# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

## Session 2009

### PHYSIQUE-CHIMIE

### Série S

### Enseignement Obligatoire

**Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6**

**L'usage des calculatrices est autorisé.**

**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.**

**Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14**

**Les feuilles d'annexes (pages 12/14, 13/14 et 14/14)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

## EXERCICE 1 : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE DIPÔLES ÉLECTRIQUES (6 points)

**Les trois parties sont indépendantes.**

### 1. Dipôle « résistance et condensateur en série »

Pour étudier ce dipôle, on réalise le circuit représenté sur la figure 1. Ce circuit est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E, d'un interrupteur K, d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C.

Données : E = 4,0 V ; C = 1,0 µF

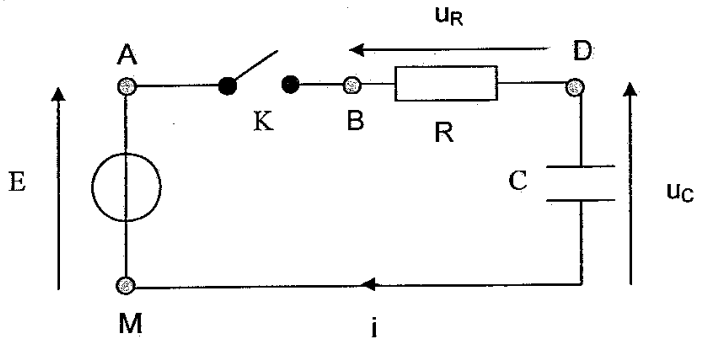



Figure 1

1.1. On utilise une interface d'acquisition reliée à un ordinateur pour observer les tensions $u_C$ et E en fonction du temps.

1.1.1. À quels points A, B, D ou M du circuit doit-on relier les voies 1 et 2 et la masse de l'interface pour visualiser $u_C$ sur la voie 1 et E sur la voie 2 ?

1.1.2. À t = 0, on déclenche l'acquisition en fermant l'interrupteur K. Les courbes $u_C = f(t)$ et $E = f(t)$ sont données en **annexe 1, document 1 à rendre avec la copie.**
Qualifier les deux régimes de fonctionnement du circuit en choisissant parmi les adjectifs suivants : périodique, permanent, pseudo-périodique, transitoire.
Préciser les dates limitant chacun de ces régimes.

1.1.3. Quel phénomène physique se produit pendant le premier régime ?

1.2. La constante de temps $\tau$ est une caractéristique de ce premier régime.

1.2.1. Déterminer graphiquement la valeur de $\tau$ en expliquant la méthode employée.

1.2.2. Donner l'expression littérale de $\tau$ en fonction des caractéristiques des éléments du circuit. En déduire la valeur de la résistance R.

1.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, donner la relation littérale liant E, $u_R$ et $u_C$.
Exprimer $u_R$ en fonction de i et en déduire une expression littérale de l'intensité du courant i en fonction de E, $u_C$ et R.
À l'aide du **document 1** de **l'annexe 1**, calculer i pour $t_1 = 0$ ms et $t_2 = 9$ ms.

1.4. Sans considération d'échelle, représenter sur la copie l'allure de la courbe i = f(t).

## 2. Dipôle « résistance et bobine en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure 2, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E, d'un interrupteur K, d'une bobine de résistance r et d'inductance L et d'un conducteur ohmique de résistance R'.

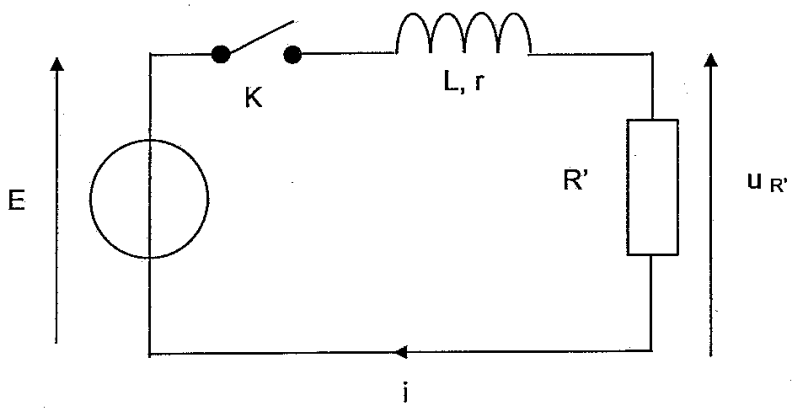


Figure 2

Données : E = 4,0 V ; L = 11 mH ; R' = 10 Ω

2.1. À partir de la fermeture de l'interrupteur K, on observe la tension $u_{R'}$ à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur.
Quel est l'intérêt de faire le relevé de cette tension $u_{R'}$ ?

2.2. Le tableur du logiciel d'acquisition nous permet de calculer les valeurs de i et de tracer la courbe i = f(t) donnée en **annexe 1, document 2 à rendre avec la copie**.
Quel est le phénomène physique mis en évidence dans ce cas ? Quel élément du circuit est la cause de ce phénomène ?

2.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i du courant dans le circuit en fonction du temps.

2.4. Lorsqu'on est en régime permanent, i vaut alors $I_P$. Que devient l'équation différentielle ?

2.5. En déduire l'expression littérale de la résistance r de la bobine puis déterminer sa valeur en utilisant le **document 2** de **l'annexe 1**.

### 3. Dipôle « bobine et condensateur en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure 3, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E', d'un interrupteur K à deux positions, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine de résistance r et d'inductance L.

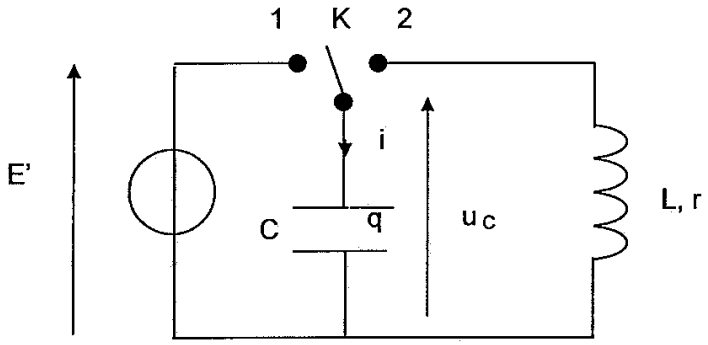
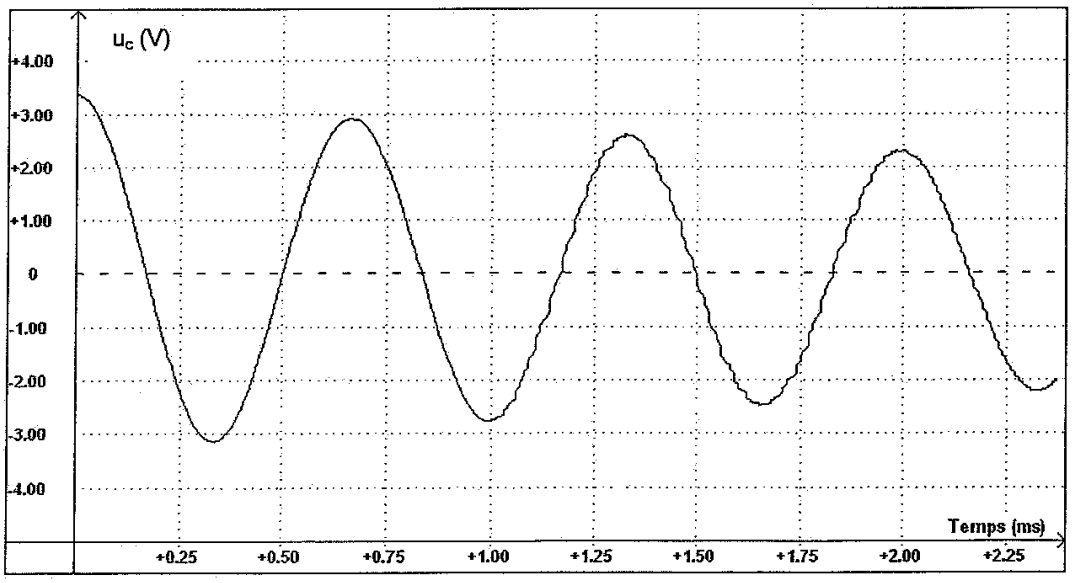



Figure 3

3.1. Quel est le phénomène physique se produisant lorsque l'interrupteur est placé en position 1 ? Est-il lent ou instantané ? Justifier.

3.2. On bascule alors l'interrupteur en position 2 et, à partir de cet instant choisi comme origine des dates, on relève la tension $u_C$ en fonction du temps à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur.
On obtient le graphique ci-dessous.






Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

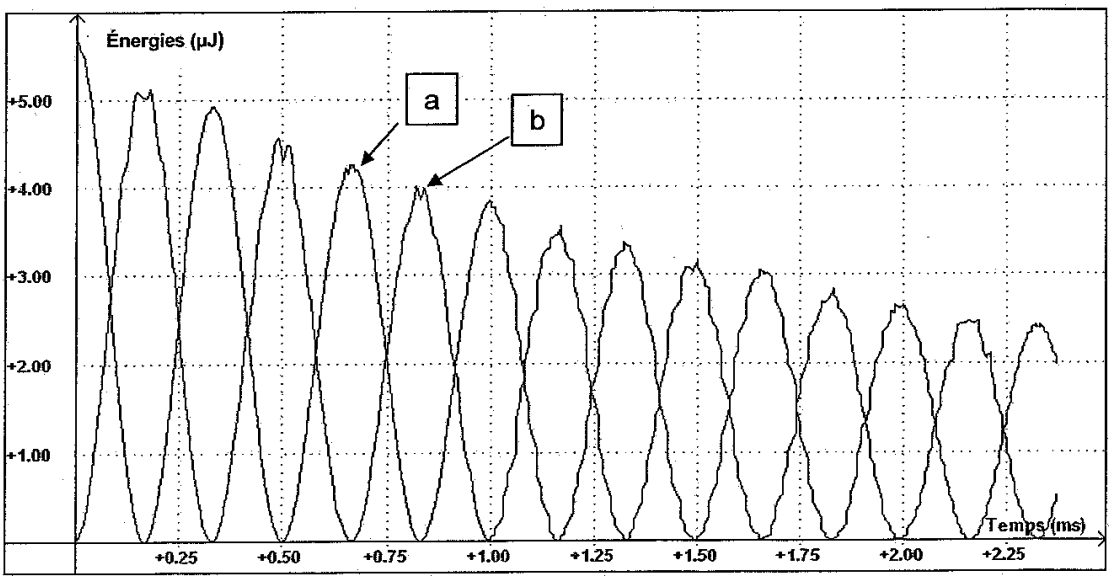
En puisant dans le vocabulaire suivant, décrire le phénomène physique qui se produit dans le circuit : apériodique, annulation, électrique, forcée, mécanique, libre, non amortie, installation, amortie, oscillation.

3.3. On souhaite suivre l'évolution énergétique du circuit rLC en fonction du temps. Pour cela il faut calculer, à l'aide d'un tableur, l'énergie électrique $E_e$ accumulée dans le condensateur et l'énergie magnétique $E_m$ accumulée dans la bobine.

3.3.1. Donner les expressions littérales de $E_e$ et $E_m$.

3.3.2. En respectant les conventions du schéma, exprimer i en fonction de la dérivée de $u_C$ par rapport au temps.

3.4. Les courbes $E_e$ (t) et $E_m$ (t) sont données ci-dessous.




3.4.1. En justifiant chaque réponse, attribuer les grandeurs $E_e$ ou $E_m$ aux courbes a et b.

3.4.2. En utilisant ces courbes, donner les valeurs des deux énergies $E_e$ et $E_m$ aux instants de dates $t_1$ = 0,5 ms et $t_2$ = 2,0 ms.
Comparer les variations simultanées des énergies emmagasinées par le condensateur et la bobine entre ces deux dates.

3.4.3. Comment évolue l'énergie totale du circuit entre les instants de dates $t_1$ et $t_2$ ? À quoi cette évolution est-elle due ?



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## EXERCICE 2 : ET VOGUE MON BATEAU ! (6 points)

**Les cinq parties sont indépendantes.**

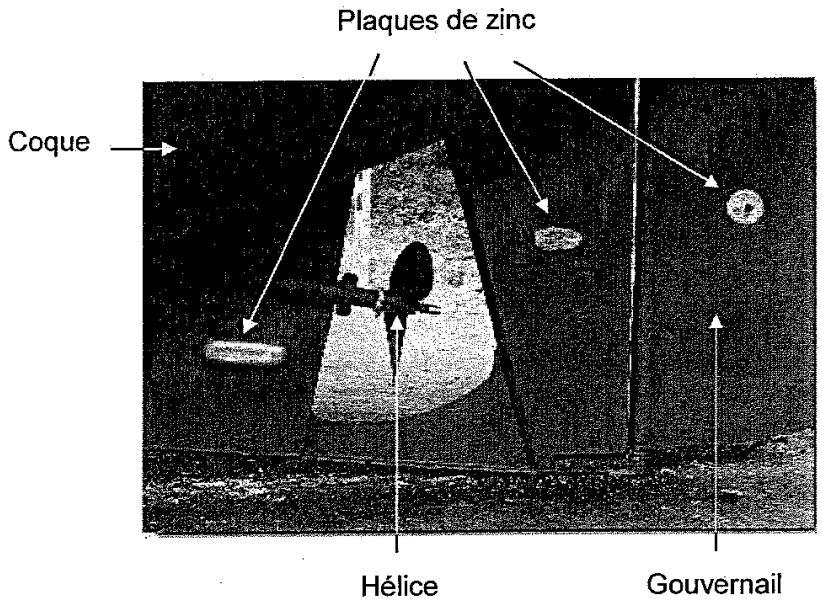
### 1. Corrosion humide du fer.

Les coques de nombreux bateaux sont fabriquées en acier (constitué essentiellement de fer). Au contact de l'eau de mer, le fer peut être oxydé par le dioxygène dissous à l'interface air-eau salée. Les deux couples oxydant/réducteur qui interviennent sont alors : $Fe^{2+}_{(aq)}$ / $Fe_{(s)}$ et $O_{2\,(aq)}$ / $H_2O_{(l)}$.

1.1. Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction dans le sens où elles se produisent, en supposant que le milieu est acide. Pour chaque demi-équation, préciser si elle traduit une oxydation ou une réduction.

1.2. Écrire l'équation de la réaction de corrosion.

### 2. Protection par anode « sacrificielle ».




Afin de protéger la coque du bateau (voir photo ci-dessus), un métal plus réducteur que le fer, ici le zinc, est fixé en différents endroits de la coque ou sur le gouvernail. Entre l'eau de mer supposée acide, le fer et le zinc, il se forme une pile de schéma conventionnel :

$$\ominus \quad Zn_{(s)} \,|\, Zn^{2+}_{(aq)} \,\|\, H^{+}_{(aq)} \,|\, H_{2\,(g)} \,|\, Fe_{(s)} \quad \oplus$$

2.1. La pile peut être schématisée comme sur le **document 1** de **l'annexe 2 à rendre avec la copie**.

2.1.1. Sur ce schéma, indiquer la polarité des électrodes puis le sens de circulation du courant I ainsi que celui de circulation des électrons.

2.1.2. L'eau de mer contient en grande quantité du chlorure de sodium sous forme d'ions sodium $Na^+_{(aq)}$ et d'ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$.
Préciser vers quelle électrode se dirige chacun de ces ions.

2.2. Le fer n'intervient pas dans la réaction à l'électrode de fer.
En utilisant le schéma conventionnel de la pile donné à la question 2, montrer que l'équation de la réaction est : $Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$

2.3. On suppose que le courant électrique d'intensité I circulant dans le circuit extérieur est constant.

2.3.1. Exprimer la quantité d'électricité Q échangée pendant la durée $\Delta t$.

2.3.2. Cette quantité d'électricité a été transportée par $n_e$ moles d'électrons. Sachant que la quantité d'électricité transportée par une mole d'électrons est le Faraday de symbole F, exprimer Q en fonction de ces deux grandeurs.
En déduire une expression de la quantité de matière d'électrons $n_e$ en fonction de I, $\Delta t$ et F.

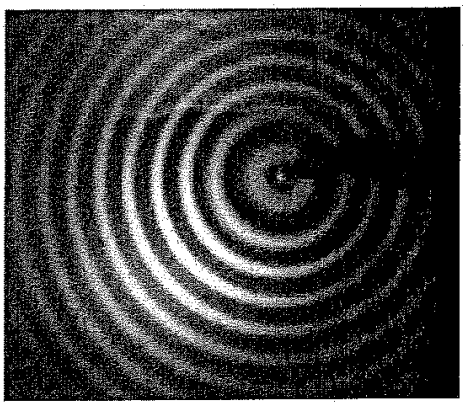
2.3.3. Donner la relation entre la quantité de matière de zinc $n_{Zn}$ disparue et la quantité de matière d'électrons qui circulent dans la pile.
En déduire alors l'expression de la quantité de matière de zinc $n_{Zn}$ qui disparaît en une durée $\Delta t$.

2.3.4. Après avoir établi l'expression de la masse $m_{Zn}$ de zinc disparue en une durée $\Delta t$, calculer sa valeur.

Données : $I = 0{,}25$ A ; $F = 9{,}65.10^4$ C.mol$^{-1}$ ; $M_{Zn} = 65{,}4$ g.mol$^{-1}$ et $\Delta t = 60$ jours.

## 3. On jette l'ancre.

Arrivant dans un port, le bateau jette l'ancre. Cela entraîne la formation d'ondes quasi-circulaires semblables aux ondes formées sur une cuve à ondes (voir photo ci-dessous).





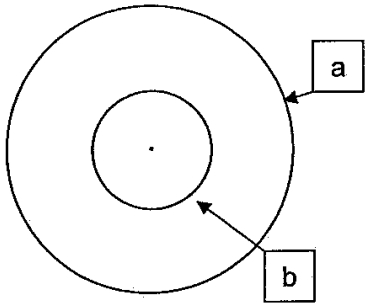
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3.1. L'onde ainsi formée peut-elle être qualifiée de longitudinale ou de transversale ? Justifier la réponse.

3.2. Le schéma ci-dessous, à l'échelle 1/100, représente la position du front de l'onde (début de la déformation de l'eau) à deux instants $t_1$ et $t_2$ tels que :

$$t_2 - t_1 = 3{,}0 \text{ s.}$$

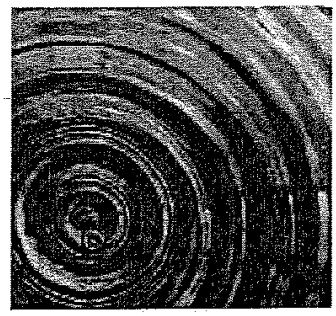



3.2.1. Associer à chaque position du front de l'onde a et b l'instant $t_1$ ou $t_2$ correspondant. Justifier.

3.2.2. Déterminer la célérité v de l'onde.

**4. On lève l'ancre.**

On remonte l'ancre et on la laisse s'égoutter au dessus de l'eau avant de la monter sur le bateau. Au bout de quelques instants, les gouttes tombent périodiquement uniquement de la pointe de l'ancre. Pendant une durée $\Delta t = 30$ s, il tombe environ $n = 60$ gouttes. Elles créent ainsi une onde progressive périodique circulaire autour du point de chute (voir photo ci-dessous).



4.1. Déterminer la période T de l'onde progressive périodique obtenue. En déduire sa fréquence f.

4.2. Sur le **document 2** de **l'annexe 2 à rendre avec la copie**, sont schématisées les crêtes de l'onde générée à l'échelle 1/8.

4.2.1. Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde formée avec la plus grande précision possible.

4.2.2. En déduire la célérité v' de l'onde.

4.3. L'onde atteint le ponton dans lequel existent différentes fentes. Représenter sur le **document 2 de l'annexe 2 à rendre avec la copie**, la forme de plusieurs crêtes de l'onde après son passage par les fentes 1 et 2. Justifier précisément chaque réponse.

## 5. D'autres ondes rôdent autour du bateau.

Port de plaisance rime avec bruits de câbles sur les mâts et Soleil. Répondre par **VRAI** ou **FAUX** sans justification à toutes les propositions suivantes dans le tableau du **document 3 de l'annexe 2 à rendre avec la copie**.

*Attention : toute mauvaise réponse retire des points.*

5.1. Le son est une onde :

a – mécanique b – transversale c – longitudinale

5.2. La lumière du Soleil est une onde :

a – mécanique b – monochromatique

c – qui se propage moins vite dans l'eau que dans l'air (indice moyen de réfraction de l'eau : n = 1,3)

5.3. Un faisceau de lumière visible se diffracte quand il arrive sur :

a – une fente de largeur 1 cm b – un fil de diamètre 1 µm

c – un dioptre air/eau (plan séparant l'air et l'eau)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## EXERCICE 3 : ÉTUDE D'UNE SOLUTION DE CHLORURE D'HYDROXYLAMMONIUM (4 points)

*Le chlorure d'hydroxylammonium de formule $NH_3OHCl$ est un solide ionique blanc qui, industriellement, est utilisé dans la synthèse de colorants et de produits pharmaceutiques. Il est très soluble dans l'eau.*

On se propose d'étudier le caractère acide d'une solution aqueuse S de chlorure d'hydroxylammonium préparée au laboratoire.

Données : $pK_A\ (NH_3OH^+_{(aq)} / NH_2OH_{(aq)}) = 6,0$ à 25°C

### 1. Étude du couple ion hydroxylammonium / hydroxylamine.

1.1. Écrire l'équation de dissolution du chlorure d'hydroxylammonium dans l'eau.

1.2. L'ion hydroxylammonium appartient au couple acide / base :
ion hydroxylammonium / hydroxylamine $NH_3OH^+_{(aq)} / NH_2OH_{(aq)}$.

1.2.1. Donner la définition d'un acide au sens de Brønsted.
1.2.2. Écrire l'équation (1) de la réaction entre l'ion hydroxylammonium et l'eau.
1.2.3. Déterminer le domaine de prédominance de chaque espèce du couple.

### 2. Dosage de la solution S.

On dose un volume $V_A = 20,0$ mL de la solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $C_B = 2,5.10^{-2}$ mol.L$^{-1}$. On repère l'équivalence à l'aide d'un indicateur coloré acido-basique.

2.1. Faire un schéma annoté du montage nécessaire à ce dosage.

2.2. Écrire l'équation (2) de la réaction de dosage entre les ions hydroxylammonium $NH_3OH^+_{(aq)}$ et les ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$.

2.3. Étude de l'équivalence

2.3.1 Définir l'équivalence.
2.3.2 Le pH du mélange à l'équivalence vaut 9,1.
Choisir l'indicateur coloré convenant le mieux à ce dosage dans la liste suivante et préciser le changement de couleur à l'équivalence.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

| | Teinte de la forme acide | Teinte de la forme basique | Zone de virage |
|---|---|---|---|
| **Hélianthine** | rouge | jaune | 3,1 – 4,4 |
| **Rouge de méthyle** | rouge | jaune | 4,2 – 6,2 |
| **Phénolphtaléïne** | incolore | rose | 8,2 - 10,0 |

2.3.3. Le virage de l'indicateur est obtenu pour un volume versé de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $V_{Béq}$ = 24,0 mL.
Déterminer la concentration molaire $C_A$ en soluté apporté de la solution aqueuse S.

## 3. Avancement de la réaction (1) de l'ion hydroxylammonium avec l'eau.

3.1. Le pH de la solution aqueuse S est 3,8. En déduire la concentration des ions oxonium $H_3O^+$ dans cette solution.

3.2. Compléter littéralement le tableau d'avancement de la réaction (1) en **annexe 3 à rendre avec la copie**.

3.3. Donner l'expression du taux d'avancement final $\tau$ de cette réaction en fonction de $n_0$ et $n_f$ ($H_3O^+$) puis en fonction des concentrations molaires $C_A$ et $[H_3O^+]_f$. Calculer sa valeur. Cette réaction est-elle totale ?

3.4. Exprimer la constante d'acidité $K_A$ de la réaction (1) puis la calculer.

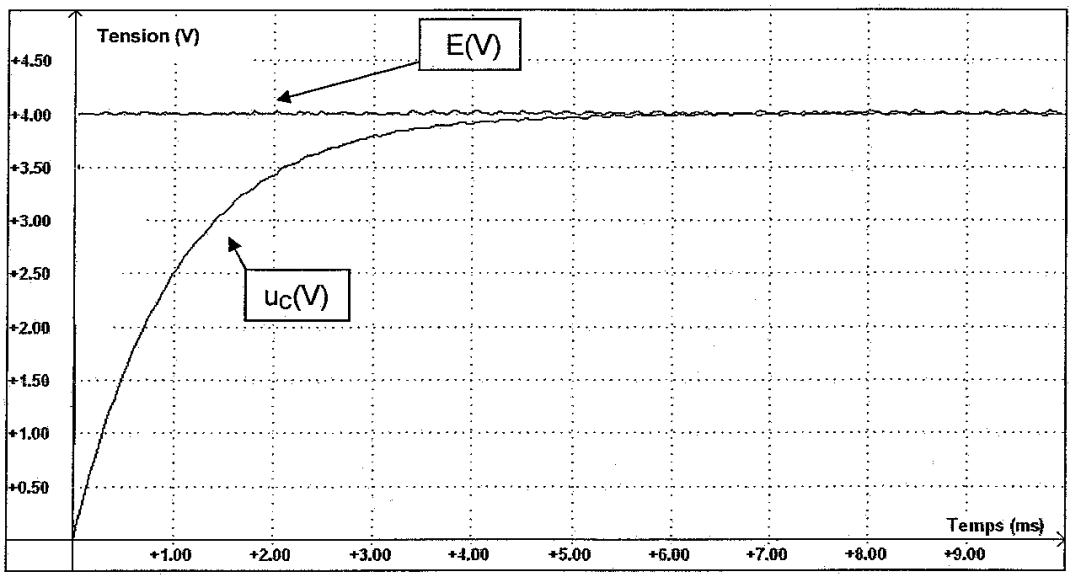
3.5. En déduire la valeur du $pK_A$ puis la comparer à celle donnée dans l'énoncé.



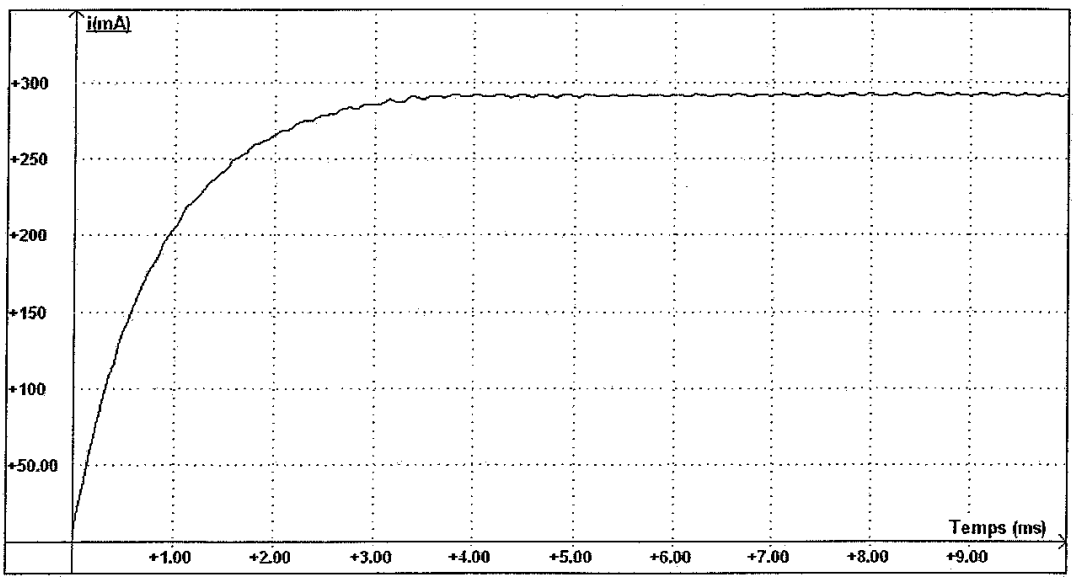
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

## ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

**Exercice 1 :**




*Document 1*

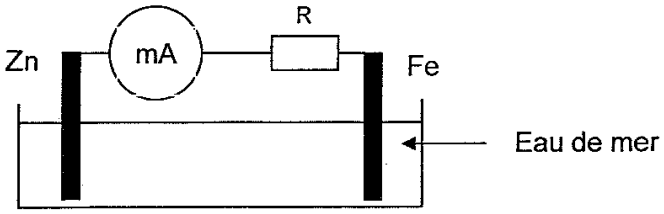



*Document 2*

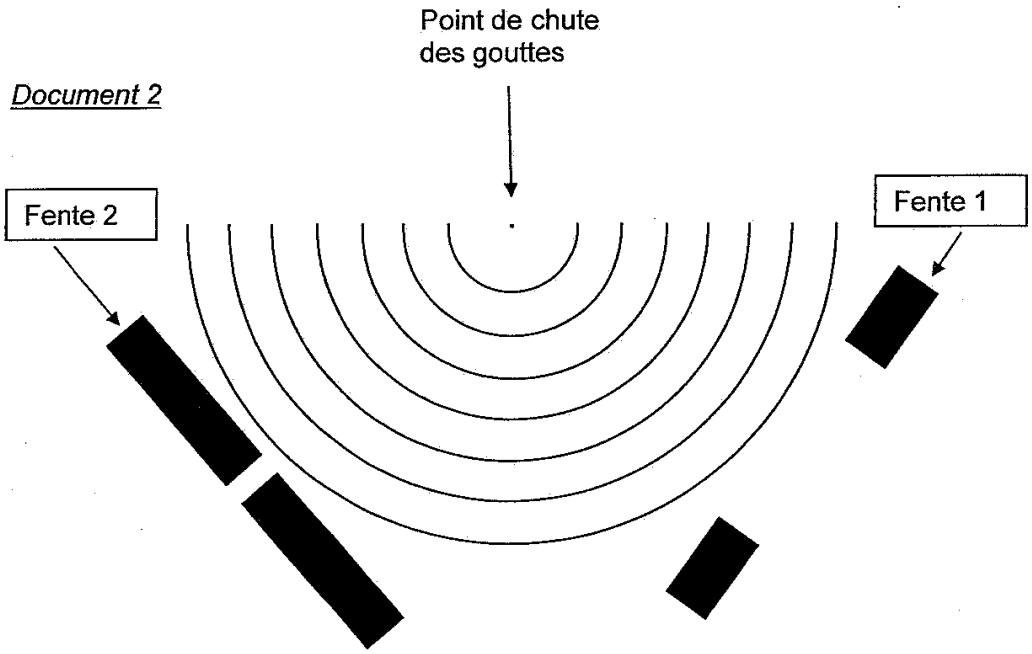
## ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

**Exercice 2 :**

*Document 1*




*Document 2*




*Document 3*

| | a | b | c |
|---|---|---|---|
| 5.1 | | | |
| 5.2 | | | |
| 5.3 | | | |

## ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE

**Exercice 3 :**

| Équation chimique (1) | | $NH_3OH^+_{(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$ = | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| État du système | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) | | | |
| État initial | 0 | $n_0$ | Solvant | | |
| État final réel | $x_f$ | | Solvant | | |
| État final si la réaction est totale | $x_{max}$ | | Solvant | | |



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer