

**Examen Blanc sept 25**  
**Physique**  
**2024/2025**

**Les Ondes**



**[www.elites.ac](http://www.elites.ac)**

## **CONSIGNES**

- ⇒ **L'épreuve dure 3 heures à ne pas dépasser**
- ⇒ **Essayez d'utiliser la calculatrice**
- ⇒ **Cet examen comporte 10 Exercices**
- ⇒ **Les exercices sont indépendants**
- ⇒ **Prenez votre temps et lisez bien l'énoncé avant de commencer à répondre aux questions**
- ⇒ **Optionnel : Utiliser des feuilles blanches pour répondre et l'application pour prendre des scans de vos réponses et le rendre en PDF**

**BONNE CHANCE**

### Exercice 1 (QCM) (1pt)

Choisi la bonne réponse sans justifier :

1. La valeur approximative de la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'air (25°C) est :
  - $v = 3000 \text{ m. s}^{-1}$
  - $v = 1500 \text{ m. s}^{-1}$
  - $v = 340 \text{ m. s}^{-1}$
2. Dans l'air (25°C), les ondes sonores et ultrasonores ont des vitesses de propagation :
  - Égales
  - Différentes
3. La relation entre vitesse  $v$ , durée  $\Delta t$  et distance  $d$  est :
  - $d = v.\Delta t$
  - $v = d.\Delta t$
4. La fréquence  $N$  des ondes sonores audibles se situe à :
  - $N < 20\text{Hz}$
  - $20\text{Hz} < N < 20\text{kHz}$
  - $N > 20\text{kHz}$
5. Les ondes sonores et ultrasonores ne se propagent pas dans :
  - L'eau
  - L'acier
  - Le vide

### Exercice 2 (1pt)

La relation  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  donne la vitesse de propagation d'un signal transversal le long d'une corde tendue, dont  $F$  est la tension de la corde et  $\mu$  sa masse linéaire.

1. Calculer la vitesse de propagation d'un signal le long d'une corde de longueur  $L = 8 \text{ m}$  et de masse  $m = 100 \text{ g}$  si sa tension est  $F = 5 \text{ N}$ .
2. Quelle est la durée que met le signal pour parcourir la corde toute entière.

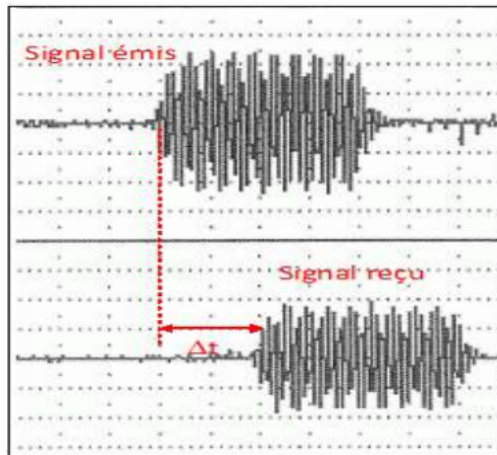
### Exercice 3 (1pt)

Pendant un coup de foudre, l'éclair et le bruit de tonnerre se produisent en même temps. Mais comme la lumière va plus vite que le son, on voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre.

1. Trouver l'expression de la durée  $\Delta t$  qui s'écoule entre l'éclair et le tonnerre en fonction de  $d$ , de  $v_{\text{son}}$  la célérité du son dans l'air, et  $c$  la célérité de la lumière dans l'air.
2. En considérant que  $v_{\text{son}} \ll c$  ( $v_{\text{son}}$  est négligeable devant  $c$ ), montrer que l'expression de la durée  $\Delta t$  s'écrit :  $\Delta t = \frac{d}{v_{\text{son}}}$ . Déterminer la distance  $d$  si la durée qui s'écoule entre l'éclair et le bruit de tonnerre est de 5 secondes.
  - On donne :  $v_{\text{son}} = 340 \text{ m. s}^{-1}$

### Exercice 4 (1pt)

Beaucoup d'animaux utilisent les ondes sonores ou ultrasonores pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou se localiser. Pour illustrer quelques propriétés de telles ondes, on utilise des émetteurs et des récepteurs ultrasonores. Un émetteur et un récepteur d'ultrasons sont placés côte à côte face à une paroi réfléchissante. L'émetteur émet des ondes d'ultrasons. Les tensions de sortie de l'émetteur et du récepteur sont observées sur l'écran d'un oscilloscope et sont données ci-dessous. Balayage horizontal  $V_H = 1,0 \text{ ms/div}$ .

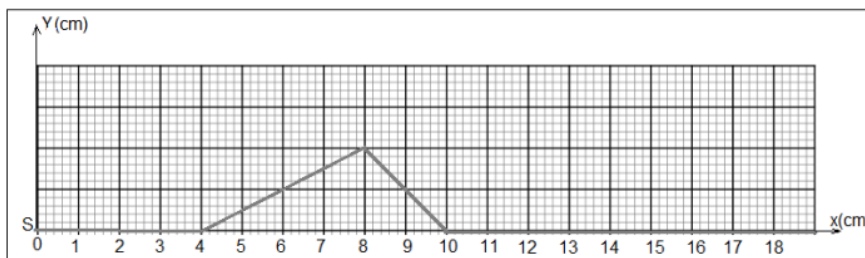


1. Pourquoi les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques ?
2. Déterminer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception.
3. Déterminer la distance  $d$  qui sépare l'émetteur et le récepteur de la paroi réfléchissante.
  - On donne :  $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

### Exercice 5 (2pts)

Un signal transversal se propage le long d'une corde élastique avec une vitesse de propagation  $v = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

L'aspect de la corde à l'instant  $t_1$  est représenté sur la courbe ci-contre.



1. Il s'agit d'un signal transversal ou longitudinal ? Justifier votre réponse.
2. Déterminer, graphiquement, la longueur  $L$  du signal. En déduire sa durée  $\tau$ .
3. Déterminer l'instant  $t_1$ .
4. Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 7 \times 10^{-2} \text{ s}$ .
5. Déterminer l'instant au bout duquel le signal quitte le point  $Q$  situé à 16 cm de la source  $S$ .
6. Représenter la variation de l'élongation  $Y_S$  de la source  $S$  en utilisant l'échelle :
  - 1 cm représente  $10^{-2} \text{ s}$
  - 1 cm représente 0,5 cm

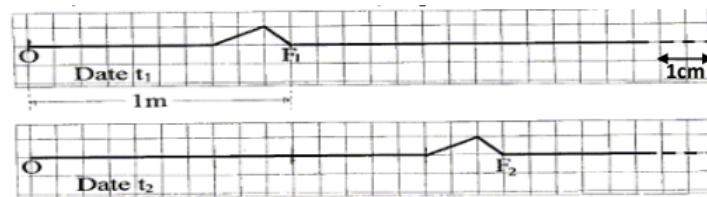
En déduire la représentation de l'élongation  $Y_M$  du point  $M$  se trouvant à la distance  $d = 8 \text{ cm}$  de la source  $S$ .

### Exercice 6 (1pt)

Un dispositif permet de générer à l'extrémité  $O$  de la corde tendue horizontalement une déformation qui se propage le long de cette corde.

On néglige les phénomènes d'amortissement et de réflexion.

La corde est représentée ci-dessous aux dates  $t_1$  et  $t_2$ .



1. Déterminer la célérité de propagation de la déformation si  $t_2 - t_1 = 20$  ms.
2. Représenter la corde à la date  $t = 35$  ms.
3. Le fil ER de longueur  $L = 50$  m est assimilé à un ressort de constante de raideur :  
 $k = 20 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$  et de masse linéique  $\mu = 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ .  
Dans le cas d'un fil, le produit  $kL$  est une constante caractéristique du milieu de propagation.

$$(1) v = \sqrt{\frac{k}{L\mu}} \quad (2) v = \sqrt{\frac{kL}{\mu}} \quad (3) v = \frac{kL}{\mu} \quad (4) v = kL\mu$$

Retrouver la bonne expression parmi celles proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

### Exercice 7 : Détermination du diamètre d'un cheveu (3pts)

Lorsque la lumière rencontre un obstacle de petites dimensions, il se produit le phénomène de diffraction. Ce phénomène va être exploité dans cet exercice pour déterminer le diamètre d'un cheveu fin.

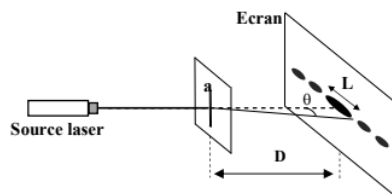
Données :

- La célérité de la lumière dans l'air est  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- L'écart angulaire  $\theta$  entre le centre de la tache centrale brillante et la 1ère extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation :  $\theta = \lambda/a$  dont  $a$  est la largeur de la fente ou le diamètre du fil et  $\lambda$  la longueur d'onde de la lumière utilisée.
- Pour  $\theta$  petit, on considère que  $\tan\theta \approx \theta$ .

On réalise l'expérience de diffraction par une lumière monochromatique de fréquence

$$\nu = 4,44 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

On place à quelques centimètres de la source laser une fente verticale de largeur  $a$ . La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran vertical placé à une distance  $D = 50$  cm de la fente. Cette figure est constituée d'une série de taches lumineuses situées sur une droite perpendiculaire à la fente. La largeur de la tache centrale est notée par  $L$  (voir figure ci-dessous).



1. Parmi les deux propositions (a) et (b), choisir celle qui est juste.

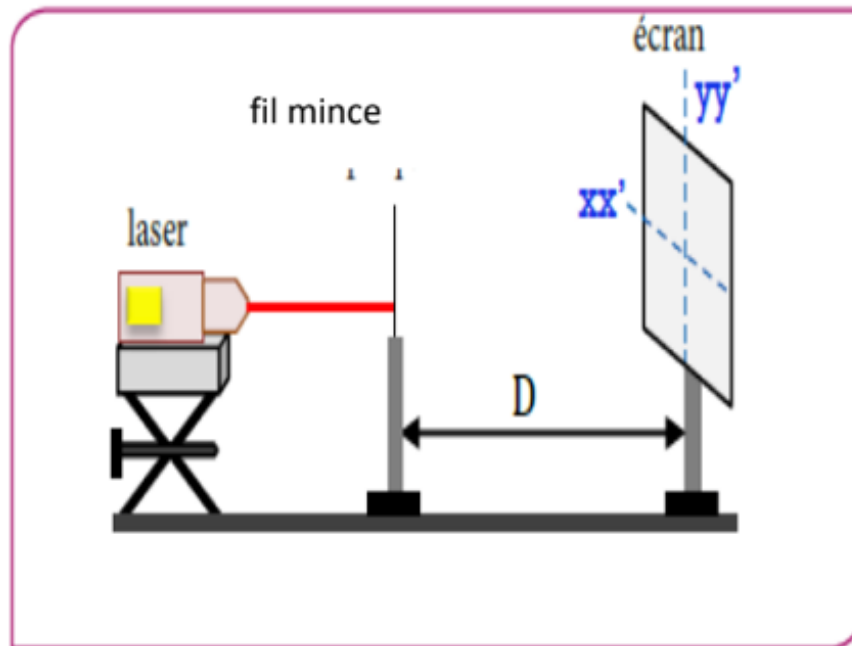
Le phénomène de diffraction montre que :

- (a) : la lumière est de nature corpusculaire
- (b) : la lumière est de nature ondulatoire

2. Montrer que la longueur d'onde de la lumière émise par la source laser est  $\lambda \approx 6,76 \times 10^{-7} \text{ m}$ .
3. On garde la source laser et l'écran à leurs places et on remplace uniquement la fente par un cheveu de diamètre  $d$ , tendu verticalement. La largeur de la tache lumineuse centrale sur l'écran est  $L_1 = 1,40 \text{ cm}$ . Déterminer le diamètre  $d$  du cheveu.

### Exercice 8 (3pts)

- 1- Un faisceau de lumière, parallèle monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda = 670 \text{ nm}$ , produit par une source laser, arrive sur un fil mince vertical, de diamètre  $a = 0,05 \text{ mm}$ .  
On place un écran à une distance  $D = 4 \text{ m}$  de ce fil.



- a. La diffraction est-elle observée sur l'axe  $xx'$  ou sur  $yy'$  ?  
b. Expliquer en utilisant un schéma l'écart angulaire  $\theta$ , la largeur de la tache centrale  $L$  et la distance  $D$  entre le fil et l'écran.  
c. Rappeler la relation qui lie  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$ .  
d. Montrer que :

$$L = \frac{2D\lambda}{a}$$

puis calculer  $L$ . (On prend  $\tan\theta \approx \theta$ )

- 2- Pour déterminer la longueur d'onde de cette lumière dans le verre, on envoie un faisceau lumineux monochromatique émis par le laser à la surface d'un prisme en verre d'indice de réfraction  $n = 1,58$ .

On donne :

La longueur d'onde dans le vide :  $\lambda_0 = 672 \text{ nm}$ .

La célérité de propagation de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

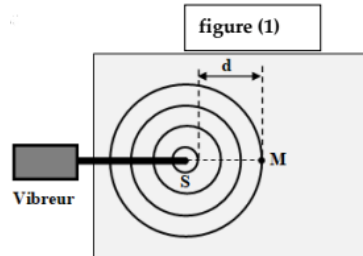
- a. Cette lumière est-elle visible ? Justifier votre réponse.  
b. Calculer la fréquence  $N$  de l'onde lumineuse.  
c. Calculer la valeur  $V$  de la célérité de la lumière dans le prisme.  
d. Trouver la valeur  $\lambda'$  de la longueur d'onde lumineuse au cours de la propagation dans le prisme.  
e. Qu'observe-t-on si on remplace la lumière monochromatique par la lumière blanche ? Quel est le nom de ce phénomène ?

### Exercice 9 (3pts)

Cet exercice vise l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau dans deux situations différentes.

À l'aide d'un vibreur de fréquence réglable, on crée à l'instant  $t_0 = 0$ , en un point  $S$  de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives sinusoïdales. Ces ondes se propagent sans atténuation et sans réflexion. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur  $N = 50\text{Hz}$ . Le document de la figure (1), représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.

Donnée :  $d = 15\text{ mm}$ .



1. Définir une onde mécanique progressive.
2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

2.1. La valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est :

- A :  $\lambda = 15\text{ mm}$
- B :  $\lambda = 7,5\text{ mm}$
- C :  $\lambda = 5\text{ mm}$
- D :  $\lambda = 1,5\text{ mm}$

2.2. La valeur de la vitesse  $v$  de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

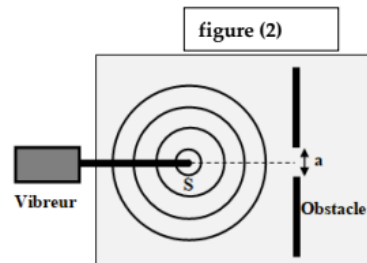
- A :  $v = 0,75\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- B :  $v = 0,35\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- C :  $v = 0,25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- D :  $v = 0,15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

2.3. On considère un point  $M$  de la surface de l'eau, tel que  $SM = 17,5\text{ mm}$ . L'élongation  $Y_M(t)$  du point  $M$  en fonction de l'élongation  $Y_S(t)$  de la source s'écrit :

- A :  $Y_M(t) = Y_S(t + 0,07)$
- B :  $Y_M(t) = Y_S(t - 0,35)$
- C :  $Y_M(t) = Y_S(t - 0,07)$
- D :  $Y_M(t) = Y_S(t + 0,35)$

3. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur  $N' = 100\text{ Hz}$ , la longueur d'onde devient  $\lambda' = 3\text{ mm}$ . L'eau est-elle un milieu dispersif ? Justifier.

4. On règle à nouveau la fréquence du vibreur sur la valeur  $N = 50\text{ Hz}$  et on place dans l'eau de la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur  $a = 4,5\text{ mm}$  (figure 2).



4.1. Nommer le phénomène qui se produit. Justifier.

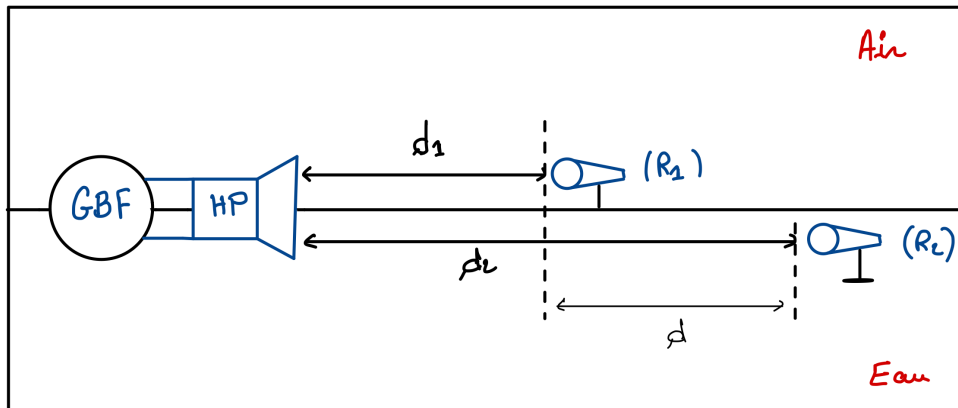
4.2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

Les valeurs de la longueur d'onde et de la vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau lorsque l'onde dépasse l'ouverture sont :

- A :  $\lambda = 3\text{ mm}$ ,  $v = 0,15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- B :  $\lambda = 15\text{ mm}$ ,  $v = 0,10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- C :  $\lambda = 5\text{ mm}$ ,  $v = 0,25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- D :  $\lambda = 5\text{ mm}$ ,  $v = 0,35\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

### Exercice 10 (4pts)

Une source sonore émet une onde sonore qui se propage dans l'air à la vitesse  $v_1 = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  et dans l'eau à la vitesse  $v_2 = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Cette onde est captée par le récepteur  $R_1$  à l'instant  $t_1$  et par le récepteur  $R_2$  à l'instant  $t_2$ . La distance entre  $R_1$  et  $R_2$  est de  $d = 1,3 \text{ m}$ , et le retard temporel entre les deux ondes captées par les récepteurs est  $\tau = t_2 - t_1 = 3 \text{ ms}$



1. Quelle est la nature de l'onde sonore ? Justifier votre réponse.
2. Quelle est la différence entre l'onde sonore et l'onde ultrasonore ?
3. L'onde sonore transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
4. Sachant que l'onde est émise à l'instant  $t_0 = 0$ , trouver l'expression de  $t_1$  en fonction de  $d_1$  et  $v_1$  et celle de  $t_2$  en fonction de  $d_2$  et  $v_2$ .
5. Démontrer que

$$t_2 = \frac{d + \tau \cdot v_1}{v_2 - v_1}$$

6. Calculer  $t_1, t_2$
7. La vitesse de propagation du son dans l'eau donnée par la relation suivante :

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

où  $T$  est la température en  $^{\circ}\text{K}$

$M = 29 \text{ g/mol}$ ,  $R = 8,314 \text{ (SI)}$ ,  $\gamma = 1,4$ , et  $v_1 = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

7.1 Calculer la température de l'air  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$ .

7.2 Montrer que

$$v_1^2 = A \cdot \theta + B$$

et déduire les expressions de  $A$  et  $B$ .



**Elite**<sup>78</sup>  
academy

[www.elites.ac](http://www.elites.ac)