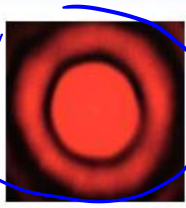
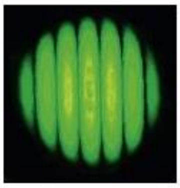
Exercices Ch18 Diffraction et interférences

P 375 qcm 1

1 La diffraction

Si erreur, revoir § 1 p. 371

1. **Le phénomène de diffraction peut être observé avec des ondes :**	lumineuses.	sonores.	à la surface de l'eau.
2. **Le phénomène de diffraction d'une onde mécanique apparaît lorsqu'une onde :**	est absorbée.	change de milieu de propagation.	rencontre une ouverture.
3. **Une figure dans laquelle la diffraction est le seul phénomène qui intervient peut être :**			
4. **Pour limiter l'étendue du phénomène de diffraction, il faut :** 	choisir des troncs d'arbre de plus grand diamètre.	rapprocher les troncs d'arbre.	éloigner les troncs d'arbre.
5. **Une onde sonore de longueur d'onde 68 cm traverse une ouverture de 1,0 m. L'angle caractéristique de diffraction θ est :**	$\theta = 0{,}68$ rad	$\theta = 43°$	$\theta = 43$ rad

qcm 2

2 Les interférences

Si erreur, revoir § 2 p. 372

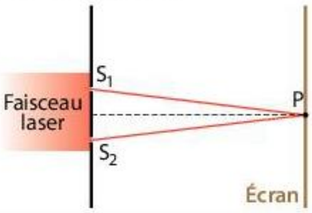
6. **Le phénomène d'interférences est observable avec des ondes :**	lumineuses.	sonores.	à la surface de l'eau.
7. **Des interférences constructives s'observent :**	si les ondes qui interfèrent sont en opposition de phase.	si les ondes qui interfèrent sont en phase.	quel que soit le déphasage des ondes qui interfèrent.

qcm 3

3 Les interférences de deux ondes lumineuses monochromatiques

cohérentes

Si erreur, revoir § 3 p. 373

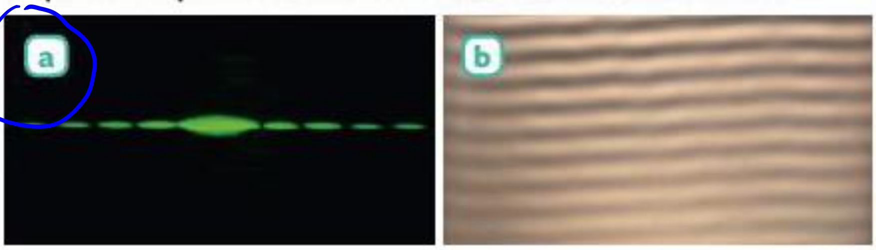
8. **Des interférences lumineuses stables se produisent à partir :**	de deux sources de même intensité.	de deux sources ponctuelles en phase.	d'une source éclairant un système formé de deux fentes proches.
9. **Deux ondes lumineuses interfèrent au point P. En ce point :** 	les interférences sont constructives.	les interférences sont destructives.	on observe une frange brillante.

Exercice 4

4 Identifier le phénomène de diffraction (2)

| Interpréter des observations.

• Identifier, dans les situations ci-dessous, celle dans laquelle le phénomène de diffraction intervient.



Exercice 6

6 Connaître un phénomène

| Interpréter des phénomènes.

diffraction de l'onde sonore à travers la petite ouverture.

Un mur antibruit, d'une hauteur de 3 m, et de surface bien réfléchissante ou absorbante vis-à-vis d'une onde sonore, n'isole pas totalement les riverains du bruit de la circulation lorsqu'il présente une petite ouverture.

• Quel phénomène permet de l'expliquer ?

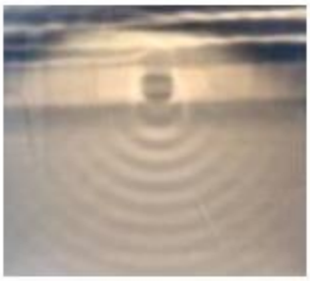
Le phénomène de diffraction à travers la petite ouverture.

Exercice 8

8 Exploiter l'angle caractéristique de diffraction

| Effectuer des calculs.

On étudie la diffraction d'une onde à la surface de l'eau.



θ (rad)	0,50	0,82
λ (cm)	$1,3 \times 10^{4}$	1,7
a (cm)	2,7	$2,1 \times 10^{-4}$

• Recopier et compléter ce tableau.

Donnée

$\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$.

Exercice 10

10 Décrire un phénomène d'interférences

| Décrire des phénomènes.

Une source de lumière monochromatique éclaire deux trous d'Young. Un écran est placé à quelques mètres du dispositif.

1. Comment se nomme le phénomène observé ? Phénomène d'interférences.
2. Décrire la figure observée sur l'écran.

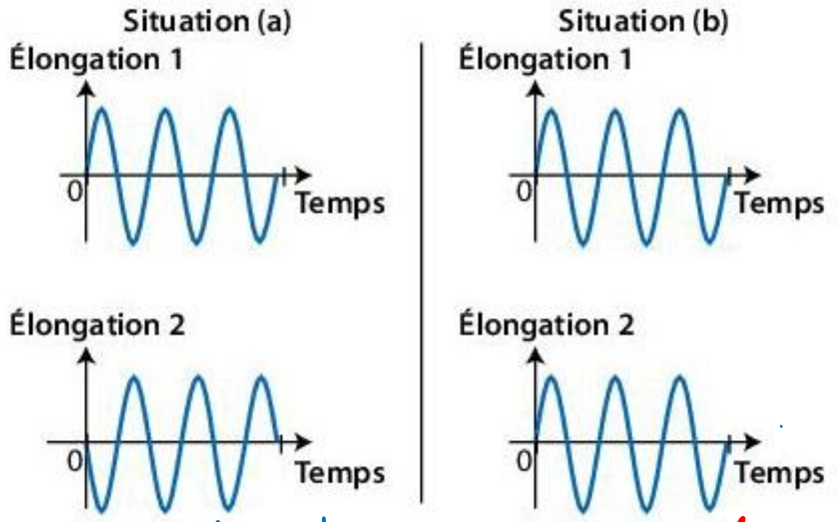
Anneaux concentriques hachurés.

Exercice 12

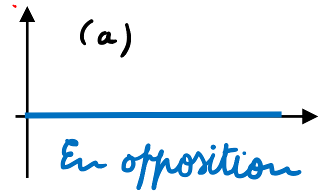
12 Reconnaître des signaux en phase ou en opposition de phase

| Tracer un graphique.

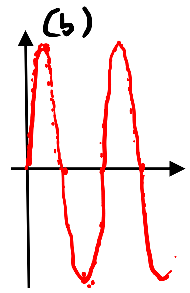
Deux ondes se propagent depuis deux sources S_1 et S_2 pour se croiser en un point P. Deux situations possibles sont représentées ci-dessous.



opposition de phase En phase



En opposition de phase



en phase

1. Dans quel cas les ondes sont-elles en opposition de phase au point P ? en phase ?

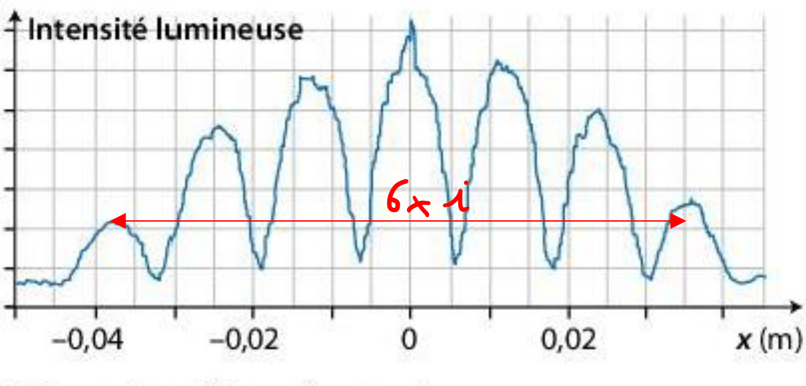
2. Dessiner, dans chacun des deux cas, l'élongation de l'onde résultante en fonction du temps.

Exercice 16

16 Calculer un interfrange

| Exploiter un graphique.

Une figure d'interférences est photographiée et analysée avec un logiciel de traitement d'images.



- Déterminer l'interfrange *i*.

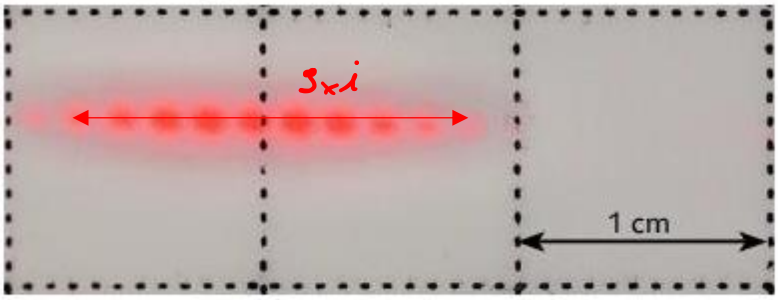
$6 \times i = 0{,}075\ m$

$\Rightarrow i = 12{,}5\ mm$

Exercice 18

18 Calculer la distance séparant deux fentes

On réalise une figure d'interférences lumineuses à l'aide de fentes d'Young.



$9 \times i = 1{,}6$ cm

$\Rightarrow i = 0{,}18$ cm

L'interfrange i a pour expression : $i = \dfrac{\lambda \times D}{b}$.

- Déterminer la distance b séparant les deux fentes d'Young.

$b = \dfrac{\lambda \times D}{i}$

$= \dfrac{650 \times 10^{-9} \times 1{,}4}{0{,}18 \times 10^{-2}}$

$= \underline{\underline{5{,}1 \times 10^{-4}\ \text{m}}}$

Données

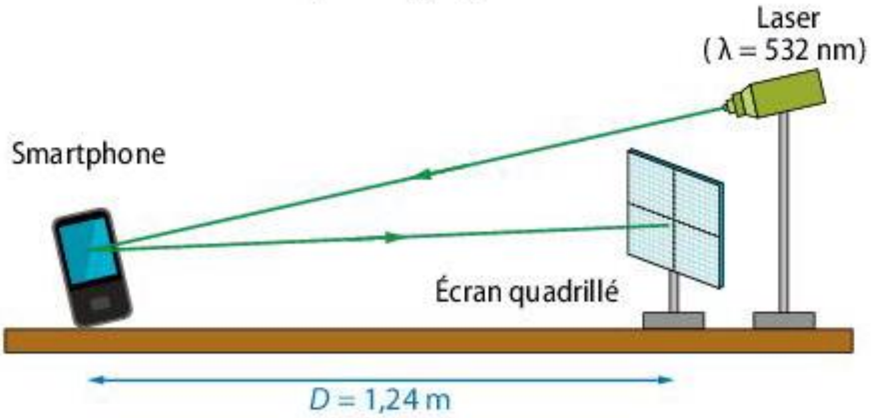
- Distance fentes d'Young-écran : $D = 1{,}4$ m.
- Longueur d'onde : $\lambda = 650$ nm.

Exercice 19

19 Mesure de la taille d'un pixel d'un écran de smartphone

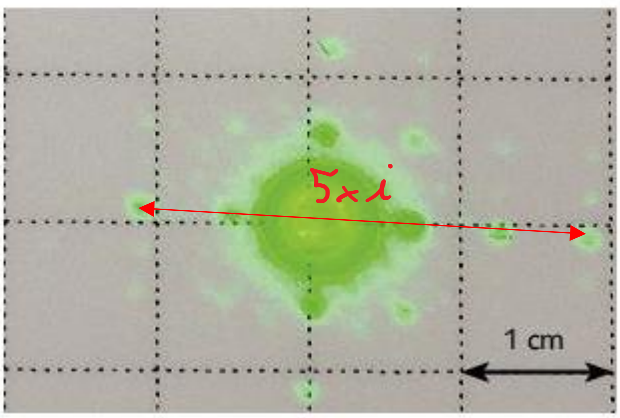
| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève envoie un faisceau laser sur son smartphone éteint. Il voit apparaître sur l'écran situé à une distance D du smartphone plusieurs taches lumineuses. Il photographie l'écran.



Un écran de téléphone portable est constitué de pixels (points lumineux). Un phénomène de diffraction se produit lorsque le faisceau laser rencontre un obstacle suffisamment petit, le pixel, de taille a. Un pixel joue le même rôle qu'une ouverture de même taille lors de la diffraction.

L'interfrange i est donné par la relation : $i = \dfrac{\lambda \times D}{a}$.



$5 \times i = 3$ cm $\Rightarrow i = 0{,}6$ cm

$a = \dfrac{\lambda \times D}{i}$

$= \dfrac{532 \times 10^{-9} \times 1{,}24}{0{,}6 \times 10^{-2}}$

$= \underline{\underline{1{,}1 \times 10^{-4}\ m}}$

1. Mesurer l'interfrange i.
2. Calculer la largeur d'un pixel.

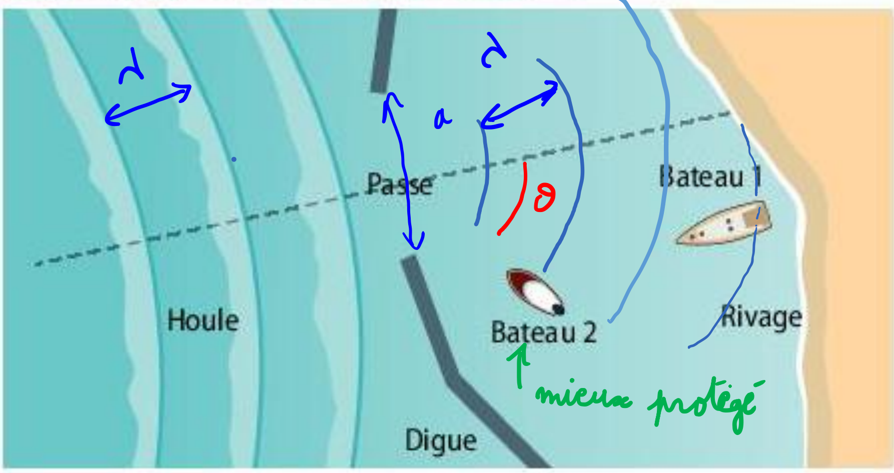
Exercice 20

20 À chacun son rythme

Les effets de la houle

Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.



$$\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{30}{40} = 0{,}75 \text{ rad}$$
ou 43°

Des vagues de 1 m de hauteur, parallèles les unes par rapport aux autres, et espacées de 30 m, atteignent la digue d'un port de plaisance. Elles peuvent traverser la passe large de 40 m qui fait face aux vagues. Deux bateaux sont au mouillage près du rivage.

Énoncé compact

Y a-t-il un bateau mieux protégé que l'autre par la digue ?

Énoncé détaillé

1. Indiquer la longueur d'onde de la houle et la taille de l'ouverture.

2. a. Pourquoi le phénomène de diffraction doit-il être pris en compte ?
b. Calculer l'angle caractéristique de diffraction θ.
c. Reproduire, à l'échelle, le schéma et y faire apparaître l'angle caractéristique de diffraction.

3. Y a-t-il un bateau mieux protégé que l'autre par la digue ?

Exercice 22

22 Côté maths et Python

Somme de signaux sinusoïdaux

| Utiliser un langage de programmation.

On présente ci-après un extrait du programme, en langage python, permettant de représenter la somme de deux signaux sinusoïdaux synchrones.

PROGRAMME Python – QR Code p. 374

1. Montrer, par la lecture de cet extrait de programme, que les deux signaux sinusoïdaux d'expression générale $u(t) = U_m \times \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t + \varphi\right)$ sont synchrones. ligne 25 et 26 ⇒ même période T

2. D'après l'extrait de programme proposé, lequel des deux signaux a une phase à l'origine nulle ? ligne 25 ⇒ y_1 phase origine nulle

3. Exécuter le programme et déterminer le déphasage que doivent présenter deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones pour que l'amplitude du signal résultant soit :

a. maximale. signaux en phase $\varphi = 0$ **b.** nulle. signaux en opposition de phase $\varphi = \pi$

```
19 #Conditions initiales
20 initial_A = 1.00
21 initial_T = 2.00
22 initial_Phi = 1.00
23 # Définitions des courbes
24 time=np.linspace(0.,20.,2000)
25 y1=initial_A*np.cos(2*np.pi/initial_T*time)
26 y2=initial_A*np.cos(2*np.pi/initial_T*\
   time+initial_Phi)
27 y3=y1+y2
28 #Tracé des courbes
29 G = GridSpec(10, 10)
30 fig, ax = plt.subplots()
31 axes_1 = plt.subplot(G[:-3, :])
32 plt.axis([0,20,-10,10])
33 plt.xlabel('t en s')
34 plt.ylabel('Amplitude')
35 plt.title('Somme de deux ondes sinusoïdales \
   synchrones')
36 plt.grid()
37 p1, = plt.plot(time, y1, '-g' , label=\
   r'$y_1=A\times\cos( \frac{2\pi}{T}\times t)$')
38 p2, = plt.plot(time, y2, '-b', label=\
   r'$y_2 =A\times\cos( \frac{2\pi}{T}\times t+\
   Phi)$')
39 p3, = plt.plot(time, y3, '-r',label=\
   r'$y_3= y_1 + y_2$')
40 plt.legend()
```

déphasage

même période T

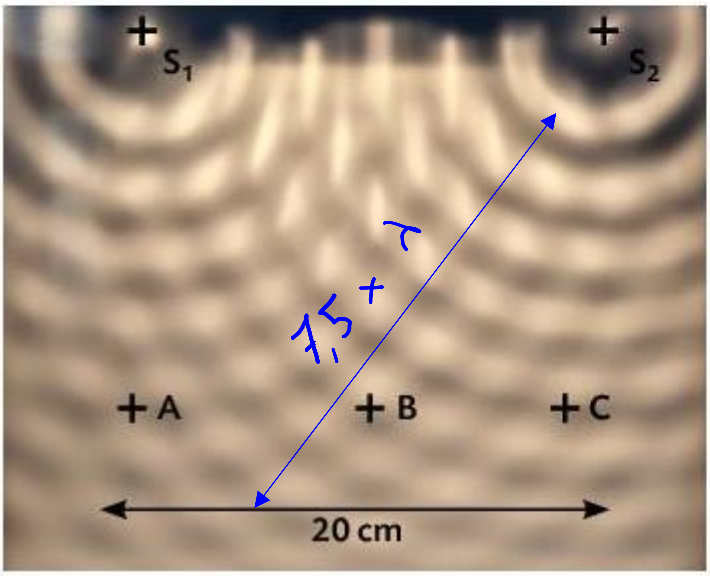
Pas de déphasage ⇒ φ origine = 0

Exercice 23

23 Interférences à la surface de l'eau

Exploiter une photographie ; faire preuve d'esprit critique et argumenter.

Des ondes issues de deux sources ponctuelles en phase interfèrent à la surface de l'eau d'une cuve à ondes. Chaque source produit une onde de longueur d'onde λ. La photographie ci-dessous montre la figure obtenue.



$7,5 \times \lambda = 20$ cm

$\Rightarrow \lambda = \underline{\underline{2,6}}$ cm

1. Déterminer graphiquement la longueur d'onde λ.

2. À partir des données du tableau ci-dessous, caractériser l'amplitude de l'onde résultante aux points A, B et C.

Point	A	B	C
Distance depuis S_1 (cm)	14,9	17,4	22,6
Distance depuis S_2 (cm)	24,1	17,4	14,9

La différence de chemin parcourue pour arriver au **point A** :

$$\Delta L_A = S_2A - S_1A = 24,1 - 14,9 = 9,2 \text{ cm}$$

$$\frac{\Delta L_A}{\lambda} = \frac{9,2}{2,6} = 3,5 \Rightarrow \Delta L_A = (3 + \tfrac{1}{2}) \times \lambda$$

$\Rightarrow$ interférence destructive

De même avec les autres points, on trouve en B et C des **interférences constructives**. $\Delta L = k \times \lambda$

avec : $k = 0$ pour B et $k = -3$ pour C

Exercice 24

24 Rayons X et structure cristalline

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

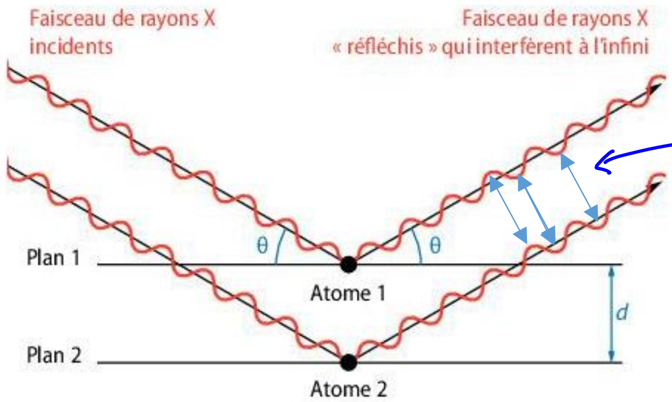
D'après Baccalauréat Antilles-Guyane, 2016

Un cristal est constitué d'entités (atomes, ions ou molécules) qui s'agencent de manière ordonnée et régulière les unes par rapport aux autres.

Les rayons X, découverts en 1895 par le physicien allemand Wilhelm RÖNTGEN (1845-1923), sont des ondes électromagnétiques utilisées notamment en cristallographie pour évaluer la distance d entre deux plans 1 et 2 voisins d'atomes dans un cristal.

Les atomes appartenant à ces plans parallèles diffractent les rayons X. Parmi les rayons diffractés, ceux qui peuvent interférer à l'infini sont ceux qui ont été déviés comme s'ils s'étaient réfléchis sur les plans contenant les atomes.

On représente cette situation par le schéma simplifié suivant :



ondes en phase
⇒ interférences constructives

1. Écrire la condition pour que les interférences observées soient :

a. constructives ;

b. destructives.

2. À partir du schéma ci-dessus, préciser si on obtient des interférences constructives ou destructives lorsque les ondes « réfléchies » par les atomes 1 et 2 se superposent et interfèrent.

3. La différence de chemin optique ΔL entre deux ondes incidentes qui se réfléchissent sur deux plans successifs est donnée par la relation : $\Delta L = 2d \times \sin \theta$ où d est la distance entre deux plans d'atomes voisins et θ l'angle entre le rayon et le plan.

Pour un angle $\theta = 10{,}4°$ et une longueur d'onde égale à 0,154 nm, déterminer la distance d dans le cristal étudié, dans le cas où l'on obtient des interférences constructives pour une différence de chemin optique minimale.

1. a. Pour que l'**interférence soit constructive** il faut que les ondes arrivant soient en phase soit aussi que la différence de chemin des sources provenant des deux plans soit de la forme :

$$\Delta L = k \times \lambda \qquad k \text{ entier relatif}$$

b. Pour les **interférences destructives** : $\Delta L = (k + 1/2) \times \lambda$

2. Voir schéma

3. Distance entre les deux plans cristallins

$\Delta L = k \times \lambda$ $\qquad \Delta L$ est mini pour $k = 1$

soit $\Delta L = \lambda$

et $\Delta L = 2d \times \sin\theta$

$$\Rightarrow \boxed{d = \frac{\lambda}{2 \times \sin\theta}}$$

$$= \frac{0{,}154 \times 10^{-9}}{2 \times \sin(10{,}4)}$$

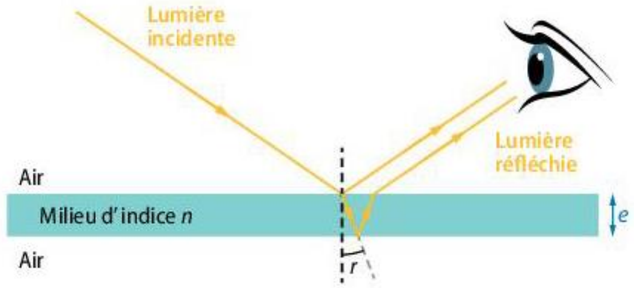
$$= \underline{\underline{4{,}27}} \times 10^{-10}\ m$$

Exercice 25

25 Couleurs interférentielles des paons

| Effectuer des calculs ; argumenter.

Les couleurs des animaux sont pour la plupart dues à des pigments. Mais, chez certains insectes et certains oiseaux, la production de couleurs provient d'interférences lumineuses.
C'est le cas du plumage des paons.
Leurs plumes sont constituées d'un empilement de petites lames transparentes qui réfléchissent la lumière.
Pour comprendre le phénomène, une lame de plume sera modélisée par un parallélépipède transparent d'épaisseur e et d'indice de réfraction n, placé dans l'air.
Le schéma ci-après représente cette lame en coupe.



Les deux rayons réfléchis par la lame à faces parallèles se superposent sur la rétine de l'observateur et y interfèrent.
Pour un angle de réfraction r donné, la différence de chemin optique des rayons, notée ΔL, dépend de l'épaisseur e de la lame et de son indice de réfraction n. Elle est donnée par :

$$\Delta L = 2n \times e \times \cos r + \frac{\lambda_0}{2}$$

L'indice n dépend de la longueur d'onde de la radiation.

1. Quelle condition la différence de chemin optique doit-elle vérifier pour que les interférences soient constructives ? destructives ?

2. Un observateur regarde un paon. L'angle de réfraction est $r = 20°$.
a. Déterminer si les interférences de deux rayons sont constructives ou destructives pour :
– une radiation de longueur d'onde dans l'air λ_R (rouge) ;
– une radiation de longueur d'onde dans l'air λ_V (violet).
b. Laquelle des deux couleurs sera principalement perçue par l'observateur ?

3. La couleur observée serait-elle la même si on changeait l'angle d'observation ?

4. Quelle méthode expérimentale permettrait de distinguer la nature d'une couleur (pigmentaire ou interférentielle) de plumes d'oiseaux ?

Données
- Longueur d'onde : $\lambda_R = 750$ nm (rouge) ; $\lambda_V = 380$ nm (violet).
- Indice de réfraction d'une lame : $n_R = 1{,}33$ (rouge) ; $n_V = 1{,}34$ (violet).
- Épaisseur du milieu : $e = 0{,}15$ µm.

1. La condition pour que les interférences soient **constructives** c'est que la différence de chemin

$$\Delta L = k \times \lambda$$

La condition pour que les interférences soient **destructives** c'est que la différence de chemin

$$\Delta L = (k + 1/2) \times \lambda$$

2. a. Interférence pour le

Rouge :

$$\Delta L_R = 2 \times n_R \times e \times \cos(x) + \frac{\lambda_R}{2}$$
$$= 2 \times 1{,}33 \times 0{,}15 \times 10^{-6} \times \cos(20°) + \frac{750 \times 10^{-9}}{2}$$
$$= 7{,}5 \times 10^{-7}\ m$$
$$= 750\ nm = \lambda_R$$

Donc $\Delta L_R = \lambda_R \Rightarrow$ interférence constructive

Violet :

$$\Delta L_V = 5{,}7 \times 10^{-7}\ m = 570\ nm$$

$$\frac{\Delta L_V}{\lambda_V} = \frac{570}{380} = 1{,}5 \Rightarrow \Delta L_V = (1 + 1/2) \times \lambda_V$$

$\Rightarrow$ interférence destructive

b. L'observateur percevra donc le **Rouge**.

3. Si on **change l'angle** d'observation, alors les différences de chemin change. Les interférences constructives et destructives ne seront donc **plus affectées aux mêmes couleurs**.

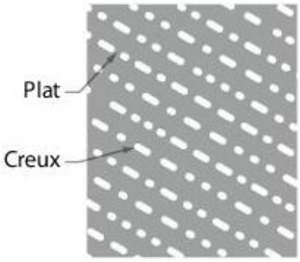
4. La méthode pour distinguer si les couleurs proviennent d'interférence ou de pigments consiste simplement à **changer angle de vue**. La couleur d'un pigment ne sera pas changeante.

Exercice 28

28 Lecture d'un disque optique Blu-ray

| Utiliser un modèle pour prévoir, décrire et expliquer.

D'après Baccalauréat Nouvelle-Calédonie, 2013



Sur un disque optique (CD, DVD, Blu-ray), les données sont gravées sous forme de minuscules cavités, de longueur variable, appelées « creux ». Les espaces entre les creux sont appelés « plats ».

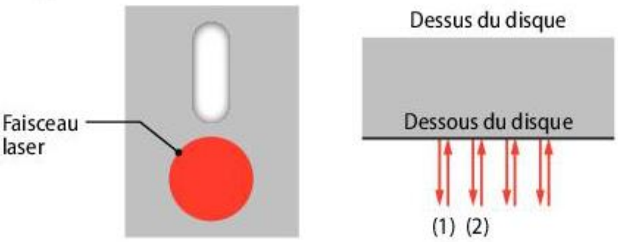
C'est la variation d'intensité lumineuse au cours de la lecture qui permet de repérer les creux et les plats, et de décoder l'information numérique.

Afin de lire les données du disque, un faisceau laser est dirigé vers le disque optique. Le faisceau se propage dans du polycarbonate puis se réfléchit et est renvoyé vers un capteur de lumière qui détecte l'intensité lumineuse réfléchie.

Les diodes lasers utilisées dans les lecteurs Blu-ray émettent une lumière de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 405$ nm.

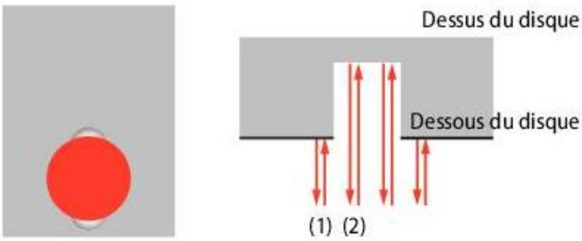
A Lecture des données sur le disque optique

a Le faisceau laser se réfléchit totalement sur un plat.



VUE DE DESSOUS **VUE EN COUPE**

b Le faisceau laser est positionné en face d'un creux : le rayon (1) situé au bord du faisceau se réfléchit sur un plat, tandis que le rayon (2) situé au centre du faisceau se réfléchit dans un creux.



VUE DE DESSOUS **VUE EN COUPE**

1. À quelle condition des interférences sont-elles constructives ? destructives ?

2. a. Dans le cas a, les interférences entre les rayons (1) et (2) sont-elles constructives ? destructives ?

b. Dans le cas b, la différence de chemin optique ΔL entre les rayons (1) et (2) est $\Delta L = 2n \times h$.

Que représente h ? Calculer sa valeur minimale pour que les interférences soient destructives.

Donnée

Indice de réfraction du polycarbonate : $n = 1{,}55$.

1. La condition pour que les interférences soient **constructives** c'est que la différence de chemin

$$\Delta L = k \times \lambda$$

La condition pour que les interférences soient **destructives** c'est que la différence de chemin

$$\Delta L = (k + 1/2) \times \lambda$$

2. a. Dans le **cas a**, les deux rayons (1) et (2) parcourent la même distance dans le même milieu de propagation ; la différence de chemin optique ΔL entre ces deux rayons est donc nulle. Les interférences entre les rayons (1) et (2) sont donc **constructives**.

b. Dans le **cas b**, la différence de chemin optique **ΔL** entre les deux rayons est :

$$\Delta L = 2n \times h$$

h correspond à la distance entre un creux et un plat, donc cela correspond à la **profondeur d'un creux**.

Si les **interférences sont destructives**, alors :

$$\Delta L = (k + 1/2) \times \lambda$$

$$\Rightarrow (k + 1/2) \times \lambda = 2n \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{(k + 1/2) \times \lambda}{2n}$$

h est minimum pour k = 0

$$\Rightarrow \boxed{h_{mini} = \frac{\lambda}{4n}}$$

$$= \frac{405 \times 10^{-9}}{4 \times 1{,}55}$$

$$= \underline{\underline{6{,}53 \times 10^{-8}\ m}}$$

Exercice 29

29 — 20 min — Observation d'une exoplanète

Extraire et organiser l'information ; effectuer des calculs.

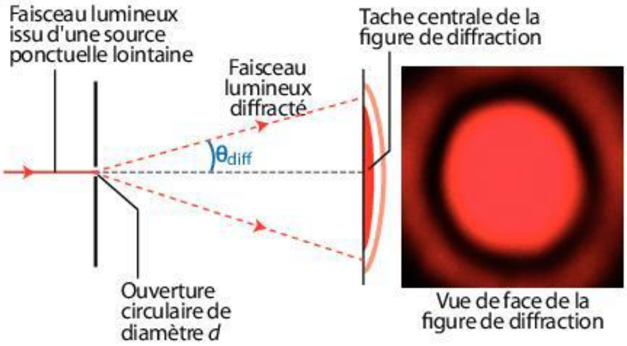
D'après Baccalauréat Antilles-Guyane, 2017

Les exoplanètes (planètes situées en dehors du système solaire) sont difficiles à détecter de par leur éloignement et leur manque de luminosité par rapport aux étoiles autour desquelles elles tournent.

Actuellement, l'observation de détails avec un télescope terrestre est principalement limitée par le phénomène de diffraction lié à l'ouverture circulaire d du télescope.

La première exoplanète dont on a pu faire une image par observation directe dans le proche infrarouge s'appelle 2M1207b. Cette exoplanète orbite à une distance estimée à 55 unités astronomiques (ua) autour de l'étoile 2M1207a, située elle-même à 230 années-lumière (al) de la Terre.

A Diffraction par une ouverture circulaire



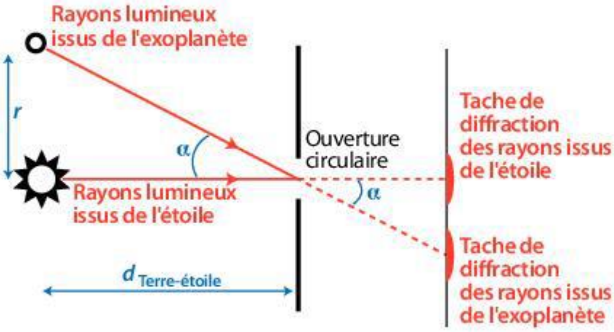
Dans le cas d'une ouverture circulaire, on admet que l'angle caractéristique de diffraction θ_{diff} (en radian) vérifie la relation :

$$\theta_{diff} = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{d}$$

où λ est la longueur d'onde du faisceau incident et d le diamètre de l'ouverture.

B Écart angulaire et diffraction

Des rayons lumineux issus d'un couple étoile-planète et passant par l'ouverture circulaire d'un télescope terrestre sont représentés sur le schéma ci-dessous.

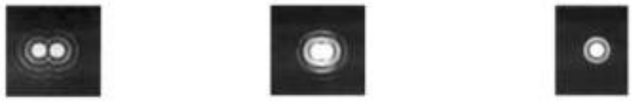


α est l'écart angulaire entre l'étoile et la planète, c'est-à-dire l'angle séparant l'étoile de la planète vues depuis la Terre.

Il est petit et se calcule par : $\alpha = \tan\alpha = \frac{r}{d_{Terre-étoile}}$ avec r la distance planète-étoile et $d_{Terre-étoile}$ la distance Terre-étoile.

C Critère de Rayleigh pour distinguer deux objets

Un télescope permet de distinguer deux objets à condition que l'écart angulaire α entre ces deux objets soit supérieur ou égal à l'angle de diffraction θ_{diff}.



$\alpha > \theta_{diff}$ On peut distinguer les deux objets.

$\alpha = \theta_{diff}$

$\alpha < \theta_{diff}$ On ne peut pas distinguer les deux objets.

1. À quelle condition l'étoile et la planète seront-elles vues séparément ?

2. Déterminer le diamètre D du télescope terrestre permettant de distinguer la planète 2M1207b de l'étoile 2M1207a sachant que la longueur d'onde des rayons lumineux provenant des deux objets célestes est $\lambda = 2{,}0$ µm.

Utiliser le réflexe 1

Coup de pouce QR Code p. 374

Données

- Unité astronomique : 1 ua = $1{,}496 \times 10^{11}$ m.
- Année-lumière : 1 al = $9{,}461 \times 10^{15}$ m.

1. Pour **observer séparément** l'**étoile** et la **planète**, il faut que les deux taches de diffraction ne se recouvrent pas ; pour cela l'écart **angulaire α** doit être **supérieur** à l'**angle caractéristique de diffraction θ.**

2. Diamètre du télescope

$$\alpha > \theta$$

$$\Rightarrow \frac{r}{d_{Terre-étoile}} > 1,22\frac{\lambda}{D}$$

$$\Rightarrow \boxed{D > \frac{1,22 \times \lambda \times d_{Terre-étoile}}{r}}$$

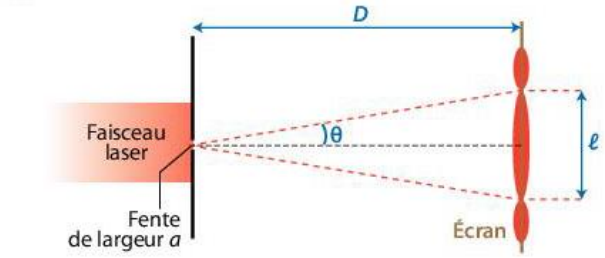
$$D > \frac{1,22 \times 2,0 \times 10^{-6} \times 230 \times 3,461 \times 10^{15}}{55 \times 1,495 \times 10^{11}}$$

$$\Rightarrow D > \underline{\underline{0,65}}\ m$$

ECE

On éclaire, dans l'air, une fente de largeur a à l'aide d'un faisceau laser émettant une radiation de longueur d'onde λ.

A **Dispositif de l'expérience**



B **Figure observée**

C **Donnée du constructeur**

1. CON Comment se nomme le phénomène observé ?

2. RÉA L'angle θ étant petit, on a la relation $\tan\theta = \theta$ avec θ en radian. Montrer que la longueur d'onde peut s'écrire sous la forme : $\lambda = \dfrac{\ell \times a}{2 \times D}$.

3. a. RÉA Déterminer la longueur d'onde λ ainsi que son incertitude-type à partir des mesures expérimentales.

b. VAL En déduire un encadrement de la valeur expérimentale de la longueur d'onde λ.

c. VAL Conclure en comparant la valeur trouvée à celle donnée par le constructeur.

4. ANA-RAIS Un élève souhaite observer l'influence de la largeur de la fente sur la tache centrale. Il utilise une fente de largeur différente (b) de celle étudiée précédemment (a).

(a)  (b) 

Les deux figures étant reproduites à la même échelle, comparer la largeur des deux fentes.

Données

- Largeur de la première fente utilisée : $a = (60{,}0 \pm 0{,}1)$ µm.
- Distance fente-écran : $D = (2{,}0 \pm 0{,}1)$ m.
- Largeur de la tache centrale : $\ell = (4{,}2 \pm 0{,}1)$ cm.
- Incertitude-type sur la mesure de la longueur d'onde :

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

1. Le **phénomène de diffraction**

2. Dans le triangle rectangle d'angle θ on peut écrire :

$$\left.\begin{array}{l} \tan\theta = \dfrac{opp}{adj} = \dfrac{\ell/2}{D} = \dfrac{\ell}{2 \cdot D} \\ \theta \text{ petit} \Rightarrow \tan\theta \simeq \theta \end{array}\right\} \Rightarrow \theta = \frac{\ell}{2 \cdot D}$$

$$\theta \text{ petit} \Rightarrow \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{a} = \frac{\ell}{2 \times D} \quad \text{ou} \quad \lambda = \frac{\ell \times a}{2 \times D} \quad \text{c.q.f.m}$$

3.a. D'après les valeurs données :

$$\lambda = \frac{4{,}2 \times 60}{2 \times 2{,}0} = 6{,}3 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

$$\simeq \underline{\underline{630}}\ \text{nm}$$

Son incertitude type est :

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

$$= 630 \times 10^{-9} \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{60}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{9,2}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{2,0}\right)^2}$$ mêmes unités

$$= 40 \text{ nm}$$

b. Encadrement $590 \text{ nm} < \lambda < 670 \text{ nm}$

c. Compatible avec les données du constructeur

4. Comparaison des largeurs « a » des fentes

La largeur de la tache centrale est maintenant plus petite qu'avant et $\ell = \frac{2 \times \lambda \times D}{a}$

$\Rightarrow$ la nouvelle fente est donc plus large que la précédente