BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2010

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

L'usage des calculatrices N'EST PAS autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Les données sont en italique

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 13 pages numérotées de 1 à 13, y compris celle-ci et les annexes.

Les feuilles d'annexes (pages 12 et 13) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

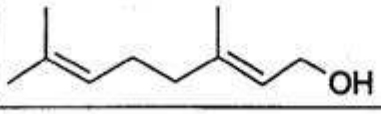
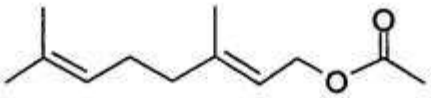
Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice I : Fleur des fleurs (6,5 points)

Les huiles essentielles sont connues et utilisées depuis le début de l'humanité. Elles ont des effets bénéfiques sur le corps et entrent dans la composition de nombreux parfums, laits pour le corps, gels douche…
Ce sont des substances odorantes volatiles contenues dans les végétaux. Elles peuvent être localisées aussi bien dans les fleurs, les feuilles, les fruits que dans les écorces, les graines ou les racines. Elles sont extraites des végétaux par différentes techniques dont l'entraînement à la vapeur d'eau.
L'huile essentielle d'Ylang-Ylang (signifiant Fleur des fleurs) dont le nom INCI (International Nomenclature of Cosmestic Ingredients) est Carnanga Odorata a des propriétés antiseptiques, hydratantes et odorantes (florale, boisée et balsamique).
Cette huile est obtenue à partir des fleurs de Ylang-Ylang, arbre aromatique poussant en zone tropicale humide. Les Comores sont les premiers producteurs d'Ylang-Ylang au monde mais la demande est en baisse par suite de l'utilisation des parfums de synthèse.
Parmi les composants de l'huile essentielle d'Ylang-Ylang, on trouve le géraniol et l'éthanoate de géranyle.

Données :

Nom	*Formule brute*	*Formule topologique*	*Notation simplifiée*
Géraniol (B)	$C_{10}H_{18}O$		$C_{10}H_{17}OH$
Éthanoate de géranyle (E)	$C_{12}H_{20}O_2$		$C_9H_{15}CH_2\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3$

Masses molaires atomiques : M(H) = 1,0 g.mol^{-1} , M(C) = 12,0 g.mol^{-1} et M(O) = 16,0 g.mol^{-1}

Aide au calcul : $\frac{130}{166} = 0,66$; $13 \times 196 = 2,5.10^3$; $\frac{7,7}{154} = 0,05$

Afin de préparer l'éthanoate de géranyle (composé E), on introduit $n_{AH_0} = 5,0.10^{-2}$ mol d'un acide carboxylique noté AH avec une masse $m_B = 7,7$ g de géraniol (composé B) dans un ballon. On ajoute quelques gouttes d'une solution concentrée d'acide sulfurique et quelques grains de pierre ponce. On chauffe à reflux pendant 55 minutes.
Après traitement, on isole une masse m_E du composé E.

1- Étude préliminaire et protocole

1.1. Écrire les formules semi-développées du géraniol(B) et de l'éthanoate de géranyle(E). Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans ces molécules.

1.2. Donner le nom et la formule semi-développée de l'acide carboxylique AH utilisé pour la synthèse de l'éthanoate de géranyle.

1.3. À l'aide des notations simplifiées données dans le tableau ci-dessus, écrire l'équation de la réaction de synthèse de l'éthanoate de géranyle.

1.4. Comment se nomme ce type de réaction ?

1.5. Que peut-on dire de la cinétique de la transformation associée à cette réaction ?

1.6. Quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?

1.7. Compléter le montage joint **en annexe page 12** à rendre avec la copie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.8. Quel est le rôle de l'acide sulfurique dans le protocole de cette synthèse ?

2. Titrage de l'acide carboxylique restant lorsque la réaction de synthèse est terminée

L'acide carboxylique en solution aqueuse sera noté AH(aq), son couple acide-base associé AH(aq)/A^-(aq).

Données : couples acide / base de l'eau : $H_3O^+/H_2O(l)$;$H_2O(l)/HO^-(aq)$

2.1. Propriétés acido-basiques de l'acide AH en solution aqueuse.

2.1.1. Écrire l'équation de la réaction entre l 'acide carboxylique AH(aq) et l'eau.

2.1.2. En déduire l'expression de la constante d'acidité K_a du couple AH(aq)/A^-(aq) à l'équilibre.

2.1.3. Donner l'expression du pK_a en fonction de K_a.

2.1.4. Sachant que $pK_a = 4,8$ tracer le diagramme de prédominance du couple AH(aq)/A^-(aq) .

2.1.5. Le pH d'une solution aqueuse d'acide carboxylique AH vaut 5,9. Quelle est l'espèce prédominante du couple à cette valeur de pH ?

Une fois la réaction de synthèse de l'éthanoate de géranyle (E) terminée, c'est-à-dire lorsque les quantités de matière des réactifs et des produits n'évoluent plus, on titre l'acide carboxylique AH restant dans le mélange réactionnel avec une solution d'hydroxyde de sodium.

2.2. La solution d'hydroxyde de sodium (ou soude) (Na^+(aq)+HO^-(aq)) utilisée pour ce titrage a pour concentration molaire $C_S = 1,0$ mol.L^{-1}. On réalise un dosage colorimétrique en utilisant comme indicateur coloré la phénolphtaléine, le volume de soude versé pour atteindre l'équivalence est noté $V_{Éq}$ et vaut 17,0 mL.

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

2.2.2. On note n_{AH_f} la quantité de matière d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel à titrer. Montrer que $n_{AH_f} = 1,7.10^{-2}$ mol.

3. Rendement de la synthèse de l'éthanoate de géranyle (E) .

3.1. Calculer la quantité de matière initiale n_{B0} du réactif B

3.2. Comparer n_{AH_0} et n_{B0}. Que peut-on en déduire ?

3.3. Compléter littéralement le tableau d'avancement (**en annexe page 12 à rendre avec la copie**) correspondant à la synthèse de E.

3.4. Déterminer l'avancement final x_f de cette réaction.

3.5. Déterminer l'avancement maximal x_{max} de cette réaction.

3.6. Définir et calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction.

3.7. Après l'avoir défini, déterminer le rendement de la synthèse.

3.8. Choisir, en justifiant votre réponse, parmi les propositions suivantes, celle(s) qui permettrait (ent) d'obtenir un meilleur rendement pour la synthèse du produit E.

a. Utiliser un des réactifs en excès.

b. Augmenter la quantité d'acide sulfurique utilisée.

c. Remplacer l'acide carboxylique AH par l'anhydride d'acide correspondant.

d. Ajouter de l'eau distillée au mélange réactionnel.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice II : Aspect énergétique d'un système {Solide, Ressort} (5,5 points)

On dispose d'un système {solide, ressort} constitué d'un mobile de masse m considéré comme un point matériel G accroché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur $k = 15\ \text{N.m}^{-1}$. Le système est installé sur une table à coussin d'air afin de négliger les frottements entre le mobile et la table.

Ce mobile, assimilé à son centre d'inertie G, peut osciller horizontalement sans frottement sur une tige parallèle à l'axe Ox (**figure 1**). On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O coïncide avec la position de G lorsque le ressort est au repos.

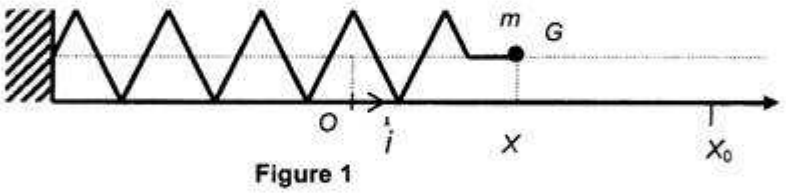


Figure 1

1. Équation différentielle associée au système {solide, ressort} et solution.

1.1. Faire l'inventaire des forces exercées sur le mobile. Recopier sur votre copie la figure 1 en faisant apparaître ces différents vecteurs forces sans souci d'échelle.

1.2. Rappeler l'expression vectorielle $\vec{F}$ de la force de rappel du ressort en fonction de k, x et $\vec{i}$.

1.3. En appliquant la seconde loi de Newton au mobile, établir l'équation différentielle du mouvement.

1.4. Vérifier que $x = x_M \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \times t + \varphi\right)$ est solution de cette équation différentielle quelles que soient les valeurs des constantes $x_M > 0$ et φ.

1.5. *Le mobile est écarté de sa position d'équilibre et lâché à l'instant $t = 0$ s, sans vitesse initiale, de la position $x_0 = +4{,}0$ cm.*
Déterminer numériquement les valeurs de x_M et φ.

2. Introduction de l'énergie potentielle élastique.

Pour étirer le ressort, un opérateur tire sur l'extrémité G et la déplace d'un point A d'abscisse x_A vers un point B d'abscisse x_B. La force exercée par l'opérateur sera notée $\vec{F}_{op}$.

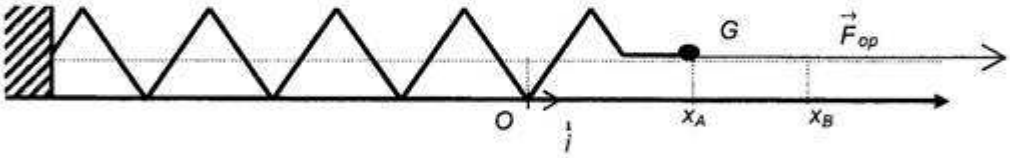


Figure 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.1. En appliquant la troisième loi de Newton, trouver l'expression vectorielle de la force exercée par l'opérateur $\vec{F}_{op}$ en fonction de k, x et $\vec{i}$.

2.2. Cette force $\vec{F}_{op}$ est-elle constante lors du déplacement de l'extrémité G du ressort de A vers B ? Justifier.

2.3. Montrer que l'expression du travail élémentaire de la force extérieure $\vec{F}_{op}$ appliquée à l'extrémité du ressort pour un déplacement élémentaire très petit $\vec{dl} = dx\,\vec{i}$ a pour expression :

$$\delta W = k\,x\,dx$$

Ce déplacement élémentaire est représenté de façon très agrandi sur la figure 3 ci-dessous.

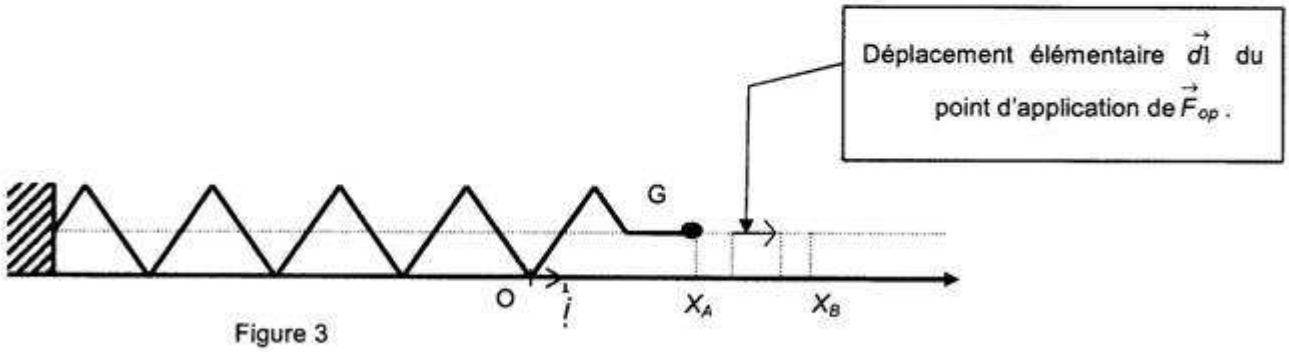


Figure 3

2.4. Par intégration, trouver l'expression du travail de la force $\vec{F}_{op}$ sur le déplacement de A (abscisse x_A) à B (abscisse x_B) de son point d'application.

2.5. En déduire l'expression de l'énergie potentielle élastique d'un ressort.

3- Énergie mécanique du système solide-ressort

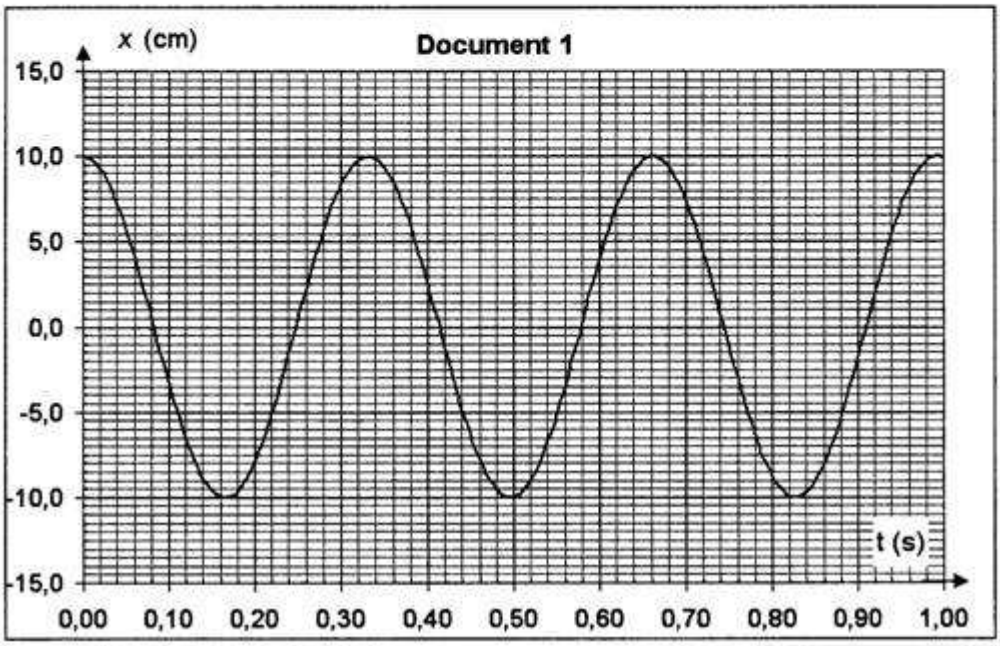
Le système étant en mouvement horizontal, l'énergie potentielle de pesanteur du mobile de masse m sera considérée comme constante et fixée arbitrairement à zéro.

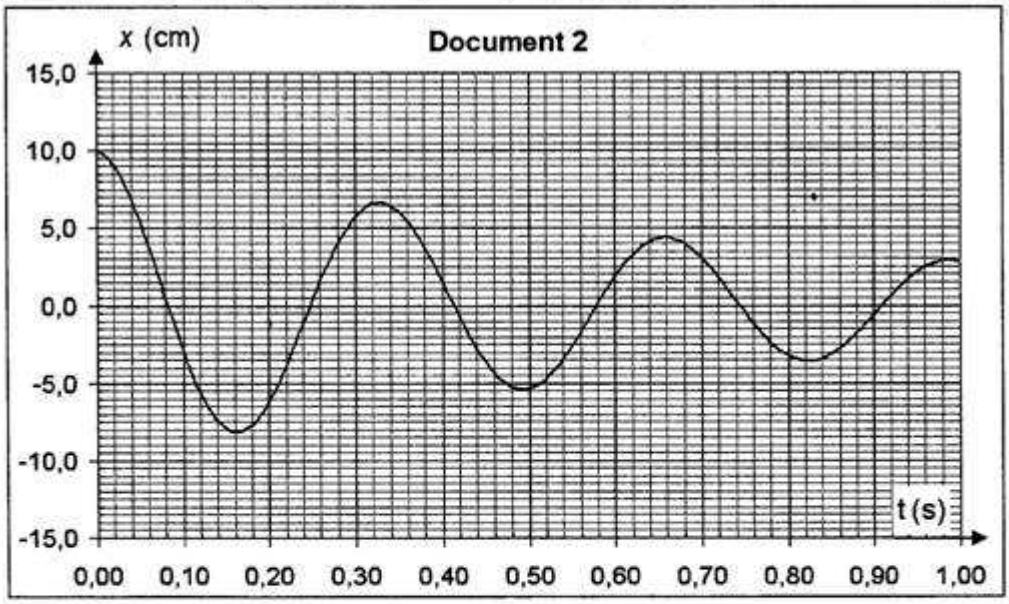
3.1. Donner l'expression de l'énergie cinétique E_C du solide de masse m en mouvement de translation à la vitesse V sur l'axe horizontal Ox. Préciser les unités des grandeurs intervenant dans cette expression.

3.2. Donner l'expression de l'énergie mécanique E_M de la masse m du mobile en mouvement sur l'axe horizontal Ox en fonction de V,m, x et k.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3.3. *Le professeur réalise 2 enregistrements du mouvement du centre de gravité de la masse m à l'aide d'un dispositif qui n'est pas représenté sur la figure 3. Dans les deux cas, partant de la position d'équilibre de la masse, il étire le ressort vers la droite et lâche la masse à t = 0 sans lui communiquer de vitesse initiale. Lors du premier enregistrement, la soufflerie qui alimente le mobile autoporteur pour créer le coussin d'air, marche à plein régime. Lors du deuxième enregistrement, le tuyau d'arrivée de l'air est légèrement pincé. Le professeur obtient donc deux courbes représentant les variations de l'abscisse x de G en fonction du temps, soit x = f(t) (**documents 1 et 2 ci-dessous**).*





3.3.1. Donner l'expression de la période propre T_0 du système (solide, ressort).

3.3.2. Déterminer la pseudo-période du mouvement pour chaque enregistrement et en déduire une valeur approchée de la période propre T_0 . Justifier.

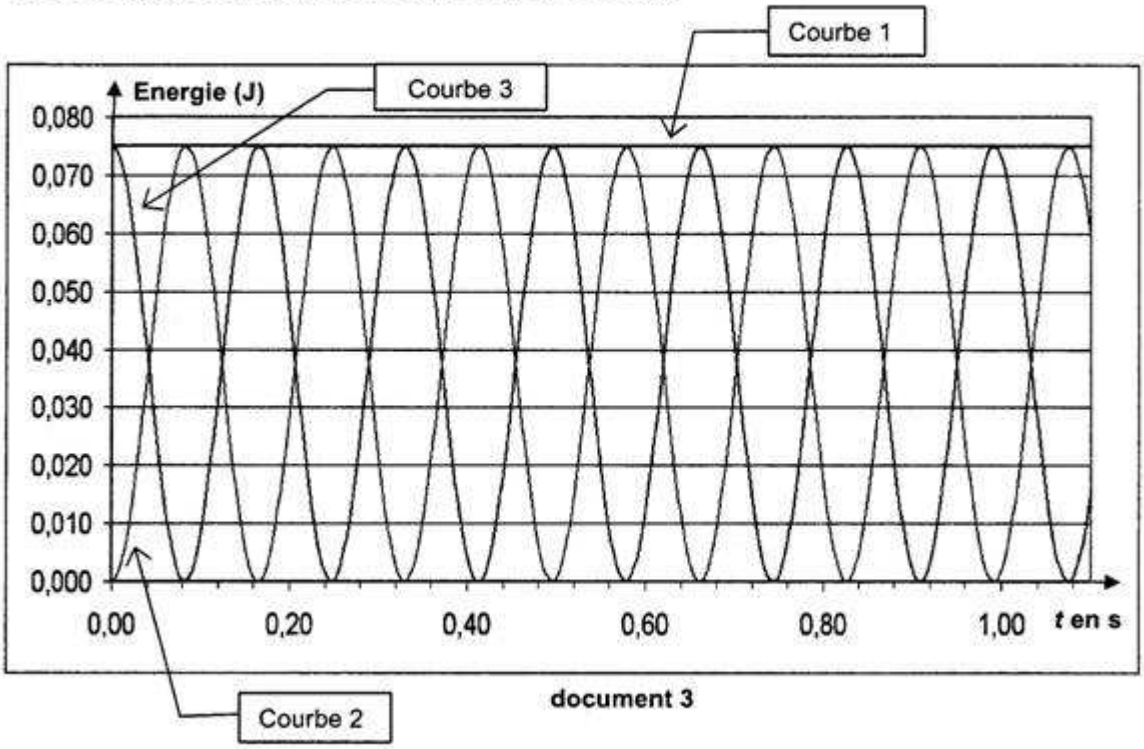
3.3.3. En déduire, d'après la valeur trouvée pour T_0 à la question précédente, la valeur de la masse m du mobile autoporteur.

Aide au calcul : $\frac{0,33^2 \times 15}{4 \times \pi^2} = 4,1.10^{-2}$ $\quad \frac{4 \times \pi^2}{0,32^2 \times 15} = 26$ $\quad \frac{0,32 \times 15}{4 \times \pi^2} = 0,121$ $\quad \frac{0,33 \times 15}{4 \times \pi^2} = 0,125$

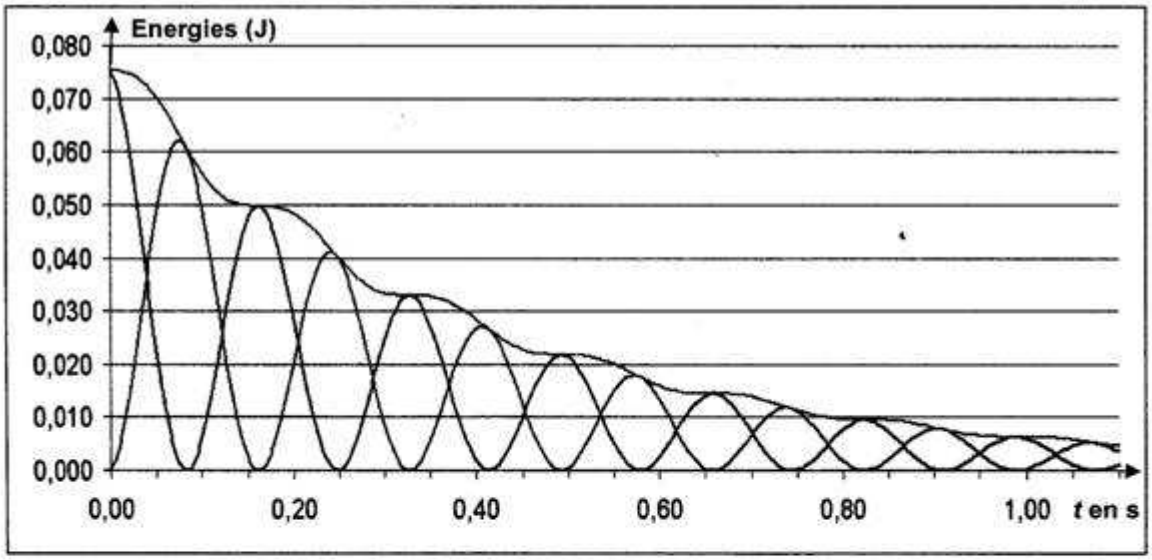
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Grâce à un logiciel de traitement de données, le professeur fait apparaître sur un même graphique les courbes représentant les variations des différentes formes d'énergie du système {solide, ressort} pour les deux enregistrements (**documents 3 et 4 ci-dessous**).



document 3



document 4

3.3.4. Attribuer à chaque courbe (courbes 1, 2 et 3) du **document 3** la forme d'énergie représentée. Justifier votre réponse.

3.3.5. Justifier la différence entre les courbes des **documents 3 et 4**.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice III : La physique au service de l'acoustique des théâtres antiques (4 points)



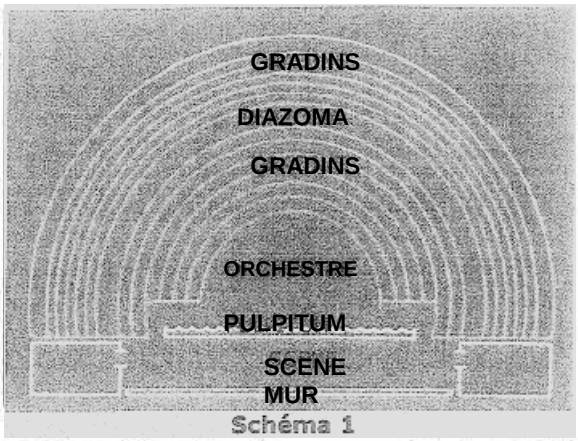


Schéma 1

Le théâtre antique d'Aspendos (50 km d'Antalya, en Turquie) est le mieux conservé de toute l'Asie Mineure. Construit au II^{ème} siècle après J.C, sa célébrité est due à son excellent état de conservation, mais aussi à son acoustique remarquable qui, comme l'ensemble des théâtres antiques, révèle la réussite de son architecte. Les spectateurs assis au dernier rang de ce théâtre, doté d'une capacité d'accueil de 15000 personnes, peuvent en effet entendre très distinctement les paroles d'un acteur situé sur la scène à une distance de plusieurs dizaines de mètres !
Cet exercice a pour objectif de comprendre comment les architectes ont réussi, par ce type de construction, à obtenir de tels résultats acoustiques.

Partie A : Généralités

1. Le son est une onde mécanique progressive. Définir le terme souligné.

2. Dans un espace à combien de dimensions se propage une onde sonore ?

Partie B : Simulation d'un théâtre à l'aide d'une maquette

1. Utilisation d'un émetteur ultrasonore

Un émetteur ultrasonore est utilisé pour réaliser cette simulation.
On rappelle les informations suivantes :
- les sons audibles par l'oreille ont une fréquence f comprise entre 20 Hz et 20 kHz,
- lorsque la fréquence f est supérieure à 20 kHz, on parle d'ultrasons,
- ordre de grandeur de la célérité des sons émis par la voix et des ultrasons dans l'air dans les conditions habituelles : $v = 340\ m.s^{-1}$.

1.1. Définir en une phrase ce qu'est la longueur d'onde λ.

1.2. Donner la relation existant entre la longueur d'onde λ, la célérité v et la fréquence f d'une onde.

1.3. Déduire, de ce qui précède, que la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à celle des sons moyens de la voix. Justifier précisément la réponse.

1.4. Justifier alors l'intérêt d'utiliser ce type d'ondes dans le cadre d'une simulation avec une maquette.

1.5. Définir ce qu'on appelle un milieu dispersif.

1.6. L'air est-il un milieu dispersif pour les ondes sonores et ultrasonores ? Justifier la réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Influence d'un plafond

Les salles de concert couvertes n'ont pas la même acoustique que les théâtres en plein air. On se propose dans cette partie d'étudier l'impact d'un plafond recouvrant totalement la salle de concert sur l'acoustique de cette salle.
Pour cela on utilise une maquette rectangulaire dont le couvercle est amovible.
Une des parois latérales est traversée par un tube, relié comme précédemment à un émetteur ultrasonore. La longueur d'onde du son émis est là encore réduite dans le rapport indiqué par l'échelle de la maquette. Sur la paroi opposée est disposé un microphone (voir **schéma 2** ci-dessous).

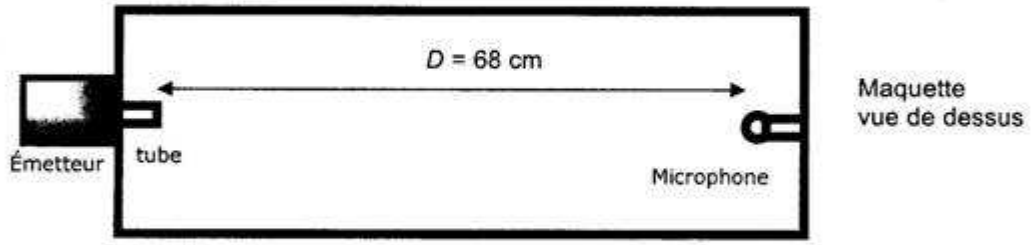


Schéma 2

L'expérience consiste à envoyer pendant un temps très court (1 ms), un top d'émission (au niveau de l'extrémité du tube). Un microphone est situé à une distance D du tube.
Un oscilloscope permet de recevoir d'abord l'émission arrivant directement, puis tous les échos successifs. Le TOP est reçu avec un retard τ par rapport au TOP émis.

On réalise 3 expériences :
- Expérience ❶ avec le couvercle
- Expérience ❷ avec un couvercle recouvert de moquette
- Expérience ❸ sans couvercle

Les résultats obtenus sont présentés en **annexe page 13.**

2.1. A l'aide des données de l'énoncé (la célérité v des ultrasons dans l'air n'ayant pas changé – voir Partie B – 1), évaluer le retard τ entre l'émission et la réception du top par le microphone.

2.2. Comparer les résultats des trois expériences en termes d'amortissement de l'écho.

2.3. Parmi les trois expériences, quelle est la situation la plus intéressante d'un point de vue acoustique ? Justifier la réponse.

2.4. Justifier alors que le plafond des salles de concert est toujours recouvert de dalles alvéolées constituées d'un matériau très absorbant.

3. Rôle du mur : simulation à l'aide d'une cuve à ondes

La propagation des ondes et leur comportement quand elles rencontrent une surface réfléchissante peuvent être assez bien matérialisés au moyen d'une cuve à ondes.

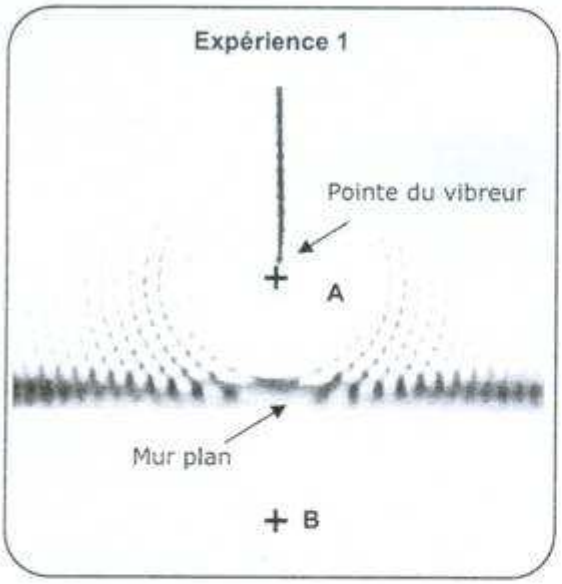
Un vibreur muni d'une pointe, frappe verticalement, avec une fréquence connue, la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes.

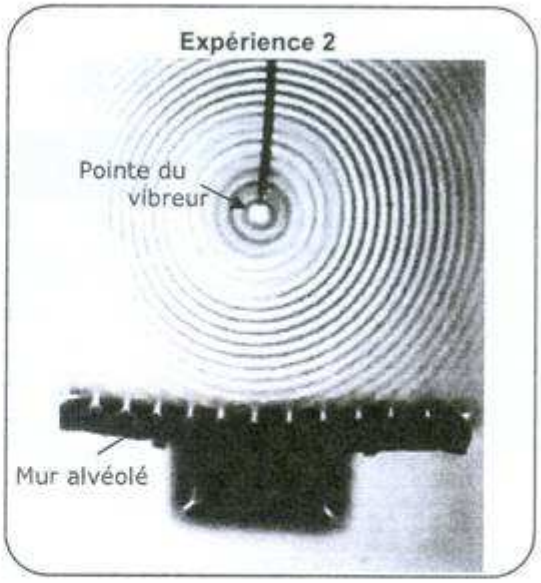
Expérience 1 : On réalise l'expérience en plaçant un mur plan. On constate la présence d'échos. Tout se passe comme s'il y avait une deuxième source.

Expérience 2 : On utilise cette fois-ci un mur alvéolé.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On obtient les images ci-après (vues de dessus) :





Une image agrandie de l'**expérience 2 (cliché)** est représentée en **annexe page 13**.

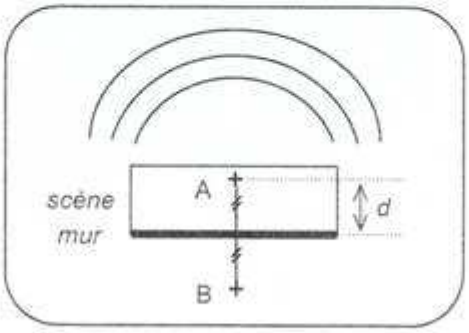
3.1. Les ondes créées par le vibreur à la surface de l'eau sont-elles longitudinales ou bien transversales ? Justifier.

3.2. *Dans le cas de l'expérience 1, l'onde émise au point A rencontre le mur plan ce qui génère une onde réfléchie qui semble provenir de B, symétrique de A par rapport au plan formé par le mur. Celle-ci se superpose alors à l'onde incidente issue de A.*
En comparant les images des deux expériences, expliquez en quoi un mur plan est gênant pour la réception sonore dans les gradins.

3.3. A l'aide du **cliché reproduit en annexe page 13 et en tenant compte de l'échelle du document**, déterminer, le plus précisément possible, la valeur de la longueur d'onde λ en expliquant brièvement la méthode employée.

3.4. En analysant les expériences 1 et 2, justifier la forme du pulpitum (voir **schéma 1 de l'énoncé**), ainsi que la présence de niches et de colonnes dans le mur des théâtres antiques.

3.5. Les ondes réfléchies par le mur ne pouvant être totalement évitées, l'essentiel est que tous ces échos n'arrivent pas avec un trop grand retard. En effet, ce sont les consonnes qui forment l'armature de la parole. Leur durée d'émission est très courte de l'ordre de 1/25 seconde. Pour qu'elles ne se juxtaposent pas, il faut que leur écho arrive avant la fin de leur émission.



3.5.1. Si l'orateur est placé en A, à une distance d du mur formant le fond de la scène, exprimer la distance AB en fonction de d.

3.5.2. En déduire l'expression en fonction de d et de v du retard Δt entre l'onde sonore émise par l'orateur au point A et l'onde réfléchie par le mur, qui semble issue du point B.

3.5.3. En utilisant les informations du texte d'introduction de la question 3.5, déterminer la profondeur maximale d_{max} de la scène qui permet à la parole de rester nettement compréhensible. *Pour faciliter le calcul numérique, on considérera une célérité des ondes sonores égale à 350 m.s^{-1}.*

Conclusion :

De plus, une condition importante est aussi que les rayons n'arrivent pas affaiblis. Si les spectateurs étaient disposés dans un plan horizontal, leurs rangées successives absorberaient les ondes sonores et une faible énergie arriverait au dernier rang.
Une inclinaison des gradins de 30° environ et crois sante vers le haut empêche cette absorption.

Toutes ces remarques imposent les conditions suivantes :

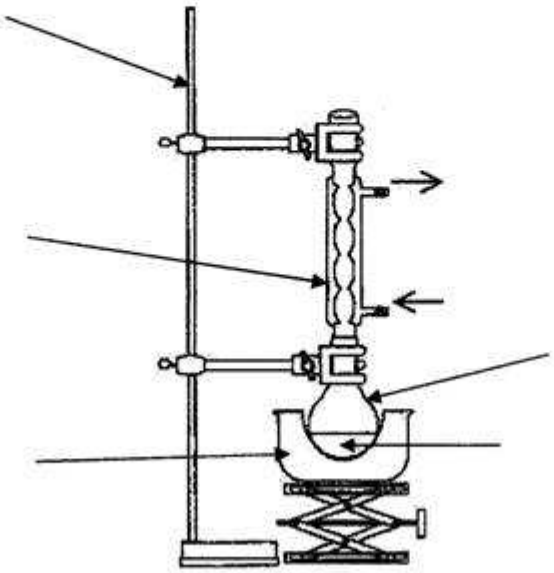
- Orchestre réfléchissant et bien dégagé.
- Hauteur faible de la scène et profondeur généralement inférieure à 6,50 m.
- Inclinaison moyenne des gradins de 30° environ.

Ainsi, la bonne audition en ces points n'avait pas échappé aux architectes de l'époque, et il est remarquable que tout cela a été fait sans l'emploi des moyens modernes d'investigation (microphones, haut-parleurs, oscilloscopes..) mais uniquement en utilisant l'oreille et la géométrie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXES A RENDRE AVEC LA COPIE
MÊME SI ELLES NE SONT PAS COMPLÉTÉES

Exercice I : Question 1.7 : montage à compléter



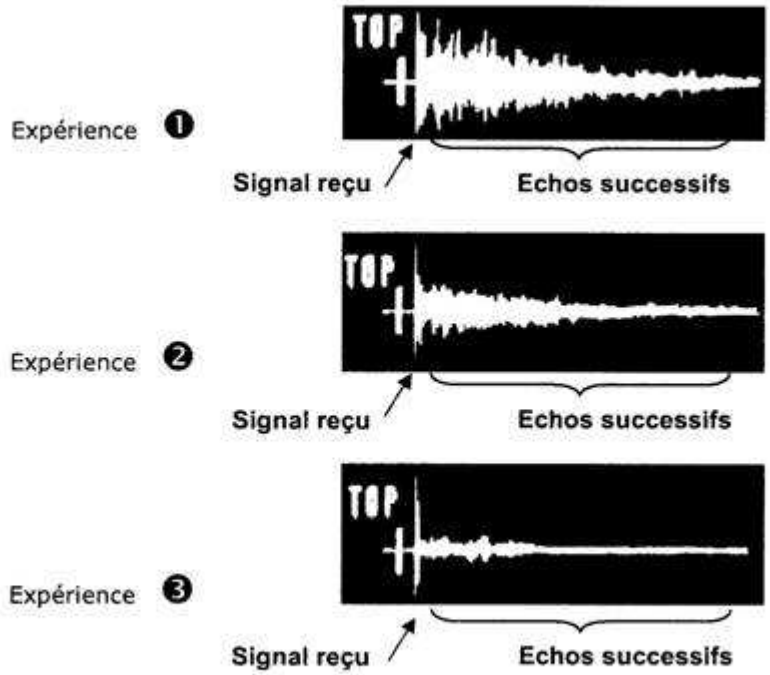
Exercice I : Question 3.3 : tableau d'avancement à compléter

Équation de la réaction		..... + ... = ... + ...			
État du système	Avancement en mol	Quantités de matière en mol			
État initial	0	n_{AH_0}	n_{B0}		
État intermédiaire	x				
État final	x_f				

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXES (suite)

Exercice III : Questions 2.2 et 2.3 : Résultats des expériences 1,2 et 3



Exercice III : Question 3.3 : Cliché

