Chapitre 14. Les ondes mécaniques

Exercice 1 : propagation d'ondes sismiques

1. Les ondes sismiques sont des ondes mécaniques. C'est une perturbation qui apparaît au niveau d'un épicentre et qui se propage dans toutes les directions dans le sol terrestre.
2. Célérité des ondes sismiques :

$$c = \frac{d}{t}$$

Avec :

$$d = 600\ km$$
$$t = 1 \min 24\ s = 84\ s$$

Application numérique :

$$c = \frac{600}{84}$$
$$c \approx 7{,}1\ km.s^{-1}$$

Exercice 2 :

L'ordre correct est b, a, c.

Exercice 3 : Qui capte en premier ?

1. Comme les nageuses sont toutes les deux situées à la même distance du haut-parleur, et que la célérité du son dans l'eau est plus grande que dans l'air, c'est la nageuse sous l'eau qui va recevoir le son en premier.
2. Soit t le temps mis par le son pour aller du haut-parleur à la nageuse située dans l'air, et t' le temps mis par le son pour aller du haut-parleur à la nageuse située sous l'eau. On aura la relation :

$$\Delta t = t - t'$$

Comme $t = \frac{d}{c}$, alors :

$$\Delta t = \frac{d}{v_{air}} - \frac{d}{v_{eau}}$$

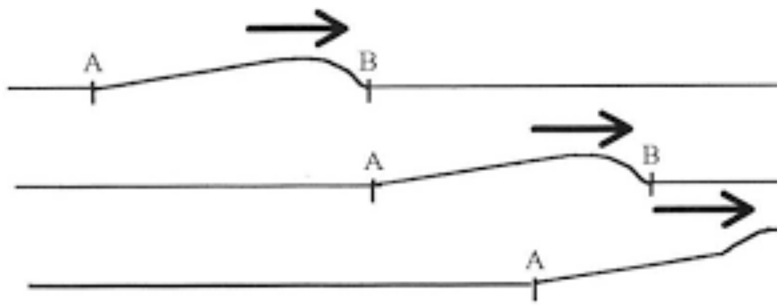
En factorisant par d, on trouve finalement :

$$\Delta t = d\left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}}\right)$$

3. Application numérique, pour $d = 10{,}0\ m$:

$$\Delta t = 10 \times \left(\frac{1}{345} - \frac{1}{1500}\right)$$
$$\Delta t \approx 0{,}022\ s = 22\ ms$$

Exercice 4 :



Exercice 5 :

Durée dont disposent les habitants pour se mettre à l'abri :

$$c = \frac{d}{t}$$

Donc en isolant t :

$$t = \frac{d}{c}$$

Avec :

$$d = 2\,500\ km$$

$$c = 800\ km.h^{-1}$$

Application numérique :

$$t = \frac{2\,500}{80}$$

$$t \approx 3{,}1\ h = 3\ h\ 6\ min$$

Exercice 6 :

Distance à laquelle le spectateur se trouve de l'explosion :

$$c = \frac{d}{t}$$

Donc en isolant d :

$$d = c\ \times\ t$$

Avec :

$$c = 345\ m.s^{-1}$$

$$t = 2\ s$$

Application numérique :

$$d = 345\ \times\ 2$$

$$d = 690\ m$$

Exercice 7 :

A l'échelle microscopique, l'inclinaison de la flamme varie car la propagation de l'onde sonore dans l'air perturbe (ou bouscule) les molécules d'air. L'onde sonore est une onde de compressions et de dilatations successives de l'air.

Exercice 9 : propagation d'une houle

1. Nous avons la représentation spatiale de cette onde, nous pouvons déterminer sa longueur d'onde λ :

La périodicité spatiale λ (lambda) d'une onde périodique, appelée longueur d'onde, est la plus petite distance, mesurée suivant la direction de propagation, qui sépare deux points du milieu matériel dans le même état vibratoire à un instant donné.

Ainsi : λ = 20 m et l'amplitude A = 1 m.

2. Déterminons la célérité de l'onde sachant que T = 10 s :

$c = \frac{d}{t} = \frac{20}{10} = 2\ m.s^{-1}$

Exercice 10 : Comparer des célérités

La vitesse du son pour une même température est plus grande dans l'hélium car une même distance (100 m) est parcourue en quasiment 3 fois moins de temps que dans l'air.

Exercice 11 : Evaluer une célérité

$c = \frac{d}{t} = \frac{6000}{7} = 9.10^2\ km.h^{-1}$

Exercice 12 : Reconnaitre un type de description

a. Il s'agit d'une représentation temporelle.
b. Il s'agit d'une représentation spatiale.
c. Il s'agit d'une représentation temporelle.

Exercice 13 : Reconnaitre la double périodicité

1-
   a. La période temporelle T d'une onde de périodique, appelée simplement période, est la plus petite durée au bout de laquelle la perturbation se répète en un point donné du milieu matériel.
   b. La périodicité spatiale λ (lambda) d'une onde périodique, appelée longueur d'onde, est la plus petite distance, mesurée suivant la direction de propagation, qui sépare deux points du milieu matériel dans le même état vibratoire à un instant donné.

2- $v = \frac{\lambda}{T}$

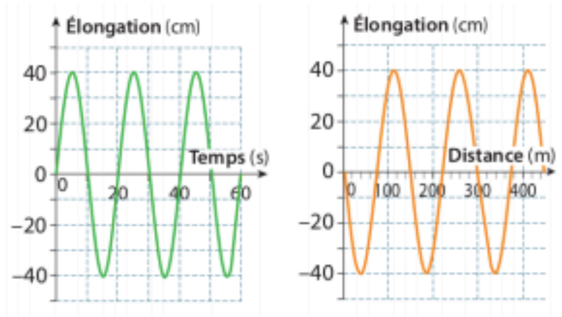
Exercice 14 : Exploiter la double périodicité

1. Déterminons la période T : T = 20 s

Déterminons la longueur d'onde λ : 2 λ = 300 m donc

λ = 150 m

Déterminons l'amplitude A : A = 40 cm



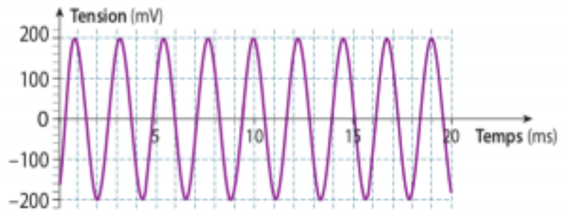
2. Déterminons la célérité de l'onde : $c = \frac{\lambda}{T}$

   c = 150 / 20 = 7,5 m.s^{-1}

Exercice 15 : Calculer une longueur d'onde

1. Déterminons la période : 8 T = 19 – 1 = 18 ms donc

   T = $\frac{18}{8} = 2{,}3\ ms$



L'amplitude correspond à la valeur maximale. Elle est de 200 mV.

2. Déterminons la longueur d'onde λ :

   $c = \frac{\lambda}{T}$ donc λ = c x T

   c = 345 m.s^{-1}

   λ = 345 x 2,3.10^{-3} = 7,9.10^{-1} m

Exercice 16 : Calculer une période

1. Déterminons la période de la vague en pleine mer :

T = λ / c = 282 / 943 = 2,99.10^{-1} h = 1,08.10^{3} s

Déterminons la période de la vague près des côtes :

T = λ / c = 10,6 / 36 = 2,94.10^{-1} h = 1,06.10^{3} s

2. Ces périodes sont quasiment identiques.

Exercice 17 : Poisson Clown

1. La période du son émis par Marin est de 3,5 ms. On sait que les sons audibles ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. Déterminons la fréquence correspondante à ce son :

f = $\frac{1}{T}$ = $\frac{1}{3{,}5.10^{-3}}$ = 2,9.10^{2} Hz

Ce sont est bien audible par l'homme.

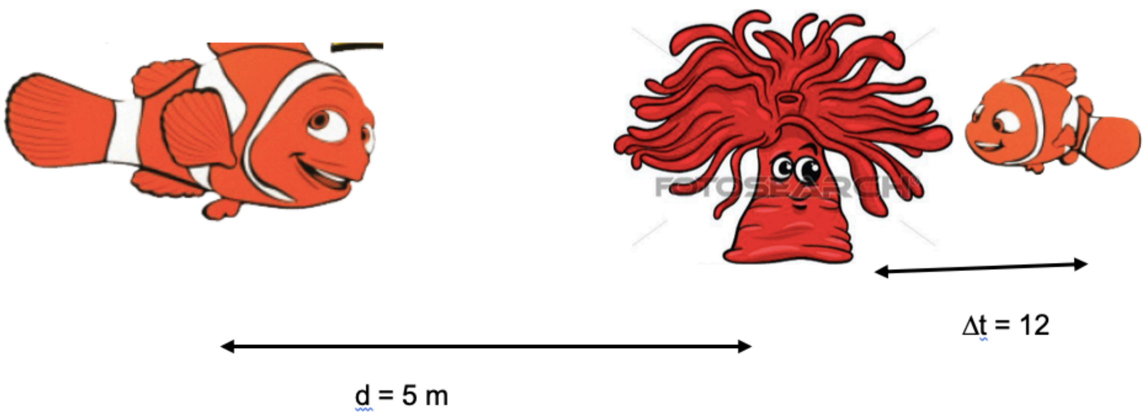
2. Déterminons la célérité du son émis :

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

λ = 5,32 m et T = 3,5 ms = 3,5.10^{-3} s

$c = \frac{5,32}{3,5.10-3}$ = 1,5.10^{3} m.s^{-1}

3. Δt est le temps qui s'est écoulé entre le moment Marin a émis le son et le moment où Némo le reçoit.



Calculons la distance qui séparer Némo et l'anémone :

$c = \frac{d}{\Delta t}$ donc d = c x Δt = 1,5.10^{3} x 12.10^{-3} = 18 m

Par conséquent, Némo n'est pas à 5 m de son père comme l'anémone mais à 18 m. Il n'est donc pas caché dans l'anémone.

<u>Exercice 18 : Onde sur corde</u>

1. Chaque point de la corde effectue des oscillations verticales dont la période est T = 250 ms. Seul le point de fixation sur le mur reste immobile.
2. Calculons la célérité de l'onde :

   $c = \frac{d}{\Delta t}$ = $\frac{3,2}{2,1}$ = 1,5 m.s^{-1}
3. a) On lit sur le graphique λ = 4 x 0,10 m = 0,40 m.

   b) On a

$$v1 = \frac{\lambda}{T}$$

λ =0,40 m.

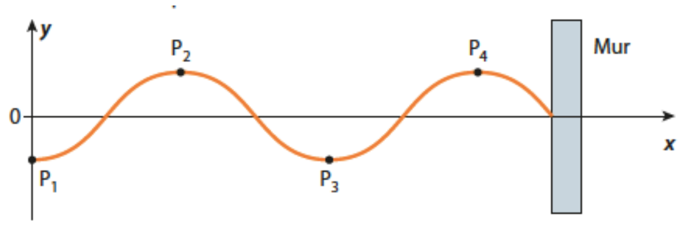
T = 250 ms = 250.10^{-3} s

donc

$v1 = \frac{0,40}{250.10-3}$ = 1,6 m.s^{-1}

Les deux valeurs sont bien cohérentes.

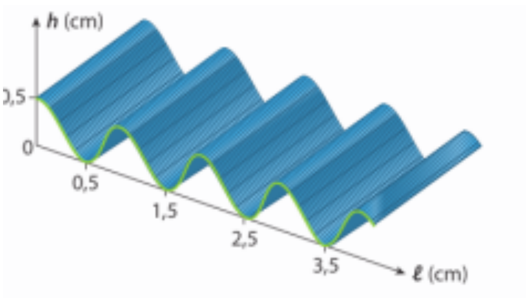
c) On a t2 = t1 + 125 ms donc t2 = t1 + T/2 donc les signaux sont décalés d'une demi-période dans le temps et d'une demi longueur d'onde dans l'espace, soit :



Exercice 19 : Propagation d'une onde

1. La mesure de la distance entre le plus grand nombre possible de crêtes permet d'augmenter la précision de la mesure.
2. 10 λ = 10,1 cm donc λ =10,1 / 10 = 1,01 cm car entre 11 crêtes, il y a 10 longueurs d'onde.
3.
   a) Sur le graphique, 3 longueurs d'onde s'étendent sur 3,0 cm d'où λ = 1,0 cm.

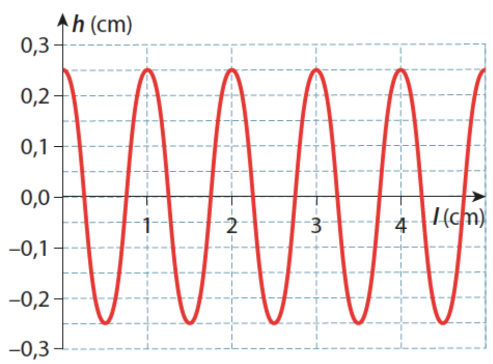
   b) Le niveau moyen de l'eau se situe à 0,25 cm. La hauteur maximale atteinte par la surface de l'eau est 0,50 cm ; l'amplitude est donc A = 0,50 – 0,25 = 0,25 cm.



4. Représentons l'aspect de la courbe à t_1 = 0,040 s :

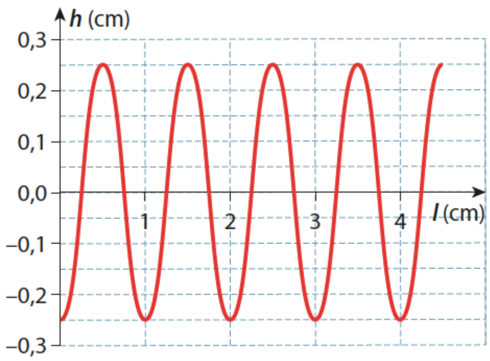
Le vibreur a une fréquence de 25 Hz ; il en est de même de la fréquence des ondes à la surface de l'eau. La période de ces ondes est donc T = $\frac{1}{f} = \frac{1}{25}$ = 0,040 s

À t_1 = 0,040 s, soit une période plus tard qu'à la date t = 0 s de la représentation donnée dans l'énoncé (ci-dessus) , l'onde a parcouru une distance égale à une longueur d'onde. L'aspect de la surface de l'eau est le même.



Représentons l'aspect de la courbe à t_2 = 0,060 s :

À t_2 = 0,060 s, soit une demi période plus tard qu'à la date t1, l'onde a parcouru une distance égale à 0,5 longueur d'onde. L'aspect de la surface de l'eau est décalé d'une demi-longueur d'onde.



5. Calculons la célérité de cette onde :

$c = \frac{1{,}01.10-2}{0{,}040}$ = 0,25 m.s^{-1}

6. La longueur d'onde λ' est plus élevée que λ, la fréquence de change pas.

Or v' = λ' x f donc v' > v.

Plus la hauteur d'eau dans la cuve augmente, plus la célérité augmente.

<u>Exercice 20 : Le télémètre à pointeur laser</u>

1. La variation du signal sur la courbe rouge correspond à la réception de lumière.

Les variations du signal sur la courbe violette correspondent à la réception d'ultrasons.

Les variations du signal sur la courbe bleue correspondent à l'émission d'ultrasons.

2. On lit, sur le graphique donné, une durée entre l'émission et la réception du signal ultrasonore de 15 ms. Pendant cette durée, le signal parcourt 5,1 m.

On a v = d / Δt

Donc v = 5,1 / 15.10^{-3} = 3,4.10^{2} m·s^{-1}.

Cette célérité correspond à celle des sons et ultrasons dans l'air.

3. On peut supposer que le laser sert de viseur pour indiquer la distance que mesure le télémètre.

<u>Exercice 21 : Célérité d'une onde ultra</u>

1. Sur l'oscillogramme, on mesure qu'une période des ondes ultrasonores correspond à 5,0 divisions et vu qu'une division correspond à 5 µs, on a donc :
   T = 5,0 x 5 = 25 µs = 25.10^{-6} s.
2. La distance d correspond à 10 longueurs d'onde puisque les maxima des deux courbes se sont retrouvés confondus 10 autres fois. On a donc :
   λ = d / 10 = 8,5 / 10 = 0,85 cm = 8,5.10^{-3} m.
3. a)

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

c) $v = 8{,}5.10^{-3} / 25.10^{-6} = 3{,}4.10^{2}$ m.s^{-1}

La célérité de l'onde ultrasonore dans l'air est 340 m