*Calculatrice autorisée*

## Exercice 1 : Intensité sonore d'une enceinte

**6 points**

Une enceinte Bluetooth émet une puissance sonore $P = 0{,}12\,\mathrm{W}$. On fait l'hypothèse que cette puissance se répartit uniformément sur une demi-sphère de rayon $r$ centrée sur l'enceinte.

**Données**

- Intensité sonore pour une puissance $P$ répartie uniformément sur une surface $S$ : $I = \dfrac{P}{S}$.
- Aire d'une sphère de rayon $r$ : $S = 4\,\pi\,r^2$.
- Intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\,\mathrm{W{\cdot}m^{-2}}$.

**1)** Déterminer l'intensité sonore $I$ du son perçu par une personne située à $1{,}0\,\mathrm{m}$ de l'enceinte.

**2)** Déterminer le niveau d'intensité sonore $L$ correspondant.

**3)** Déterminer le niveau d'intensité sonore $L'$ perçu par une personne située à $2{,}0\,\mathrm{m}$ de l'enceinte. Quelle est la valeur de l'atténuation par rapport à la question 2 ?

**4)** À quelle distance de l'enceinte faut-il se placer pour percevoir un niveau d'intensité sonore $L'' = 90\,\mathrm{dB}$ ?

## Exercice 2 : Longueur d'onde d'un pointeur laser

**5 points**

Un pointeur laser émet, dans l'air, une radiation rouge de longueur d'onde $\lambda_\mathrm{R}$. Pour mesurer $\lambda_\mathrm{R}$, on fait passer le faisceau par une ouverture circulaire de rayon $r = 0{,}20\,\mathrm{mm}$ et l'on observe la figure de diffraction sur un écran placé à la distance $D = 5{,}0\,\mathrm{m}$ de l'ouverture. La figure obtenue est reproduite ci-dessous à l'échelle (figure 1) ; le dispositif est schématisé à droite (figure 2, sans souci d'échelle).

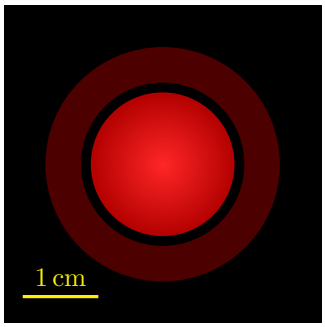



**Figure 1** – Figure de diffraction

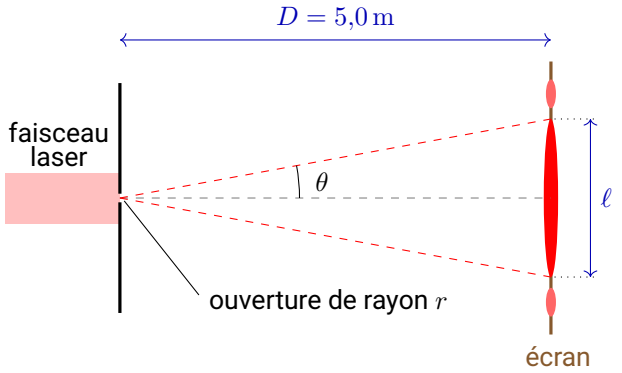



**Figure 2** – Schéma du dispositif

**Données**

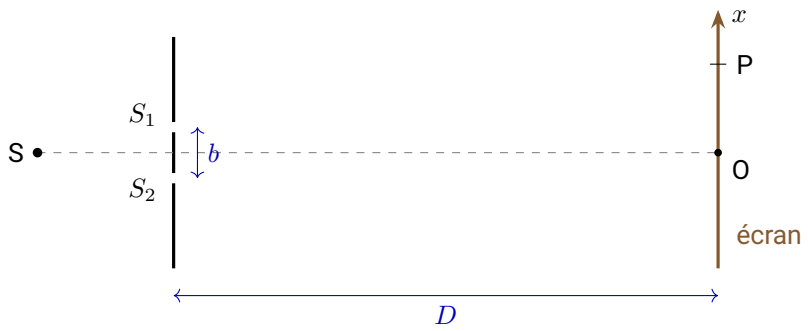
- Pour une ouverture circulaire de diamètre $d$, l'écart angulaire $\theta$ entre le centre de la tache centrale et sa première extinction vérifie $\theta = 1{,}22\,\dfrac{\lambda}{d}$, avec $\theta$ en radian.
- Pour un angle $\theta$ petit, exprimé en radian : $\tan\theta \approx \theta$.

1) À partir du schéma et des données, exprimer la longueur d'onde $\lambda_R$ en fonction de la distance $D$, du rayon $r$ de l'ouverture et de la largeur $\ell$ de la tache centrale.
2) Calculer la longueur d'onde $\lambda_R$ de la radiation émise par le pointeur laser, en déterminant $\ell$ à l'aide de l'échelle de la figure 1.
3) Dans les mêmes conditions, on utilise un autre laser, qui émet dans l'air une radiation de longueur d'onde $\lambda_V = 405\,\text{nm}$. Comment la largeur de la tache centrale évolue-t-elle ? Justifier.

## Exercice 3 : Interférences lumineuses

**4 points**

Une source de lumière monochromatique S, de longueur d'onde $\lambda_0 = 630\,\text{nm}$, éclaire deux fentes fines $S_1$ et $S_2$ distantes de $b$. L'expérience a lieu dans l'air. On observe la figure obtenue sur un écran placé à la distance $D$ des fentes ; un point de l'écran est repéré par son abscisse $x$ sur l'axe (O$x$).




**Données**

- $D = 2{,}00\,\text{m}$ et $b = 0{,}20\,\text{mm}$.
- Différence de chemin optique entre les deux ondes qui arrivent au point de l'écran d'abscisse $x$ : $\Delta L = \dfrac{b\,x}{D}$.

1) Les deux ondes qui arrivent au point P présentent une différence de chemin optique $\Delta L = 1{,}26\,\mu\text{m}$. Observe-t-on en P une frange brillante ou une frange sombre ? Justifier.
2) *Question de démonstration.* À partir des données et de vos connaissances, montrer que l'interfrange $i$ a pour expression $i = \dfrac{\lambda_0\,D}{b}$.

## Exercice 4 : Cinémomètre Doppler

**5 points**

Un cinémomètre Doppler utilise une onde électromagnétique monochromatique. Il comprend un émetteur qui produit une onde de fréquence $f_0 = 24{,}125\,\text{GHz}$, un récepteur qui capte cette onde après sa réflexion sur la « cible », et une chaîne de traitement électronique qui compare le signal émis et le signal reçu. Lorsque la « cible » se déplace par rapport au cinémomètre, l'appareil produit un signal périodique dont la fréquence, appelée « fréquence Doppler » $f_D$, est proportionnelle à la vitesse de la « cible ».

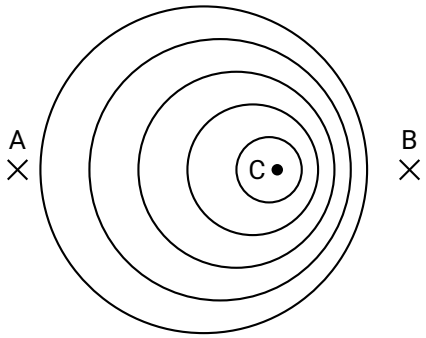
**Données**

- Relation approchée entre la fréquence Doppler $f_{\mathrm{D}}$ et la vitesse $v_{\mathrm{r}}$ de la « cible » par rapport à l'émetteur : $f_{\mathrm{D}} = \dfrac{2\, f_0\, v_{\mathrm{r}}}{c}$.
- Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide et dans l'air : $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$.

**1)** Le cinémomètre repose sur l'effet Doppler. Expliquer en quelques lignes en quoi consiste ce phénomène.

Un cinémomètre Doppler immobile mesure la vitesse d'une « cible » qui s'approche de lui. Les ondes émises sont réfléchies par la « cible » avant de revenir au cinémomètre.

**2)** La figure ci-contre représente de façon très simplifiée l'allure des ondes réfléchies par la « cible », notée C. Déterminer, en explicitant le raisonnement, si le cinémomètre est situé au point A ou au point B.




**3)** Un cinémomètre Doppler mesure la vitesse des balles de tennis lors d'un grand tournoi. Lors d'un service, l'appareil mesure une fréquence Doppler $f_{\mathrm{D}} = 9\,650\ \mathrm{Hz}$.

**a.** Calculer la valeur de la vitesse de la balle.

**b.** Ce résultat est-il cohérent avec la vitesse de $216\ \mathrm{km{\cdot}h^{-1}}$ affichée sur le tableau de service ?