

Exercice 1 : Niveau sonore et scène de concert (10 points)

1.a. L'intensité sonore du son perçu par un spectateur placé à 1,0 m de l'enceinte est :

$$I_1 = \frac{P}{S_1}$$

$$I_1 = \frac{4,0 \times 10^{-1}}{\frac{4 \times \pi \times 1,0^2}{2}} = 6,4 \times 10^{-2} \text{ W.m}^{-2}$$

1.b. L'intensité sonore du son perçu par un spectateur placé à 4,0 m de l'enceinte est :

$$I_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{4,0 \times 10^{-1}}{\frac{4 \times \pi \times 4,0^2}{2}} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$$

2.a. Le niveau d'intensité sonore se détermine à partir de l'intensité par la relation :

$$L = 10 \times \log \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Le niveau sonore à 1,0 m de l'enceinte est :

$$L_1 = 10 \times \log \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \times \log \log \left(\frac{6,4 \times 10^{-2}}{1,0 \times 10^{-12}} \right) = 108 \text{ dB}$$

Le niveau sonore à 4,0 m de l'enceinte est :

$$L_2 = 10 \times \log \log \left(\frac{I_2}{I_0} \right) = 10 \times \log \log \left(\frac{4,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-12}} \right) = 96 \text{ dB}$$

2.b. L'atténuation sonore correspond à la différence des niveaux sonores : $A = L_1 - L_2 = 12 \text{ dB}$

Cette atténuation est due à la diminution du niveau d'intensité sonore lorsque la distance depuis la source augmente, c'est donc une atténuation géométrique.

3.a. Si on ajoute une 2^{ème} enceinte identique, l'intensité sonore est doublée : $I_3 = 2 \times I_2$

$$L_3 = 10 \times \log \log \left(\frac{2 \times 4,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-12}} \right) = 99 \text{ dB}$$

On vérifie bien que lorsque que on double la source sonore, le niveau d'intensité sonore augmente de 3 dB.

3.b. Sachant que : $L = 10 \times \log \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

Alors $\frac{L}{10} = \log \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ soit $10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0}$ on en déduit : $I_{danger} = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$

$$I_{danger} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{90}{10}} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$$

3.c. $I_{danger} = \frac{P'}{S}$ on en déduit $S = \frac{P'}{I_{danger}}$ soit $\frac{4 \times \pi \times r^2}{2} = \frac{2 \times P}{I_{danger}}$

$$\text{On trouve : } r = \sqrt{\frac{4 \times P}{4 \times \pi \times I_{danger}}} = \sqrt{\frac{4 \times 4,0 \times 10^{-1}}{4 \times \pi \times 1,0 \times 10^{-3}}} = 11 \text{ m}$$

Exercice 2 : Un laser à travers une fente (10 points)

1. Le phénomène observé est le phénomène de diffraction.
2. Pour observer une diffraction, la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture doit être du même ordre de grandeur, ou jusqu'à 100 fois plus grande, que la longueur d'onde de l'onde électromagnétique de la source.

3. D'après le document 1 et sachant que $\tan \theta = \frac{l}{2 \times D}$:

$$\tan \theta = \frac{l}{2 \times D} = \theta$$

D'après le cours, on sait que $\theta = \frac{\lambda}{a}$

On en déduit donc : $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{l}{2 \times D}$ soit $l = \frac{2 \times D \times \lambda}{a}$

4. a. D'après la relation ci-dessus : $\lambda = \frac{l \times a}{2 \times D}$

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

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2} = 6,3 \times 10^{-7} \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{60,0}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{4,2}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{2,0}\right)^2}$$

$u(\lambda) = 4 \times 10^{-8} \text{ m}$ en arrondissant par excès

La valeur de la longueur d'onde est $\lambda = 6,3 \times 10^{-7} \text{ m}$ avec une incertitude estimée $u(\lambda) = 0,4 \times 10^{-7} \text{ m}$

4. b. $\frac{|\lambda_{ref} - \lambda|}{u(\lambda)} = \frac{|6,5 \times 10^{-7} - 6,3 \times 10^{-7}|}{0,4 \times 10^{-7}} = 0,5$

La longueur d'onde mesurée est compatible avec la valeur donnée par le constructeur car inférieure à 3.

5. D'après la relation $l = \frac{2 \times D \times \lambda}{a}$ plus a est grand plus l est petit.
Par conséquent la fente ♦ est plus grande que la fente ❖