Chapitre 1
Ondes mécaniques progressives

Les exercices en grisé sont pour le 14 septembre.

Nature & célérité d'une onde

1.1 N°15 p. 32 : Onde mécanique le long d'une corde

1.2 N°16 p. 33 : Onde mécanique le long d'un ressort

Onde progressive

1.3 N°27 p. 35 : Perturbation le long d'un ressort

1.4 N°26 p. 35 : Perturbation le long d'une corde

Double propagation & temps de retard

1.5 N°20 p. 33 : L'oléoduc

1.6 N°17 p. 33 : Orage en randonnée

Question supplémentaire

3. En notant $V_1 = 3,00 \cdot 10^8$ m.s^{-1} la célérité de la lumière, et $V_2 = 340$ m.s^{-1} la célérité du son dans l'air, utilisez la formule de l'exercice précédent pour retrouver la valeur de D. Comparez avec le calcul proposé et conclure.

Montages à un ou deux récepteurs

1.7 Exercice résolu II p. 31 : Célérité des ultrasons dans l'air

1.8 N°28 p. 35 : Salve d'ultrasons

Influence du milieu

1.9 Variation de la célérité avec la température

La célérité v du son dans l'air est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue T.

a. Exprimez mathématiquement cette propriété.

b. On donne $v = 340$ m.s^{-1} pour la célérité du son dans l'air à 15°C. Calculez la célérité du son dans l'air à 0°C puis à 25°C.

1.10 N°29 p. 35 : Célérité dans des liquides

Corde tendue vibrante

1.11 Célérité des ondes sur une corde

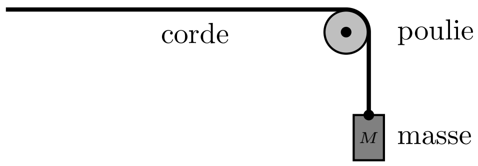
La célérité des ondes le long d'une corde élastique dépend de sa tension F (en newtons N) et de sa masse linéique μ (masse par unité de longueur, en kg.m^{-1}) :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

a. Calculez la célérité v pour une corde de longueur $\ell = 10$ m dont la masse est de $1,0$ kg, tendue par une force de $2,5$ N.

b. Comment varie cette célérite si :
- avec la même corde, on multiplie la tension par quatre ?
- avec la même tension, on forme une tresse avec quatre cordes identiques ?

c. La corde de la question **a** est maintenant tendue par le poids d'une masse M, comme le montre le schéma ci-dessous :



Calculer la valeur de la célérité des ondes le long de la corde, avec $M = 160$ g.

1.12 N°30 p. 35 : Corde de piano et caténaire

Corrigé 1
Ondes mécaniques progressives

$\boxed{1.1}$ N°15 p. 32 : le long d'une corde

1. La perturbation conserve sa forme au cours de la propagation.
2. L'onde est transversale ; en effet direction de propagation & direction de la perturbation sont orthogonaux.
3. En mesurant au double décimètre, on trouve 3,3 cm pour la règle de 100 cm, et 4,4 cm pour le déplacement de la perturbation, d'où la proportion suivante :

$$\frac{d}{100} = \frac{4,4}{3,3} \quad \Rightarrow \quad d = 133 \text{ cm}$$

4. $v = \dfrac{d}{\tau} = \dfrac{133.10^{-2}}{125.10^{-3}} = 10,6 \text{ m.s}^{-1}$,
ce que l'on peut arrondir à 10 m.s^{-1}, compte tenu de la précision des mesures.

$\boxed{1.2}$ N°16 p. 33 : le long d'un ressort

$\boxed{1.3}$ N°27 p. 35 : le long d'un ressort

1. Onde mécanique longitudinale : perturbation se propageant dans un milieu élastique, sans transport de matière, le déplacement des points étant perpendiculaire à la direction de l'onde.
2. **a.** Temps de retard :

$$t = t_1 + \tau_1 \quad \Leftrightarrow \quad \tau_1 = t - t_1 = 175 - 75 = 100 \text{ ms}$$

Distance parcourue :

$$v = \frac{d_1}{\tau_1} \quad \Leftrightarrow \quad d_1 = v\tau_1 = 15,0 \times 0,100 = 1,50 \text{ m}$$

b. Temps de retard :

$$t = t_2 + \tau_2 \quad \Leftrightarrow \quad \tau_2 = t - t_2 = 300 - 175 = 125 \text{ ms}$$

Distance parcourue :

$$v = \frac{d_2}{\tau_2} \quad \Leftrightarrow \quad d_2 = v\tau_2 = 15,0 \times 0,125 = 1,88 \text{ m}$$

$\boxed{1.4}$ N°26 p. 35 : le long d'une corde

$\boxed{1.5}$ N°20 p. 33 : L'oléoduc

1. Deux ondes sonores distinctes se propagent : une dans le pétrole avec la vitesse V_1, l'autre dans l'acier avec la vitesse V_2, plus élevée. Le capteur reçoit donc deux perturbations.
2. Notons τ_1 et τ_2 les durées de propagation des deux signaux ; on a $\tau_1 < \tau_2$, et on peut écrire :

$$\tau_1 = \frac{D}{V_1} \quad \text{et} \quad \tau_2 = \frac{D}{V_2}$$

La durée séparant les deux signaux est $\tau = \tau_2 - \tau_1$, d'où la relation recherchée :

$$\tau = D\left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right) \quad \Leftrightarrow \quad D = \frac{V_1 V_2}{V_1 - V_2}\tau$$

3. Application numérique : $D = 4,8$ km (on peut laisser les vitesses V_1 et V_2 dans les unités données par l'énoncé lors du calcul).

$\boxed{1.6}$ N°17 p. 33 : Orage en randonnée

$\boxed{1.7}$ Exercice résolu II p. 31 : Célérité des ultrasons dans l'air

$\boxed{1.8}$ N°28 p. 35 : Salve d'ultrasons

$\boxed{1.9}$ Variation de la célérité avec la température

a. $v = k\sqrt{T}$, avec k une constante arbitraire.

b. La donnée nous permet de calculer la valeur de la constante k :

$$k = \frac{v}{\sqrt{T}} = \frac{340}{\sqrt{15 + 273}} = 20,0$$

On notera la conversion des degrés Celius en kelvin. On applique ensuite la formule :

- À 0°C : $v = 20,0 \times \sqrt{0 + 273} = 330 \text{ m.s}^{-1}$
- À 20°C : $v = 20,0 \times \sqrt{20 + 273} = 342 \text{ m.s}^{-1}$

$\boxed{1.10}$ N°29 p. 35 : Célérité dans les liquides

$\boxed{1.11}$ Célérité des ondes sur une corde

a. La masse linéïque vaut : $\mu = m/\ell = 0,10 \text{ kg.m}^{-1}$, et donc, en appliquant la formule :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{2,5}{0,10}} = 5 \text{ m.s}^{-1}$$

b. Variation de la célérite :

- on multiplie la tension par quatre : la célérité double ;
- on multiplie la masse linéïque par quatre : la célérité est divisée par deux.

c. La tension, en considérant la poulie parfaite et sans frottements, vaut donc : $F = Mg = 160.10^{-3} \times 9,81 = 1,57$ N ; et, par suite, en reprenant la même masse linéïque que dans la première question : $v = 3,9 \text{ m.s}^{-1}$.

$\boxed{1.12}$ N°30 p. 35 : Corde de piano et caténaire