

Exercice 2 : Les ondes sonores et lumineuses (8pts)

Pour étudier les différences de propagation des ondes (sonores/lumineuses), on réalise l'expérience ci-contre (figure 3) en utilisant :

- Un émetteur E1 des ondes sonores
- Un émetteur E2 des ondes lumineuses
- Deux récepteurs A1 et A2 des ondes sonores
- Deux récepteurs B1 et B2 des ondes lumineuses
- Une cuve remplie d'eau avec $L = 15\text{cm}$

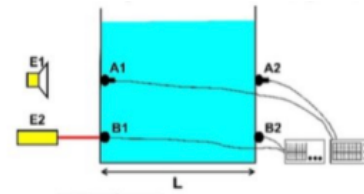


Figure 3

L'émetteur E1 émet une onde sonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par A1 et A2. Les deux signaux qui sont reçus par les deux récepteurs successivement, sont visualisés à l'aide d'un oscilloscope à mémoire ; les deux signaux sont sous forme des raies verticales (figure 4).

1. Calculer la célérité des ondes sonores dans l'eau.
2. Si on vide la cuve d'eau, la vitesse de propagation des ondes sonores devient $v_0 = 340 \text{ m.s}^{-1}$, calculer la nouvelle valeur de durée de temps entre les deux signaux.

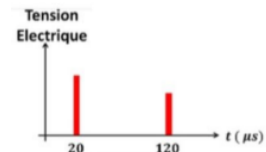


Figure 4

L'émetteur E2 (LASER) émet une onde lumineuse progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par B1 et B2. Les deux signaux qui sont reçus par les deux récepteurs successivement, sont visualisés à l'aide d'un oscilloscope (figure 5).

- Sensibilité horizontale : $0,11 \text{ ns/div}$
- La célérité des ondes lumineuses dans le vide $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$,
- La longueur d'ondes des ondes lumineuses dans le vide $\lambda_0 = 460 \text{ nm}$



Figure 5

3. Calculer la fréquence des ondes lumineuses dans le vide ?

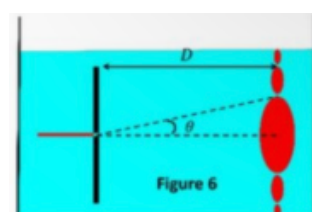
Lors du passage de la lumière blanche à travers d'un prisme, on remarque qu'elle se disperse pour donner un groupe d'ondes lumineuses sous différents angles.

5.
 - 5.1. Quelle est la différence entre la lumière blanche et les ondes lumineuses qui sortent du prisme ? La fréquence de ces ondes lumineuses change-t-elle lorsqu'elles se déplacent d'un milieu transparent à un autre ?
 - 5.2. En déduire la valeur de la fréquence des ondes lumineuse dans l'eau.

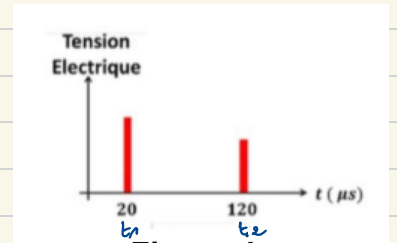
6. Déterminer la célérité V des ondes lumineuse dans l'eau
7. Calculer la valeur de l'indice de réfraction n .
8. En déduire la longueur d'onde des ondes lumineuses dans l'eau.
9. Lorsque une onde lumineuse traverse un obstacle avec une fente de largeur aa , les ondes lumineuses changent de direction, comment s'appelle ce phénomène ? Quelles sont ses conditions ? Quelle propriété porte-t-elle sur la nature de la lumière ?

On place maintenant dans l'eau, devant le faisceau de lumière monochromatique, de longueur d'onde λ , une fente F verticale rectangulaire, de largeur a . On place un écran à une distance D de cette fente (figure 6).

- 9'. Exprimer l'écart angulaire θ en fonction de λ et a puis en fonction de λ_0 , a et n .
10. Trouver la relation entre λ , a , D et L (la largeur de la tache centrale) sachant que $\tan\theta \approx \theta$.
11. Calculer le rapport $\frac{L_{\text{vide}}}{L_{\text{eau}}}$ (avec L_{vide} : largeur de la tache centrale dans le vide et L_{eau} : largeur de la tache centrale dans l'eau).



Exercice 2:



$$1) \quad v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_{\text{eau son}} = \frac{L}{t_2 - t_1}$$

$$\text{A.N. : } v_{\text{eau son}} = \frac{15 \times 10^{-2}}{(120 - 20) \times 10^{-6}} \Rightarrow v_{\text{eau son}} = 1500 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2) \quad v_0 = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_0}$$

$$\text{A.N. : } \Delta t = \frac{15 \times 10^{-2}}{340} \Rightarrow \Delta t = 4,41 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$3) \quad c = \lambda_0 \cdot \nu_{\text{vide}} \Rightarrow \nu_{\text{vide}} = \frac{c}{\lambda_0}$$

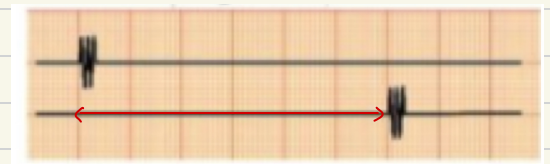
$$\text{A.N. : } \nu = \frac{3 \times 10^8}{460 \times 10^{-9}} \Rightarrow \nu = 6,52 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

5) 5.1). La lumière blanche est une lumière polychromatique tandis que les autres ondes qui sortent du prisme sont monochromatiques

. La fréquence des ondes lumineuses ne change pas lorsqu'elles se déplacent d'un milieu transparent à un autre

$$5.2) \quad \nu_{\text{eau}} = \nu_{\text{vide}} = 6,52 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$6) \quad \nu_{\text{eau lum}} = \frac{L}{\Delta t_{\text{lum}}}$$



$$\text{Graphiquement, } \Delta t_{\text{lum}} = 6 \times 0,11 \times 10^{-9} = 6,6 \times 10^{-10} \text{ s}$$

$$\text{A.N. : } \nu_{\text{eau lum}} = \frac{15 \times 10^{-2}}{6,6 \times 10^{-10}} \Rightarrow \nu_{\text{eau lum}} = 2,27 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$7) \quad n = \frac{c}{\nu_{\text{eau lum}}}, \text{ A.N. : } n = \frac{3 \times 10^8}{2,27 \times 10^8} \Rightarrow n = 1,33$$

$$8) \quad n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

A.N., $\lambda = \frac{460}{1,33} \Rightarrow \lambda = 345,86 \text{ nm}$

9) . Nom de phénomène : Diffraction de la lumière

. Conditions : $a \leq \lambda$

. Propriété : Aspect ondulatoire

9') $\theta = \frac{\lambda}{a}$, $n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

$$\Rightarrow \theta = \frac{\frac{\lambda_0}{n}}{a} \Rightarrow \theta = \frac{\lambda_0}{a \cdot n}$$

10)

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

or $\theta = \frac{\lambda}{a}$ d'où $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$

11) Dans le vide $\frac{\lambda_0}{a} = \frac{L_{\text{vide}}}{2D}$ (1)

Dans l'eau $\frac{\lambda}{a} = \frac{L_{\text{eau}}}{2D}$ (2)

$$\frac{\frac{L_{\text{vide}}}{2D}}{\frac{L_{\text{eau}}}{2D}} = \frac{\frac{\lambda_0}{a}}{\frac{\lambda}{a}} \Rightarrow \frac{L_{\text{vide}}}{L_{\text{eau}}} = \frac{\lambda_0}{\lambda} = n$$

A.N. : $\frac{L_{\text{vide}}}{L_{\text{eau}}} = 1,33$

Fin (11)



Elite⁷⁸
academy

www.elites.ac