



TD 2BSM : Les ondes mécaniques progressives

Exercice 01

3 Une onde transversale d'ordonnée $y_1 = 10\text{mm}$ se propage sur l'axe Ox à la vitesse V_1 .

A la date $t = 0$; elle se trouve au point O .

- Une deuxième onde de même nature; d'ordonnée $y_2 = -4\text{mm}$ se propage à la vitesse V_2 dans le sens opposé suivant la même direction.

A la date $t = 0$; elle passe par le point A .

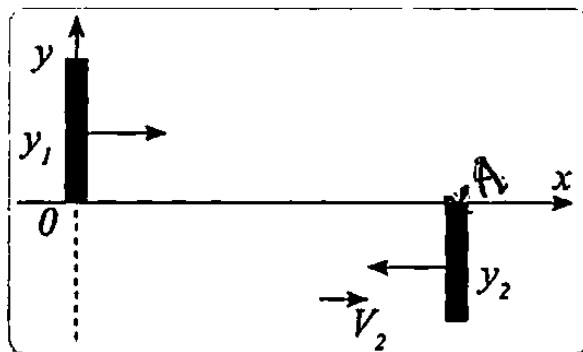
On donne: $V_1 = 30\text{cm.s}^{-1}$; $V_2 = 20\text{cm.s}^{-1}$;

$OA = d = 50\text{cm}$.

1- Déterminer l'abscisse x du point M où les deux ondes se superposent.

2- Calculer l'ordonnée y de l'onde résultante.

3- Quelle est la date t_M .



Exercice 02

4 La célérité d'une onde se propageant le long d'une corde dépend de la tension F de la corde et de sa masse linéique μ (masse par unité de longueur).

Une corde est tendue comme le montre la figure ci-contre.

Données: Masse de la corde $m = 176\text{g}$.

Longueur de la corde $\ell = 11\text{m}$; et $g = 9,8\text{N.kg}^{-1}$

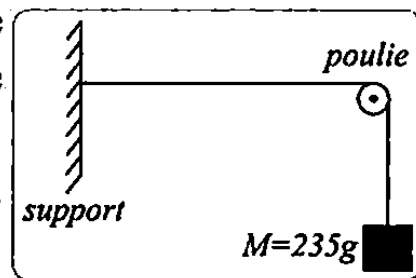
1- Montrer en utilisant l'expression du théorème de l'énergie cinétique que: $1\text{N} = 1\text{kg.m.s}^{-2}$.

2- A l'aide d'une analyse dimensionnelle, choisir la bonne réponse pour l'expression de la célérité de cette onde; parmi les propositions suivantes:

a- $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$; b- $F.\mu^2$; c- $F.\mu$; d- autre.

3- Choisir la bonne réponse pour la valeur de cette célérité:

a- 5m/s ; b- 12m/s ; c- 25m/s ; d- 30m/s .



Exercice 03

6 Dans un bassin d'essais, une source sonore S émet un bruit intense qui se propage dans l'air et dans l'eau. Le bruit est reçu par deux récepteurs sonores: R_1 placé dans l'air et R_2 situé dans l'eau.

Données: Célérité du son:

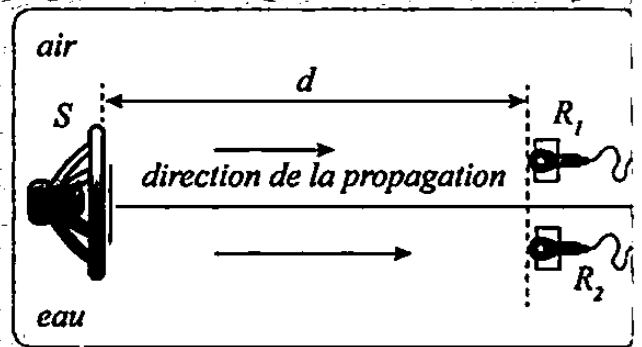
- Dans l'air: $v_a = 340 \text{ m.s}^{-1}$

- Dans l'eau: $v_e = 1500 \text{ m.s}^{-1}$

1- Quel est le récepteur qui, le premier, détecte le bruit produit par la source?

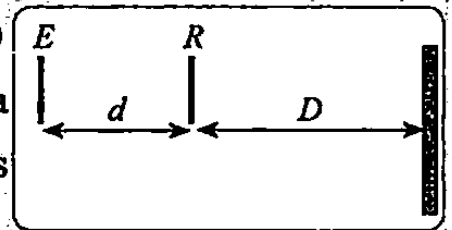
2- On note Δt la durée séparant la détection du bruit par les récepteurs R_2 et R_1 . Exprimer la distance d séparant la source des récepteurs en fonction de la durée Δt et des célérités v_a et v_e .

3- Calculer la valeur de d pour $\Delta t = 0,50 \text{ s}$.



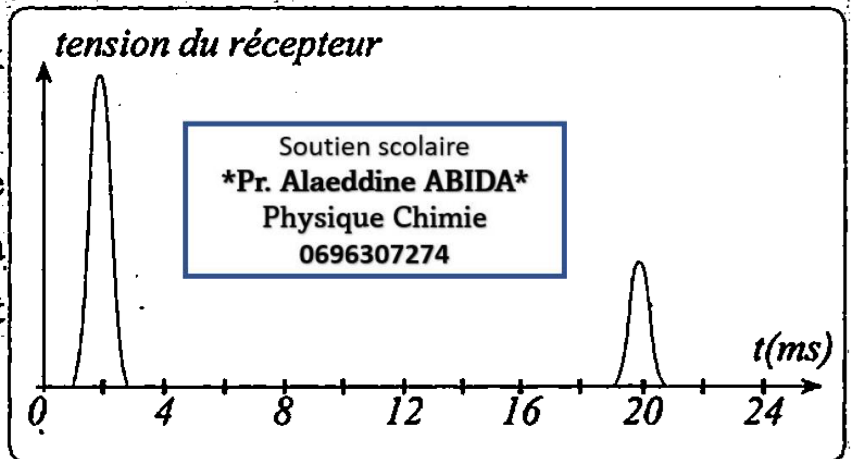
Exercice 04

8 Un émetteur d'ultrasons E envoie à l'instant $t = 0$ un signal qui se réfléchit sur un obstacle. On relève la tension aux bornes du récepteur R . La célérité des ondes dans l'air est: $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.



1- Identifier les deux signaux visualisés.

2- Calculer la distance d entre l'émetteur et le récepteur, et la distance D entre le récepteur et l'obstacle.



Exercice 05

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

1- Exprimer mathématiquement cette propriété.

2- On donne la célérité du son dans l'air à 15°C : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

Calculer la célérité du son dans l'air à 0°C .

On donne: $T(K) = \theta^\circ \text{C} + 273$.

Exercice 06

11 Un tube de pipeline en cours d'installation a été déposé au fond de la mer. Il est encore fermé aux deux extrémités et rempli d'air. Un plongeur frappe avec un marteau sur l'une des extrémités du tube du pipeline. Un second plongeur situé à l'autre extrémité du tube du pipeline perçoit trois coups.

1- Expliquer pourquoi le plongeur entend trois coups.

2- La célérité d'une onde sonore dans un gaz vérifie la relation suivante:

$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$; γ est une constante qui vaut 1,4 dans le cas de l'air; R est la constante des gaz parfaits, T est la température absolue et M la masse molaire du gaz. Les unités S.I. sont utilisées.

a- Vérifier l'homogénéité de l'expression de v .

b- Calculer la célérité du son dans l'air contenu dans le pipeline.

3- Les deux premiers coups sont perçus avec un décalage $\Delta t = 0,18s$. En déduire la longueur L du pipeline.

Données: $R = 8,31J.mol^{-1}; K^{-1}$; $\theta = 5,0^{\circ}C$;

$M = 29g.mol^{-1}$; $v_{acier} = 5800m.s^{-1}$; $v_{eau} = 1500m.s^{-1}$.

Exercice 07

12 Lors d'un orage, un éclair s'accompagne de l'émission d'une onde sonore (le tonnerre), et d'une onde lumineuse (la foudre). Un observateur est situé à la distance d du point d'impact de l'éclair. Il entend le tonnerre τ secondes après avoir vu l'éclair.

1- En prenant l'origine des temps à l'instant où l'éclair touche le sol, exprimer, en fonction de d et c , l'instant t_1 où l'éclair atteint l'observateur. Exprimer en fonction de d et de la célérité v de l'onde sonore l'instant t_2 où le tonnerre atteint l'observateur.

2- Exprimer τ en fonction de t_1 et t_2 , et en déduire l'expression $d = \frac{v\tau}{1 - \frac{v}{c}}$.

3- Comparer v et c . Justifier que l'on peut écrire $d \approx v\tau$. Calculer d pour $\tau = 3s$.

Exercice 08

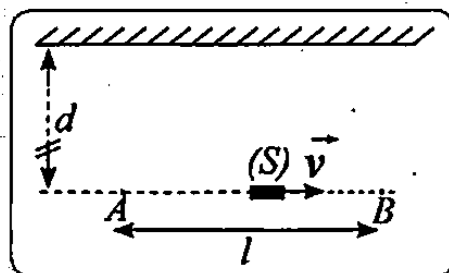
14 Une source sonore (S) se déplace à vitesse constante $V = 8,5 \text{ m.s}^{-1}$ parallèlement à un mur qui lui est distant de $d = 20 \text{ m}$.

Au point A , cette source émet un signal sonore vers le mur, ce signal se réfléchit sur le mur et revient à la source au moment où celle-ci passe par le point B .

On donne: $AB = \ell = 1 \text{ m}$.

1- Exprimer la vitesse V_0 du signal sonore dans l'air en fonction de V , d et ℓ .

2- Calculer sa valeur.



Soutien scolaire
Pr. Alaeddine ABIDA
Physique Chimie
0696307274

Exercice 09

16 Le courant nécessaire à l'alimentation de la motrice d'un TGV est amené par un câble horizontal (la caténaire) tendu au-dessus du train, et prélevé par un bras articulé (le pantographe) situé sur le toit de la motrice. Le pantographe soulève localement le câble, donnant ainsi naissance à des ondes transversales et unidimensionnelles.

1- La caténaire est constituée d'un câble de cuivre d'une section de 1500 mm^2 . La densité du cuivre est de 8,9.

Vérifier que la masse linéique du câble est $\mu = 1,33 \text{ kg.m}^{-1}$.

2- la célérité des ondes mécaniques le long du câble est $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, où T est la tension du câble et μ sa masse linéique. La tension du câble est de 2600 décanewtons. Calculer la célérité v des ondes (en km.h^{-1}).

3- L'amplitude de la déformation du câble augmente de façon importante lorsque la vitesse du train s'approche de la célérité des ondes. Le soulèvement de la caténaire perturbe alors le captage du courant, ce qui peut entraîner la disjonction du moteur, ou des avaries sur les installations. La compagnie impose à la vitesse du TGV de ne pas excéder 70% de la célérité des ondes. Calculer la vitesse maximale d'un TGV dans ces conditions.

4- Pour franchir la barre des 500km.h^{-1} , il faut augmenter la célérité des ondes. Proposer deux méthodes.

5- On remplace le cuivre par du cadmium, de densité 8,65. Calculer la section du câble (en mm^2) pour obtenir la célérité $v = 532\text{km.h}^{-1}$ sans modifier la tension du câble.

6- La solution précédente étant trop lourde à mettre en œuvre (emplacement de la caténaire), on choisit d'augmenter la tension du câble.

Quelle doit être sa valeur pour avoir $v = 532\text{km.h}^{-1}$?

Soutien scolaire
Pr. Alaeddine ABIDA
Physique Chimie
0696307274

Exercice 10

17 Lorsque le cœur se contracte pour relancer la circulation sanguine, il provoque l'émission d'une onde: le pouls, qui se propage le long des artères: dont les parois se dilatent lorsque la pression sanguine augmente.

1- S'agit-il d'une onde longitudinale ou transversale?

2- La célérité de cette onde dépend-elle de l'élasticité des artères et de la vitesse du sang dans les artères?

3- La célérité du pouls est donnée par $v = \frac{1}{\sqrt{\rho D}}$, où ρ est la masse volumique du sang, et D un coefficient caractérisant l'élasticité de l'artère.

A l'aide de l'analyse dimensionnelle, déterminer la dimension de D .

4- On donne: $D = \frac{\Delta S}{S_0} \frac{1}{\Delta P}$, où S_0 est la section de l'artère au repos, ΔP la variation de la pression sanguine due au pouls, et ΔS l'augmentation de la section de l'artère correspondante. Chez un sujet jeune, on a: $\frac{\Delta S}{S_0} = 0,5$: le volume de l'artère augmente de 50%. Sa pression artérielle est de $\frac{13}{8}$, ce qui signifie $\Delta P = 13 - 8 = 5\text{cmHg}$.

Sachant que $1\text{cmHg} = 1,3\text{kPa}$, calculer la célérité du pouls; on donne:

$$\rho = 1000\text{kg.m}^{-3}.$$

Comparer avec la vitesse d'écoulement du sang qui est d'environ 30cm.s^{-1} .

5- Expliquer la pulsation que l'on ressent en appliquant la main sur le poignet.

6- Le sujet prend son pouls simultanément au cou et au poignet. On considère le cou à 20cm du cœur, et le poignet à 80cm du cœur. Détecte-t-il les deux pouls en même temps? Sinon, avec quel décalage?