

Optique physique

AAV n°1 : être capable d'appliquer les conditions d'interférences constructives et destructives à un système physique simple

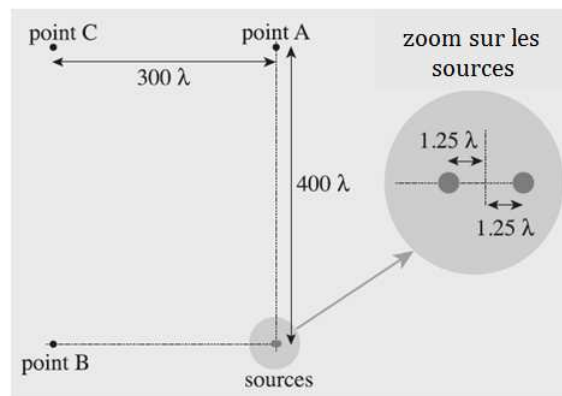
Consignes : Justifier toutes les réponses. Une réponse correcte non justifiée est considérée comme fautive en devoir. Soigner la rédaction des réponses et respecter les notations de l'énoncé. Une réponse qui utilise une autre notation est considérée comme fautive en devoir.

1 Les savoir-faire à connaître

Savoir utiliser les conditions d'interférence destructive et constructive

Exercice 1 : Conditions d'interférence

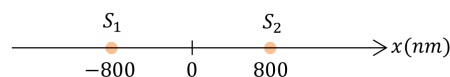
Soit deux points sources lumineux qui émettent du rayonnement en phase. Calculer l'état d'interférence aux points A, B et C.



Exercice 2 : Conditions d'interférence 2

Les sources S_1 et S_2 sont des sources qui émettent de la lumière de même fréquence et en phase. La longueur d'onde de la lumière émise est de $632,8\text{ nm}$.

1. Déterminer à quels endroits sur l'axe x il y a des interférences constructives et destructives.
2. Même question pour un axe Oy perpendiculaire à l'axe Ox et passant par le point O .

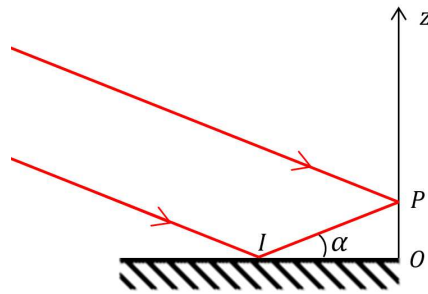


Savoir calculer une différence de marche

Exercice 3 : Interférences avec un miroir parfait en lumière parallèle

Un miroir parfait horizontal est éclairé par un faisceau de lumière parallèle provenant d'une source éloignée monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 430 \mu\text{m}$ (infrarouge). Le faisceau fait un angle de 8° avec l'horizontal.

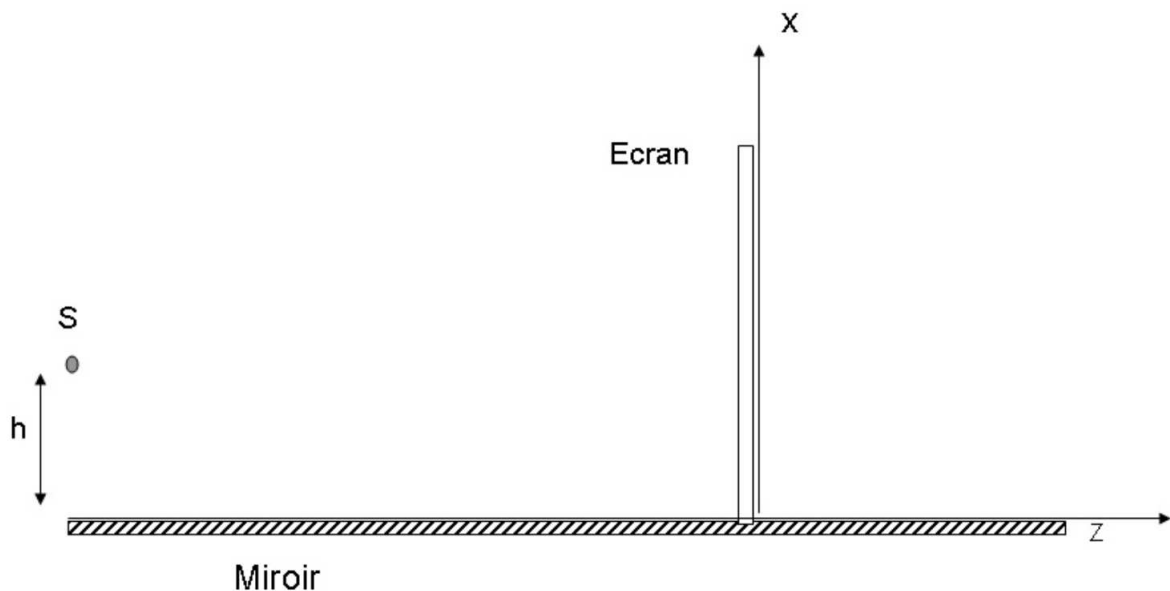
1. Montrer que la différence de marche entre les deux rayons qui arrivent au point P a pour expression $\delta = 2z \sin \alpha + \frac{\lambda_0}{2}$ sachant que la réflexion sur un miroir introduit une différence de marche supplémentaire de $\frac{\lambda_0}{2}$.
2. Déterminer l'ordre d'interférence au point P de coordonnées z au-dessus du miroir.
3. Calculer la distance entre deux positions successives de maximum d'intensité.



Savoir calculer une différence de marche dans un montage type "trous de Young"

Exercice 4 : Miroir de Lloyd

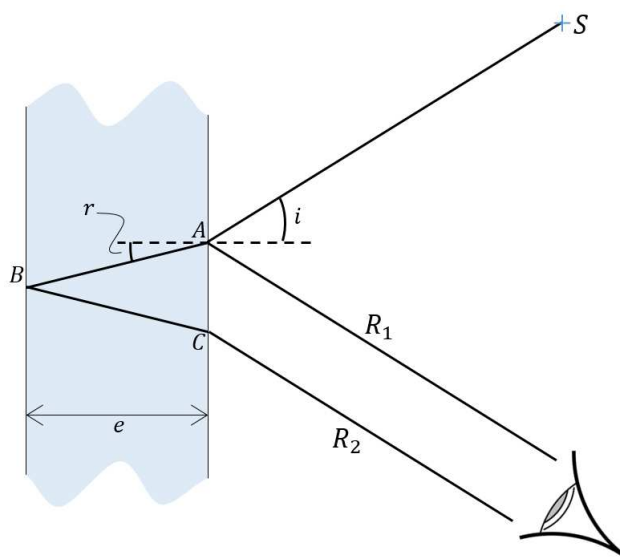
Une source lumineuse ponctuelle monochromatique S de longueur d'onde λ est placée au dessus d'un miroir plan horizontal. La distance de la source au miroir est notée h . Un écran perpendiculaire au miroir est placé à une distance z de la source. On se place dans les conditions $z \gg h$ et $z \gg x$.



1. Montrer que cette expérience est équivalente à une expérience d'interférence entre deux sources ponctuelles S et S' . Où se situe S' ?
2. On considère un point M sur l'écran situé à une distance x de l'axe optique. Déterminer l'expression de la différence de marche optique entre les deux rayons à l'aide du développement limité $(1 + \varepsilon)^\alpha = 1 + \alpha\varepsilon$ à l'ordre 1 en ε .
3. Est-ce que la frange en $x = 0$ est une frange constructive ou destructive? En déduire que cette expérience est équivalente à une expérience d'interférence entre deux sources ponctuelles S et S' en opposition de phase.
4. Déterminer l'expression de la position de la première frange brillante sur l'écran.
5. Déterminer l'expression de l'interfrange.

Exercice 5 : Interférences par réflexion sur une lame de verre

Un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 480 \text{ nm}$ éclaire en incidence voisine de la normale une lame L de verre d'indice n et d'épaisseur e placée dans l'air d'indice pris égale à 1. On néglige les réflexions multiples. Le rayon R_1 subit une réflexion air-verre et gagne une différence de marche de $\lambda_0/2$ par rapport au rayon R_2 à cette occasion.

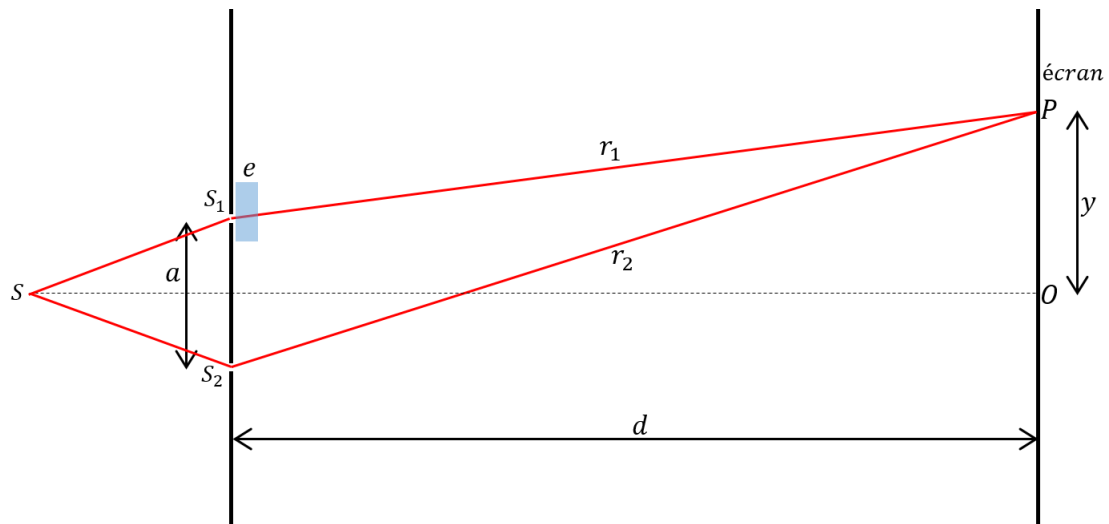


1. Déterminer l'expression du chemin optique (ABC) en fonction de e , n et r .
2. Placer le point H sur le rayon R_1 à partir duquel les deux rayons ne subissent plus de différence de marche. Déterminer l'expression du chemin optique (AH) .
3. En déduire que la différence de chemin optique entre R_1 et R_2 a pour expression $\delta = 2ne \cos r + \frac{\lambda_0}{2}$.
4. Montrer que pour $i \ll 1$, l'ordre d'interférence a pour expression $p = \frac{2ne}{\lambda_0} - \frac{ei^2}{\lambda_0 n} + \frac{1}{2}$.

2 La mise en œuvre des savoir-faire pour acquérir l'apprentissage

Exercice 6 : Fentes d'Young

On produit des franges d'interférences avec le dispositif des fentes d'Young. Les sources secondaires S_1 et S_2 se comportent comme des sources ponctuelles. Les deux fentes sont distantes de $a = 0,8 \text{ mm}$ et l'écran d'observation est placé à la distance $d = 1 \text{ m}$. Les conditions d'observation sont telle que $y \ll d$ et $a \ll d$.



1. Expérience 1 : le dispositif est éclairé avec une sources ponctuelle monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 0,55 \mu\text{m}$.
 - (a) Déterminer l'expression de la différence de marche optique entre les deux rayons à l'aide d'un développement limité.
 - (b) Montrer que l'approximation précédente revient à considérer les rayons issus de S_1 et S_2 parallèles et émergent avec un angle $\theta = \frac{y}{d}$.
 - (c) En déduire la position de la frange centrale sur l'écran.
 - (d) En déduire la position des deux franges brillantes sur l'écran de part et d'autre de la frange centrale.
2. Expérience 2 : le dispositif est éclairé avec une sources ponctuelle monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 0,55 \mu\text{m}$. On interpose sur le trajet 1 une lame d'épaisseur $e = 40 \mu\text{m}$ et d'indice $n = 1,5$.
 - (a) Déterminer l'expression de la différence de marche optique entre les deux rayons.
 - (b) En déduire la position de la frange centrale sur l'écran.
 - (c) En déduire la position des deux franges brillantes sur l'écran de part et d'autre de la frange centrale.