BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2007

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

OBLIGATOIRE

Les données sont en italique.

Ce sujet comporte deux exercices de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.
Les feuilles annexes (pages 9 et 10) **SONT À RENDRE AVEC LA COPIE.**

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

I. **Des esters dans nos cosmétiques (6,5 points)**
II. **Étude d'un système solide-ressort (5,5 points)**
III. **Ondes ultrasonores et deux applications (4 points)**

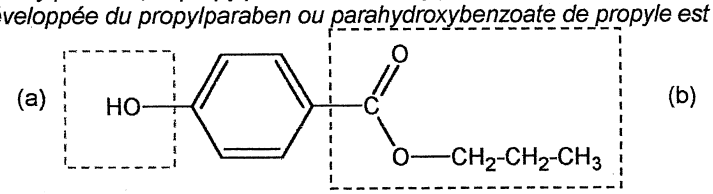
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I. DES ESTERS DANS NOS COSMÉTIQUES (6,5 points)

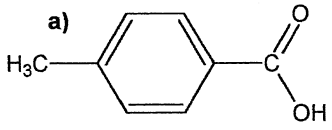
Les cosmétiques sont des produits d'hygiène et d'embellissement du corps humain. Ils sont de plus en plus nombreux dans nos salles de bain. On classe dans les cosmétiques, les produits de soin, de maquillage, de rasage, les produits capillaires, solaires, les parfums… Un cosmétique contient plusieurs ingrédients dont un ou plusieurs principes actifs, un excipient et des additifs. L'emballage d'un produit cosmétique doit comporter la liste complète de ses ingrédients.
Dans cet exercice, on se propose d'étudier quelques composants des produits cosmétiques.

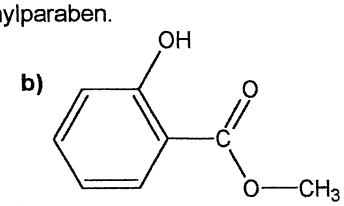
1. Les parabènes.

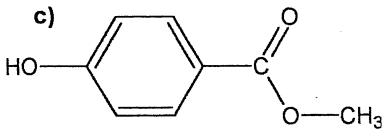
Les parabènes (paraben en anglais) sont des conservateurs utilisés dans l'industrie cosmétique pour empêcher la prolifération des bactéries et des champignons. On les trouve dans bon nombre de produits de beauté : shampoings, gels douches, crèmes hydratantes… Les parabènes les plus courants sont :
le méthylparaben, l'éthylparaben, le propylparaben et le butylparaben.
La formule semi-développée du propylparaben ou parahydroxybenzoate de propyle est :

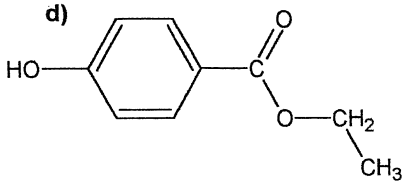


1.1. Nommer les groupes caractéristiques (a) et (b) encadrés dans cette molécule.
Le propylparaben peut être synthétisé à partir de deux réactifs, le réactif n°1 et le réactif n°2.
1.2. *Le réactif n°1 est l'acide para-hydroxybenzoïque.*
Écrire sa formule semi-développée.
1.3. Quel est le nom du réactif n°2 ? Écrire sa formule semi-développée.
1.4. Parmi les quatre molécules suivantes a,b,c,d, identifier le méthylparaben.









2. Préparation d'un ester utilisé en parfumerie.

Un professeur décide de faire synthétiser à ses élèves de terminale un ester utilisé en parfumerie. Chaque binôme dispose d'un flacon A contenant un acide carboxylique noté R– COOH et d'un flacon B portant l'étiquette alcool benzylique : $C_6H_5–CH_2–OH$. Le professeur indique que l'acide carboxylique utilisé est soit l'acide méthanoïque, soit l'acide éthanoïque, soit l'acide propanoïque.

2.1. Recherche de l'acide carboxylique utilisé

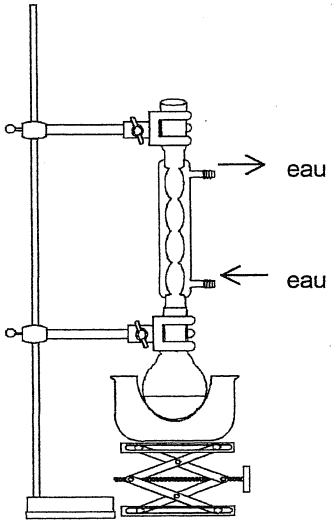
Chaque binôme dispose d'une solution S obtenue en dissolvant une masse m = 0,90 g d'acide carboxylique A dans une fiole jaugée de 1000 mL. Les élèves placent dans un becher un volume V_A = 10,0 mL de solution S . Ils placent dans une burette graduée une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$ + $HO^-(aq)$) de concentration molaire en soluté apporté $C_B = 1,0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} et ils réalisent un dosage pH-métrique. La courbe obtenue figure en ***ANNEXE, PAGE 9, À RENDRE AVEC LA COPIE****.*

2.1.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.
2.1.2. Déterminer le volume équivalent V_E de ce dosage en expliquant votre méthode.
2.1.3. Calculer la concentration molaire en soluté apporté C_A de la solution S.
2.1.4. Calculer la masse molaire de l'acide carboxylique utilisé pour réaliser la solution S et en déduire le nom de l'acide carboxylique A.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.2. Synthèse de l'ester

On introduit dans un ballon 28,4 mL d'alcool benzylique correspondant à une quantité de matière n = 2,0 × 10^{-1}mol, 11,4 mL d'acide carboxylique pour réaliser un mélange stœchiométrique, 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. On réalise le montage schématisé ci-contre et on chauffe à ébullition douce pendant une heure.



2.2.1. Écrire, avec les formules semi-développées, l'équation de la réaction correspondant à la préparation de l'ester.
2.2.2. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?
2.2.3. Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique concentré dans le milieu réactionnel ?
2.2.4. Comment se nomme le montage ci-contre ? Quel est son rôle ?

2.3. Extraction de l'ester préparé

Au bout d'une heure, on refroidit le mélange réactionnel et on y ajoute 50 mL d'une solution aqueuse de chlorure de sodium de masse volumique ρ = 1,20 g.mL^{-1}. On verse le contenu du ballon dans une ampoule à décanter. On agite et on laisse décanter.

2.3.1. Dans quelle phase se situe l'ester ? Faire un schéma légendé de l'ampoule à décanter en justifiant la position des phases.

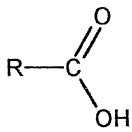
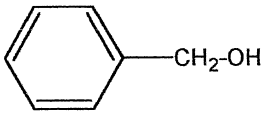
On élimine la phase aqueuse. On ajoute dans l'ampoule à décanter 50 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium (Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)), il se produit un dégagement gazeux. On laisse décanter et on évacue la phase aqueuse. On rince à nouveau la phase organique à l'eau distillée. Après décantation, on recueille la phase organique dans un becher et on la sèche avec du sulfate de magnésium anhydre.

2.3.2. *On obtient 1,3 × 10^{-1} mol d'ester.*
Calculer le rendement de cette synthèse.
2.3.3. Comment améliorer le rendement, sans changer la nature des réactifs ?
2.3.4. Comment améliorer le rendement, en changeant l'un des réactifs ?

Aide au calcul : $\frac{2,0}{13} = 1,5\times10^{-1}$; $\frac{13}{2,0} = 6,5$; $\frac{13}{4,0} = 3,3$; $\frac{5,0}{13} = 3,8\times10^{-2}$; $\frac{90}{15} = 6,0$; $\frac{15}{9,0} = 1,7$

Données :

	Acide méthanoïque $H-COOH$	Acide éthanoïque CH_3-COOH	Acide propanoïque CH_3-CH_2-COOH
Masse molaire M (g. mol^{-1})	46	60	74

	Acide carboxylique A	Alcool benzylique	Ester	Eau
Masse volumique ρ (g.mL^{-1})	1,05	1,04	1,06	1,00
Formule semi-développée			–	–
Température d'ébullition (°C)	118	205	215	100
Solubilité dans l'eau salée	Très bonne	Très faible	Très faible	–

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. ÉTUDE D'UN SYSTÈME SOLIDE-RESSORT (5,5 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves étudie le mouvement d'un mobile de masse m, posé sur un banc à coussin d'air horizontal et attaché à deux ressorts identiques de raideur k (figure 1).
Un capteur de position, non représenté sur la figure 1, relié à un dispositif d'acquisition permet d'enregistrer la position du centre d'inertie G du mobile à chaque instant de date t. Cette position est repérée sur un axe x'x horizontal, orienté de gauche à droite. L'origine O de l'axe coïncide avec la position du centre d'inertie lorsque le mobile est à l'équilibre.

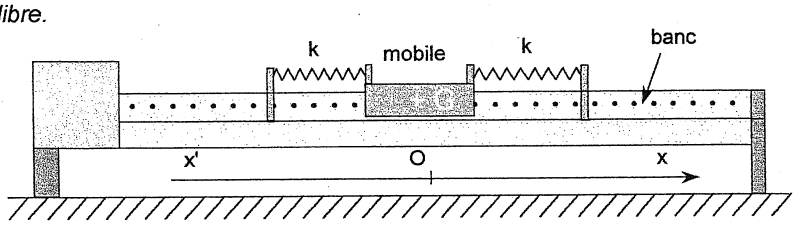


Figure 1

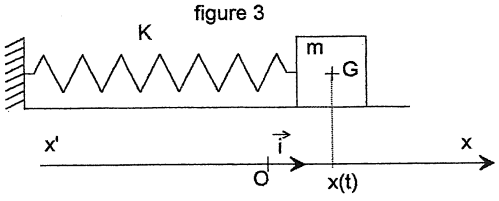
1. Étude d'un enregistrement.

Les élèves réalisent un premier enregistrement, d'une durée de deux secondes environ, en écartant le mobile de sa position d'équilibre. Cet enregistrement est reproduit sur la figure 2 ***DE L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE****.*
À l'aide de ce document, répondre aux questions suivantes :

1.1. Le mobile est-il écarté de sa position d'équilibre vers la droite ou vers la gauche ? Justifier la réponse.
1.2. Le mobile est-il lâché sans vitesse initiale ou lancé avec une vitesse initiale ? Justifier la réponse.
1.3. Déterminer la période du mouvement en expliquant la méthode utilisée.
1.4. Représenter sur la figure 2 ***DE L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE***, l'allure de la courbe qu'obtiendrait le groupe d'élèves si le mobile était lancé avec une vitesse initiale depuis sa position d'équilibre dans le sens des x négatifs, l'amplitude du mouvement restant la même.
1.5. Décrire une méthode analytique permettant d'obtenir une valeur approchée de la vitesse du mobile à l'instant de date t_1. (Aucun calcul n'est demandé).

2. Étude théorique du mouvement.

Pour cette étude, le dispositif précédent peut être modélisé par un solide de masse m fixé à l'extrémité d'un seul ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K = 2k. Le solide glisse sans frottements sur un rail horizontal (figure 3).
Le mouvement du solide est étudié dans le référentiel terrestre considéré galiléen pendant la durée de l'expérience.

figure 3


2.1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le solide et les représenter sans souci d'échelle mais de façon cohérente sur la figure 4 ***DE L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE.***
2.2. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide se met sous la forme: $\frac{d^2x(t)}{dt^2}+\frac{K}{m}x(t)=0$.

2.3. Cette équation différentielle admet pour solutions $x(t)=X_M\cos(2\pi\frac{t}{T_0}+\varphi)$ *dans lesquelles* X_M *et* φ *sont des constantes qui dépendent des conditions initiales.*
Déterminer les valeurs de X_M et φ qui correspondent à l'enregistrement de la figure 2 de ***l'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE***.
2.4. Donner l'expression en fonction de *m* et *K* de la période propre T_0 du mouvement.
2.5. Vérifier que l'enregistrement de la figure 2 de ***l'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE***, a été obtenu avec un mobile de masse *m* = 100 g et deux ressorts de raideur *k* = 5,0 $N.m^{-1}$.

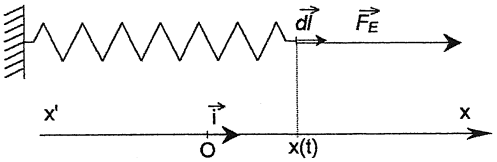
Aide au calcul : *On prendra* $2\pi = 6,3$ *rad.* $\cos 0 = 1$ $\cos \pi/2 = 0$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Étude énergétique.

Quand un élève déplace le centre d'inertie du solide de la position x = 0 à la position x = X_M, il effectue un travail et fournit au système de l'énergie potentielle élastique.

3.1. Donner l'expression du travail élémentaire *dW* de la force $\vec{F_E}$ exercée par l'élève au cours du déplacement élémentaire $\vec{dl}$.
Sur le schéma ci-contre, pour plus de clarté, le solide n'est pas représenté.



3.2. Montrer que dans le cas présent, ce travail élémentaire se met sous la forme *dW = Kxdx*.
3.3. Par une méthode de votre choix (méthode analytique ou méthode graphique), vérifier que le système acquiert au cours du déplacement, une énergie potentielle élastique $E_{PE} = \frac{1}{2}KX_M^2$.

3.4. Pourquoi ne peut-on pas utiliser dans ce cas l'expression $W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$?

*3.5. La figure 5 de **L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE**, représente les évolutions en fonction du temps de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle élastique, calculées par l'ordinateur lors du premier enregistrement (figure 2 de **L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE**).*

3.5.1. Identifier les deux courbes en justifiant la réponse.
3.5.2. Tracer sur la figure 5 de ***L'ANNEXE, PAGE 10, À RENDRE AVEC LA COPIE***, la courbe représentant l'évolution en fonction du temps de l'énergie mécanique E_M du dispositif solide-ressort en justifiant la réponse.
3.5.3. Pour un enregistrement de courte durée, l'énergie mécanique semble constante. Est-ce le cas réellement ? Pourquoi ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

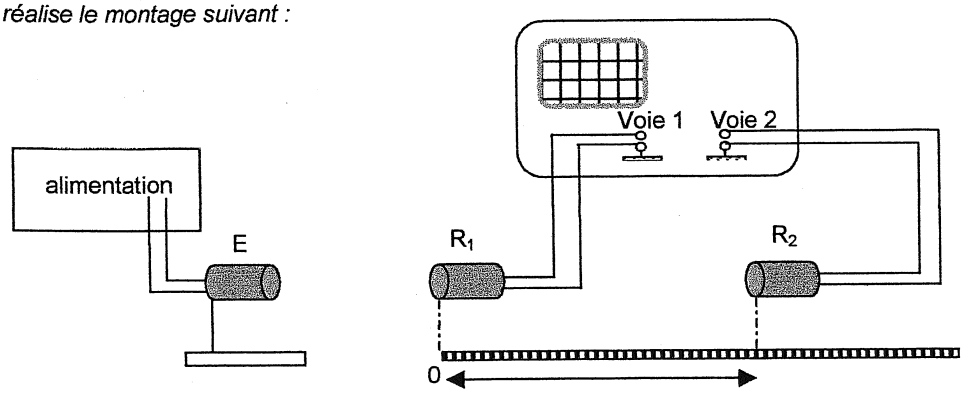
EXERCICE III. ONDES ULTRASONORES ET DEUX APPLICATIONS (4 points)

Cet exercice a pour objectifs de déterminer, dans la partie A, quelques grandeurs caractéristiques des ultrasons puis, dans la partie B, d'étudier deux applications des ultrasons : le nettoyage par cavitation acoustique et l'échogramme du cerveau.

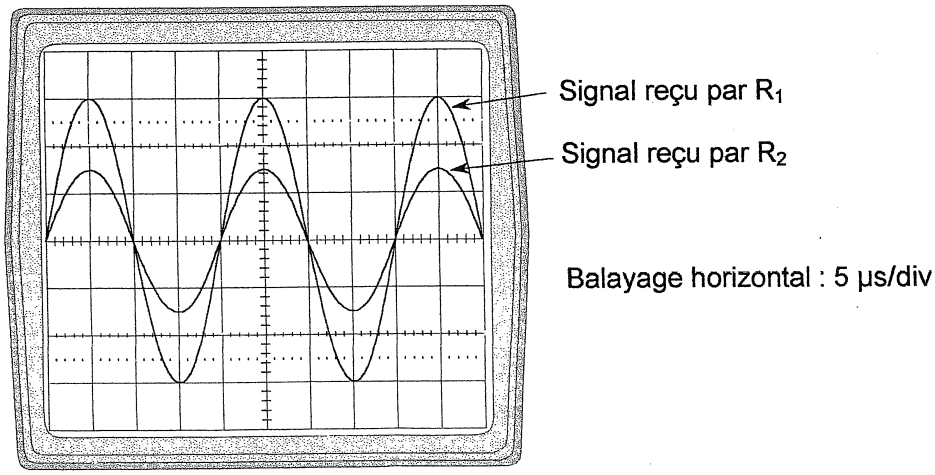
Partie A

1. *Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève dispose du matériel suivant :*
   - *un émetteur d'ultrasons E et son alimentation électrique ;*
   - *deux récepteurs d'ultrasons R_1 et R_2 ;*
   - *un oscilloscope ;*
   - *une règle graduée.*

Il réalise le montage suivant :

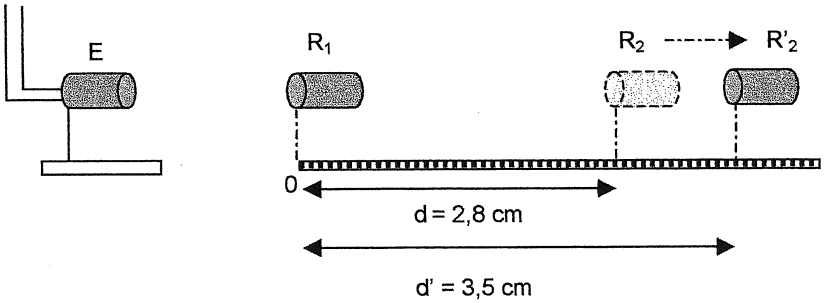


L'émetteur E génère une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'air jusqu'aux récepteurs R_1 et R_2. L'émetteur et les deux récepteurs sont alignés.
Le récepteur R_1 est placé au zéro de la règle graduée.
Les signaux captés par les récepteurs R_1 et R_2 sont appliqués respectivement sur les voies 1 et 2 d'un oscilloscope pour être visualisés sur l'écran de celui-ci.
Lorsque le récepteur R_2 est situé à d = 2,8 cm du récepteur R_1, les signaux reçus par les deux récepteurs sont en phase. On observe l'oscillogramme ci-dessous sur l'écran.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

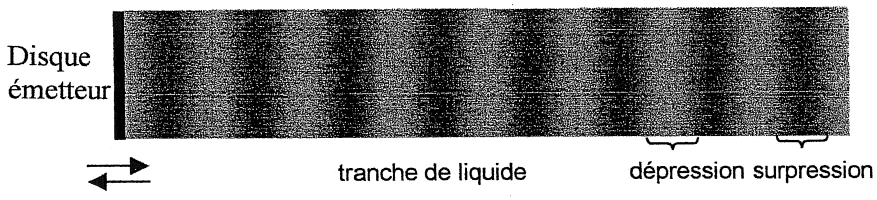
1.1. Déterminer la fréquence *f* des ultrasons émis.
On éloigne lentement R_2 le long de la règle ; on constate que le signal reçu par R_2 se décale vers la droite ; on continue à éloigner R_2 jusqu'à ce que les signaux reçus par R_1 et R_2 soient à nouveau en phase. Soit R'_2 la nouvelle position occupée par R_2. On relève la distance d' séparant désormais R_1 de R'_2 : on lit d'= 3,5 cm.



1.2. Définir en une phrase la longueur d'onde λ ; écrire la relation entre la longueur d'onde λ, la célérité *v* des ultrasons dans le milieu et la période *T* des ultrasons.
1.3. Exprimer en fonction de la période *T* des ultrasons le retard τ du signal reçu par R'_2 par rapport à celui reçu par R_2.
En déduire la longueur d'onde.
1.4. Calculer la célérité des ultrasons dans l'air.
1.5. *On immerge, en veillant à leur étanchéité, l'émetteur et les deux récepteurs R_1 et R_2 dans l'eau contenue dans une cuve de dimensions suffisantes. Sans changer la fréquence f de l'émetteur, on constate que pour observer deux signaux successifs captés par R_2 en phase, il faut éloigner R_2 de R_1 sur une distance 4 fois plus grande que dans l'air.*
Déterminer la célérité des ultrasons dans l'eau.

Partie B

2. Le nettoyage par cavitation acoustique.
Le nettoyage par ultrasons est mis en oeuvre dans de très nombreux secteurs d'activités : industrie mécanique, horlogerie, bijouterie, optique … Il repose sur le phénomène de cavitation acoustique : la cavitation est produite en émettant des ultrasons de forte puissance dans un liquide.
L'émetteur est un disque constitué d'un matériau piézoélectrique sur les faces duquel sont déposées deux électrodes métallisées. Lorsqu'une tension électrique sinusoïdale est appliquée entre ces deux électrodes, le matériau se dilate et se contracte périodiquement. Ces déplacements périodiques du disque provoquent des successions de dépressions - surpressions du liquide qui est en son contact. Cette perturbation se propage ensuite de proche en proche dans l'ensemble du fluide : c'est l'onde ultrasonore.



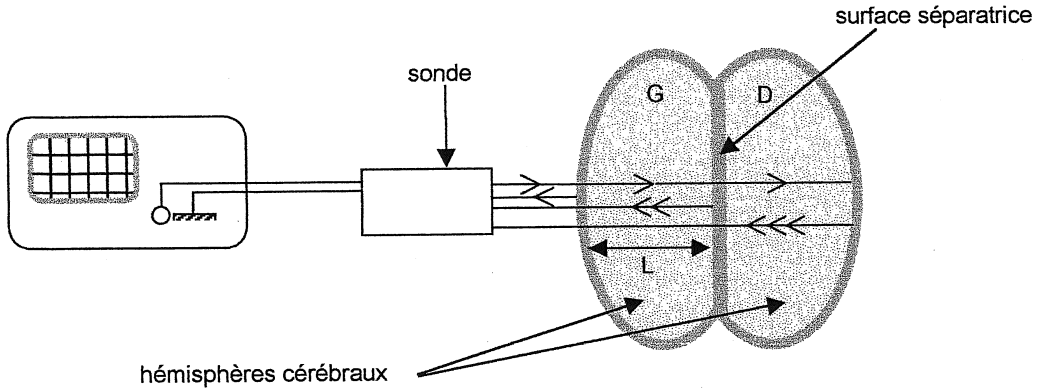
Lors du passage de l'onde dans une « tranche » de liquide, le phénomène de cavitation se produit si la puissance de l'onde est suffisante : des microbulles de vapeur dont le diamètre peut atteindre 100 µm apparaissent. Les microbulles de vapeur sont transitoires. Elles implosent en moins d'une microseconde. Les ondes de choc émises par l'implosion nettoient la surface d'un solide plongé dans le liquide.

2.1. *L'onde ultrasonore est une onde mécanique progressive.*
Définir une telle onde.
2.2. S'agit-il d'une onde longitudinale ou transversale ?
2.3. Interpréter brièvement la formation suivie de l'implosion des microbulles dans une tranche de liquide.
Données :
- *la température d'ébullition d'un liquide diminue quand la pression diminue*
- *définition d'une implosion : écrasement brutal d'un corps creux sous l'effet d'une pression extérieure supérieure à la pression intérieure*

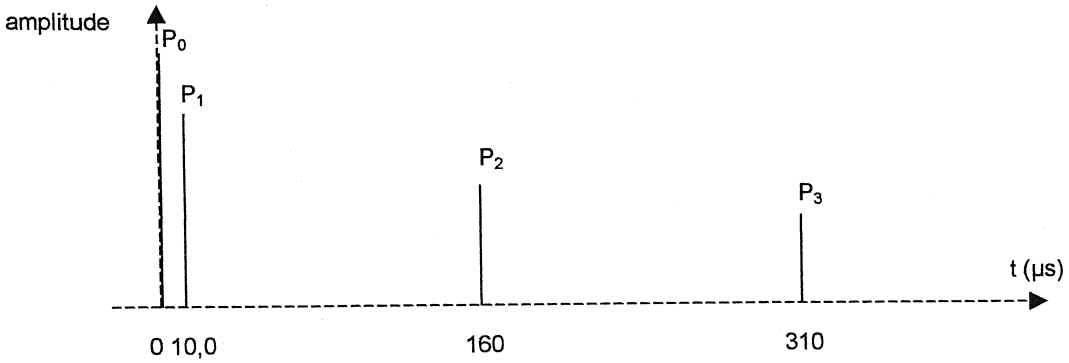
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. L'échogramme du cerveau.

Une sonde, jouant le rôle d'émetteur et de récepteur, envoie une impulsion ultrasonore de faible durée et de faible puissance en direction du crâne d'un patient. L'onde sonore pénètre dans le crâne, s'y propage et s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu. Les signaux réfléchis génèrent des échos qui, au retour sur la sonde, y engendrent une tension électrique très brève. Un oscilloscope relié à la sonde permet la détection à la fois de l'impulsion émettrice et des divers échos.



L'oscillogramme obtenu sur un patient permet de tracer l'échogramme ci-dessous : les tensions électriques étant redressées, seule la partie positive de celles-ci est envoyée sur l'oscilloscope ; la durée d'émission de l'impulsion étant très brève ainsi que celle des échos, on observe sur l'écran des pics verticaux : P_0, P_1, P_2, P_3.

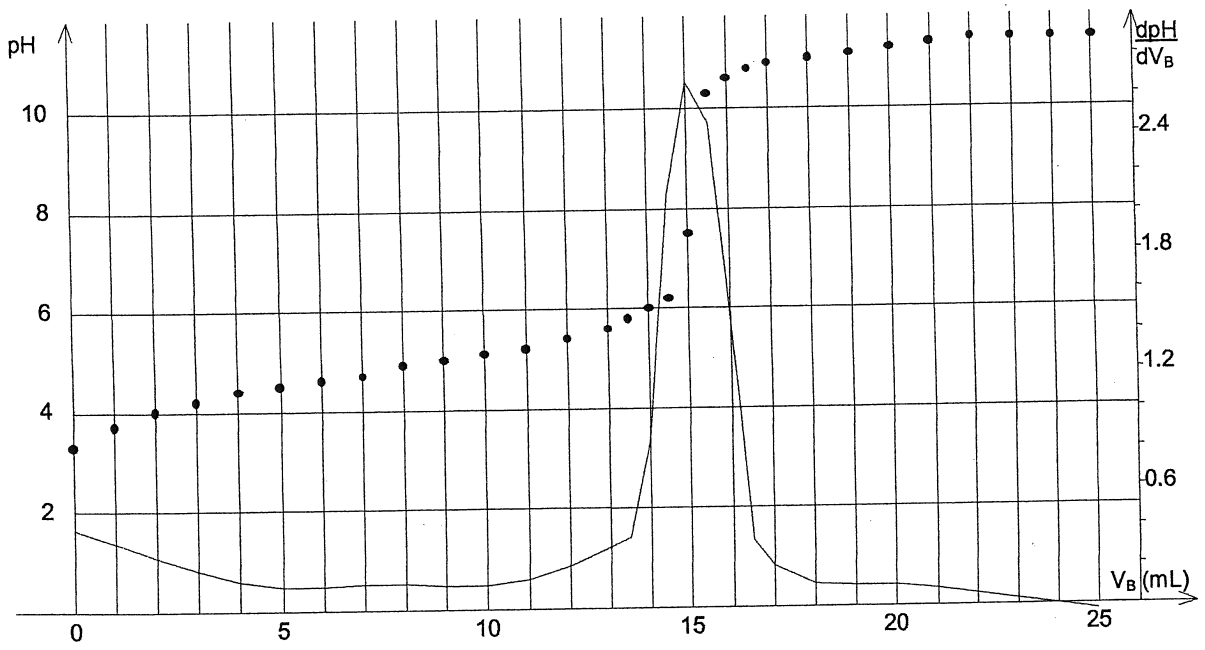


P_0 correspond à l'émission à l'instant de date $t = 0$ s de l'impulsion ; P_1 à l'écho du à la réflexion sur la surface externe de l'hémisphère gauche (G sur le schéma) ; P_2 à l'écho sur la surface de séparation des deux hémisphères ; P_3 à l'écho sur la surface interne de l'hémisphère droit (D sur le schéma).
La célérité des ultrasons dans les hémisphères est $v = 1500$ m.s^{-1}.
3.1. Quelle est la durée Δt du parcours de l'onde ultrasonore dans l'hémisphère gauche ainsi que dans le droit ?
3.2. En déduire la largeur L de chaque hémisphère.
Aide au calcul : $15 \times 15 = 225$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE DE L'EXERCICE I

À RENDRE AVEC LA COPIE



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE DE L'EXERCICE II

À RENDRE AVEC LA COPIE

figure 2

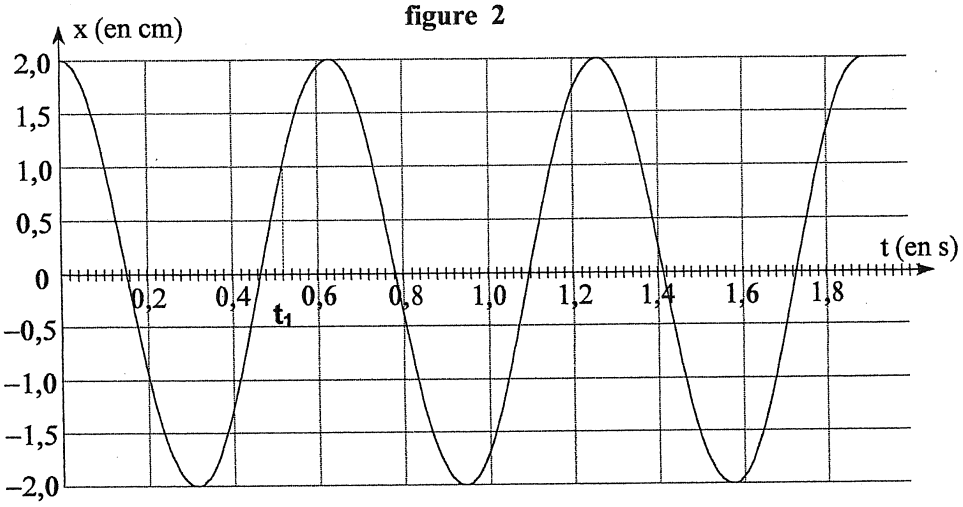


figure 4

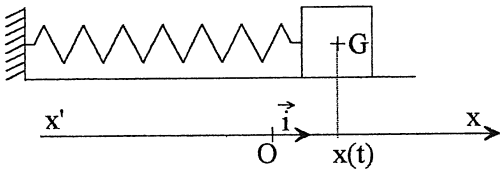
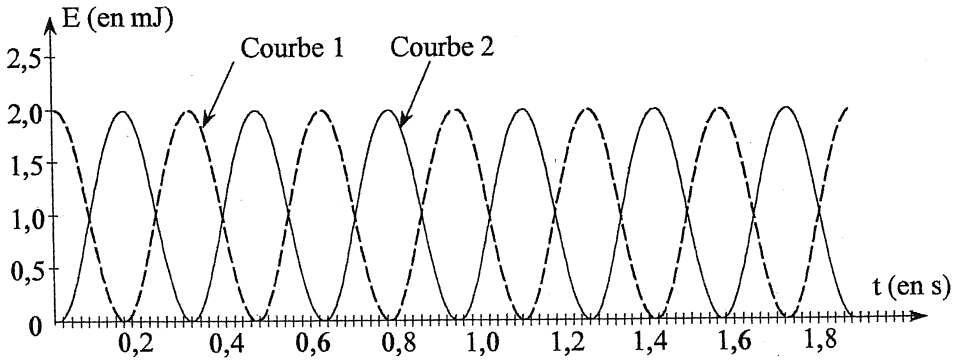


figure 5



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 10 / 10

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer