

Physique : Thème : Interaction Onde – matière

Exercice n°1 : On dispose d'une cuve à onde telle que la profondeur est la même en tous ses points. A l'aide d'une réglette (R) qui affleure la surface libre de l'eau et qui est animée d'un mouvement sinusoïdal perpendiculaire à cette surface, on produit des ondes progressives rectilignes d'amplitude a et de fréquence $N = 80\text{Hz}$.

Expérience n°1 : Les ondes se propagent à la surface de l'eau avec une célérité V constante. Elles traversent une fente de largeur l variable, pratiquée dans une plaque (P) disposée parallèlement à la réglette. Lorsque l'on ajuste la dimension de l à une valeur de même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ , le phénomène observé à la surface de l'eau à un instant t correspond au schéma ci-contre :

a°) Nommer le phénomène observé

b°) Déterminer la longueur d'onde de l'onde produite par les vibrations de la réglette.

*La vitesse de propagation V de l'onde

*La longueur d'onde de l'onde après la fente.

d°) Peut-on obtenir le même phénomène en remplaçant la fente par un obstacle de diamètre e ? Justifier.

Expérience n°2 : Les ondes se propagent à la surface de l'eau avec la célérité $V = 0.4\text{m.s}^{-1}$. Elles rencontrent un obstacle (P).

a°) Quel phénomène se produit-il ?

b°) Y-a-t-il changement de la longueur d'onde ?

c°) Tracer la marche de l'onde obtenue sachant que la direction de l'onde incidente fait un angle $i = 45^\circ$ avec la normale à l'obstacle au point I.

Expérience n°3 : on place sur la cuve à onde une plaque (P) permettant d'obtenir deux milieux (1) et (2) ayant respectivement les profondeurs $h_1 = 1.6\text{cm}$ et $h_2 = 0.9\text{cm}$.

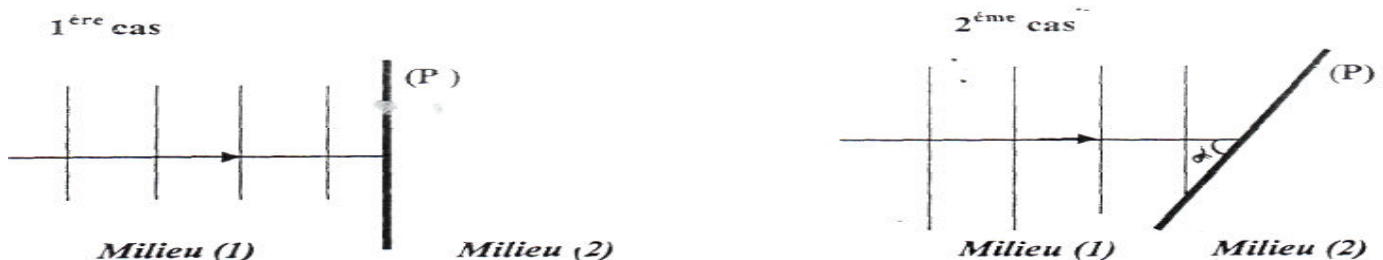
On considère les deux cas suivants :

*1^{ère} cas : La plaque (P) est disposée perpendiculairement à la direction de propagation de l'onde incidente.

*2^{ème} cas : La plaque (P) est inclinée d'un angle $\alpha = 45^\circ$ avec la direction de propagation de l'onde incidente.

On rappelle que la vitesse de propagation de l'onde varie avec la profondeur h du milieu selon

l'expression : $v = \sqrt{h \cdot \|g\|}$ avec : $\|g\| = 10\text{m.s}^{-1}$ et h en (m)

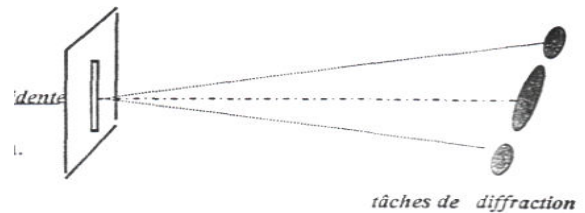


a°) Préciser dans chaque cas : *Le phénomène observé.

*La direction de propagation de l'onde obtenue.

b°) Représenter , dans les deux cas, l'onde obtenue dans le milieu (2).

Exercice n°2 : On éclaire une fente très fine de largeur a variable par une lumière monochromatique .On obtient sur l'écran , placé à une distance $D=3m$ de la fente , des taches lumineuses résultant de la lumière , telle que c'est indiqué sur le schéma ci -contre.



1°) Quel caractère doit -on l'attribuer à la lumière pour interpréter la figure de diffraction obtenue ?

2°) Que signifie lumière monochromatique ?

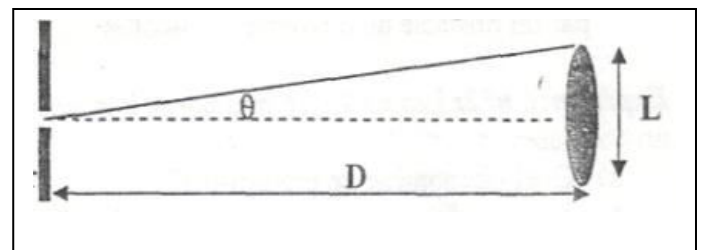
3°) On fait varier la largeur a de la fente et on mesure la largeur L de la tache centrale de la figure de diffraction .Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau suivant :

| | | | | |
|----------------|------|------|------|------|
| $a(\text{mm})$ | 0.10 | 0.14 | 0.20 | 0.25 |
| $L(\text{mm})$ | 31.5 | 22.5 | 16 | 12.5 |

a°) Tracer la courbe $L = f(1/a)$:

échelle :Axe des abscisse : 1cm pour 1.10^{-3} m^{-1}

Axe des ordonnée : 1cm pour $2.5.10^{-3} \text{ m}$



b°) Soit θ :l'angle correspondant à la demi largeur angulaire de la tache centrale donné par $\theta = \frac{\lambda}{a}$

*Exprimer θ en fonction de L et D . *En déduire que : $L = \frac{2D\lambda}{a}$

*Déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée .

4°) En remplaçant la fente par un cheveu de diamètre d , la largeur de la tache centrale qui se forme sur l'écran est $L'=1\text{cm}$. déterminer de deux manières le diamètre d du cheveu.

5°) Pour obtenir une figure de diffraction plus nette , doit -on éclairer la fente par une lumière rouge ou une lumière bleue ? Justifier.

Exercice n°3 : Un faisceau de lumière laser de longueur d'onde $\lambda = 630\text{nm}$, traverse un prisme d'indice de réfraction n . Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

1°) La lumière utilisée est -t-elle monochromatique ?

Justifier.

2°) la célérité de la lumière dans le vide est :

a°) Définir l'indice de réfraction.

b°) Déterminer la fréquence ν de la lumière laser.

Cette fréquence change -t-elle lorsque la lumière traverse le prisme ?

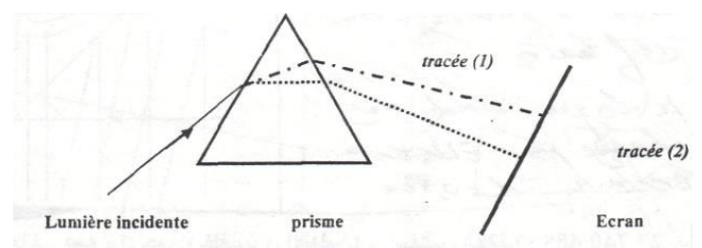
c°) L'indice de réfraction de verre pour la fréquence ν de l'onde lumineuse utilisées $n=1.6$. Déterminer la longueur d'onde λ' ainsi la célérité v de la lumière utilisée dans le verre.

d°) Tracer la marche de cette lumière permettant d'obtenir le point lumineux sur l'écran.

3°) On remplace la lumière laser par la lumière blanche .

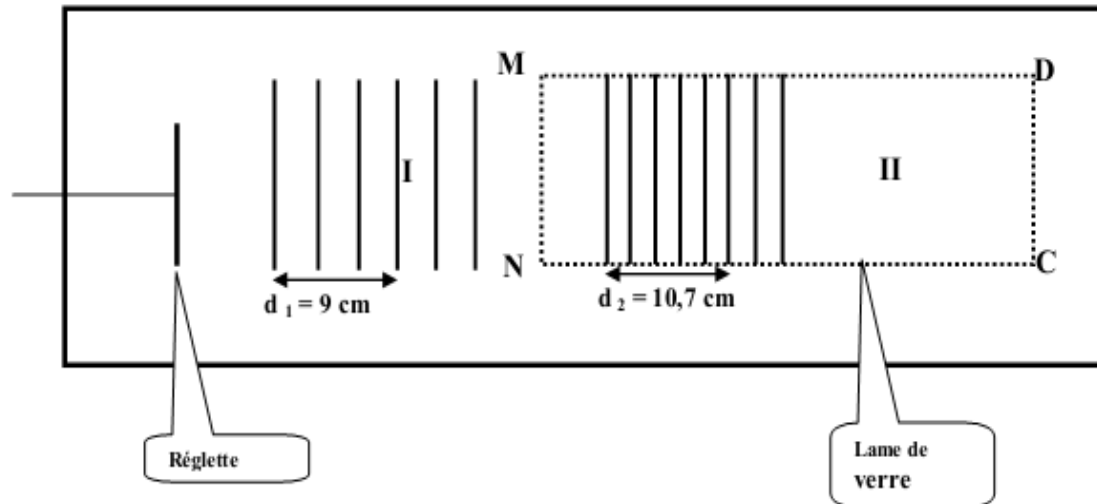
a°) Qu'observe -t-on sur l'écran ? b°) Le tracées (1) et (2) correspondent aux trajets des rayons lumineux limitant la lumière visible 'rouge de longueur d'onde $\lambda_r = 750\text{nm}$ et le violet de longueur d'onde $\lambda_v = 400\text{nm}$

Identifier , en le justifiant , les deux tracées. $\lambda_v = 400\text{nm}$



Exercice n°4 : Interaction onde - matière (les parties I et II sont indépendantes)

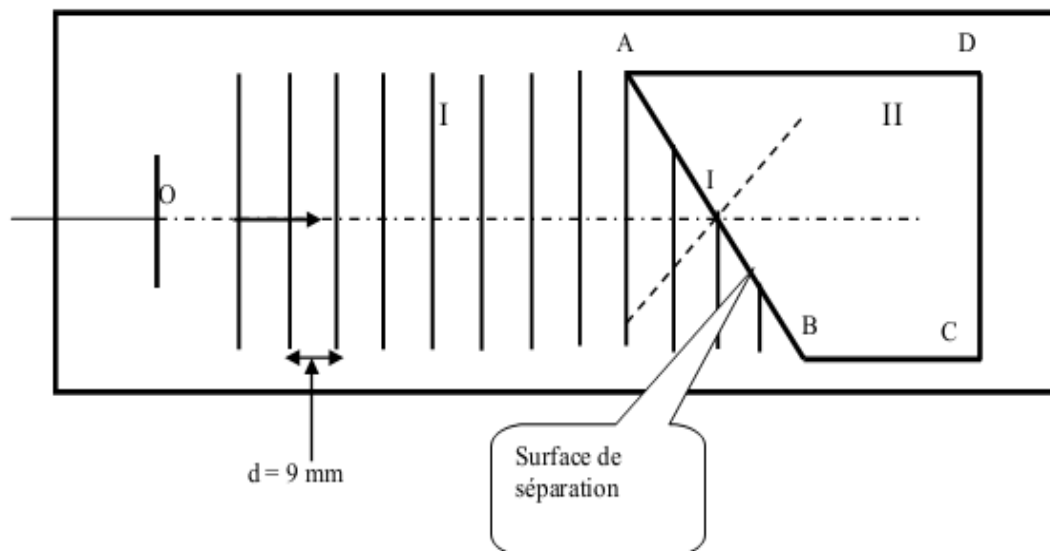
I/ Dans une cuve à fond horizontal, on a placé une lame de verre MNCD de **2 mm** d'épaisseur. On remplit la cuve d'eau jusqu'à obtenir une profondeur **H = 1 cm** dans sa partie la plus profonde (voir figure).



Le mouvement de la règle est de fréquence **N = 10 Hz** produit des ondes rectilignes comme il indique le schéma ci - dessus.

- 1 - Quel est le phénomène observé ? Justifier ?
- 2 - Déterminer les longueurs d'onde λ_I et λ_{II} des ondes progressives dans les régions I et II.
- 3 - Calculer V_I et V_{II} les célérités de propagation des ondes dans les régions I et II.

II/ On remplace la lame de verre MNCD par un morceau de verre qui a la forme d'un trapèze ABCD (voir figure) .L'onde issue de la règle se propage avec une célérité $V_I = 0,09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans la zone I.



1. Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_1 dans la zone I.
2. L'onde incidente progresse selon la direction **OI** qui fait un angle $\alpha = 60^\circ$ avec la surface de séparation.
 - a) Calculer l'angle d'incidence **i** que fait **OI** avec la normale passant par **I**.
 - b) Décrire le phénomène qui se produit lorsque l'onde incidente rencontre la surface de séparation.
3. L'onde transmise se propage dans la zone **II** avec une célérité $V_{II} = 0,0725 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
Calculer la longueur d'onde λ_2 .
4.
 - a) Les indices des milieux I et II sont respectivement n_1 et n_2 . Descartes montre pour le phénomène décrit au question 2)b) la relation suivante : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.
Vérifier que $\lambda_2 \sin i = \lambda_1 \sin r$
On rappelle que : $n = c / v$; (c : célérité dans le vide, v : célérité dans un milieu)
 - b) Calculer l'angle **r**.
 - c) Reproduire le schéma de la figure sur votre copie en représentant l'angle **r** et les rides de l'onde transmise dans la zone **II**.