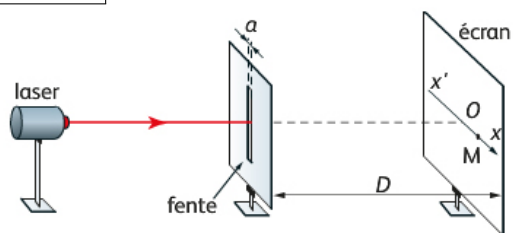


EXERCICES

Chapitre 12 – Diffraction et interférences

Exercice 1 Calcul à savoir faire

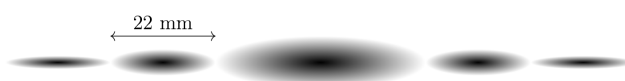


On appelle D la distance fente-écran, a la largeur de la fente, l la largeur de la tâche centrale de diffraction.

(1) Schématiser cette situation et représenter l'angle θ de diffraction.

(2) Montrer que, pour de petits angles, on a $l = \frac{2\lambda D}{a}$.

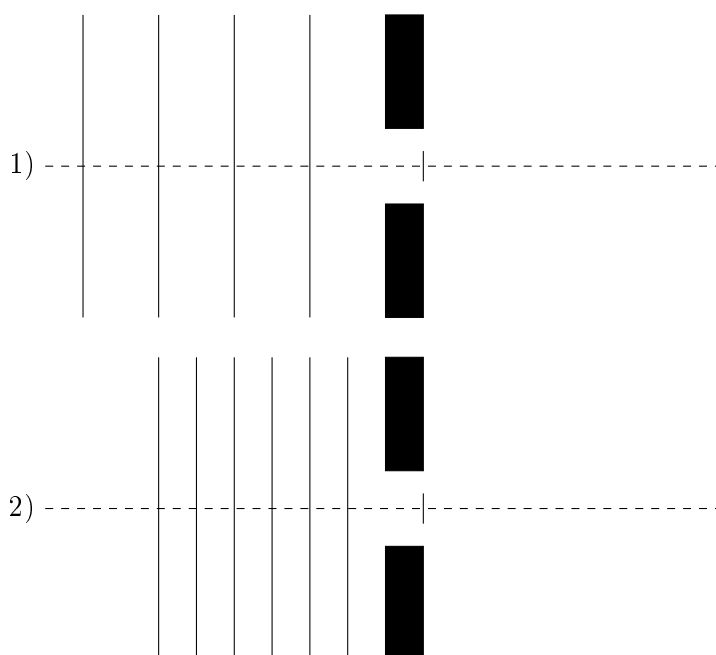
(3) Pour $D = 2.0$ m et $\lambda = 650$ nm, quelle sera la largeur de la tâche centrale de diffraction pour un cheveu de diamètre $90 \mu\text{m}$?



(4) A quelle largeur de cheveu correspond la figure de diffraction ci-dessus, sachant que $D = 2.0$ m et $\lambda = 650$ nm ?

Exercice 2 Angle de diffraction

On utilise la convention de représentation des ondes vues en cours. Ces deux situations correspondent à une houle qui arrive de la haute mer sur un obstacle (zones noires).



- (1) Rappeler la définition de l'angle de diffraction.
- (2) Déterminer sa valeur dans chaque situation schématisée ci-dessus.
- (3) Représenter sur chaque schéma la zone où la diffraction est perceptible.

Exercice 3 Diffraction d'un laser par une fente

a (mm)	0.40	0.28	0.12	0.10	0.050	0.040
l (en mm)	5.4	7.7	18.0	21.6	43.2	54.0

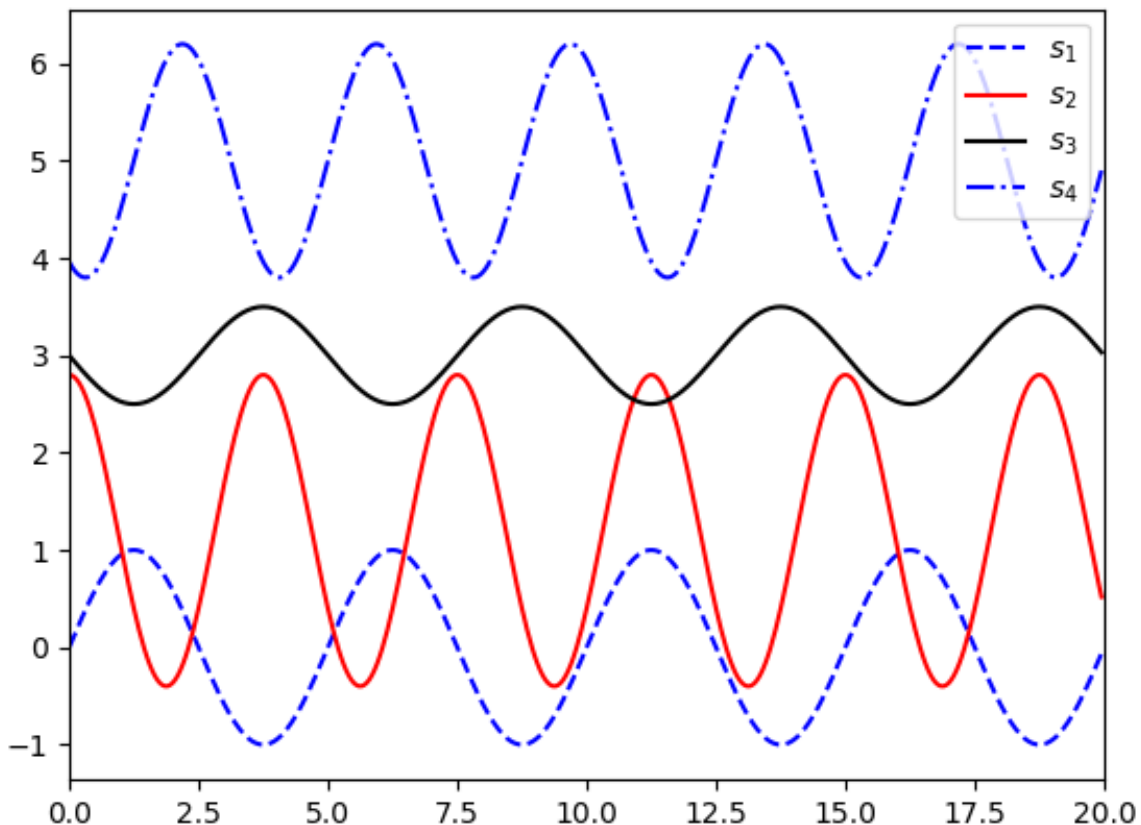
Série 1 de mesure ($D = 2.0$ m)

D (cm)	50	75	100	125	150	175	200
l (mm)	13.5	20.3	27.0	34	41	47	54

Série 2 de mesure ($a = 0.040$ mm)

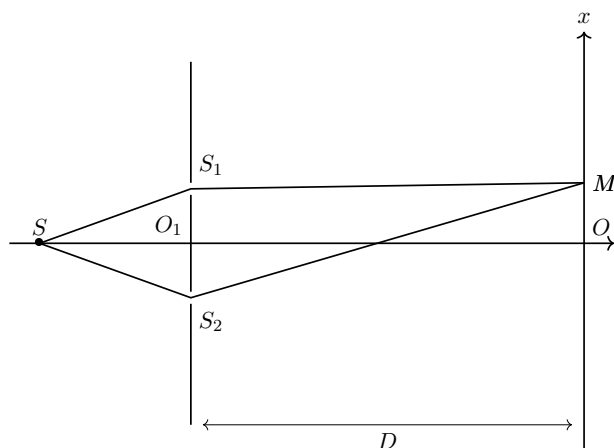
On appelle D la distance fente-écran, a la largeur de la fente, l la largeur de la tâche centrale de diffraction.

- (1) Montrer que, pour de petits angles, on a $l = \frac{2\lambda D}{a}$ (relation 1).
- (2) A l'aide d'une représentation graphique **linéaire** obtenue à partir des mesures de la série 1, montrer que la relation 1 est valable. Quel est le coefficient directeur obtenu ?
- (3) A l'aide d'une représentation graphique **linéaire** obtenue à partir des mesures de la série 2, montrer que la relation 1 est valable. Quel est le coefficient directeur obtenu ?
- (4) En déduire la longueur d'onde du laser utilisé.

Exercice 4 Interférences entre différentes ondes

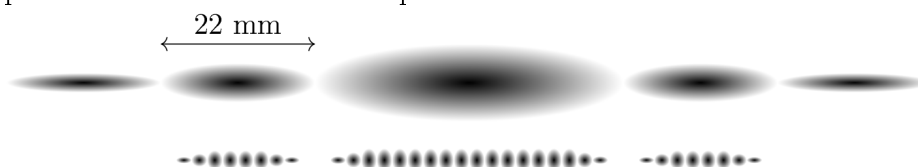
Parmi ces différents signaux correspondant à des ondes, lesquels peuvent interférer ? Pourquoi ?

Exercice 5 Interférences avec une fente d'Young



On appelle a la largeur des fentes et b la distance entre les centres des fentes. Comme le suggère le schéma, O_1 est le milieu de S_1S_2 . On ne considèrera que des valeurs de x telles que $x \ll D$.

- (1) Expliquer pourquoi on observe des interférences et à quel endroit.
- (2) Tracer la perpendiculaire à S_2M passant par S_1 . Elle coupe S_2M en N .
- (3) On appelle θ l'angle S_2S_1N . On admet que θ est aussi l'angle OO_1M . Représenter θ .
- (4) Rappeler la définition de la différence de marche δ . Montrer que $\delta = S_2M - S_1M$.
- (5) En appliquant la définition de la différence de marche à cet exercice, montrer que $\delta = b \sin \theta$.
- (6) Montrer que $\tan \theta = x/D$ où x est la distance OM .
- (7) Montrer que $\delta = b \times x/D$.
- (8) On définit l'interfrange i comme la distance entre 2 franges brillantes consécutives. Montrer que $i = \lambda \times D/b$.
- (9) Si on définit l'interfrange i comme la distance entre 2 franges sombres consécutives, quelle serait la nouvelle expression de i ? Conclure sur l'équivalence des 2 définitions.

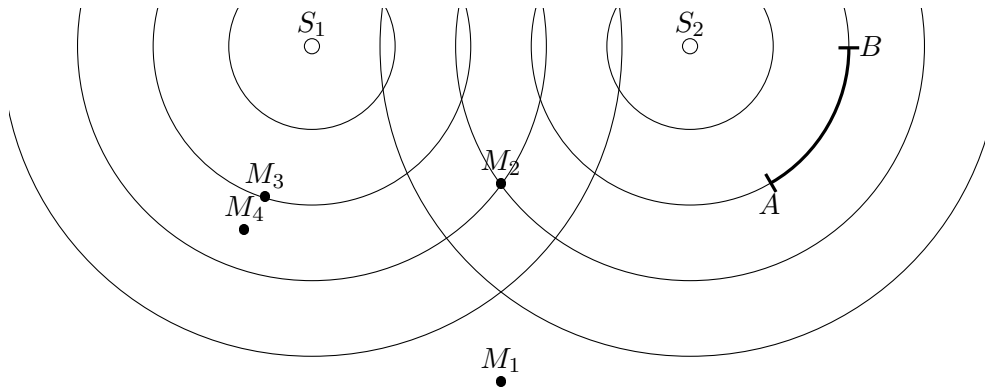


- (10) La figure d'interférences ci-dessus a été obtenue avec $D = 2.0$ m et $\lambda = 650$ nm. En déduire la valeur de l'interfrange.
- (11) En déduire l'espacement entre les fentes.
- (12) Observe-t-on une frange brillante ou sombre en O ? Justifier.
- (13) Si $x = 13.2$ mm, observe-t-on une frange brillante ou sombre? Justifier.

Exercice 6 Cuve à onde

Une cuve à onde est constituée d'une cuve de faible profondeur (3 cm) remplie d'eau aux deux-tiers. Sur les pourtours de la cuve, il y a une mousse qui permet d'absorber l'énergie de l'onde qui arrive aux bords pour ne pas être gêné par les réflexions des ondes sur le bord. Les ondes sont générées par un pulseur d'air périodique via un tuyau qui se divise en deux pour arriver juste au dessus des points S_1 et S_2 . La distance S_1S_2 est de 12.0 cm. Une représentation de la vue de dessus de la cuve à onde est donnée ci-après. La convention vue en cours pour la représentation des ondes a été utilisée.

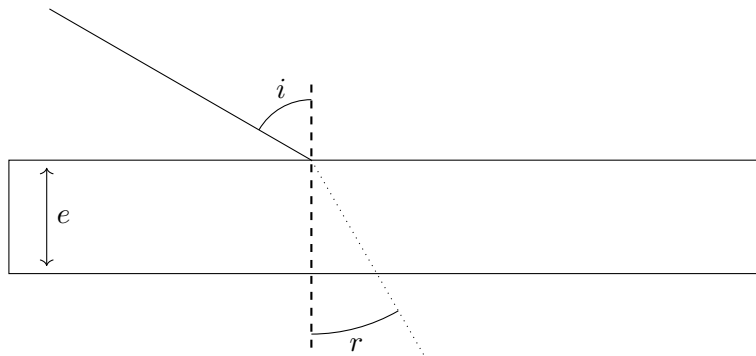
- (1) Expliquer pourquoi il y a interférences.
- (2) Déterminer la valeur de la longueur d'onde.
- (3) Pour chaque point, préciser s'il y a interférences constructives, destructives, ou interférences quelconques.
- (4) Préciser en quels points de l'arc de cercle AB , il y a interférences destructives.



Exercice 7 Couleurs interférentielles

La plupart des couleurs que nous observons sont dues à des pigments. Cependant, il peut exister des couleurs dues aux interférences appelées « couleurs interférentielles ». C'est le cas de la couleur des papillons morphos ou du plumage du paon. Dans ces 2 cas, les plumes ou les ailes sont constituées d'un empilement de petites couches transparentes qui, pour partie transmettent la lumière et pour partie la réfléchissent.

On modélise une telle couche par un milieu optique uniforme d'indice optique n et d'épaisseur e . On considère que la différence de marche entre 2 rayons qui interfèrent est donnée par $\delta = 2ne \cos r + \lambda/2$.



Tracé des rayons qui vont interférer

(1) Tracer les deux rayons qui vont interférer à l'aide des lois de Snell-Descartes (loi de la réflexion $i = r$ et de la réfraction $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$).

(2) Où interfèrent les rayons lumineux ?

Intertérences

(3) A quelle condition observera-t-on des interférences constructives ? destructives ?

(4) On observe un paon de manière à ce que $r = 20^\circ$. Que se passe-t-il pour une radiation rouge ? violette ?

(5) Quelle couleur sera principalement perçue par l'observateur ?

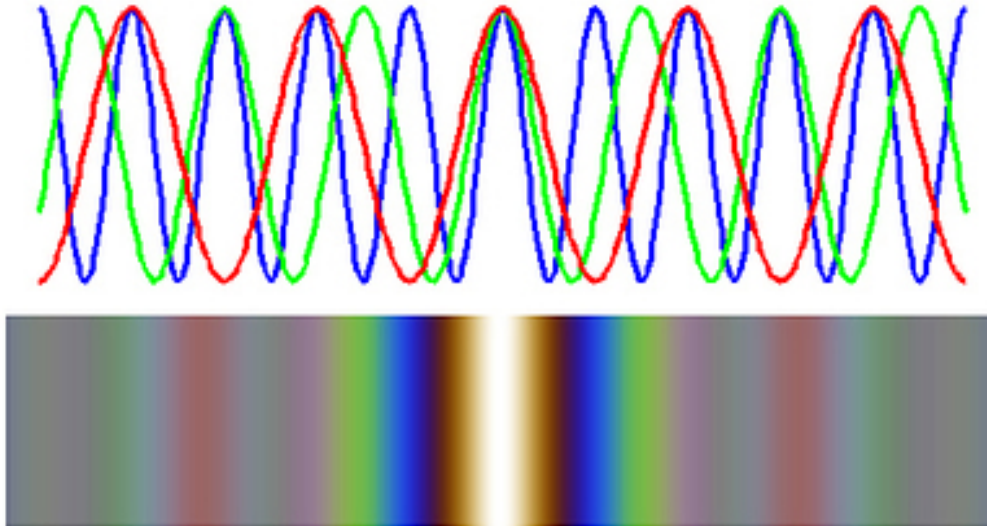
(6) La couleur serait-elle la même si on change l'angle d'observation ?

(7) Quelle méthode expérimentale simple permettrait de distinguer la nature pigmentaire ou interférentielle d'une couleur ?

Données :

- On rappelle que dans un oeil humain normal, le cristallin et la cornée jouent le rôle d'une lentille convergente qui fait converger les rayons lumineux sur la cornée (ce qui permet de voir net).
- Indice de réfraction : pour le rouge (750 nm), $n = 1.33$ et pour le violet (380 nm) $n = 1.34$
- Epaisseur de la lame $e = 15 \mu\text{m}$

Exercice 8 Interférences en lumière blanche



Expliquer la figure d'interférences obtenue en lumière blanche par un dispositif autre qu'une fente double (la figure d'interférences n'est pas modulée par la figure de diffraction).

Chaque courbe dans la partie supérieure de l'image correspond à la figure d'interférences d'une radiation monochromatique.