Les ondes

Bac S 2011 La Réunion (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1 Vrai ou faux : les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques.

Une onde mécanique est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, avec transport d'énergie mais sans transport de matière.

Les ultrasons ont besoin d'un milieu matériel (ici l'air) : ce sont des compressions et des dilatations de l'air qui se transmettent de proche en proche.

Affirmation 1 : **VRAI**.

COMPRENDRE
Les ultrasons sont de même nature que les sons audibles ; seule la fréquence change (supérieure à 20 kHz). Comme eux, ils ne se propagent pas dans le vide.

MÉTHODE
Pour chaque affirmation, la réponse VRAI ou FAUX seule ne rapporte rien : il faut une définition, un calcul ou une lecture d'écran, puis la conclusion.

2 Vrai ou faux : le retard Δt entre l'émission et la réception est de 2,0 ms.

Données utiles balayage $k = 1{,}0\ \text{ms/div}$

Sur l'écran, le début de la salve reçue est décalé de 2,0 divisions par rapport au début de la salve émise.

$\Delta t = 2{,}0 \times 1{,}0 = 2{,}0\ \text{ms}$

Affirmation 2 : **VRAI**, $\Delta t = 2{,}0\ \text{ms}$.

PIÈGE
Mesurer la durée de la salve (environ 5 divisions) au lieu du décalage entre les débuts des deux salves.

3 Vrai ou faux : l'émetteur et le récepteur sont placés à 34 cm de la paroi réfléchissante.

Données utiles $V = 340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\Delta t = 2{,}0\ \text{ms}$ (affirmation 2)

Pendant la durée Δt, l'onde fait un aller-retour entre les appareils et la paroi, soit la distance $2d$:

$2d = V\,\Delta t$, donc $d = \dfrac{V\,\Delta t}{2}$

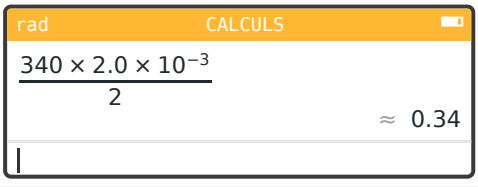
$d = \dfrac{340 \times 2{,}0 \times 10^{-3}}{2} = 0{,}34\ \text{m}$

Affirmation 3 : **VRAI**, $d = 34\ \text{cm}$.

PIÈGE
Oublier l'aller-retour : $V\,\Delta t = 68\ \text{cm}$ est la distance parcourue par l'onde, pas la distance à la paroi.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme Δt, la donnée la moins précise. C'est le principe du sonar et de l'écholocation des chauves-souris.

À LA CALCULATRICE



4 Vrai ou faux : la fréquence des signaux est de 40 kHz.

Données utiles balayage $k = 5{,}0\ \mu\text{s/div}$

Sur l'écran, une période occupe 4,0 divisions :

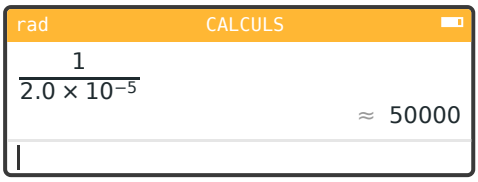
$T = 4{,}0 \times 5{,}0 = 20\ \mu\text{s} = 2{,}0 \times 10^{-5}\ \text{s}$

$f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{2{,}0 \times 10^{-5}} = 5{,}0 \times 10^{4}\ \text{Hz}$

Affirmation 4 : **FAUX**, $f = 50\ \text{kHz}$ et non 40 kHz.

MÉTHODE
Pour une lecture plus précise, mesurer plusieurs périodes : ici 2 périodes s'étalent sur 8 divisions entre deux maximums, soit 4 divisions par période.

À LA CALCULATRICE



5 Vrai ou faux : il faut éloigner le récepteur de 6,8 cm de l'émetteur pour que les signaux se retrouvent en phase pour la première fois.

Données utiles $V = 340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $f = 5{,}0 \times 10^{4}\ \text{Hz}$ (affirmation 4)

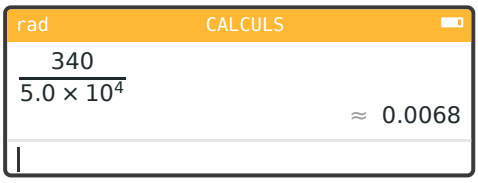
Deux points du milieu vibrent en phase s'ils sont séparés d'un nombre entier de longueurs d'onde. Les signaux se retrouvent donc en phase pour la première fois quand on recule le récepteur d'une longueur d'onde λ.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{340}{5{,}0 \times 10^{4}} = 6{,}8 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

Affirmation 5 : **FAUX**, il faut l'éloigner de $\lambda = 6{,}8\ \text{mm}$ et non de 6,8 cm.

PIÈGE
Les chiffres « 6,8 » sont les bons, seule l'unité est fausse. Dans un vrai-faux, convertir le résultat dans l'unité de l'affirmation avant de conclure.

À LA CALCULATRICE



6 Vrai ou faux : l'onde formée à la surface de l'eau est une onde périodique.

Le vibreur impose à la pointe S la même perturbation à intervalles de temps égaux (sa période T) : l'onde est périodique dans le temps.

Les relevés le confirment : les rides circulaires sont régulièrement espacées et la vue de profil montre un motif qui se répète. L'onde est aussi périodique dans l'espace (longueur d'onde λ).

Affirmation 6 : **VRAI**.

COMPRENDRE
Une onde progressive périodique a une double périodicité : temporelle (T) et spatiale (λ), liées par $\lambda = v\,T$.

7 Vrai ou faux : cette onde est longitudinale.

L'onde se propage horizontalement, à la surface de l'eau, alors que l'eau se déplace verticalement (vue de profil).

La direction de la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation : l'onde est transversale.

Affirmation 7 : **FAUX**, l'onde est transversale.

COMPRENDRE
Une onde longitudinale a une perturbation parallèle à la direction de propagation : c'est le cas du son et des ultrasons de la première partie.

8 Vrai ou faux : la longueur d'onde vaut 2,5 cm.

Données utiles relevés à l'échelle 1/2 (1 cm sur la figure pour 2 cm en réalité)

La longueur d'onde est la distance entre deux rides consécutives.

Sur la vue de dessus, entre la première et la quatrième ride, il y a 3 longueurs d'onde. On mesure environ 3,8 cm sur la figure, soit $2 \times 3{,}8 = 7{,}6$ cm en réalité.

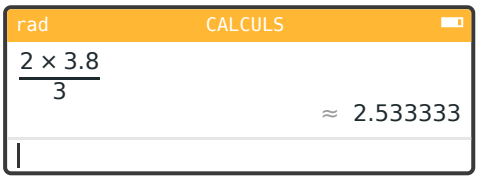
$$\lambda = \frac{7{,}6}{3} \approx 2{,}5 \text{ cm}$$

Affirmation 8 : **VRAI**, $\lambda \approx 2{,}5$ cm à la précision de la mesure.

PIÈGE
Oublier l'échelle 1/2 donne 1,3 cm. Mesurer aussi un rayon et non un diamètre : l'écart entre deux cercles se lit le long d'un rayon.

COMPRENDRE
Une mesure à la règle est précise à 1 mm près : trouver 2,5 ou 2,6 cm selon le tracé valide l'affirmation. Mesurer 3λ divise l'incertitude par trois.

À LA CALCULATRICE



9 Vrai ou faux : ce faisceau laser subit une dispersion quand il passe à travers un prisme en verre.

Données utiles laser de longueur d'onde 633 nm

La dispersion par un prisme sépare les radiations de fréquences différentes d'une lumière polychromatique.

Le faisceau laser est monochromatique : il ne contient qu'une seule radiation. Il est dévié par le prisme, mais il n'est pas dispersé.

Affirmation 9 : **FAUX**.

PIÈGE
Confondre déviation et dispersion. Le faisceau laser change de direction par réfraction sur chaque face, mais il ressort d'une seule couleur, sans s'étaler.

10 Vrai ou faux : la valeur de l'indice de réfraction n d'un milieu dispersif dépend de la fréquence f de la radiation lumineuse qui le traverse.

Dans un milieu dispersif, la célérité v de l'onde dépend de sa fréquence f.

L'indice de réfraction est $n = \frac{c}{v}$, où c, célérité de la lumière dans le vide, est une constante. Si v dépend de f, alors n en dépend aussi.

Affirmation 10 : **VRAI**.

COMPRENDRE
C'est pour cela qu'un prisme sépare les couleurs de la lumière blanche : chaque radiation a son indice, donc son angle de réfraction.

11 Vrai ou faux : le faisceau laser subit une diffraction quand il passe au centre d'une fente de largeur 3 mm.

Données utiles diamètre du faisceau : 1 mm

Il y a diffraction quand l'onde rencontre un obstacle ou les bords d'une ouverture.

Le faisceau a un diamètre de 1 mm et passe au centre d'une fente de 3 mm : il ne rencontre pas les bords de la fente et la traverse sans être modifié.

Affirmation 11 : **FAUX**.

COMPRENDRE
Même avec un faisceau plus large, la diffraction serait très peu visible : la fente est environ 5000 fois plus large que la longueur d'onde (633 nm).

12 Vrai ou faux : le diamètre du fil vaut environ 100 µm.

Données utiles $\lambda = 633\ \text{nm}$; $D = 2{,}0\ \text{m}$; $L = 1{,}3\ \text{cm}$; $\tan\theta \simeq \theta$

Écart angulaire de diffraction par un fil de diamètre a : $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$.

Sur le schéma, dans le triangle rectangle de côtés D et $\dfrac{L}{2}$: $\tan\theta = \dfrac{L}{2D}$, donc $\theta \simeq \dfrac{L}{2D}$.

En égalant : $\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D}$, soit $a = \dfrac{2\lambda D}{L}$

$$a = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9} \times 2{,}0}{1{,}3 \times 10^{-2}} = 1{,}9 \times 10^{-4}\ \text{m}$$

Affirmation 12 : **FAUX**, $a \approx 1{,}9 \times 10^{2}\ \mu\text{m}$, presque le double de 100 µm.

PIÈGE

L'angle θ correspond à la demi-largeur $\dfrac{L}{2}$ de la tache centrale. Écrire $\theta = \dfrac{L}{D}$ donne $a \approx 100\ \mu\text{m}$: c'est exactement l'erreur que l'affirmation cherche à provoquer.

MÉTHODE

Tout convertir en mètres avant le calcul : 633 nm $= 633 \times 10^{-9}$ m et 1,3 cm $= 1{,}3 \times 10^{-2}$ m.

À LA CALCULATRICE

