$  à la distance  $R = SC = 1m$ , monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$ . On observe les franges d'interférence sur un écran orthogonal à  $(OC)$  placé à la distance  $z = 1,4m$  de  $C$ .

1. Identifier, en expliquant, le champ d'interférences. A quoi correspondent  $S_1$  et  $S_2$  indiqués sur le schéma ?
2. On note  $R = SC$ . Montrer que  $S_1C = S_2C = R$ .
3. Montrer que, comme indiqué sur la figure, l'angle  $\widehat{S_1CS_2}$  est égal à  $2\alpha$ .
4. En déduire que  $a = S_1S_2 = 2\alpha R$ .
5. Calculer numériquement  $a$ , quelle approximation peut-on faire ?
6. Exprimer et calculer l'interfrange sur l'écran compte-tenu de cette approximation.
7. Combien de franges sont visibles dans le champ d'interférences ?

