



Exercice 1 Conditions d'interférences

On considère deux ondes $a_1(M, t)$ et $a_2(M, t)$ issues d'une même source et ayant traversé un dispositif à division du front d'onde.

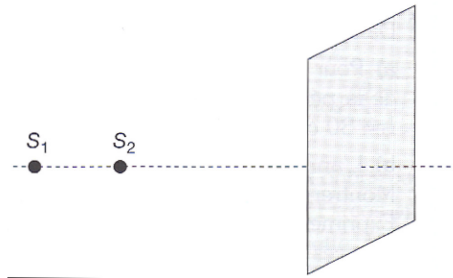
$$a_1(M, t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \phi_1) \quad \text{et} \quad a_2(M, t) = A_2 \cos(\omega_2 t + \phi_2)$$

1. Rappelez le principe d'un dispositif à division du front d'onde. Donner un exemple.
2. Rappelez les conditions que doivent nécessairement respecter les deux ondes pour être en cohérence mutuelle.
3. Dans ces conditions, démontrez la relation de Fresnel.
4. Définir l'ordre d'interférence p . Pour quelles valeurs de p a-t-on des franges sombres ?

Exercice 2 Analyse qualitative d'une figure d'interférence.

On s'intéresse aux interférences créées par deux sources ponctuelles cohérentes monochromatiques S_1 et S_2 de même fréquence distantes de d .

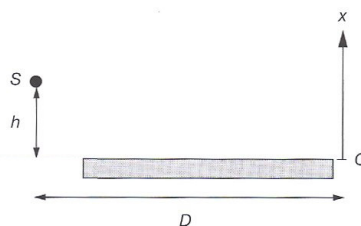
On place un écran perpendiculairement à l'axe (Ox) formé par les deux sources.



1. Prévoir sans calcul la forme de la figure d'interférence.
2. A quelle condition a-t-on une zone sombre au point d'intersection entre l'axe (Ox) et l'écran.

Exercice 3 Miroir de Lloyd

On considère une lampe à mercure placée devant un diaphragme et un filtre interférentiel de sorte que l'on puisse considérer cette source de lumière comme une source de lumière ponctuelle et monochromatique S située à une distance $h = 1 \text{ mm}$ d'un miroir et à une distance $D = 10 \text{ cm}$ d'un écran.



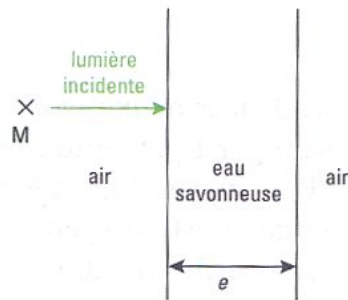
1. Montrer que ce dispositif est un diviseur du front d'onde.
2. Evaluer la taille du champ d'interférences sur l'écran.



3. Quelle est la forme des franges d'interférences.

Exercice 4 Bulle de savon

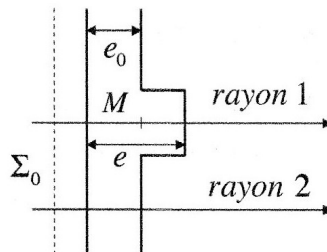
Une bulle de savon est assimilée à une lame à face parallèle d'épaisseur e et d'indice n . La lame est éclairée sous incidence normale et on néglige les ondes issues de la lame après plusieurs réflexions.



1. Exprimer le déphasage $\Delta\phi(M)$ existant entre les deux ondes réfléchies et qui se superposent en un point M situé en avant de la lame.
2. Montrer qu'il existe une condition sur la longueur d'onde dans le vide λ_0 pour que la lumière soit réfléchie avec une intensité maximale.

Exercice 5 Lame de verre présentant un défaut d'épaisseur

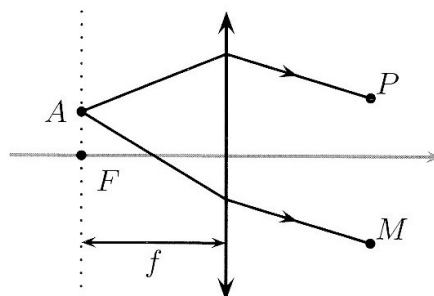
Une lame de verre parfaitement transparente, à faces parallèles, d'indice de réfraction n et de faible épaisseur e_0 , comporte un petit « accident d'épaisseur » localisé en M où l'épaisseur totale devient e . Cette lame est éclairée par un faisceau de lumière parallèle de longueur d'onde λ dans le vide.



1. Déterminer la différence de phase $\Delta\phi$ créée par l'irrégularité entre les ondes suivant les rayons 1 et 2.
2. Σ_0 représente une surface d'onde avant traversée de la lame. Dessiner une surface d'onde Σ après la traversée de la lame.

Exercice 6 Détermination d'une différence de marche

Dans le schéma ci-dessous, le point A est situé dans le plan focal objet de la lentille, et les points P et M sont situés dans un même plan, perpendiculaire à l'axe optique. On note a la distance entre P et M .



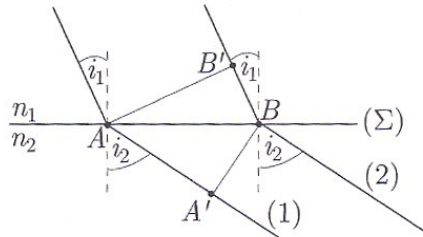
1. Rappeler le théorème de Malus.
2. Recopier le schéma, et dessiner alors la surface d'onde passant par P . On notera H le point d'intersection de cette surface et du rayon arrivant à M .



3. Quel est le lien entre le retard de phase en P (noté $\phi(P)$) et le retard de phase en H (noté $\phi(H)$) ? En déduire la relation entre les chemins optiques (AP) et (AH) .
4. Exprimer alors la différence de marche entre les points P et M , définie par : $\delta = (AM) - (AP)$. On introduira des paramètres géométriques si besoin.

Exercice 7 Loi de la réfraction

Deux milieux transparents d'indices de réfraction n_1 et n_2 , sont séparés par une interface (Σ) . Un faisceau de rayons parallèles, issus d'une même source située à l'infini, arrive sur (Σ) aux points A et B , sous l'angle d'incidence i_1 et émerge dans le deuxième milieu avec un angle d'émergence i_2 .

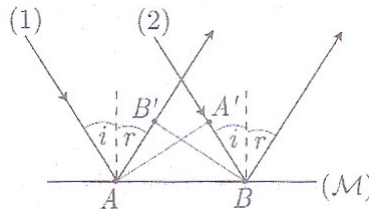


On note (1) et (2) les rayons qui passent respectivement par A et B . D'autre part, les points A' et B' désignent respectivement les projetés orthogonaux de B sur (1) et de A sur (2).

1. On note ϕ_X la phase de l'onde au point X . Montrer que $\phi_B - \phi_{B'} = \phi_{A'} - \phi_A$.
2. En déduire que $n_2 AA' = n_1 BB'$.
3. Retrouver la loi de Descartes pour la réfraction.

Exercice 8 Loi de la réflexion

Soit (M) un miroir plan dont la face réfléchissante est au contact de l'air. Deux rayons parallèles (1) et (2), issus d'une même source infiniment éloignée, arrivent sur (M) aux points A et B , sous l'angle d'incidence i ; ils sont réfléchis avec un angle r .



On note A' le projeté orthogonal de A sur (2) et B' celui de B sur (1).

1. Compte tenu du sens de déplacement de la lumière, on conviendra que A , B et A' sont des points avant réflexion des ondes et B' un point après réflexion. En déduire que les phases de ces ondes vérifient :

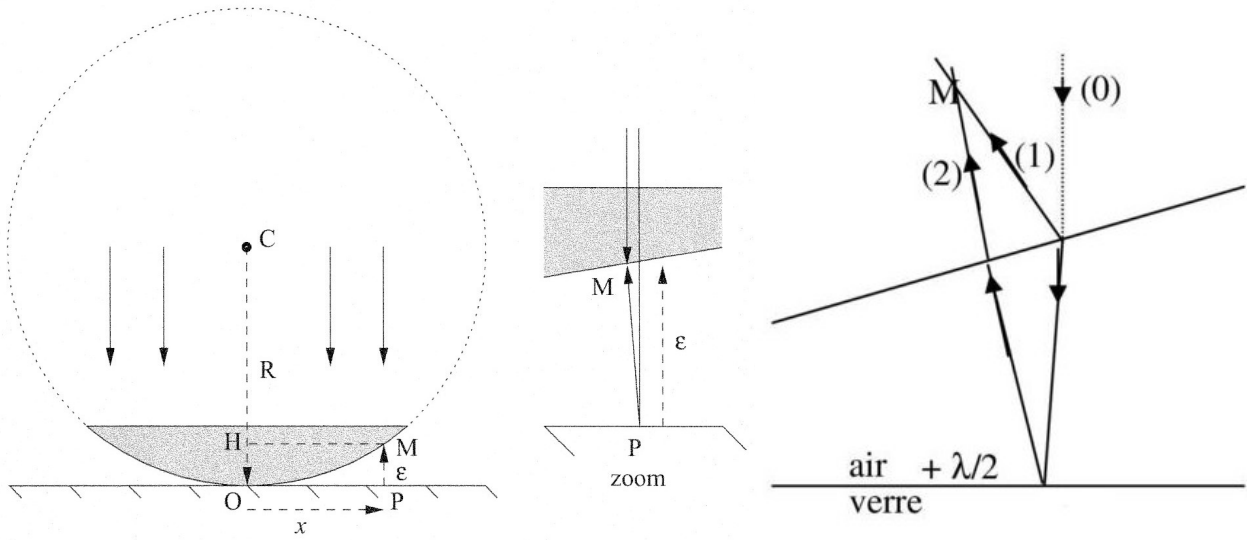
$$\phi_A = \phi_{A'} \quad \text{et} \quad \phi_{B'} = \phi_B + \pi$$

2. Trouver une relation entre AB' et $A'B$.
3. Retrouver la loi de la réflexion.

Exercice 9 Anneaux de Newton

Une lentille plan-convexe L , fragment d'une bille de verre d'indice n , de rayon R et de centre C est posée sur un miroir plan, le contact ponctuel se trouvant en O . On éclaire le dispositif sous incidence normale en lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ_0 .

On observe les interférences sur la face sphérique. En un point M de cette face, repéré par le rayon x , se rencontrent le rayon ayant traversé la lentille et celui qui, en plus de la traversée, s'est réfléchi sur le miroir en P .



1. Montrer que l'épaisseur de la couche d'air en $x \ll R$ est :

$$\varepsilon \simeq \frac{x^2}{2R}.$$

2. À la réflexion sur le miroir, on observe un déphasage de π équivalent à l'ajout au chemin optique de $\frac{\lambda_0}{2}$. Montrer que les franges sont des cercles concentriques, préciser le rayon de la n -ième frange brillante et celui de la n -ième frange sombre en considérant qu'un point central est une frange et en numérotant du centre vers la périphérie.
3. Décrire qualitativement ce qu'on observe en lumière blanche.