

Ondes mécaniques

Corrigé des exercices - niveau 1re

Voici le corrigé détaillé des vingt exercices sur les ondes mécaniques. Compare ta démarche à la correction : formule littérale, application numérique avec unités, puis résultat avec un nombre cohérent de chiffres significatifs.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé ondes mécaniques

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. Une onde mécanique progressive est la **propagation d'une perturbation** dans un **milieu matériel**, de proche en proche, sans déplacement d'ensemble de matière.
2. Elle transporte de l'**énergie**, pas de matière.
3. Le son, la houle, les ondes sismiques, l'onde le long d'une corde.
4. **Transversale** : les points oscillent perpendiculairement à la propagation ; **longitudinale** : parallèlement à la propagation.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : il faut un milieu matériel.
- b. **Vrai** : $f = 1 \div T$.
- c. **Faux** : λ est une longueur, en mètres ; le hertz est l'unité de fréquence.
- d. **Faux** : 343 m/s dans l'air contre environ 1 480 m/s dans l'eau.
- e. **Faux** : la fréquence est imposée par la source ; c'est la célérité (donc λ) qui change.
- f. **Vrai** : l'onde sonore est longitudinale.
- g. **Vrai** : quand l'un monte, l'autre descend, à chaque instant.

Correction de l'exercice 3 : Transversale ou longitudinale ?

- a. **Transversale** : les points montent et descendent, la propagation est horizontale.
- b. **Longitudinale** : les molécules oscillent dans la direction de propagation.
- c. **Longitudinale** : les spires se rapprochent et s'écartent le long de l'axe du ressort.
- d. **Transversale** (S comme secondaire, cisaillement).
- e. **Longitudinale** (P, compression).
- f. **Transversale** : mouvement vertical des spectateurs, propagation horizontale.

Correction de l'exercice 4 : Période et fréquence

- a. $f = 1 \div (2,5 \times 10^{-3}) = \mathbf{4,0 \times 10^2 \text{ Hz}}$.
- b. $T = 1 \div 50 = 0,020 \text{ s} = \mathbf{20 \text{ ms}}$.
- c. $T = 1 \div 2\,000 = 5,0 \times 10^{-4} \text{ s} = \mathbf{0,50 \text{ ms}}$.
- d. $f = 1 \div 0,10 = \mathbf{10 \text{ Hz}}$.

Correction de l'exercice 5 : L'écho dans la vallée

1. $d_{\text{totale}} = v \times \Delta t = 340 \times 2,4 = \mathbf{816 \text{ m}}$ (aller-retour).
2. $d = 816 \div 2 = \mathbf{408 \text{ m}}$, soit environ $4,1 \times 10^2 \text{ m}$.
3. Pour un écho distinct, $\Delta t \geq 0,1 \text{ s}$ donc $2d \geq 340 \times 0,1 = 34 \text{ m}$, soit $d \geq \mathbf{17 \text{ m}}$.

Correction de l'exercice 6 : Le sonar d'un bateau

1. Aller-retour : $2d = v \times \Delta t = 1\,500 \times 0,080 = 120 \text{ m}$, donc $d = \mathbf{60 \text{ m}}$.
2. $\Delta t = 2d \div v = 2 \times 150 \div 1\,500 = \mathbf{0,20 \text{ s}}$.
3. Les ondes mécaniques (comme le son) se propagent très bien dans l'eau, alors que les ondes radio y sont fortement absorbées : on utilise donc des ondes sonores sous l'eau.

Correction de l'exercice 7 : Deux microphones

1. Voie 1 : impulsion à $\mathbf{1,0 \text{ ms}}$; voie 2 : impulsion à $\mathbf{6,0 \text{ ms}}$. Retard $\tau = 6,0 - 1,0 = \mathbf{5,0 \text{ ms}}$.
2. $v = d \div \tau = 1,70 \div (5,0 \times 10^{-3}) = \mathbf{3,4 \times 10^2 \text{ m/s}}$ (340 m/s).
3. $\tau = d \div v = 2,55 \div 340 = 7,5 \times 10^{-3} \text{ s} = \mathbf{7,5 \text{ ms}}$.

Correction de l'exercice 8 : Longueur d'onde d'un son

1. $\lambda = v \div f = 340 \div 440 \approx \mathbf{0,77 \text{ m}}$.
2. À 20 Hz : $\lambda = 340 \div 20 = \mathbf{17 \text{ m}}$. À 20 kHz : $\lambda = 340 \div 20\,000 = 0,017 \text{ m} = \mathbf{1,7 \text{ cm}}$.
3. Les longueurs d'onde sonores (de quelques centimètres à quelques mètres) sont comparables aux dimensions des obstacles : le son est fortement diffracté et contourne l'angle du mur ; la lumière, de longueur d'onde de l'ordre de $5 \times 10^{-7} \text{ m}$, ne se courbe pratiquement pas.

Correction de l'exercice 9 : Une photographie de la corde

1. **Amplitude : 2,0 cm.** Deux crêtes consécutives en $x = 0,1 \text{ m}$ et $x = 0,5 \text{ m}$: $\lambda = \mathbf{0,40 \text{ m}}$.
2. $T = \lambda \div v = 0,40 \div 2,0 = \mathbf{0,20 \text{ s}}$; $f = 1 \div T = \mathbf{5,0 \text{ Hz}}$.
3. $d = v \times \Delta t = 2,0 \times 0,050 = \mathbf{0,10 \text{ m}} = \lambda \div 4$. La crête se retrouve en $x = 0,1 + 0,10 =$

0,20 m : c'est la forme qui avance ; un point de la corde, lui, ne fait que monter et descendre.

Correction de l'exercice 10 : Le mouvement d'un point

1. **Amplitude : 3,0 cm.** Deux maxima en $t = 0,1 \text{ s}$ et $t = 0,5 \text{ s}$: **$T = 0,40 \text{ s}$** ; $f = 1 \div 0,40 = \mathbf{2,5 \text{ Hz}}$.
2. $v = \lambda \div T = 0,60 \div 0,40 = \mathbf{1,5 \text{ m/s}}$ (ou $v = \lambda \times f = 0,60 \times 2,5$).
3. $\tau = d \div v = 0,90 \div 1,5 = \mathbf{0,60 \text{ s}}$ (soit 1,5 période).

Correction de l'exercice 11 : Retard sur une corde

1. $\tau = d \div v = 1,5 \div 2,5 = \mathbf{0,60 \text{ s}}$.
2. $t = 0,50 + 0,60 = \mathbf{1,10 \text{ s}}$.
3. M commence à bouger à $t = 0,60 \text{ s}$: à $t = 1,0 \text{ s}$, il oscille depuis $1,0 - 0,60 = \mathbf{0,40 \text{ s}}$.
4. **$y_M(t) = y_S(t - 0,60 \text{ s})$** : M reproduit le mouvement de S avec 0,60 s de retard.

Correction de l'exercice 12 : En phase ou en opposition ?

On calcule $d \div \lambda$.

- a. $1,00 \div 0,50 = 2$: entier, donc **en phase**.
- b. $0,75 \div 0,50 = 1,5$: demi-entier, donc **en opposition de phase**.
- c. $0,60 \div 0,50 = 1,2$: **ni l'un ni l'autre**.
- d. $0,25 \div 0,50 = 0,5$: **opposition de phase**.

Correction de l'exercice 13 : Du son dans différents milieux

1. Air : $t = 1\,000 \div 343 \approx \mathbf{2,9 \text{ s}}$. Eau : $1\,000 \div 1\,480 \approx \mathbf{0,68 \text{ s}}$. Acier : $1\,000 \div 5\,900 \approx \mathbf{0,17 \text{ s}}$.
2. $v \approx 331 + 0,6 \times 35 = \mathbf{352 \text{ m/s}}$; $t = 1\,000 \div 352 \approx \mathbf{2,8 \text{ s}}$.
3. La longueur d'onde est fixée par le tube ; si v augmente, la fréquence $f = v \div \lambda$ augmente aussi : le son devient légèrement plus aigu.

Correction de l'exercice 14 : Un séisme enregistré

1. Ondes P vers **80 s**, ondes S vers **130 s**. Les ondes P arrivent en premier car elles sont plus rapides (6,0 km/s contre 3,5 km/s).
2. $\Delta t = 130 - 80 = \mathbf{50 \text{ s}}$.
3. Durées de trajet : $t_p = d \div v_p$ et $t_s = d \div v_s$, donc $\Delta t = t_s - t_p = d \times (1 \div v_s - 1 \div v_p)$. Alors $d = \Delta t \div (1 \div v_s - 1 \div v_p) = 50 \div (1 \div 3,5 - 1 \div 6,0) = 50 \div 0,1190 \approx \mathbf{4,2 \times 10^2 \text{ km}}$ (420 km).
4. $t_p = 420 \div 6,0 = 70 \text{ s}$. Le séisme s'est produit à $80 - 70 = \mathbf{10 \text{ s}}$ sur l'axe (vérification : $10 + 420 \div 3,5 = 10 + 120 = 130 \text{ s}$, c'est cohérent).

Correction de l'exercice 15 : La houle et la bouée

1. $f = 1 \div T = 1 \div 5,0 = \mathbf{0,20 \text{ Hz}}$; $v = \lambda \div T = 25 \div 5,0 = \mathbf{5,0 \text{ m/s}}$.
2. Amplitude = moitié de la hauteur creux-crête : $1,6 \div 2 = \mathbf{0,80 \text{ m}}$.
3. $t = 1\,500 \div 5,0 = \mathbf{300 \text{ s}} = 5 \text{ min}$. La bouée **ne parcourt pas** 1,5 km : elle oscille verticalement autour de sa position ; seule l'énergie de la houle avance.

Correction de l'exercice 16 : Mesures sur une corde vibrante

1. C'est une **droite passant par l'origine** : λ est proportionnelle à $1 \div f$.
2. Coefficient directeur : $(0,30 - 0) \div (0,10 - 0) = \mathbf{3,0 \text{ m/s}}$. Comme $\lambda = v \times (1 \div f)$, c'est la **célérité** de l'onde sur la corde.
3. $t = 1,20 \div 3,0 = \mathbf{0,40 \text{ s}}$.
4. $f = v \div \lambda = 3,0 \div 0,25 = \mathbf{12 \text{ Hz}}$.

Correction de l'exercice 17 : Le télémètre à ultrasons

1. $d = v \times \Delta t \div 2 = 343 \times 11,6 \times 10^{-3} \div 2 \approx \mathbf{1,99 \text{ m}}$.
2. $v \approx 331 + 0,6 \times 30 = 349 \text{ m/s}$; $d = 349 \times 11,6 \times 10^{-3} \div 2 \approx \mathbf{2,02 \text{ m}}$.
3. L'appareil sous-estime la distance de $2,024 - 1,989 \approx \mathbf{0,035 \text{ m}}$, soit environ 3,5 cm. Il faut corriger la célérité en fonction de la température (capteur de température intégré).

Correction de l'exercice 18 : Corriger les erreurs

- a. Une onde mécanique transporte de l'**énergie**, pas de matière.
- b. La longueur d'onde est la distance parcourue **pendant une période** (ou la distance entre deux points qui vibrent en phase).
- c. La période s'exprime en **secondes** ; le hertz est l'unité de fréquence.
- d. La fréquence **ne change pas** ; c'est la célérité et la longueur d'onde qui changent.
- e. Les ondes S sont **transversales** ; les ondes P sont longitudinales.

Correction de l'exercice 19 : Concevoir un protocole

Protocole possible. Placer le haut-parleur, relié au générateur en mode salve (impulsions brèves), face aux deux microphones alignés sur le même axe, chacun relié à une voie de l'oscilloscope. Mesurer avec le mètre ruban la distance d entre M_1 et M_2 . Relever à l'oscilloscope le retard τ entre les deux signaux. Calculer $v = d \div \tau$.

Réduire l'incertitude : répéter pour plusieurs distances (par exemple 0,50 m, 1,00 m, 1,50 m, 2,00 m), tracer d en fonction de τ et prendre le coefficient directeur de la droite ; éloigner les micros augmente le retard et diminue l'incertitude relative.

Vérification : comparer à la valeur attendue $331 + 0,6 \times \theta$ avec la température θ de la salle.

Correction de l'exercice 20 : L'orage

1. $d = v \times \Delta t = 343 \times 8,0 = 2\,744 \text{ m} \approx \mathbf{2,7 \text{ km}}$.
2. Durée de propagation de la lumière : $t = d \div c = 2\,744 \div 3,00 \times 10^8 \approx \mathbf{9,1 \times 10^{-6} \text{ s}}$, soit $9 \mu\text{s}$, négligeable devant 8 s : l'éclair est vu « à l'instant » où il se produit.
3. Le son parcourt environ 343 m par seconde : 1 km demande $1\,000 \div 343 \approx 2,9 \text{ s} \approx \mathbf{3 \text{ s}}$.
4. L'éclair est long de plusieurs kilomètres : les différents points de son trajet sont à des distances différentes, donc leur son arrive avec des retards différents, et les échos sur le relief prolongent le grondement.

Comment progresser après ce corrigé

Si tu hésites encore, refais les exercices 7, 9 et 14 sans regarder la correction : lire correctement un graphique (axes, unités, graduations) est la compétence la plus évaluée. Écris toujours la formule littérale avant de remplacer, vérifie les unités (ms en s, kHz en Hz) et demande-toi si ton résultat est plausible (le son fait environ 340 m/s).

Retour aux énoncés des exercices