# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**SESSION 2012**

## PHYSIQUE-CHIMIE

**Série S**

DURÉE de L'ÉPREUVE : **3 h 30** - COEFFICIENT : **6**

**L'usage d'une calculatrice EST autorisé**

**Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré**

obligatoire

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci.

**Les pages d'annexes (pages 9, 10, 11) 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 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

## EXERCICE 1 - ÉTAIN ET ÉTAMAGE DU CUIVRE (7 points)

*Dans l'industrie, l'étamage consiste à recouvrir un solide d'une mince couche d'étain métallique $Sn_{(s)}$ par la technique de l'électrolyse. Il est principalement utilisé dans le domaine électrique et électronique car le dépôt d'étain permet d'assurer une protection contre la corrosion de la pièce (notamment en cuivre), d'offrir une bonne conductibilité électrique et d'améliorer la soudabilité de la pièce. Dans le domaine alimentaire, divers ustensiles, comme les casseroles en cuivre, sont étamés afin d'éviter que le cuivre ne se mélange aux aliments cuisinés.*

*On va dans cet exercice travailler sur différentes utilisations de l'étain et étudier la mise en œuvre de l'étamage d'un fil de cuivre.*

***Données :***

- Constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre l'étain $Sn_{(s)}$ et les ions argent $Ag^+_{(aq)}$ : $K = 6{,}3 \times 10^{80}$
- Masses molaires atomiques : $M(Ag) = 108{,}0$ g.mol$^{-1}$ ; $M(Sn) = 118{,}7$ g.mol$^{-1}$
- Masse molaire du chlorure d'étain dihydraté : $M(SnCl_2, 2\,H_2O) = 225{,}7$ g.mol$^{-1}$
- Valeur de la constante de Faraday : $F = 9{,}65 \times 10^4$ C.mol$^{-1}$
- Aire latérale d'un cylindre de rayon r et de longueur L : $S = 2\pi \times r \times L$
- Masse volumique de l'étain : $\mu_{Sn} = 7{,}29 \times 10^3$ kg.m$^{-3}$

***On dispose du matériel suivant :***

- Éprouvettes graduées de 100 mL, 250 mL
- Divers béchers
- Fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL, 250,0 mL et 500,0 mL
- Burette de 25,0 mL et pipettes graduées et jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL et 20,0 mL
- Balance de précision
- Coupelle de pesée
- Spatule
- Eau distillée

### 1 - Préparation des solutions

**1.1.** On veut préparer un volume $V_1 = 500{,}0$ mL d'une solution aqueuse $S_1$ de chlorure d'étain à partir du produit commercial, solide ionique dihydraté ($SnCl_2$, $2H_2O$) ; dans cette solution, les ions étain $Sn^{2+}_{(aq)}$ doivent avoir une concentration molaire effective $C_1 = 0{,}100$ mol.L$^{-1}$. Calculer la masse de solide $m_S$ à peser et décrire le protocole à suivre pour cette préparation en indiquant clairement le matériel choisi.

**1.2.** On dispose d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$) de concentration molaire en ions argent C égale à 1,00 mol.L$^{-1}$. À partir de celle-ci, on souhaite préparer un volume $V_2 = 100{,}0$ mL de solution $S_2$ dans laquelle la concentration molaire des ions argent est $C_2 = 0{,}100$ mol.L$^{-1}$. Décrire le protocole à suivre en précisant clairement le matériel employé pour cette préparation.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

## 2 - Étude d'une pile étain - argent

**2.1.** On réalise deux demi-piles A et B constituées (**voir figure 1 en annexe page 9**) :
- pour A : d'un bécher A contenant un fil d'argent ($Ag$) plongeant dans environ 80 mL de la solution $S_2$ préparée au 1.2.
- pour B : d'un bécher B contenant une plaque d'étain ($Sn$) plongeant dans environ 80 mL de la solution $S_1$ préparée au 1.1.

Ces deux demi-piles sont reliées par un pont salin contenant une solution gélifiée de nitrate de potassium ($K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$). On branche un voltmètre aux bornes de la pile de manière à mesurer la tension $U_{A'B'}$. Le résultat obtenu est $U_{A'B'} = +1{,}54$ V.

Sur la **figure 1** donnée en **annexe page 9 à rendre avec la copie**, légender le schéma de la pile ainsi constituée.

**2.2.** Quelle est la borne positive de la pile ainsi réalisée ? Quelle est sa force électromotrice E ?

**2.3.** On branche la pile sur un conducteur ohmique de résistance R. Indiquer quelle est la nature des charges qui circulent à l'intérieur de la pile et à l'extérieur lorsqu'elle débite un courant. Sur le schéma de la **figure 1 en annexe page 9**, représenter le conducteur ohmique et préciser le sens de circulation de chaque catégorie de charges.

### 2.4. Fonctionnement de la pile

**2.4.1.** Écrire les demi-équations chimiques des transformations qui ont lieu sur chaque électrode.
**2.4.2.** Écrire l'équation chimique correspondant au bilan du fonctionnement de la pile.
**2.4.3.** Évolution du système chimique :
2.4.3.1. Exprimer puis calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ pour la transformation chimique correspondant au fonctionnement de la pile.
2.4.3.2. Le système chimique va-t-il évoluer au cours du temps ? Si oui, dans quel sens ? Justifier.

**2.5.** Après un fonctionnement de 60 minutes, la masse de l'une des deux électrodes diminue de 178 mg.

**2.5.1.** De quelle électrode s'agit-il ? Justifier.
**2.5.2.** Quelle est la variation de masse de l'autre électrode ?
**2.5.3.** Quelle est l'intensité constante du courant électrique qui a permis d'obtenir ce dépôt ?

## 3 - Étamage du cuivre par électrolyse

Il reste un volume $V'_1 = 400$ mL de solution de chlorure d'étain $S_1$ préparée au 1.1. On utilise cette solution pour réaliser un dépôt d'étain de protection sur une bobine de fil de cuivre. Le fil, de forme cylindrique, a un rayon $r = 1{,}0$ mm. On enroule le fil en spires non jointives et on en plonge une longueur $L = 2{,}0$ m dans le bain de solution $S_1$. On ajoute la plaque d'étain dans le bain et on relie le fil de cuivre et la lame d'étain aux bornes d'un générateur G. La tension aux bornes du générateur G est $U = 6{,}0$ V. Un ampèremètre permet de contrôler l'intensité du courant électrique et une résistance réglable permet de la maintenir constante et égale à $I_0 = 0{,}75$ A. Le dispositif est représenté sur le schéma donné en **annexe figure 2 page 9.**



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

**3.1.** La réaction d'électrolyse est-elle une réaction spontanée ou forcée ? Justifier.

**3.2.** On veut réaliser un dépôt d'étain d'épaisseur **e = 30 µm** sur le fil de cuivre.

**3.2.1.** Montrer que l'expression littérale du volume d'étain à déposer sur le fil de cuivre est $V_{Sn} = (2\pi \times r \times L) \times e$.

**3.2.2.** En déduire l'expression littérale de la masse $m_{Sn}$ puis de la quantité de matière $n_{Sn}$ d'étain à déposer en fonction des caractéristiques du système chimique (rayon r et longueur L du fil de cuivre, masse volumique de l'étain $\mu_{Sn}$, épaisseur du dépôt e, masse molaire $M_{Sn}$). Calculer la valeur de la quantité de matière $n_{Sn}$ à déposer.

**3.2.3.** Exprimer littéralement, en fonction de $n_{Sn}$, la quantité d'électricité $Q$ nécessaire pour réaliser ce dépôt et en déduire la durée $\Delta t$ de l'électrolyse.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 4 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## EXERCICE 2 - CONDENSATEUR, BOBINE ET ÉNERGIE (5 points)

**Données** : E = 6,0 V ; R = 1470 Ω ; L = 0,21 H

### 1 - Charge d'un condensateur

Un générateur de tension continue de force électromotrice E alimente un circuit électrique comportant un interrupteur K, un condensateur de capacité C à charger, et une résistance R ; ce circuit est schématisé sur la **figure 3** donnée en **annexe page 10 à rendre avec la copie**.

**1.1.** Compléter le schéma du circuit **figure 3 en annexe page 10** en y représentant :
- ✓ la tension $u_{AB}$ aux bornes du condensateur ;
- ✓ **le branchement d'un oscilloscope ou d'un système d'enregistrement informatique** permettant de visualiser la tension $u_{AB}$.

**1.2.** Montrer, à partir de la loi d'additivité des tensions, que l'équation différentielle à laquelle obéit la tension $u_{AB}$ lors de la charge du condensateur s'écrit :

$$\frac{d(u_{AB})}{dt} + \frac{1}{R \times C} \times u_{AB} = \frac{E}{R \times C}.$$

**1.3.** Montrer que, pour que l'expression $u_{AB} = A \times (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ soit bien solution de l'équation différentielle, il faut que A = E et que $\tau = R \times C$. Préciser ce que représentent A et $\tau$.

**1.4.** L'enregistrement informatique de la courbe de charge du condensateur est donné en **annexe figure 4 page 10.**

**1.4.1.** En utilisant la **figure 4 en annexe page 10,** déterminer la valeur de $\tau$ par la méthode de votre choix.
**1.4.2.** En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
**1.4.3.** Calculer l'énergie électrique emmagasinée, $E_{el}$, dans le condensateur ainsi chargé.

### 2 - Décharge du condensateur à travers une bobine

Le condensateur ayant été chargé en utilisant le montage étudié précédemment à la question 1, on le décharge à travers une bobine d'inductance L = 0,21 H. Pour cette question, on prendra la capacité du condensateur C égale à 47 µF. Le schéma du circuit est celui de la **figure 5** donnée en **annexe page 10**.

**2.1.** En supposant que la résistance totale du circuit est négligeable, on montre que l'équation différentielle à laquelle obéit la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur dans ce circuit est :

$$\frac{d^2u_{AB}(t)}{dt^2} + \frac{1}{L \times C} \times u_{AB}(t) = 0.$$

Parmi les courbes proposées **figures 6a, 6b et 6c** données en **annexe page 11 à rendre avec la copie,** quelle est celle qui représente l'évolution de la tension $u_{AB}$ aux bornes du condensateur au cours du temps ? Justifier.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

**2.2.** On donne l'expression de la fréquence propre des oscillations : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Vérifier l'homogénéité de cette expression par une analyse dimensionnelle.

**2.3.** En déduire l'expression puis la valeur de la période propre $T_0$ de l'oscillateur et expliquer comment évolue l'énergie totale dans le circuit au cours de son fonctionnement.

**2.4.** En réalité la résistance électrique n'est jamais nulle, les oscillations réelles sont donc différentes des oscillations prévues.

**2.4.1.** Représenter sur la **figure 7** donnée **en annexe page 11**, l'allure de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps dans le cas où la valeur de la résistance reste faible, inférieure à la valeur de la résistance critique du circuit.

**2.4.2.** Interpréter l'allure des oscillations d'un point de vue énergétique.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 6 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## EXERCICE 3 – CÉLÉRITÉ DES ULTRASONS (4 points)

*On se propose dans cet exercice de comparer la célérité des ultrasons dans différents milieux.*
*On dispose pour cela d'une boîte transparente, étanche, de longueur L = 1,80 m. Elle peut contenir un liquide. Un émetteur d'ultrasons E est fixé sur une face. Le récepteur R est fixé sur une plaque verticale, qui coulisse à l'intérieur de la boîte. Émetteur et récepteur sont isolés par un film plastique transparent et étanche pour qu'ils puissent être immergés dans le liquide. Une graduation permet de repérer la position du récepteur par rapport à l'émetteur. L'émetteur est placé en face du zéro de la graduation. Le dispositif est schématisé sur la* ***figure 8 de l'annexe page 12****.*

### 1 - Caractéristiques générales de l'onde

Répondre par oui ou non **à chaque proposition** en justifiant votre réponse. Une réponse non justifiée sera comptée fausse. En général, l'onde ultrasonore est-elle :

**1.1.** Une onde mécanique ?

**1.2.** Une onde transversale ?

**1.3.** Une onde tridimensionnelle ?

### 2 - Comparaison de la célérité dans différents milieux

*Dans cette expérience, l'émetteur est relié à un générateur de salves ultrasonores. On envoie le signal qu'il émet sur l'entrée EA0 d'un système d'acquisition informatisé. Le récepteur est relié à l'entrée EA1 de l'ordinateur. La distance L entre E et R est initialement fixée à 1,00 m. On lance une acquisition et on déclenche le générateur d'ultrasons : on obtient l'enregistrement de la* ***figure 9*** *donnée en* ***annexe page 12****. Sur la voie EA1, on peut lire le retard τ de l'onde ultrasonore lorsqu'elle arrive au récepteur. On réalise deux séries de mesures pour pouvoir comparer la célérité des ultrasons dans l'air et dans un liquide. Pour différentes valeurs de L, on mesure le retard de l'onde ultrasonore dans l'air ($\tau_{air}$) et dans le liquide ($\tau_{liq}$). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau de mesures ci-dessous.*

| ***L (m)*** | *1,60* | *1,50* | *1,40* | *1,20* | *1,00* | *0,80* | *0,60* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Liquide $\tau_{liq}$ (ms)*** | *1,08* | *1,00* | *0,92* | *0,80* | *0,66* | *0,52* | *0,40* |
| ***Air $\tau_{air}$ (ms)*** | *4,60* | *4,36* | *4,06* | *3,42* | *2,94* | *2,28* | *1,68* |

**2.1.** Tracer, sur papier millimétré, les courbes donnant L en fonction de $\tau_{air}$ et $\tau_{liq}$ sur le même graphique en utilisant les échelles suivantes :

*Abscisses : 1 cm pour 0,20 ms ; Ordonnées : 1 cm pour 0,10 m*



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

**2.2.** Déterminer graphiquement la célérité des ondes ultrasonores dans l'air, $V_{air}$ , et dans le liquide, $V_{liq}$.

**2.3.** Comparer $V_{air}$ et $V_{liq}$ ; conclure.

## 3 - Ondes ultrasonores progressives et périodiques : mesure de la longueur d'onde

**3.1.** Définir une onde mécanique progressive périodique.

**3.2.** Une onde mécanique progressive périodique possède une double périodicité, spatiale et temporelle. Donner le nom et la définition de la grandeur physique qui caractérise sa périodicité spatiale.

**3.3.** *Pour mesurer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore, on remplace le générateur de salves par un GBF (générateur de basses fréquences) délivrant une tension sinusoïdale de fréquence $f = 40$ kHz. On travaille dans l'air. On garde le système informatique précédent, réglé en mode permanent pour voir l'évolution des tensions en temps réel à l'écran. On rapproche le récepteur à quelques centimètres de l'émetteur jusqu'à ce que les deux sinusoïdes observées sur l'écran de l'ordinateur soient en phase (voir* ***figure 10*** *donnée en* ***annexe page 12****). On note $X_0$ l'abscisse de cette position prise par le récepteur.*
*On éloigne ensuite doucement le récepteur de l'émetteur : les deux sinusoïdes se décalent. On continue à éloigner le récepteur jusqu'à ce que les deux sinusoïdes soient à nouveau en phase. Soit $X_1$ la position du récepteur.*

**3.3.1.** À quelle grandeur correspond la distance $X_1 - X_0$ ?

*Cette distance est trop petite pour être mesurée avec une bonne précision. Aussi, on continue à éloigner le récepteur jusqu'à ce que les deux sinusoïdes soient à nouveau en phase pour la dixième fois consécutive. Soit $X_{10}$ la position finale du récepteur.*

**3.3.2.** Que représente la distance $X_{10} - X_0$ ?

**3.3.3.** Calculer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore sachant que la mesure de $X_{10} - X_0$ est égale à 8,5 cm.

**3.3.4.** Comparer la valeur trouvée à la valeur théorique en considérant que la célérité du son dans l'air dans les conditions de l'expérience est égale à 345 $m.s^{-1}$. Conclure.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 8 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## Annexe exercice 1 - À RENDRE AVEC LA COPIE

**Figure 1**

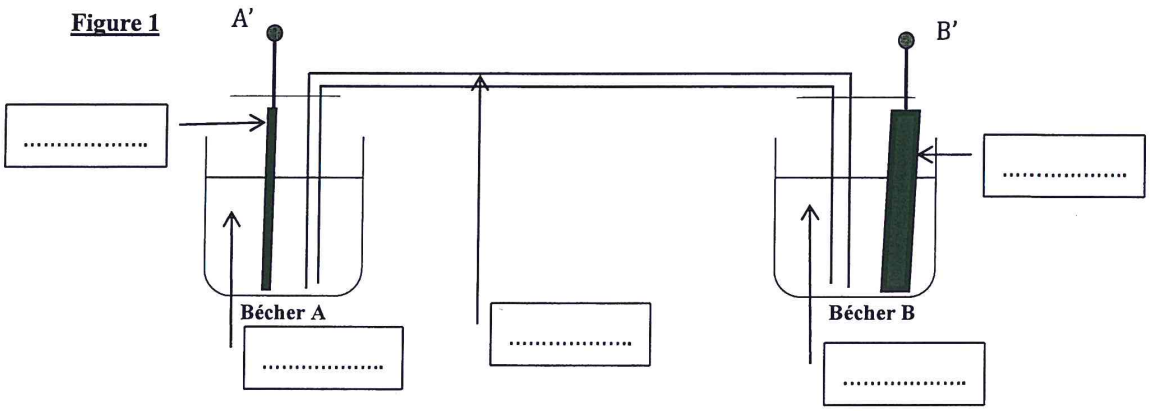
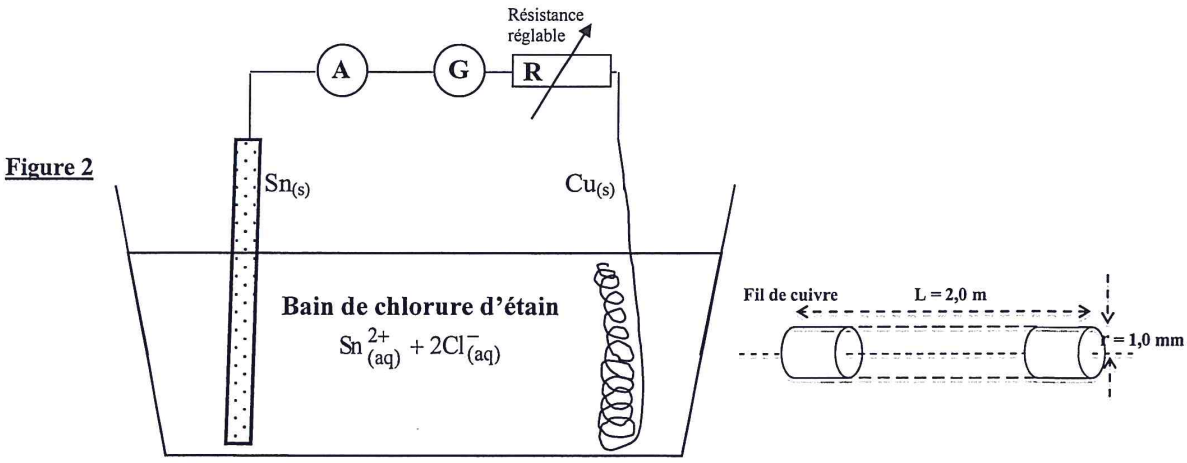



**Figure 2**






Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## Annexe exercice 2 - À RENDRE AVEC LA COPIE

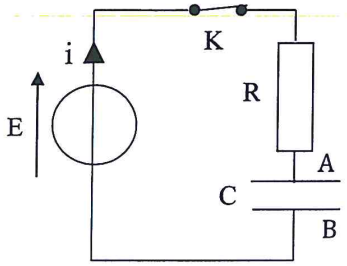



**Figure 3**

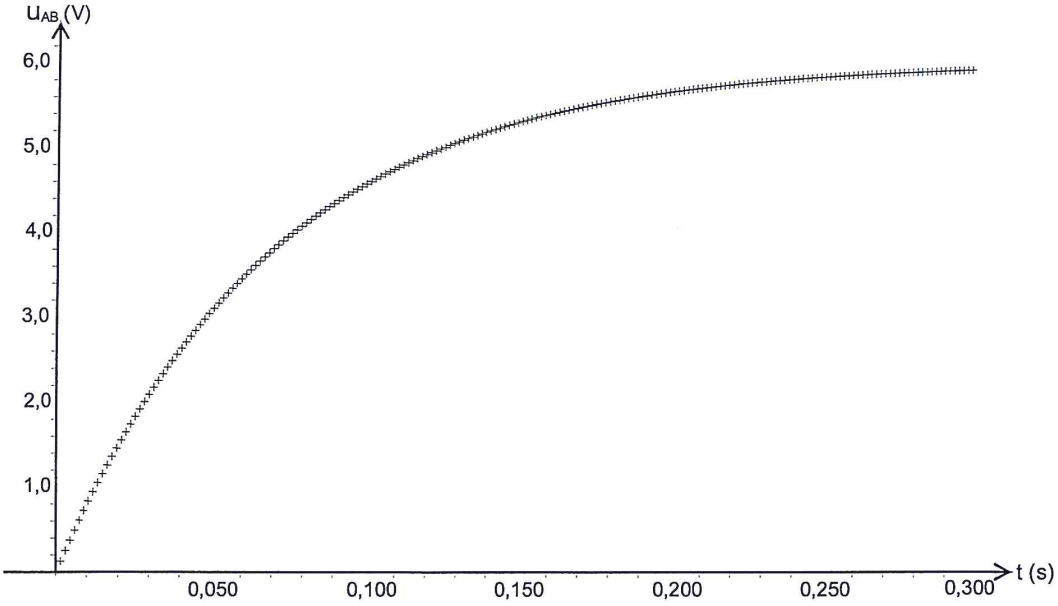
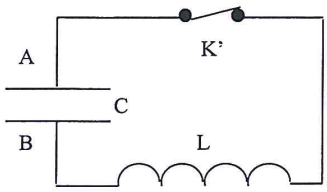



**Figure 4**

**Figure 5**






Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## Annexe exercice 2 - À RENDRE AVEC LA COPIE

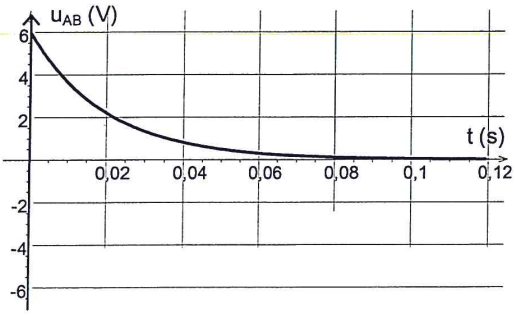



**Figure 6a**

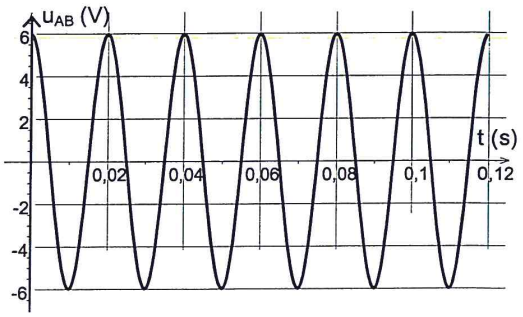



**Figure 6b**

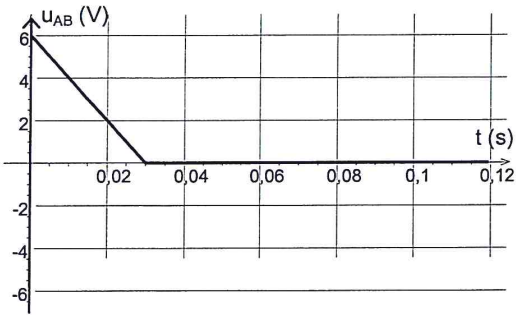



**Figure 6c**

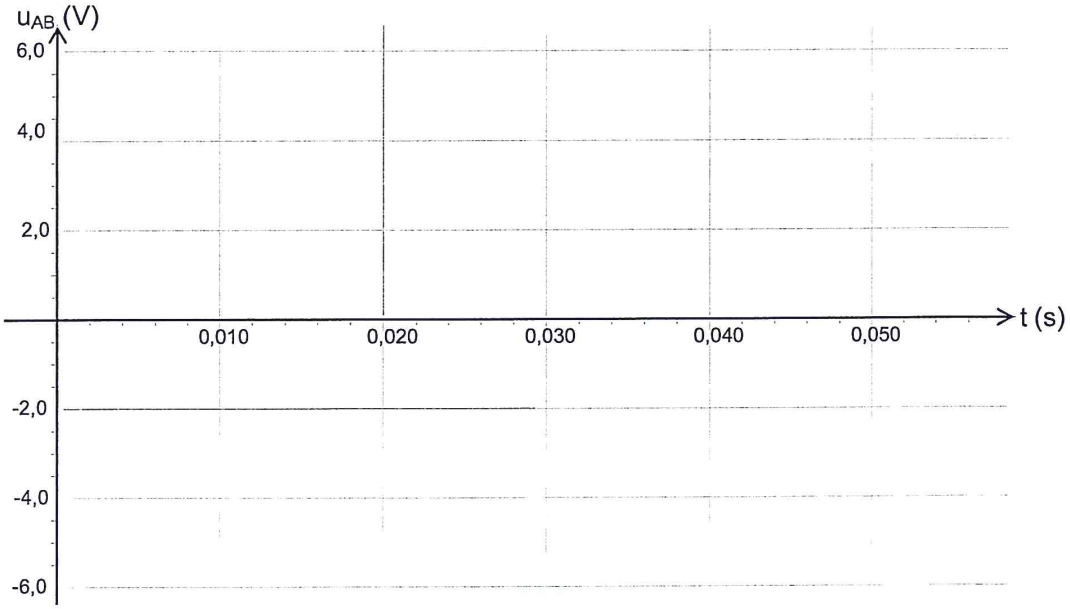



**Figure 7**



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## Annexe exercice 3 – À NE PAS RENDRE AVEC LA COPIE

**Figure 8**

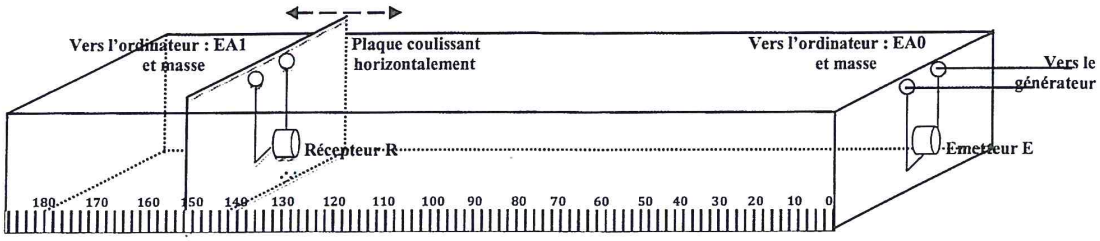



**Figure 9**

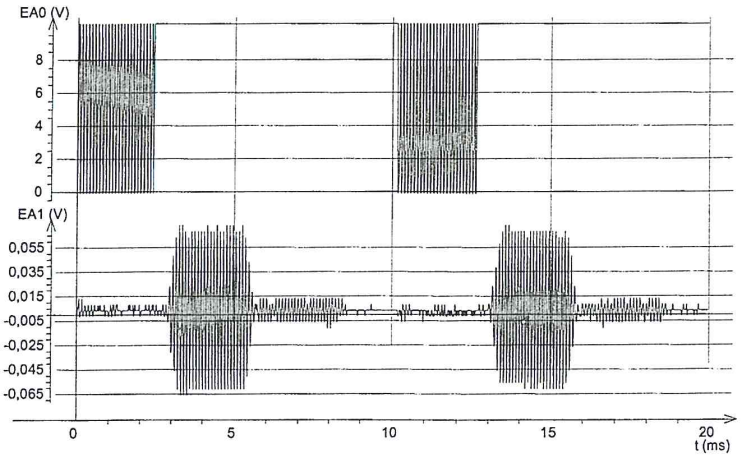
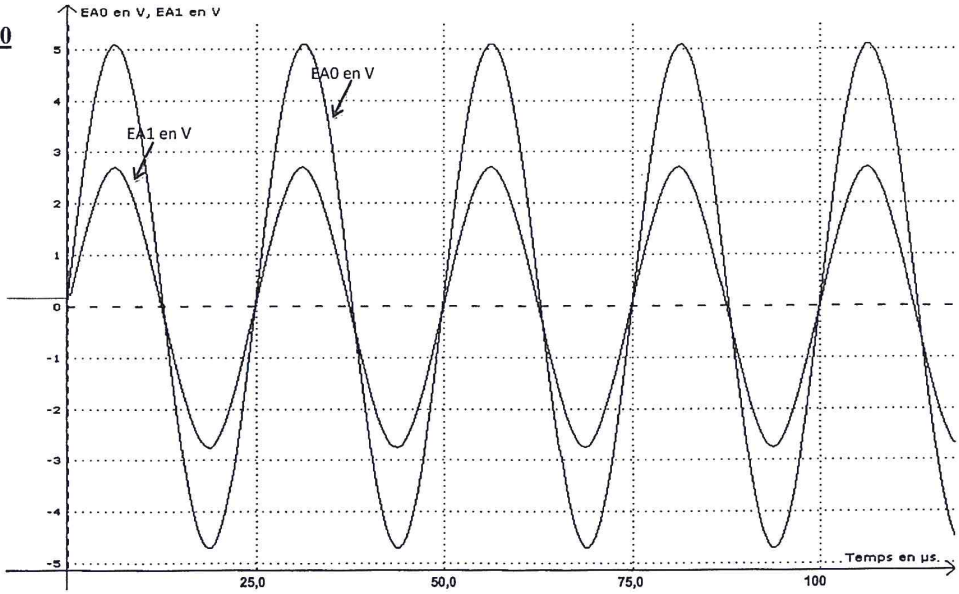



**Figure 10**






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