Corrigé et barème – Ondes mécaniques : propagation et périodicité

Onde progressive, transversale ou longitudinale ; célérité et milieu ; retard et localisation d'une source ; double périodicité, λ = vT ; points en phase, changement de milieu ; mesures et simulation en Python.

Durée : 90 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Exercice 1 – Une secousse le long d'une corde ★★ *(4 pts)*

a) Onde mécanique **transversale** : les points de la corde se déplacent verticalement, perpendiculairement à la propagation, horizontale. (1)

b) $v = \frac{7{,}50}{0{,}125} = \mathbf{60{,}0\ m\cdot s^{-1}}$. (1)

c) $\tau = \frac{4{,}50}{60{,}0} = \mathbf{0{,}0750\ s}$, soit 75,0 ms. (1)

d) M est monté puis redescendu à sa place : seules la perturbation et l'énergie ont avancé (0,5 pt). La célérité dépend du milieu (tension, masse de la corde), pas de l'amplitude de la secousse (0,5 pt). (1)

Le point clé — L'onde avance, la matière reste sur place.

Exercice 2 – Sonder le sol par une chute de masse ★★ *(4 pts)*

a) Onde P, longitudinale : le sol est comprimé et dilaté dans la direction de propagation (0,5 pt). Onde S, transversale : il est déplacé perpendiculairement à cette direction (0,5 pt). (1)

b) $v_P = \frac{30{,}0-12{,}0}{(15{,}0-6{,}0)\times10^{-3}} = \mathbf{2{,}0\times10^{3}\ m\cdot s^{-1}}$ (0,5 pt) ; au premier capteur, $\frac{12{,}0}{2\,000} = 6{,}0$ ms : l'onde est bien partie à t = 0 (0,5 pt). (1)

c) $v_S = \frac{18{,}0}{(26{,}0-10{,}4)\times10^{-3}} \approx \mathbf{1{,}15\times10^{3}\ m\cdot s^{-1}}$. (1)

d) $\Delta t = d\left(\frac{1}{v_S}-\frac{1}{v_P}\right)$ (0,5 pt), avec $\frac{1}{v_S}-\frac{1}{v_P} = \frac{15{,}6\times10^{-3}}{18{,}0} - \frac{9{,}0\times10^{-3}}{18{,}0} = \frac{6{,}6\times10^{-3}}{18{,}0}\ \mathrm{s\cdot m^{-1}}$: $d = \frac{22{,}0\times18{,}0}{6{,}6} = \mathbf{60{,}0\ m}$ (0,5 pt). (1)

Méthode — Deux arrivées suffisent pour une distance, sans connaître l'instant de départ.

Exercice 3 – Des ultrasons dans trois milieux ★★ *(4 pts)*

a) $T = \frac{1}{50\times10^{3}} = 20\ \mu\mathrm{s}$ (0,5 pt) ; $\lambda_{\text{air}} = \frac{343}{50\times10^{3}} = \mathbf{6{,}86\ mm}$ (0,5 pt). (1)

b) $\lambda_{\text{eau}} = \frac{1\,480}{50\times10^{3}} = \mathbf{29{,}6\ mm}$ (0,5 pt) ; $\lambda_{\text{acier}} = \frac{5\,900}{50\times10^{3}} = \mathbf{118\ mm}$ (0,5 pt). (1)

c) La fréquence est imposée par l'émetteur, qui fait vibrer chaque milieu au même rythme (0,5 pt). Avec $\lambda = \frac{v}{f}$ et f fixée, λ est proportionnelle à la célérité du milieu (0,5 pt). (1)

d) $\tau = \frac{0{,}074}{1\,480} = \mathbf{50\ \mu s}$, soit 2,5 périodes (0,5 pt). Distance de $\frac{74}{29{,}6} = 2{,}5$ longueurs d'onde : **opposition de phase** (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Au changement de milieu, c'est la fréquence qui se conserve, pas la longueur d'onde.

Exercice 4 – Double périodicité sur une corde ★★ *(4 pts)*

a) Graphique en fonction de la position : trois motifs occupent 1,80 m, donc $\boldsymbol{\lambda = 0{,}60\ m}$. (1)

b) $T = \frac{0{,}50}{15} \approx \mathbf{0{,}033\ s}$ (0,5 pt) ; $f = \frac{15}{0{,}50} = \mathbf{30\ Hz}$ (0,5 pt). (1)

c) $v = \lambda f = 0{,}60\times30 = \mathbf{18\ m\cdot s^{-1}}$ (0,5 pt) ; en 0,25 s : $18\times0{,}25 = \mathbf{4{,}5\ m}$ (0,5 pt). (1)

d) La célérité dépend du milieu, inchangé : elle reste 18 $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ (0,5 pt). $\lambda' = \frac{18}{72} = \mathbf{0{,}25\ m}$: la longueur d'onde diminue (0,5 pt). (1)

Repère — La source fixe f, le milieu fixe v, λ dépend des deux.

Exercice 5 – Simuler la propagation en Python ★★★ *(4 pts)*

a) x / v est le **retard** du point d'abscisse x sur la source (0,5 pt). Les points tels que x > v t ne sont pas encore atteints : ils restent au repos, y = 0 (0,5 pt). (1)

b) $\lambda = v\,T = 1{,}4 \times 0{,}50 = \mathbf{0{,}70\ m}$. (1)

c) Front en $x = v\,t = 1{,}4 \times 1{,}75 = \mathbf{2{,}45\ m}$ (0,5 pt) ; $\frac{2{,}45}{0{,}70} = \mathbf{3{,}5}$ longueurs d'onde (0,5 pt). (1)

d) Ligne A, T, v : T = 0.25 (0,5 pt). La célérité ne change pas : le front reste en 2,45 m, mais λ est divisée par deux, 0,35 m, soit 7 motifs (0,5 pt). (1)

À retenir — Simuler une onde, c'est appliquer à chaque point le retard x ÷ v.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).