10PYSSLI1

EXERCICE I : L'ACIDE ÉTHANOÏQUE (6,5 points)

Connu depuis l'Antiquité, le vinaigre (de "vin" et "aigre") résulte de la fermentation du vin ou d'un autre liquide alcoolisé : c'est une solution aqueuse acide car riche en acide éthanoïque.
L'acide éthanoïque est également un réactif de nombreuses synthèses organiques.

Données :
Acide éthanoïque (ou acétique) :
- formule chimique : $CH_3\text{-}CO_2H$;
- masse molaire moléculaire : 60,0 $g.mol^{-1}$;
- pK_A du couple (acide éthanoïque/ion éthanoate) : 4,8.

Le titre (ou l'acidité) d'un vinaigre est donné en degré (°) :
1,00° correspond à 1,00 g d'acide acétique pur pour 100 g de vinaigre.
La masse volumique du vinaigre ρ vaut 1010 $g.L^{-1}$.

Le produit ionique de l'eau a pour valeur $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ à 25°C.

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

1. La solution d'acide éthanoïque

On prépare un volume V = 1,00 L d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire en soluté apporté C = 0,100 $mol.L^{-1}$. Son pH est égal à 2,9.

1.1. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.

1.2. Tracer le diagramme de prédominance du couple acide éthanoïque/ion éthanoate. Quelle espèce prédomine dans la solution ?

1.3. Quotient de réaction à l'équilibre
1.3.1. Compléter le tableau d'évolution du document 1 donné sur **l'annexe I à rendre avec la copie.**
1.3.2. Donner l'expression du quotient de réaction à l'équilibre $Q_{r,éq}$ associé à l'équation précédente.
Montrer que l'on a aussi $Q_{r,éq} = \dfrac{x_{éq}^2}{V(CV - x_{éq})}$ où $x_{éq}$ est l'avancement à l'équilibre.
1.3.3. Comment s'exprime $x_{éq}$ en fonction du pH ?
1.3.4. Calculer $Q_{r,éq}$.
À quelle grandeur caractéristique du couple acide éthanoïque/ion éthanoate s'identifie-t-il ? Vérifier que la valeur obtenue est en accord avec une donnée de l'exercice.

1.4. Définir et calculer le taux d'avancement final τ.
La transformation est-elle totale ?

2. Étude d'un vinaigre

Un vinaigre d'alcool titrant 7,5° et un vinaigre de vin titrant 6,0° ont été versés dans deux flacons non étiquetés. On cherche à les identifier par des mesures pH-métriques.

2.1. Préciser, par un raisonnement sans application numérique, quel est le vinaigre de plus faible pH.

2.2. On choisit de réaliser un dosage pH-métrique de l'un des deux vinaigres par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$).

2.2.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.

2.2.2. Calculer la constante d'équilibre K associée à l'équation de cette réaction.

2.2.3. On peut conclure à partir de la valeur de la constante d'équilibre K précédente que la réaction est totale. Quelle autre caractéristique, cette réaction doit-elle posséder pour servir de support à un dosage ?

2.3. On dilue l'un des deux vinaigres de concentration initiale C_0 d'un facteur 10. La concentration de la solution diluée est notée C_A. Décrire la préparation de 50,0 mL de vinaigre dilué en précisant la verrerie utilisée.

2.4. On dose un volume V_A égal à 10,0 mL de vinaigre dilué auquel on a ajouté environ 20 mL d'eau distillée. La concentration C_B de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est de $1{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1}. La courbe expérimentale est donnée sur le document 2 de **l'annexe I à rendre avec la copie.**

2.4.1. Pourquoi rajoute-t-on de l'eau distillée ? Cet ajout modifie-t-il le volume V_E versé à l'équivalence ?

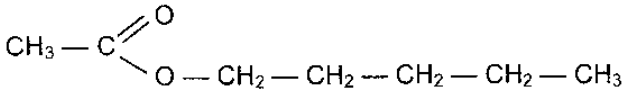
2.4.2. Déterminer le volume V_E et le pH à l'équivalence en utilisant le graphique.

2.4.3. En déduire les concentrations molaires C_A du vinaigre dilué et C_0 du vinaigre étudié.

2.4.4. En déduire le titre t_A de ce vinaigre. Conclure sur la nature du vinaigre.

3. Synthèse d'un ester

On souhaite synthétiser un ester à l'odeur de poire, l'éthanoate de pentyle, à l'aide de l'acide éthanoïque et d'un alcool. La formule de l'ester est donnée ci-dessous :



3.1. Écrire l'équation de la réaction et préciser les noms des réactifs.

3.2. Quelles sont les caractéristiques de cette transformation ?

3.3. On utilise pour la synthèse le montage schématisé sur le document 3 de **l'annexe I à rendre avec la copie**.
Comment s'appelle ce montage ? Compléter la légende.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

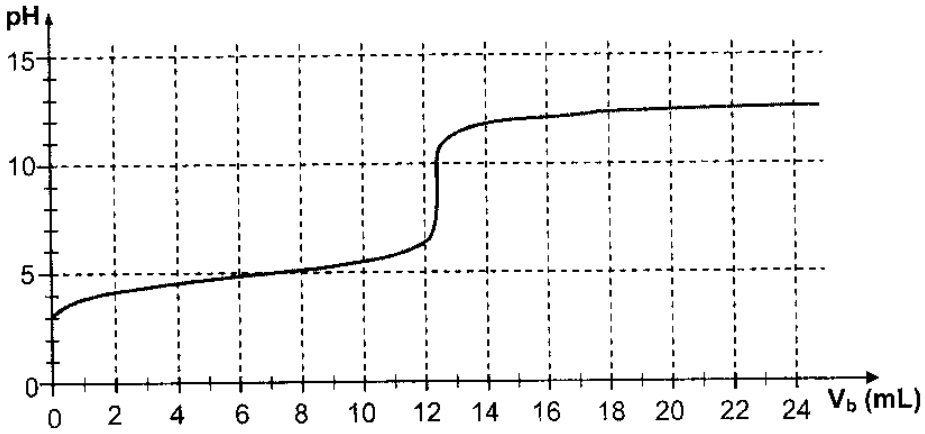
10PYSSLI1

ANNEXE I À RENDRE AVEC LA COPIE : L'ACIDE ÉTHANOÏQUE

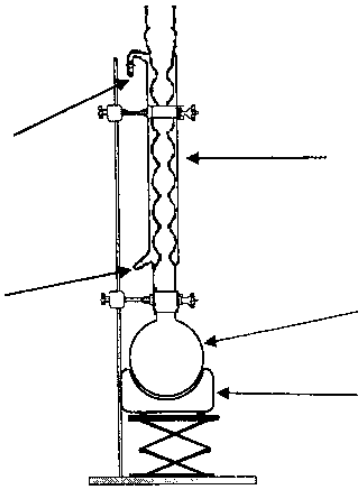
Document 1

Équation chimique					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	x = 0				
État intermédiaire	x				
État final	$x_{éq}$				

Document 2



Document 3



EXERCICE II : L'OSCILLATEUR HARMONIQUE (5,5 points)

Un oscillateur harmonique à une dimension est un modèle d'oscillateur qui intervient dans de nombreux domaines de la physique : mécanique et électricité notamment.
Son évolution temporelle est régie par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2Y}{dt^2} + A.Y = 0$$

Y est une grandeur physique qui varie au cours du temps, comme par exemple, la position x d'un mobile ou la charge électrique q d'un condensateur.

A est une constante positive reliée à la période propre T_0 de l'oscillateur par :

$$A = \frac{4\pi^2}{T_0^2}.$$

*T_0 est **indépendante** de l'amplitude de la grandeur Y.*

1. Le pendule simple.

*Un pendule simple a une longueur l égale à 100 cm. La période mesurée T est donnée dans le tableau du document 1 de **l'annexe II à rendre avec la copie**.*

Donnée : Intensité de la pesanteur : g = 9,81 $N.kg^{-1}$.

1.1. La période propre T_0 du pendule simple a pour expression : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Calculer sa valeur.

1.2. Pourquoi peut-on, d'après le tableau du document 1 ci-dessus, parler d'isochronisme des petites oscillations ? Justifier la réponse.

2. Le pendule élastique.

Un solide S est relié à un ressort dont l'autre extrémité est fixe. Le solide de masse m égale à 205 g et de centre d'inertie G peut glisser sur un rail à coussin d'air horizontal. Le ressort, à spires non jointives, a une masse négligeable et une constante de raideur k égale à 10,0 $N.kg^{-1}$. Au repos, G est en O.
*Le document 2 de **l'annexe II à rendre avec la copie** schématise le dispositif expérimental.*

*À un instant t, la position du solide est repérée par l'abscisse x(t) sur l'axe $(O, \vec{i})$: x(t) représente donc également l'allongement du ressort. Un dispositif d'acquisition a permis d'obtenir l'enregistrement du document 3 de **l'annexe II à rendre avec la copie.***

2.1. Équation différentielle.

2.1.1. Comment qualifier, d'après le document 3, les oscillations obtenues ?

2.1.2. Faire le bilan des forces s'exerçant sur S. Les représenter sans souci d'échelle sur le document 2 **en annexe à rendre avec la copie**.

2.1.3. Montrer que, dans ces conditions, l'équation différentielle du mouvement s'écrit :

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k}{m}x=0$$

2.2. Le pendule est assimilable à un oscillateur harmonique puisque l'équation ci-dessus est analogue à l'équation générale donnée en début d'exercice.

2.2.1. Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de k et de m.

2.2.2. Calculer la valeur de T_0.

2.2.3. Déterminer la valeur expérimentale $T_{0,exp}$ en explicitant le raisonnement. Comparer avec la valeur calculée en 2.2.2.

2.3. Énergies.

2.3.1. Comment appelle-t-on les énergies ayant respectivement pour expressions $\frac{1}{2}kx^2$ et $\frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$?

2.3.2. Pour un lâcher sans vitesse initiale, l'équation différentielle a pour solution $x(t) = X_m \cos\left(2\pi\frac{t}{T_0}\right)$.

Montrer que l'énergie mécanique a pour expression $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2$.

On rappelle que $\cos^2\alpha+\sin^2\alpha=1$.

2.3.3. Quelle est la valeur minimale de l'énergie mécanique ?

2.4. On réalise différents lâchers sans vitesse initiale en faisant varier l'amplitude.

2.4.1. Calculer l'énergie mécanique lorsque X_m = 1,00 cm.

2.4.2. Combien de valeurs de l'énergie mécanique sont possibles entre X_m = 0 et X_m = 1,00 cm : aucune ou une infinité ? Justifier.

3. Le pendule élastique en mécanique quantique.

On considère une molécule diatomique AB vibrant autour de son centre de masse G (m_A et m_B sont les masses respectives des atomes A et B).



On assimile cette molécule à un système de masse μ (appelée masse réduite et telle que $\mu = \frac{m_A \times m_B}{m_A + m_B}$) oscillant par rapport au point G fixe.



Le mouvement est rectiligne sinusoïdal de période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\mu}{k}}$ où k est la constante de raideur du ressort équivalent.

Données :

Constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s ;
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}.

3.1. La mécanique quantique montre que l'énergie de vibration E_{vib} de la molécule est quantifiée. Qu'entend-on par énergie quantifiée ?

3.2. La molécule est assimilée à un oscillateur harmonique de période propre $T_0 = 1{,}95 \times 10^{-14}$ s. Un niveau n d'énergie de vibration est caractérisé par $E_{vib}(n) = \left(n + \frac{1}{2}\right)h\nu_0$ où h est la constante de Planck, ν_0 la fréquence de l'oscillateur et n un entier positif : n = 0, 1, 2, 3, … .

3.2.1. Vérifier que la fréquence ν_0 de l'oscillateur vaut environ $5{,}13 \times 10^{13}$ Hz puis calculer les énergies manquantes dans le tableau du document 4 de **l'annexe II à rendre avec la copie.**

3.2.2. Représenter le diagramme en énergie de la molécule sur le document 4 de **l'annexe II à rendre avec la copie** en indiquant chaque niveau par un segment horizontal. Que peut-on dire de l'écart entre deux niveaux successifs ?

3.2.3. La transition du niveau caractérisé par n = 0 au niveau caractérisé par n = 1 correspond à l'absorption d'une radiation. Calculer la longueur d'onde correspondante dans le vide. Cette radiation est-elle visible ? Justifier.

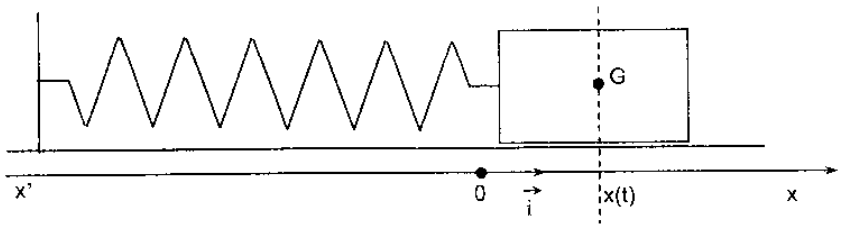
10PYSSLI1

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE : L'OSCILLATEUR HARMONIQUE

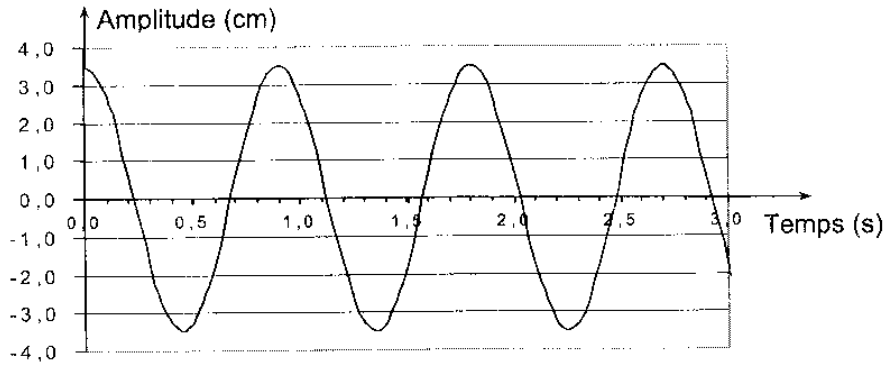
Document 1.

Amplitude (°)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00
T (s)		2,01	2,01	2,01	2,02	2,03	2,04	2,05

Document 2

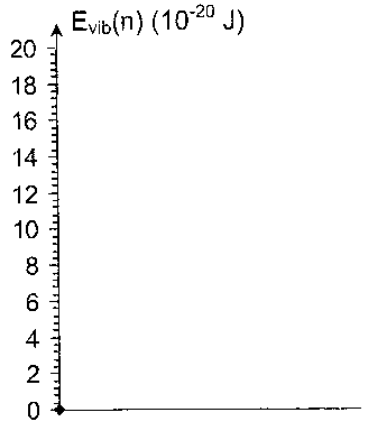


Document 3



Document 4

Niveau n	$E_{vib}(n)$ (10^{-20} J)
0	
1	
2	8,50
3	11,90
4	15,30



Page : 11/12

10PYOSLI1

EXERCICE III : LES ONDES SONORES (4 points)

Membre d'un groupe de rock et très intéressé par la nature et la propagation du son, Julien réalise les observations suivantes :

- *Observation 1 : Aucun signal sonore ne nous parvient du Soleil alors qu'il s'y déroule en permanence de gigantesques explosions.*
- *Observation 2 : Une bougie est placée devant un haut-parleur qui émet un son très grave. On constate que la flamme se rapproche et s'éloigne alternativement de la membrane du haut-parleur mais qu'elle n'oscille pas dans la direction perpendiculaire.*

1. Préliminaires.

1.1. Définir de la manière la plus complète possible une onde mécanique progressive.

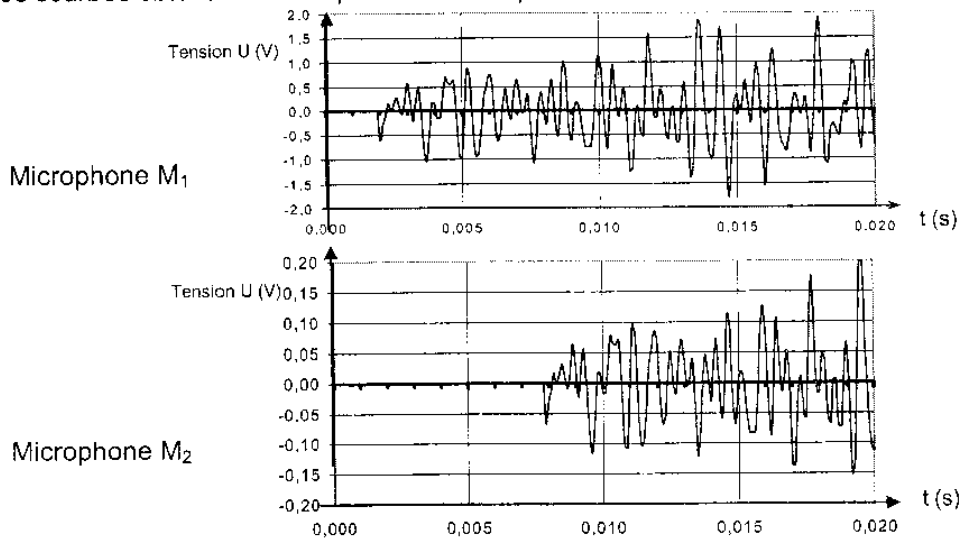
1.2. Compléter les cases blanches du tableau de **l'annexe III à rendre avec la copie** avec les expressions suivantes :

Onde sonore, onde le long d'une corde, onde lors de la compression-dilatation d'un ressort, onde à la surface de l'eau

2. Célérité de l'onde sonore : première méthode.

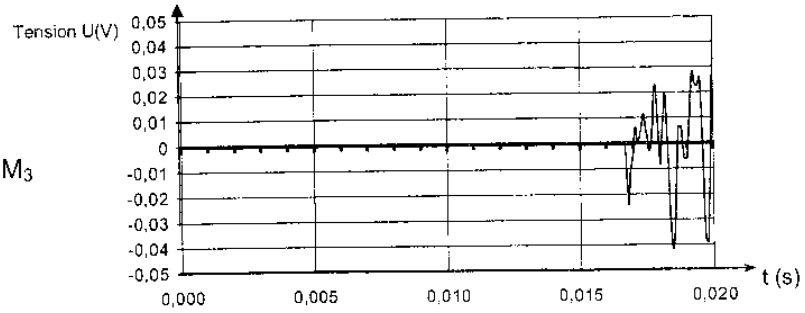
Trois microphones M_1, M_2 et M_3 sont alignés de telle manière que les distances M_1-M_2 et M_2-M_3 valent respectivement 2,00 m *et* 3,00 m. *Les signaux électriques correspondant aux sons reçus par les microphones sont enregistrés grâce à un ordinateur. Julien donne un coup de cymbale devant le premier micro M_1 puis lance immédiatement l'enregistrement. La température de la pièce est de 18 °C.*

Les courbes obtenues sont représentées ci-après.



10PYOSLI1

Microphone M_3



2.1. Comment peut-on déterminer la célérité de l'onde sonore à l'aide des courbes obtenues ?

2.2. Effectuer le calcul de la célérité de l'onde sonore pour la distance M_1-M_2 puis pour la distance M_2-M_3.

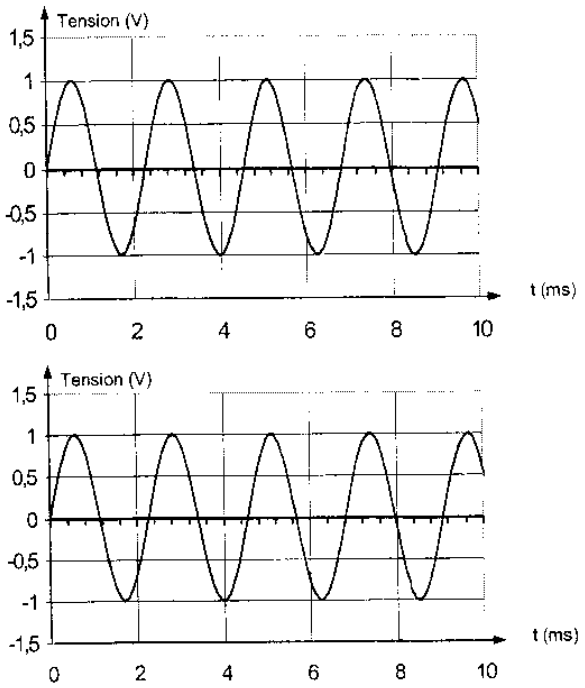
2.3. Les résultats obtenus sont-ils cohérents ?

3. Célérité de l'onde : deuxième méthode.

Julien dispose maintenant les deux microphones M_1 et M_2 à la même distance d d'un diapason. Il obtient les courbes représentées ci-dessous. On remarque que les signaux sont en phase.

Microphone M_1

Microphone M_2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3.1. Déterminer la période puis la fréquence du son émis par le diapason.

Julien éloigne le microphone M_2 peu à peu jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase. Il réitère l'opération jusqu'à compter cinq positions pour lesquelles les courbes sont à nouveau en phase. La distance D entre les deux microphones est alors égale à 3,86 m.

3.2. Pourquoi compte-t-on plusieurs retours en phase plutôt qu'un seul ?

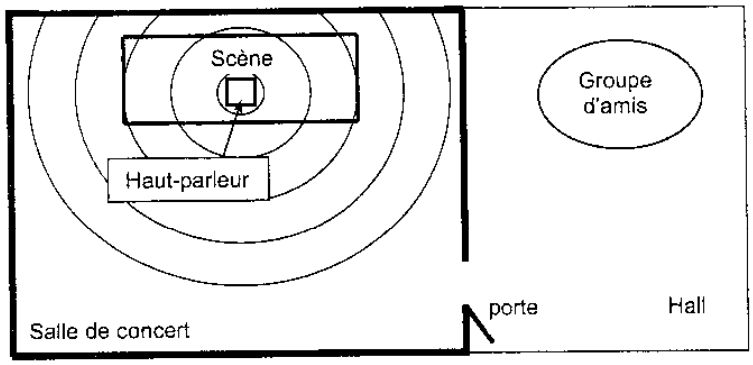
3.3. Définir la longueur d'onde. Déduire sa valeur numérique de l'expérience précédente.

3.4. Calculer alors la célérité de l'onde.

3.5. D'après les résultats expérimentaux obtenus aux questions 3.4 et 2.2, le milieu de propagation des ondes sonores est-il dispersif ?

4. Autre propriété des ondes sonores.

Lors d'un concert donné par Julien dans une salle, des amis arrivés un peu en retard s'étonnent d'entendre de la musique alors qu'ils sont encore dans le hall et donc séparés de la scène par un mur très bien isolé phoniquement. Ils remarquent cependant que la porte, d'une largeur de 1,00 m, est ouverte. La situation est représentée sur le schéma ci-dessous.



4.1. Quel phénomène physique permet d'expliquer l'observation faite par les amis de Julien ?

4.2. Les amis de Julien ont-ils entendu préférentiellement dans le hall des sons graves (f = 100 Hz) ou des sons très aigus (f = 10000 Hz) ? Justifier la réponse en calculant les longueurs d'onde correspondantes.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

10PYOSLI1

ANNEXE III À RENDRE AVEC LA COPIE : LES ONDES SONORES (4 points)

Questions 1.2 et 1.3 :

	Ondes à une dimension	Ondes à deux dimensions	Ondes à trois dimensions
Ondes longitudinales			
Ondes transversales			

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer