

Exercice 2

Les ondes mécaniques

1. Une impulsion est créée à l'extrémité S d'une corde vibrante, générant une onde sinusoïdale qui se propage sans réflexion avec une vitesse $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$. Nous prenons comme origine du temps $t_0 = 0$, et la figure 1 montre la forme de l'impulsion à un instant donné $t = 25 \text{ ms}$.

1.1) Quelle est l'orientation du mouvement de la source S à l'origine du temps ?

1.2) Calculer la longueur d'onde de l'onde qui se propage sur la corde.

1.3) Déduire la fréquence de l'onde.

1.4) La propagation de l'onde entraîne une augmentation du nombre de points qui vibrent en phase avec la source S. Déterminer l'intervalle de temps au cours duquel ce nombre de points est égal à 5

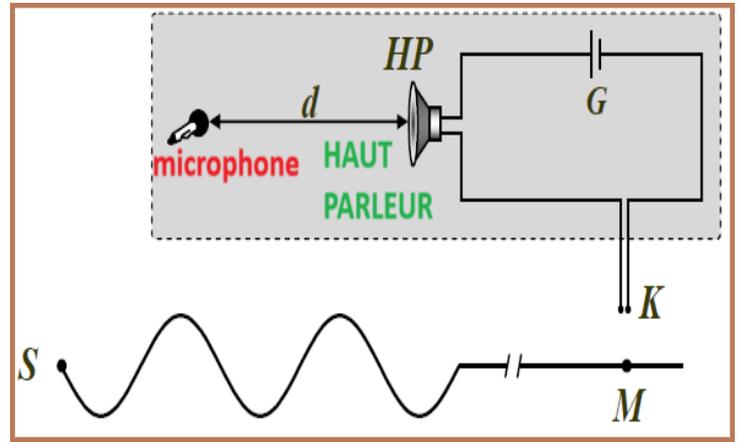


Figure 1

2. Un microphone M, situé à une distance $SM = 130 \text{ cm}$ de la source, détecte une impulsion sonore lorsque le circuit électrique est fermé. Le microphone est connecté à un amplificateur qui enregistre l'impulsion à une distance d du haut-parleur.

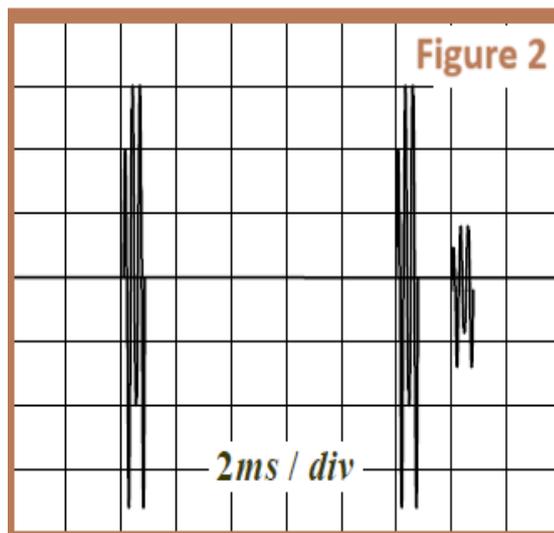


Figure 2

2.1 Déterminer l'instant t_M où l'onde atteint le point M. Quel est le mouvement du point M à cet instant ?

2.2 On connecte un haut-parleur et un microphone à un oscillographe à mémoire; on obtient le tracé d'un signal sinusoïdal. Le même oscillographe enregistre une deuxième oscillation de la même fréquence à partir du microphone.

2.2.1 Calculer la vitesse du son dans l'air, sachant que $d = 408 \text{ cm}$.

2.2.2 Déterminer l'instant t_R où le microphone capte le signal sonore, émis par le haut-parleur au moment du départ du mouvement de la source S.

Exercice 3

Propagation d'une onde lumineuse à travers une fibre optique

1. La fibre optique est composée de verre ou de plastique et possède la propriété de transporter la lumière grâce à des réflexions successives. Une onde lumineuse monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 6,52 \times 10^{-7} \text{ m}$ dans le vide est envoyée dans la fibre par une source laser G.

La fibre optique a une longueur $L = 4 \text{ m}$ et un diamètre d . On connecte un capteur qui convertit le signal lumineux en signal électrique à un oscillographe (figure 1). Le tracé de ce signal est obtenu sur l'écran de l'oscillographe comme illustré dans la (figure 2).

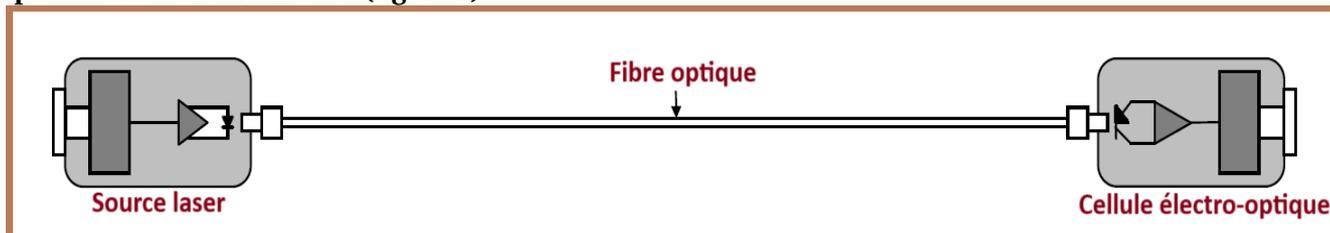


Figure 1

On donne la vitesse de propagation de la lumière dans le vide $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

1.1 Déterminer la fréquence f du signal électrique. Sachant que la sensibilité horizontale de l'appareil est réglée sur une valeur de $0,2 \mu\text{s}$.

2.1 Sachant que le temps pris par l'onde lumineuse pour traverser la fibre optique est $\Delta t = 20 \text{ ns}$, calculer la vitesse v de propagation dans la fibre. Supposons que la lumière se propage uniformément dans la fibre.

3.1 Calculer l'indice de réfraction n de la fibre optique.

4.1 Calculer la fréquence ν de l'onde lumineuse se propageant dans la fibre optique.

5.1 L'indice de réfraction $n' = 1,51$ de la fibre optique par rapport à la fréquence de l'onde $\nu' = 6,91 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Calculer la vitesse de propagation de l'onde. Quelle est la propriété de ce milieu optique? Expliquez.

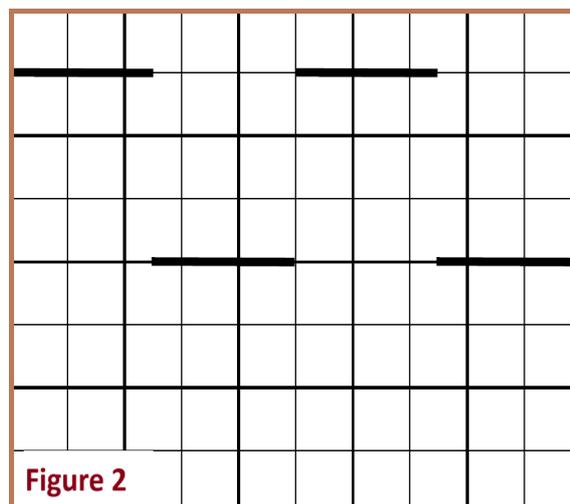


Figure 2

Figure 2

2) On sépare la cellule électro-optique de la fibre et on place la lentille à une distance de $D = 15 \text{ cm}$ devant l'écran E. Insérer une plaque de verre cylindrique pour observer la réfraction de l'onde et sa fréquence $\nu = 4,6 \times 10^{14} \text{ Hz}$, avec un indice $N = 1,61$ (figure 3).

Le document 4 (figure 4) représente l'image observée sur l'écran.

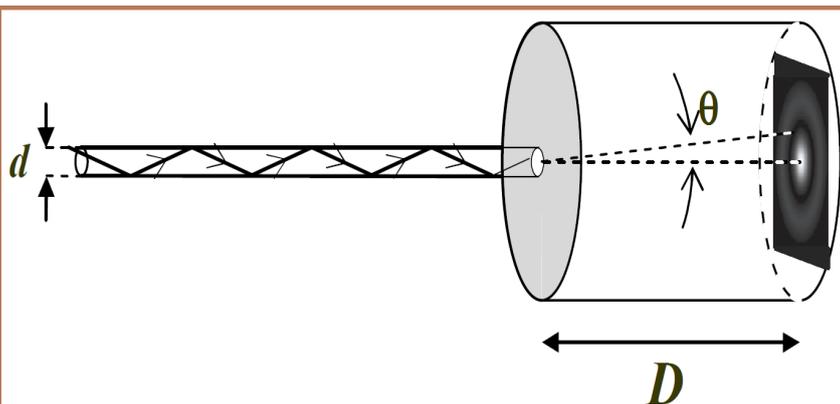


Figure 3

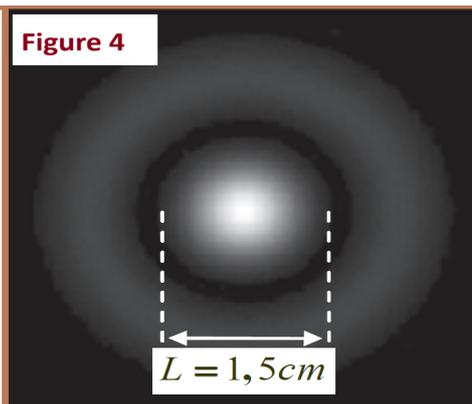


Figure 4

On exprime l'écart angulaire entre le centre de la tache centrale et le premier minimum obscur pour une ouverture circulaire dans le cas de petits angles à partir de la relation suivante : $\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{d}$

où θ est en rad, λ en m, et d est le diamètre de l'ouverture circulaire.

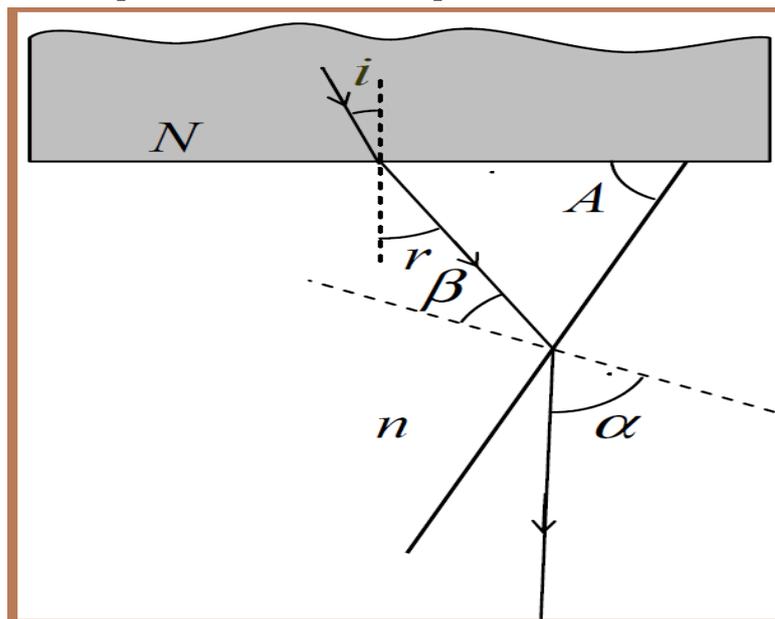
1.2 Quel est le nom du phénomène physique observé dans cette expérience?

2.2 Calculer le diamètre d de la fibre optique utilisée dans cette expérience en fonction de N , v , C , L , et D , vérifier que $d \approx 10 \mu\text{m}$.

Exercice 4

Mesure de l'indice de réfraction d'une substance transparente

Le réfractomètre est un appareil utilisé pour mesurer l'indice de réfraction de corps solides ou liquides transparents. L'objectif de cet exercice est de déterminer l'indice de réfraction d'un corps transparent. On place l'un des côtés du prisme transparent en contact avec un milieu transparent ayant un indice de réfraction N , et on suppose qu'il n'y a pas d'air entre le prisme et ce milieu transparent.



1. Un faisceau lumineux se réfracte sur la surface entre le prisme et ce milieu transparent selon un angle α . Le faisceau est incident sur le prisme avec un angle β . Quelle est la condition que doivent satisfaire les indices de réfraction N et n pour qu'il y ait réfraction?

2. Exprimez β en fonction de A et de r , puis déterminer l'intervalle des variations de β .

3. Utiliser l'appareil de Pulfrich avec un angle $A = 90^\circ$ et un indice $n = 1,732$ pour déterminer N .

Exprimer N en fonction de l'angle limite α_{lim} pour un angle d'incidence $i = 90^\circ$ et $\alpha_{\text{lim}} = 30^\circ$.