

Chapitre 7 : Compétences attendues

Ce qu'il faut savoir

Caractériser le phénomène de diffraction dans des situations variées et en citer des conséquences concrètes.

Connaître la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture.

Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes.

Connaître les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène.

Ce qu'il faut savoir faire

Illustrer et caractériser qualitativement le phénomène de diffraction dans des situations variées.

Exploiter la relation donnant l'angle caractéristique de diffraction dans le cas d'une onde lumineuse diffractée par une fente rectangulaire.

Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses.

Chapitre du livre correspondant 7 : (page 109 à 126)

Fiche de révision

Questions	Partie du cours	Exercice(s) P 120-126
1-Dessiner la figure de diffraction obtenue lorsque l'obstacle est un fil vertical.	§1.2	
2-Quelle est la condition d'observation d'une figure de diffraction ?		
3-Donner la relation entre l'écart angulaire θ et λ	§1.3	8,19,20
4-Comment doivent être les sources pour observer des interférences ?	§2.1	
5-Quelle est la différence de marche δ pour observer des franges brillantes ?	§2.2	5,14,18
6-Que représente D dans la formule qui permet de calculer l'interfrange i ?	§2.3	16

Plan du cours

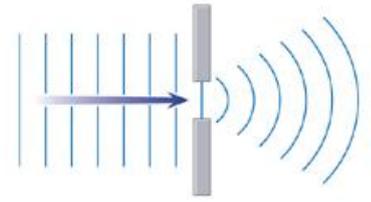
1 Diffraction des ondes 1.1 Définition 1.2 Conditions d'observation 1.3 Ecart angulaire 1.4 Facteurs influençant la figure de diffraction	Activité 1 : Introduction au phénomène de diffraction Activité 2 : Paramètres influant le phénomène de diffraction Activité 3 : Applications
2 Interférences 2.1 Rencontre de deux ondes 2.2 Interférences constructives et destructives 2.3 Interfrange 2.4 Facteurs influençant la figure d'interférences	Activité 4 : Introduction au phénomène des interférences Activité 5 : Paramètres influant le phénomène d'interférence Activité 6 : Conditions pour obtenir des interférences Activité 7 : Applications

Chapitre 7 – Diffraction et interférences

1 Diffraction des ondes

1.1 Définition

La diffraction se manifeste par une modification de
 de l'onde, lorsque celle-ci rencontre un obstacle ou une ouverture (une fente ou un trou).



1.2 Conditions d'observation

La diffraction est nettement observée lorsque la dimension de l'ouverture a ou de l'obstacle est du même ordre de grandeur, ou inférieure, à ($a \dots \lambda$)

<i>Fil (ou fente) vertical</i>	<i>Fil (ou fente) horizontal</i>	<i>Grains ou trous circulaires</i>

1.3 Ecart angulaire

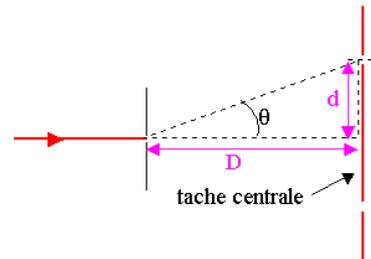
L'écart angulaire θ est entre la direction de propagation de l'onde en l'absence de diffraction et la direction définie par
 d'amplitude.

$\sin \theta = \dots$ Si θ petit $\sin \theta \dots$

avec θ :

λ :

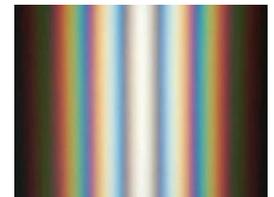
a :



1.4 Facteurs influençant la figure de diffraction

La largeur de la tâche centrale dépend de et de

La diffraction de la lumière blanche présente une tâche centrale (superposition de toutes les lumières visibles colorées) et de tâches latérales irisées.



2 Interférences

2.1 Rencontre de deux ondes

Deux sources sont cohérentes si elles émettent des ondes sinusoïdales
 et si le retard de l'une par rapport à l'autre au cours du temps.
 Elles gardent alors un déphasage : ce sont des sources ponctuelles

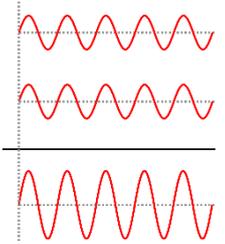
 Si les ondes issues de ces sources il y a interférence.

2.2 Interférences constructives et destructives

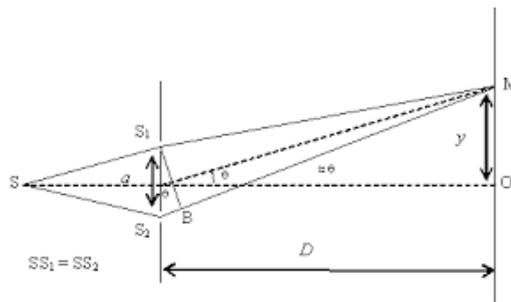
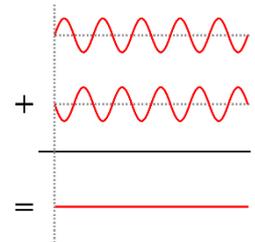
Il y a interférence en un point M lorsque deux ondes
 provenant de deux sources cohérentes arrivent en phase en ce point M : +
 l'amplitude de la vibration résultante en M est

Il y a interférence en un point M lorsque deux ondes
 provenant de deux sources cohérentes arrivent en opposition de phase en ce
 point M : l'amplitude de la vibration résultante en M est

Interférences
constructives



Interférences
destructives



	Décalage des ondes dans le cas d'interférences	
	constructives	destructives
Retard de l'onde		
Différence de marche $\delta = \dots\dots\dots$		

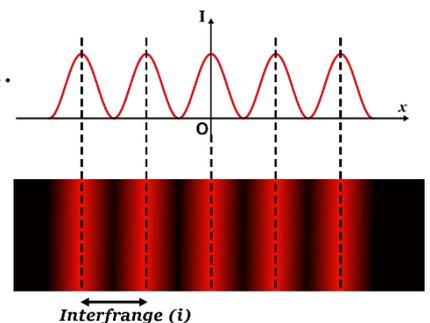
2.3 Cas de la lumière

2.3.1 Franges d'interférences

L'interfrange i est la distance qui sépare
 de deux franges consécutives de même nature.

Avec $i = \dots\dots\dots$

- λ :
- D :
- a_{1-2} :
- i :



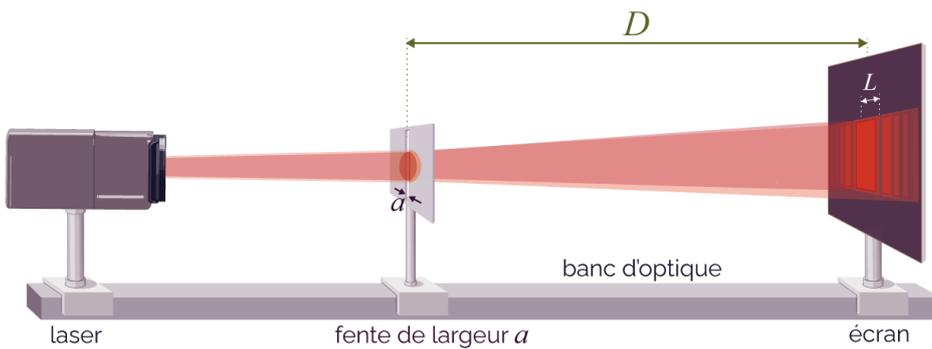
2.4 Facteurs influençant la figure d'interférences

L'interfrange i dépend de la et est inversement proportionnel à

Activité 1 : Introduction au phénomène de diffraction

A l'aide de la vidéo « Le phénomène de diffraction » (jusqu'à 3 min 05 s), répondre aux questions suivantes.

- 1-Rappeler la définition d'une onde mécanique. Donner deux exemples d'ondes de cette famille.
- 2-Quelle est la différence entre une onde mécanique et une onde électromagnétique telle que l'onde lumineuse ?
- 3-Le phénomène de diffraction est-il observable pour tous les types d'ondes ?
- 4-Rappeler la définition d'une onde lumineuse monochromatique.
- 5-Donner la définition du phénomène de diffraction.
- 6-Quel est le critère permettant de prédire si le phénomène de diffraction sera ou non observable ?
- 7-Le critère est moins restrictif lorsqu'on considère des ondes lumineuses ?
- 8- Considérons le dispositif expérimental suivant :

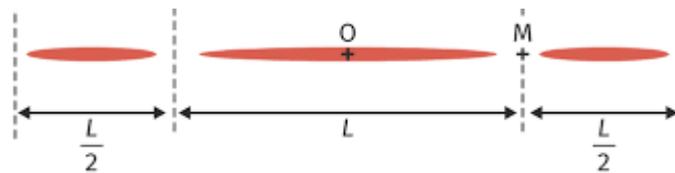


Représenter les figures obtenues sur l'écran dans les deux cas suivants :

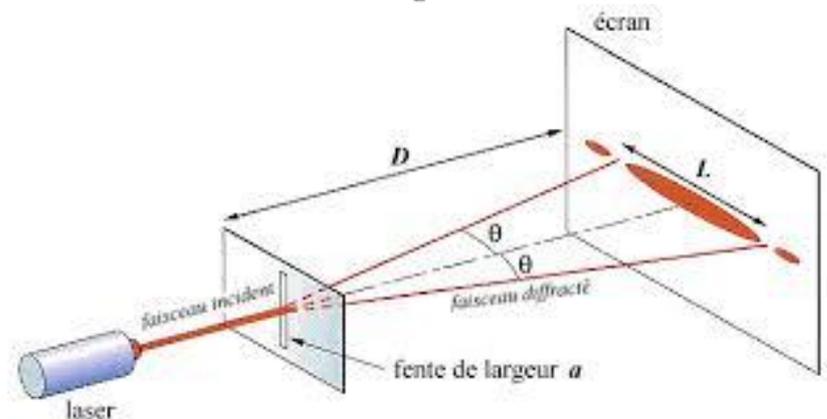
8.1-Cas où la fente a une largeur a très grande ($a \gg 100\lambda$) devant la longueur d'onde λ du laser

8.2-Cas où la fente a une largeur a de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde λ du laser.

9-Légénder la figure de diffraction suivante obtenue en faisant passer un laser à travers une fente verticale de faible largeur.



10-Que quantifie l'angle caractéristique de diffraction θ représenté ci-contre :



11-Donner la formule reliant l'angle de diffraction θ à la longueur d'onde de l'onde incidente et à la largeur a de la fente.

Activité 2 : Paramètres influant le phénomène de diffraction

Ouvrir l'animation « diffraction » (cadre orange)

-Aller dans le mode diffraction et allumer le laser en haut à gauche.

-Régler la longueur d'onde sur 700 nm ainsi que la forme de la fente en cliquant sur la forme « carré », avec une hauteur maximale et une largeur minimale.

-Observer la largeur de la tache centrale.

-Refaire les mêmes observations en réglant la longueur d'onde sur 400 nm.

2.1-Comment évolue la largeur de la tache centrale en fonction de la longueur d'onde.

-Maintenir la longueur d'onde sur 700 nm mais modifier la largeur de la fente.

-Observer la largeur de la tache centrale.

2.2-Comment évolue la largeur de la tache centrale en fonction de la largeur de la fente ?

-Modifier désormais la forme de l'objet diffractant en faisant passer le laser par un trou et non par une fente.

-Observer la figure de diffraction et compléter le tableau sur la fiche CQFR

Figures observées en fonction de la forme de l'objet diffractant

Fil (ou fente) vertical	Fil (ou fente) horizontal	Grains ou trous circulaires

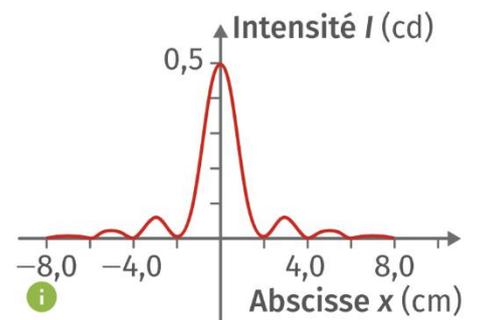
Activité 3 : Application du phénomène de diffraction

Regarder la vidéo « Mesure du diamètre d'un cheveu par diffraction »

Application 1 : Une fente verticale de largeur $a = 35 \mu\text{m}$ est éclairée par un LASER rouge. Le profil en intensité de la figure de diffraction est obtenu à une distance de 1,10 m de la fente.

1. Déterminer précisément la largeur L de la tache centrale de diffraction. En déduire la valeur de la longueur d'onde λ du laser.

2. Calculer la valeur de la largeur de la tache centrale de diffraction si un laser de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$ est utilisé.



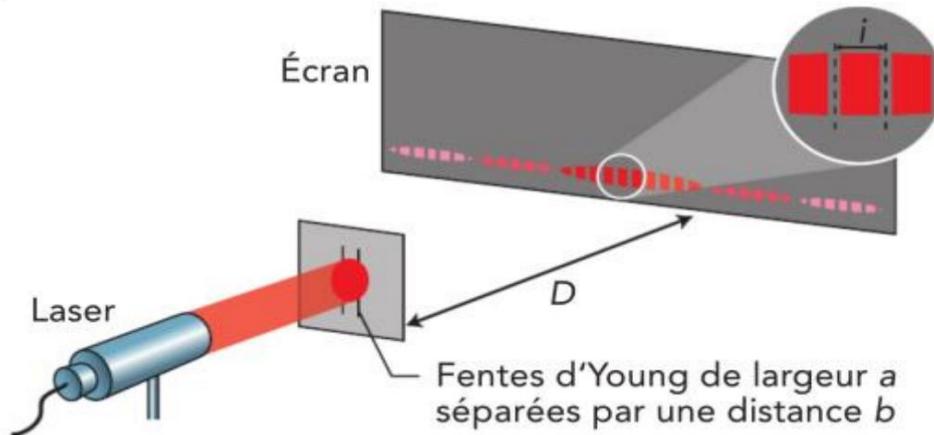
Exercices : n°8 p 120, n°19 p 122 et n°20 p 123

Activité 4 : introduction au phénomène des interférences

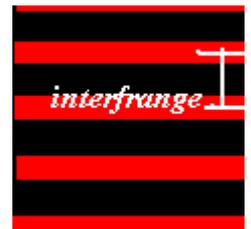
Regarder la vidéo « interférences » et compléter la fiche CQFR en répondant aux questions suivantes :

- 1- Le phénomène d'interférences est-il observable pour tous les types d'ondes ?
 - 2-Quelle est la condition sur les sources pour que la superposition des ondes donne des interférences ?
- (Très important !)**

Au début du 19^{ème} siècle, le physicien britannique Thomas Young réalise une expérience qui a marqué l'Histoire des Sciences. Il place devant une source lumineuse un cache percé de deux fentes fines parallèles et proches. Il met ainsi en évidence le phénomène d'interférences lumineuses. Ce dispositif est représenté ci-dessous.



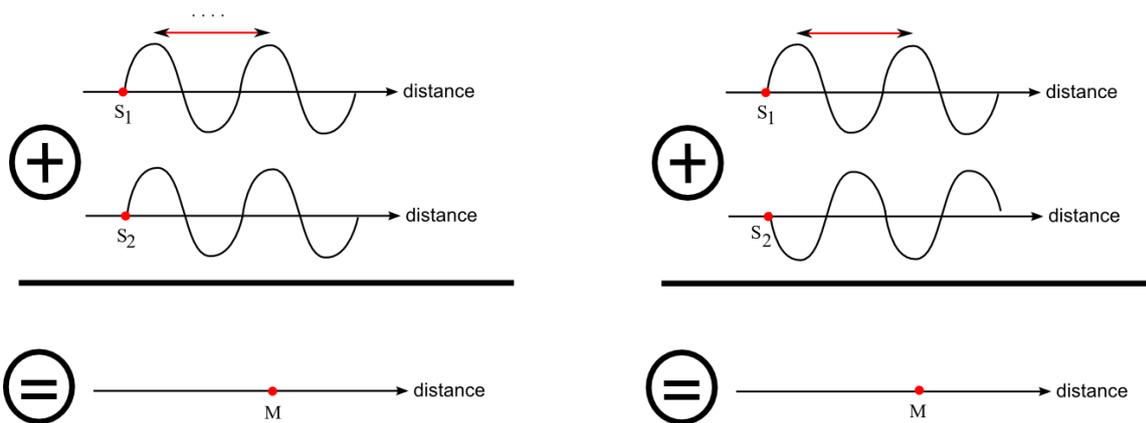
- 3-Expliquez en quoi les conditions d'observation des interférences sont remplies.
- 4-La figure observée sur l'écran est la figure d'interférence. Une de ces caractéristiques est appelé interfrange. Le définir.



La présence de zones sombres et de zone brillantes s'expliquent par la superposition des ondes.

Essayons de comprendre ce phénomène :

On superpose deux ondes périodiques issues de deux sources cohérentes S_1 et S_2 . Dessiner l'allure de cette superposition dans les deux cas figurant ci-dessous :



- 5-Que peut-on dire des ondes issues de S_1 et S_2 dans chaque cas ? Nommer le type d'interférence au point M. Faire le lien avec les zones sombres et les zones brillantes observées précédemment sur l'écran.

Activité 5 : Paramètres influant le phénomène d'interférences

Ouvrir l'animation « interférences » (cadre orange)

-Choisir le mode « deux fentes »

-Régler une longueur d'onde de 700 nm

-Faire de même avec une séparation de 2 600 nm.

5.1-Décrire l'évolution de la largeur des taches colorées en fonction de la valeur de la séparation.

5.2 Refaire la même observation en réglant une fréquence dans le bleu.

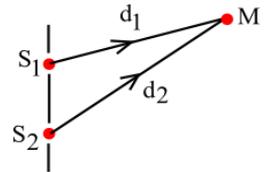
Activité 6 : Conditions pour obtenir des interférences destructives ou constructives

L'objectif de cette partie va être de déterminer un critère permettant de prévoir si en un point précis, nous observerons des interférences destructives ou constructives.

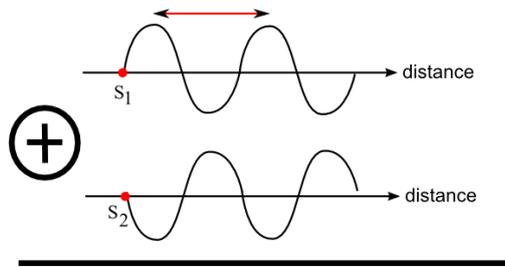
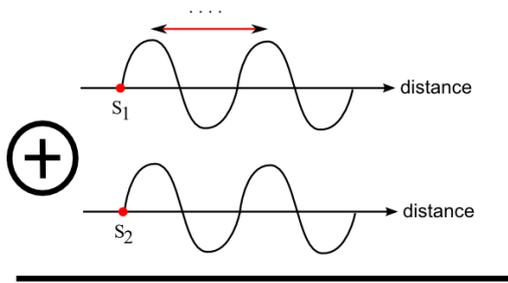
Nous allons pour cela introduire une nouvelle grandeur physique : **La différence de marche notée Δ (en m)**

La différence de marche (notée δ) est la différence de distance parcourue par les deux ondes avant d'arriver au point M.

1-En vous aidant du schéma ci-contre, exprimez la différence de marche δ au point M.



Reprenons la figure précédente :



1-De quelle distance peut-on déplacer S_2 par rapport à S_1 pour que les interférences restent constructives en M ? Généraliser cette réponse.

2-Même question pour les interférences destructives.

Généralisation

Activité 7 : Applications

Exercices 5 p 120, 14 et 16 p 121 et 18 p 122