Devoir surveillé – Ondes mécaniques : propagation et périodicité

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

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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

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

Un élève secoue une seule fois, verticalement, l'extrémité d'une corde tendue horizontalement entre deux poteaux.

a) Nommer le type de l'onde obtenue et justifier.

b) La perturbation met 0,125 s pour parcourir les 7,50 m de la corde. Calculer la célérité de l'onde.

c) Calculer le retard avec lequel un point M, situé à 4,50 m de l'extrémité secouée, reproduit le mouvement de la main.

d) Un camarade affirme que M a avancé de 4,50 m et qu'une secousse plus forte irait plus vite. Corriger.

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

Pour étudier le sous-sol, une géophysicienne laisse tomber une lourde masse sur le sol à l'instant $t = 0$. Deux capteurs, alignés avec le point d'impact, sont à 12,0 m et à 30,0 m. Ondes P : arrivées à 6,0 ms et 15,0 ms ; ondes S : à 10,4 ms et 26,0 ms.

a) Décrire le mouvement du sol au passage d'une onde P, puis d'une onde S.

b) Calculer la célérité des ondes P à partir des deux capteurs, puis vérifier qu'elle est cohérente avec l'instant de l'impact.

c) Calculer la célérité des ondes S.

d) Un troisième capteur, dont la position n'a pas été notée, enregistre les ondes S 22,0 ms après les ondes P. Déterminer sa distance au point d'impact.

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

Un émetteur produit des ultrasons de 50 kHz, que l'on fait passer dans trois milieux. Célérités : air, 343 m·s^{-1} ; eau, 1 480 m·s^{-1} ; acier, 5 900 m·s^{-1}.

a) Calculer la période des ultrasons, puis leur longueur d'onde dans l'air, en millimètres.

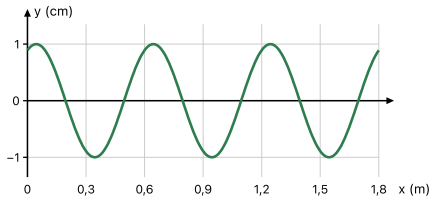
b) Calculer leur longueur d'onde dans l'eau et dans l'acier, en millimètres.

c) Justifier que la fréquence est la même dans les trois milieux et que λ change.

d) Dans l'eau, deux récepteurs sont alignés avec l'émetteur et distants de 74 mm. Calculer le retard de l'un sur l'autre, puis préciser comment ils vibrent l'un par rapport à l'autre.

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

Un vibreur entretient une onde sinusoïdale le long d'une corde. La figure montre l'aspect de la corde à un instant donné. Un capteur placé en un point compte 15 oscillations en 0,50 s.



a) Déterminer la longueur d'onde, en justifiant la lecture.

b) Calculer la période et la fréquence de l'onde.

c) Calculer la célérité de l'onde, puis la distance qu'elle parcourt en 0,25 s.

d) On règle le vibreur sur 72 Hz sans changer la corde. Indiquer ce que deviennent la célérité et la longueur d'onde, puis calculer la nouvelle longueur d'onde.

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

Le programme suivant trace l'aspect d'une corde parcourue par une onde sinusoïdale, émise depuis $x = 0$ à partir de $t = 0$.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
A, T, v = 0.020, 0.50, 1.4   # m, s, m/s
x = np.linspace(0, 3.0, 300)
t = 1.75
y = A * np.sin(2 * np.pi * (t - x / v) / T)
y[x > v * t] = 0
plt.plot(x, y)
plt.show()
```

a) Indiquer ce que représente le terme `x / v`, puis le rôle de la ligne `y[x > v * t] = 0`.

b) Calculer la longueur d'onde de l'onde simulée.

c) Calculer la position du front de l'onde sur le tracé, puis le nombre de longueurs d'onde entre la source et le front.

d) On veut simuler une onde de fréquence double sur la même corde. Indiquer la ligne à modifier et la nouvelle valeur, puis ce qui change sur le tracé.

Bon courage !

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).