Classes 4ème SC.Exp	Kassis Mohamed	Interaction onde matière	Lycée Pilote de Sfax

EXERCICE 1

On dispose d'un vibreur animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de fréquence N = 40 Hz
Le vibreur est muni d'une lame L qui frappe la surface libre d'un liquide au repos, perpendiculairement à cette surface. L décrit au cours de son mouvement un segment de Longueur 2 mm elle donne naissance à la propagation d'une onde rectiligne .La figure (1) représente l'aspect de la surface de l'eau par une vue de dessus, à un instant t_1 à l'echelle 1/2.

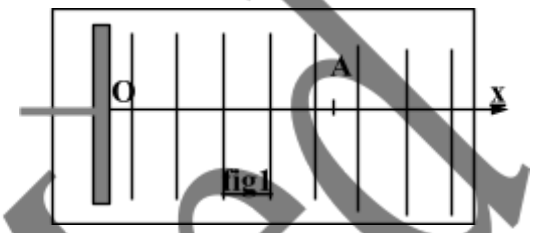


fig1

1°) a- Déterminer la longueur d'onde produit λ_1 ; la célérité $\mathbf{V_1}$ de propagation et l'amplitude **a** .

b- Ecrire l'équation horaire du mouvement du point **O** sachant qu'elle commence son mouvement à $\mathbf{t_0=0}$ dans le sens négatif.

c- Déduire l'équation horaire du mouvement du point **A**.

2°) On place dans la nappe de l'eau deux barres alignées non jointives disposées de façon a créer entre elles une ouverture de faible largeur (a< λ).

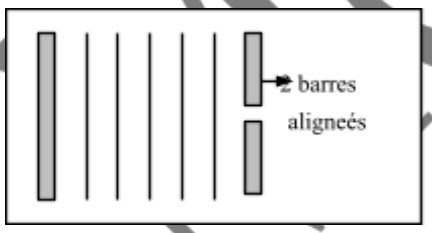


Fig2

a – Décrire ce qu'on observe à la surface de l'eau .
b – Compléter la figure 2 (sans échelle)
c – Donner le nom du phénomène observé.

3°) La lumière peut subir le même phénomène que celui subit par l'onde mécanique dans la question 2 °) l'expérience consiste à éclairer une fente de largeur a réglable par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0{,}63\ \mu m$. En placant à une distance D de la fente un écran on observe une figure sur l'écran.

a – Quelle différence y'a-t-il entre une lumière monochromatique et une lumière polychromatique ?
b – Décrire brièvement la figure observée sur l'écran.
c – La largeur L de la tache centrale de la figure obtenue est donnée par la relation $\mathbf{L = 2\ \frac{\lambda D}{a}}$.

c-1- : pour a **= 1 mm** ; la largeur de la tache centrale est **L = 1,26 mm.**
Déduire la distance D entre l'écran et la fente.

c -2- : Déterminer la largeur **L'** de la tache obtenue en éclairant la fente par une lumière bleu de longueur d'onde $\lambda' = 0{,}46\mu m$.

d – Les radiations rouge et bleue peuvent être obtenues entre autres radiations en utilisant une lumière blanche qui traverse un prisme.
d-1- : Décrire ce qu'on observe un écran placé de l'autre coté du prisme.
d-2- : Donner le nom de phénomène observé.
d-3- : Expliquer brièvement comment se forme la figure observée sur l'écran.

EXERCICE 2

Un pointeur optique à laser a la forme et la taille d'un gros stylo. Le faisceau lumineux qui en sert, lorsqu'il est dirigé en direction d'un tableau, donne un point d'impact rouge très lumineux et de petites dimensions. Il permet à un conférencier, même lorsqu'il se trouve très loin du tableau, de pointeur un endroit précis d'un document projeté. On veut retrouver expérimentalement l'ordre de grandeur de la longueur d'onde λ_0 de la lumière émise par ce pointeur optique à laser (longueur d'onde indiquée dans la fiche technique : λ_0 comprise entre 660 et 680nm).On utilise le montage suivant : une fente verticale, de largeur a très petite, est placée sur le trajet du faisceau lumineux produit par le laser et un écran est placé à la distance D de la fente.

KASSIS.Med

1- Compléter la phrase suivante : ‘‘Le phénomène qui se manifeste s’appelle ..... ; son importance est liée au rapport de la largeur a de la fente à ..... ’’

2- On propose quatre expressions pour la largeur L de la tache centrale :

(a) : $L = \frac{(2\lambda D)}{a}$ (b) : $L = \frac{2aD}{\lambda}$ (c) : $L = \frac{2D^2}{\lambda}a$ (d) : $L = \frac{(2\lambda a)}{D}$

Expérience	Source	Distance D	Largeur a	Largeur tache centrale L
n°1	Source $\lambda_1 = 543$ nm	D	a	$L_1 = 3{,}2$ cm
n°2	Source λ_0	D	a	$L_2 = 4$ cm
n°3	Source $\lambda_1 = 543$ nm	D	a3 < a	$L_3 > L_1$.

et on réalise trois expériences :

a- Par une analyse dimensionnelle, montrer qu’une des expressions est manifestant fausse.

b- A partir des expériences, déterminer les autres expressions que l’on doit éliminer (on précisera à chaque fois les expériences prises en compte). En déduire l’expression de la largeur L de la tache centrale.

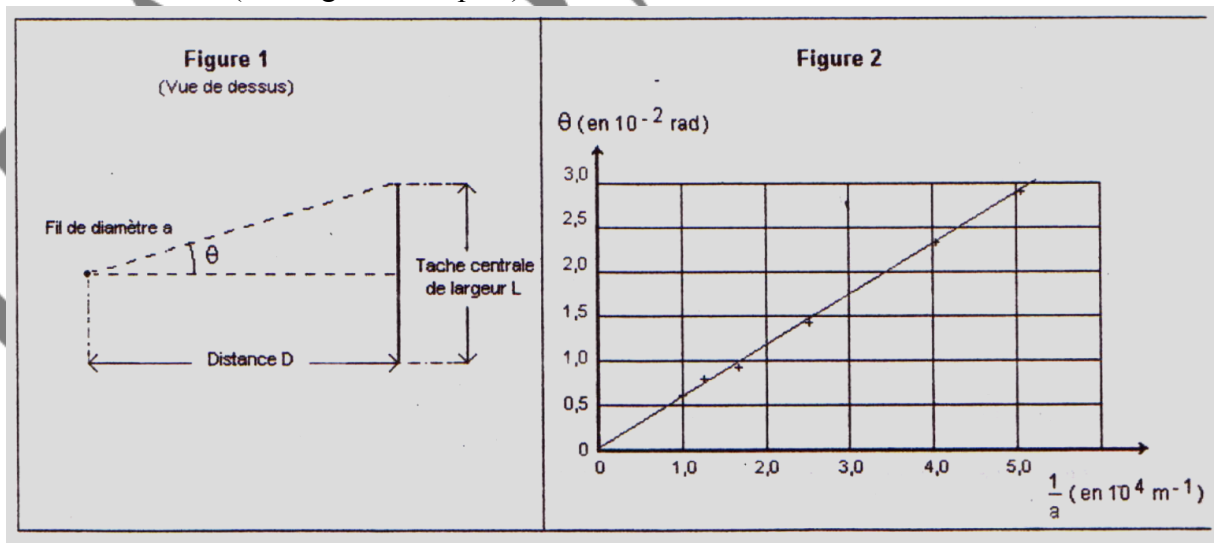
c- Etablir la relation entre L_1, L_2, λ_1 et λ_0.

Calculer avec le bon nombre de chiffres significatifs, la valeur numérique de λ_0.

Ce résultat est-il en accord avec la notice technique du pointeur optique à laser ?

EXERCICE 3

I- On réalise une expérience de diffraction à l’aide d’un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d’onde λ. À quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d’un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance D = 1, 60 m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale. À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l’écart angulaire θ du faisceau diffracté (voir figure 1 ci-après).



1- L’angle θ étant petit, θ étant exprimé en radian, Donner la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.

2- Donner la relation liant θ, λ et a. Préciser les unités de θ, λ et a.

3- On trace la courbe $\theta = f(\frac{1}{a})$. Celle-ci est donnée sur ta figure 2 ci-dessus.
Montrer que ta courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question 2.

4- Comment, à partir de la courbe précédente, pourrait-on déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?

5- En utilisant la figure 2, préciser parmi les valeurs de longueurs d'onde proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.
560 cm ; 560 mm ; 560 µm ; 560 nm

6- Si l'on envisageait de réaliser la même étude expérimentale en utilisant une lumière blanche, on observerait des franges irisées.
En utilisant la réponse donnée à la question 2, justifier succinctement l'aspect "irisé" de la figure observée.

II- Un prisme est un milieu dispersif : convenablement éclairé, il décompose la lumière du faisceau qu'il reçoit.

1- Quelle caractéristique d'une onde lumineuse monochromatique est invariante quel que soit le milieu transparent traversé ?

2- Rappeler la définition d'un milieu dispersif.

EXERCICE 4

Cet exercice décrit deux expériences utilisant une lumière de couleur rouge, émise par un laser, de longueur d'onde dans le vide λ = 633 nm.
On rappelle que l'indice de réfraction n d'un milieu est le rapport de la célérité c de la lumière dans le vide et de sa célérité V dans le milieu considéré : $n = \frac{c}{V}$.

1ère Expérience :

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et a quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a. Un écran situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale plus lumineuse que les autres, est la plus large (figure 1)

1- Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ? Que peut-on en conclure par analogie avec les ondes mécaniques ?

2- L'angle θ (de la figure 1) est donné par la relation (1) :

$\theta = \frac{\lambda}{a}$ (1)

a- Que représente cet angle ?

b- Préciser les unités de chaque terme intervenant dans cette relation.

c- Comment évolue la largeur de la tache centrale lorsqu'on réduit la largeur de la fente ?

3- Exprimer θ en fonction de 'a largeur L de la tache centrale et de la distance D. Ce sera la relation (2). L'angle θ étant faible, on pourra utiliser l'approximation tan θ = θ.
En utilisant les relations (1) et (2), montrer que la largeur a de la fente s'exprime par la relation :

$a = \frac{2\lambda . D}{L}$. Calculer a. On donne : L = 38 mm et D = 3,00 m.

2ème Expérience :

On utilise dans cette expérience, comme milieu dispersif, un prisme en verre d'indice de réfraction n (figure 2). On dirige,

KASIS.Med

suivant une incidence donnée, le faisceau laser vers l'une des faces du prisme placé dans l'air. On observe que ce faisceau est dévié. Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

1- Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier votre réponse.
2- La célérité de la lumière dans le vide est $c = 3.10^8$ $m.s^{-1}$.
a- Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ de l'onde émise par le laser, sa fréquence et sa célérité c. Calculer la fréquence v.
b- La valeur de v varie-t-elle lorsque cette onde change de milieu de propagation ?
3- Donner les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible et les couleurs correspondantes. Situer les domaines des rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au domaine du spectre visible.

4- On remplace la lumière du laser par une lumière blanche (figure 3).
a- Qu'observe-t-on sur l'écran ?
b- Les traits en pointillé (figure 3) correspondent aux trajets de deux rayons lumineux de couleurs respectives rouge et bleu.
Tracer, en les identifiant clairement, ces deux rayons.
On rappelle que la déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue.

KASSIS.ma