

الصفحة	<b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> <b>المسالك الدولية</b> <b>الدورة الاستدراكية 2020</b> <b>- الموضوع -</b>		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS		RS 28F
7	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
*	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)	الشعبة أو المسلك

*L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.*

*On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.*

**Le sujet comporte cinq exercices**

**Exercice 1 ( 7 points ):**

- Etude de quelques réactions de l'éthanoate de sodium
- Etude de la pile aluminium-zinc

**Exercice 2 ( 2,75 points ):**

- Les ultrasons au service de la médecine

**Exercice 3 ( 2,5 points ):**

- Désintégration de l'uranium 234

**Exercice 4 ( 5,25 points ):**

- Charge et décharge d'un condensateur
- Réception d'une onde électromagnétique

**Exercice 5 ( 2,5 points ):**

- Etude du mouvement d'un solide sur un plan horizontal

الصفحة	2	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

Barème

### EXERCICE 1 (7 points)

**Les parties 1 et 2 sont indépendantes**

#### Partie 1 - Etude de quelques réactions de l'éthanoate de sodium

L'éthanoate de sodium est un solide blanc de formule  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . On le trouve dans le commerce sous forme de pochettes vendues comme sources de chaleur portatives. Lors de sa dissolution dans l'eau, on obtient une solution aqueuse d'éthanoate de sodium :



Cet exercice se propose d'étudier :

- une solution aqueuse d'éthanoate de sodium.
- la réaction des ions éthanoate avec l'acide méthanoïque  $\text{HCOOH}$ .

**Données :**

- Toutes les mesures sont effectuées à  $25^\circ\text{C}$  ;
- Le produit ionique de l'eau est :  $K_e = 10^{-14}$ .

#### I-Etude d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium

On prépare une solution aqueuse S d'éthanoate de sodium de concentration  $C = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La mesure du pH de la solution S donne :  $\text{pH} = 7,9$ .

- 0,5 1. Ecrire l'équation de la réaction des ions éthanoate  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  avec l'eau.
- 0,5 2. Calculer la concentration effective des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  dans la solution S.
- 0,5 3. Calculer le taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction. Que peut-on déduire ?
- 0,5 4. Trouver, à l'équilibre, l'expression du quotient de la réaction  $Q_{r,\text{eq}}$  associé à cette réaction en fonction de C et  $\tau$ . Calculer sa valeur.
- 0,5 5. Vérifier que le  $\text{pK}_A$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  est :  $\text{pK}_{A1} = 4,8$ .

#### II- Réaction entre les ions éthanoate et l'acide méthanoïque

On prépare, à un instant de date  $t = 0$ , le mélange suivant constitué:

- d'un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$  de concentration  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- d'un volume  $V_2 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$  de concentration  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- d'un volume  $V_3 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$  de concentration  $C_3 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- d'un volume  $V_4 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCOO}^-_{(\text{aq})}$  de concentration  $C_4 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 0,5 1. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide  $\text{HCOOH}$  et la base  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .
- 0,5 2. Trouver l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette réaction en fonction de la constante d'acidité  $K_{A1}$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  et la constante d'acidité  $K_{A2}$  du couple  $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$ . Calculer sa valeur sachant que  $\text{pK}_{A2} = 3,8$ .
- 0,5 3. Calculer, à l'instant  $t = 0$ , le quotient de réaction  $Q_{r,i}$  associé à cette réaction.

الصفحة	3	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

0,5 4. En déduire le sens d'évolution spontanée de cette réaction.

0,5 5. Sachant que l'avancement à l'équilibre de la réaction est :  $x_{eq} = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ , déterminer la valeur du pH du mélange.

### Partie 2 - Etude de la pile aluminium-zinc

Le fonctionnement des piles est basé sur la conversion d'une partie de l'énergie chimique en énergie électrique. Cet exercice se propose d'étudier le principe de fonctionnement de la pile aluminium-zinc.

Cette pile est constituée des éléments suivants:

- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate d'aluminium  $2\text{Al}_{(aq)}^{3+} + 3\text{SO}_{4(aq)}^{2-}$  de volume  $V_1 = 0,15 \text{ L}$  et de concentration effective initiale en

ions  $\text{Al}^{3+}$  :  $[\text{Al}_{(aq)}^{3+}]_i = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  ;

- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de zinc  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$  de volume  $V_2 = 0,15 \text{ L}$  et de concentration

effective initiale en ions  $\text{Zn}^{2+}$  :  $[\text{Zn}_{(aq)}^{2+}]_i = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  ;

- une plaque d'aluminium;

- une plaque de zinc;

- un pont salin.

Lorsqu'on monte en série, entre les pôles de la pile, un ampèremètre et un conducteur ohmique, un courant

électrique, d'intensité considérée constante  $I = 0,2 \text{ A}$ , circule dans le circuit .(figure1).

Donnée :  $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ .

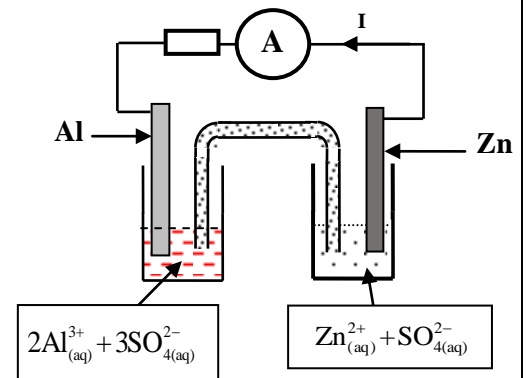


Figure 1

0,5 1. Représenter le schéma conventionnel de cette pile.

0,75 2. Ecrire les équations aux électrodes ainsi que l'équation bilan lors du fonctionnement de la pile.

0,75 3. Déterminer la concentration effective des ions  $\text{Zn}^{2+}$  après une durée  $\Delta t = 30 \text{ min}$  de fonctionnement de la pile.

### EXERCICE 2 (2,75 points)

#### Les ultrasons au service de la médecine

L'échographie est une technique d'imagerie médicale utilisant les ondes ultrasonores.

Cet exercice se propose de déterminer l'épaisseur du fœtus d'une femme enceinte grâce à l'échographie.

Une sonde d'un appareil d'échographie, posée sur le ventre d'une femme enceinte, envoie, à un instant de date  $t=0$ , des ondes ultrasonores vers le fœtus (figure 1). L'onde ultrasonore se propage dans le corps de la femme enceinte avec une célérité  $v$ , puis s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu de propagation. Les signaux réfléchis sont détectés par la sonde.

Donnée : On considère que la célérité des ondes ultrasonores dans le corps humain est :

$v = 1540 \text{ m.s}^{-1}$ .

1. Choisir, parmi les propositions suivantes, l'affirmation juste:

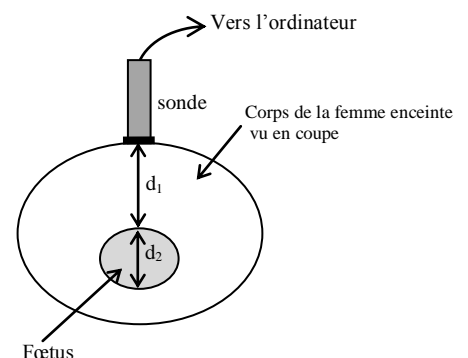


Figure 1

الصفحة	4	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

0,5 1.1. Une onde ultrasonore peut se propager :

- A. dans un milieu matériel.
- B. dans le vide.
- C. dans un milieu matériel et dans le vide.

0,5 1.2. Dans un milieu non dispersif :

- A. la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.
- B. la célérité de l'onde ne dépend pas de sa fréquence.
- C. la longueur d'onde d'une onde dépend de sa fréquence.

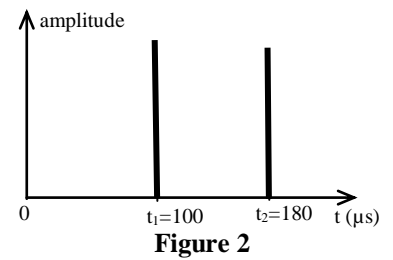
2. L'oscillogramme de la figure 2 représente les deux signaux réfléchis captés par la sonde.

On note  $t_1$  et  $t_2$  les dates auxquelles la sonde reçoit respectivement le premier et le second signal.

0,5 2.1. Expliquer pourquoi la date  $t_2$  est supérieure à la date  $t_1$ .

0,5 2.2. Exprimer la distance  $d_1$  en fonction de  $t_1$  et  $v$ .

0,75 2.3. Déterminer l'épaisseur  $d_2$  du fœtus.



### EXERCICE 3 (2,5 points)

#### Désintégration de l'uranium 234

Le thorium  $^{230}_{90}\text{Th}$  se trouvant dans les roches marines résulte de la désintégration spontanée de l'uranium  $^{234}_{92}\text{U}$ . C'est pourquoi le thorium et l'uranium se trouvent dans toutes les roches marines en proportions différentes selon leurs dates de formation.

#### Données :

- Masse d'un noyau d'uranium 234 :  $m(^{234}_{92}\text{U}) = 234,04095 \text{ u}$  ;
- La constante radioactive de l'uranium 234 :  $\lambda = 2,823 \cdot 10^{-6} \text{ an}^{-1}$  ;
- Masse du proton :  $m_p = 1,00728 \text{ u}$  ;
- Masse du neutron :  $m_n = 1,00866 \text{ u}$  ;
- Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$ .

0,5 1. Donner la composition du noyau d'uranium 234.

0,5 2. Calculer, en MeV, l'énergie de liaison  $E_\ell$  du noyau  $^{234}_{92}\text{U}$ .

0,5 3. Le nucléide  $^{234}_{92}\text{U}$  est radioactif, il se transforme spontanément en un nucléide de thorium  $^{230}_{90}\text{Th}$ .

Ecrire l'équation de désintégration de  $^{234}_{92}\text{U}$  et déduire le type de désintégration.

4. On dispose d'un échantillon d'une roche marine, qui contient à l'instant de sa formation considéré comme origine des dates ( $t = 0$ ), un nombre  $N_0$  de noyaux d'uranium  $^{234}_{92}\text{U}$ . On suppose que cet échantillon ne contient pas du thorium à l'origine des dates.

On se propose de déterminer le rapport  $r = \frac{N(^{230}_{90}\text{Th})}{N(^{234}_{92}\text{U})}$  de cet échantillon à un instant de date  $t$ .

$N(^{230}_{90}\text{Th})$  étant le nombre de noyaux de thorium formé à l'instant de date  $t$  et  $N(^{234}_{92}\text{U})$  le nombre de noyaux d'uranium restant à cet instant.

0,5 4.1. En se basant sur la loi de décroissance radioactive, trouver l'expression du nombre de noyaux de thorium  $N(^{230}_{90}\text{Th})$  en fonction de  $N_0$ ,  $t$  et la constante radioactive  $\lambda$  de l'uranium 234.

0,25 4.2. Montrer que l'expression de  $r$  à un instant  $t$  est:  $r = e^{\lambda t} - 1$ .

0,25 4.3. Calculer la valeur  $r_1$  de ce rapport à l'instant de date  $t_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ ans}$ .

الصفحة	5	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

#### EXERCICE 4 (5,25 points)

Le condensateur est un composant électronique utilisé principalement pour stocker de l'énergie et traiter des signaux périodiques...

Cet exercice se propose d'étudier :

- la charge et la décharge d'un condensateur.
- la réception d'une onde électromagnétique.

On réalise le montage schématisé sur la figure 1.

Ce montage comporte :

- un générateur de courant délivrant un courant d'intensité  $I_0 = 0,1\text{mA}$  ;
- un condensateur de capacité  $C$  ;
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r = 10\Omega$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R$  variable ;
- un interrupteur  $K$  à double position.

#### 1. Charge du condensateur

On met l'interrupteur sur la position (1) à un instant choisi comme origine des dates  $t=0$ . Un système d'acquisition informatisé permet d'obtenir la courbe d'évolution de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur (figure 2).

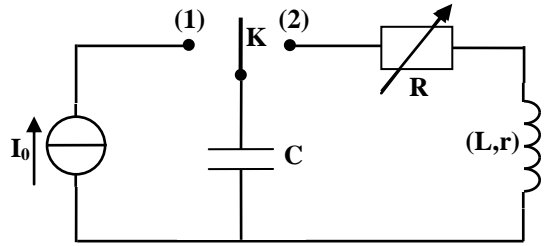


Figure 1

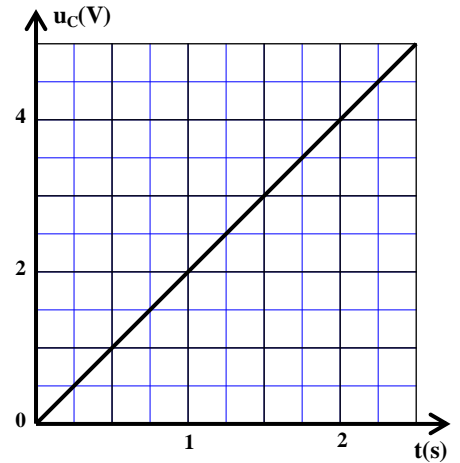


Figure 2

0,5 1.1. Montrer que la tension  $u_c(t)$  s'écrit ainsi:  $u_c = \frac{I_0}{C} t$ .

0,5 1.2. En exploitant la courbe de la figure 2, vérifier que  $C = 50\mu\text{F}$ .

#### 2. Décharge du condensateur

Quand la tension  $u_c$  prend une valeur  $U_0$ , on bascule l'interrupteur sur la position (2), à un instant choisi comme nouvelle origine des dates  $t=0$ . Un système d'acquisition informatisé permet d'enregistrer l'évolution de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur pour une valeur  $R_1$  de la résistance  $R$ . On refait la même expérience en ajustant la résistance  $R$  sur une valeur  $R_2$ . Pour les deux expériences, on obtient les courbes  $C_1$  et  $C_2$  (figure 3).

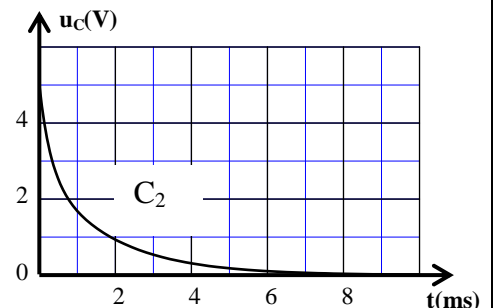
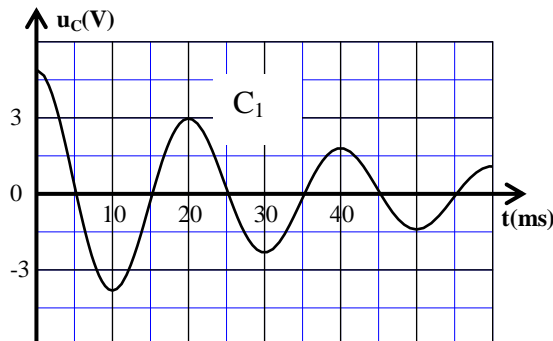


Figure 3

0,5 2.1. Recopier et compléter le tableau suivant :

Résistance du conducteur ohmique en ohm ( $\Omega$ )	$R_1 = 0$	$R_2 = 390$
Courbe obtenue		
Régime des oscillations correspondant		

الصفحة	6	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

0,5

2.2. Pour  $R_1 = 0$ , montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c(t)$  s'écrit sous

la forme :  $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{r}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$ .

0,5

2.3. Sachant que la pseudopériode est égale à la période propre de l'oscillateur, montrer que  $L = 0,2 \text{ H}$ . (on prend  $\pi^2 = 10$ ).

### 3. Etude énergétique

Pour  $R_1 = 0$ , un système d'acquisition informatisé permet d'obtenir les courbes  $C_3$  et  $C_4$ . Ces dernières représentent l'évolution de l'énergie électrique  $E_c$  emmagasinée dans le condensateur ainsi que l'énergie magnétique  $E_m$  emmagasinée dans la bobine (figure 4).

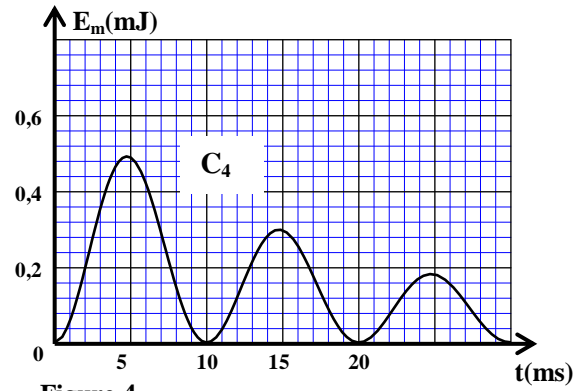
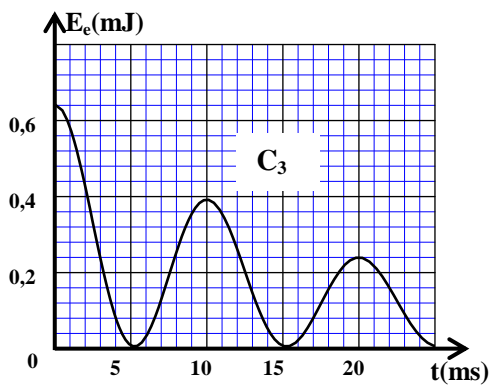


Figure 4

0,75

3.1. Recopier puis compléter le tableau suivant où  $E_t$  est l'énergie totale du circuit à déterminer en exploitant les courbes de la figure 4:

t(ms)	0	13	20
$E_t(\text{mJ})$			

0,5

3.2. Préciser la cause de la variation de  $E_t$  au cours du temps.

0,5

3.3. Déterminer l'intensité du courant  $i_1$  circulant dans le circuit à l'instant  $t_1 = 13 \text{ ms}$ .

### 4. Réception d'une onde électromagnétique

Pour capter une onde électromagnétique AM émise par une station radio, on utilise le montage simplifié représenté sur la figure 5. Ce montage est constitué de trois parties; la partie 1 est constituée d'une antenne réceptrice, d'une bobine d'inductance  $L_0 = 100 \text{ mH}$  et d'un condensateur de capacité  $C_0$  réglable.

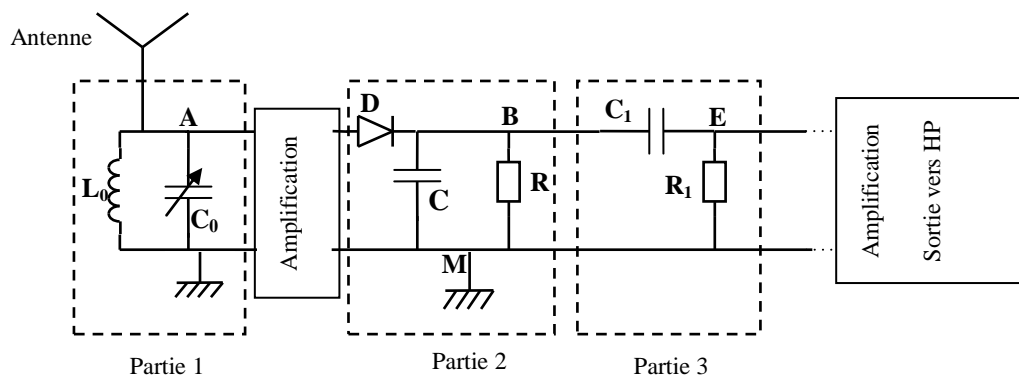


Figure 5

0,25

4.1. Quel est le rôle de la partie 1 du montage?

0,75

4.2. Déterminer la valeur de la capacité  $C_0$  qui permet de capter une onde AM de fréquence  $f = 180 \text{ kHz}$ . (on prend  $\pi^2 = 10$ ).

الصفحة	7	RS 28F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)
7			

### EXERCICE 5 (2,5 points)

#### Etude du mouvement d'un solide sur un plan horizontal

Cet exercice se propose d'étudier le mouvement d'un solide sur un plan horizontal.

Un solide S de masse m et de centre d'inertie G glisse sans frottement sur un plan horizontal ( $\pi$ ).

1. Le solide S est en mouvement sur la partie OA

du plan sous l'action d'une force motrice  $\vec{F}$  horizontale constante (figure 1).

Données :

- $m = 2 \text{ kg}$  ;
- $OA = 2,25 \text{ m}$  .

On étudie le mouvement de G dans un repère  $(O, \vec{i})$  lié à un référentiel terrestre supposé galiléen et on repère la position de G à chaque instant par son abscisse  $x(t)$ .

A l'instant  $t = 0$ , le centre G et l'origine O sont confondus.

Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe représentant l'évolution de la vitesse de G sur la partie OA (figure 2).

1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que

l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x(t)$  est :  $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$ .

1.2. En exploitant le graphe de la figure 2, vérifier que l'accélération du mouvement de G est  $a_G = 2 \text{ m.s}^{-2}$ .

1.3. En déduire l'intensité de  $\vec{F}$ .

1.4. Montrer que l'équation horaire du mouvement de G sur la partie OA, dans le système international d'unités, s'écrit :  $x = t^2$ .

2. Lors du passage de G par le point A, on élimine la force  $\vec{F}$ . le solide poursuit alors son mouvement sur la portion AB.

2.1. Montrer que le mouvement de G sur la partie AB est rectiligne uniforme.

2.2. Trouver alors la vitesse V de G sur la partie AB.

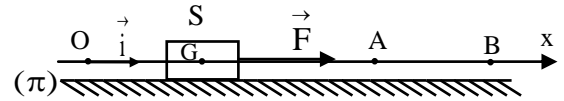


Figure 1

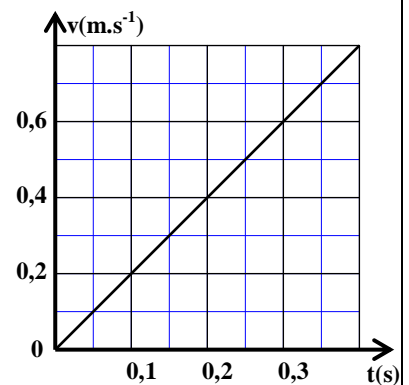


Figure 2



## Correction de l'examen national du baccalauréat

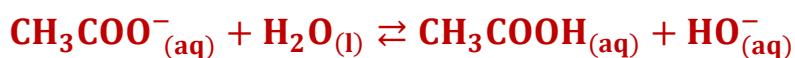
### Session de rattrapage 2020 "science expérimental option physique chimie"

#### Exercice 1 (7 points)

#### Partie 1- Etude de quelques réactions de l'éthanoate de sodium

##### I - Etude d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium

1- L'équation de la réaction de  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  avec l'eau :



2- La valeur de  $[\text{HO}^-]$  :

Le produit ionique de l'eau :

$$K_e = [\text{HO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}}$$

$$[\text{HO}^-] = K_e \cdot 10^{\text{pH}}$$

A.N :  $[\text{HO}^-] = 10^{-14} \times 10^{7,9} \Rightarrow [\text{HO}^-] = 7,94 \cdot 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}$

3- Le taux d'avancement final  $\tau$  :

Le tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$				
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)				
Etat initial	0	C. V	en excès		0	0
Etat intermédiaire	x	C. V - x	en excès		x	x
Etat d'équilibre	$x_{\text{eq}}$	C. V - $x_{\text{eq}}$	en excès		$x_{\text{eq}}$	$x_{\text{eq}}$

L'eau est utilisée en excès le réactif  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  est limitant :  $\text{C. V} - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = \text{C. V}$

D'après le tableau d'avancement :  $n_f(\text{HO}^-) = x_{\text{eq}} = [\text{HO}^-]_{\text{eq}} \cdot V$

$$\tau = \frac{x_{\text{eq}}}{x_{\text{max}}} \Rightarrow \tau = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{eq}} \cdot V}{\text{C. V}} \Rightarrow \tau = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{eq}}}{\text{C}}$$

A.N :  $\tau = \frac{7,94 \cdot 10^{-7}}{10^{-3}} \Rightarrow \tau = 7,94 \cdot 10^{-4}$

On a  $\tau < 1$ , la réaction étudiée est limitée.



4-L'expression du quotient de la réaction à l'équilibre  $Q_{r,eq}$  :

$$Q_{r,eq} = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

D'après le tableau d'avancement :

$$[CH_3COO^-]_{eq} = [HO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V}$$

$$[CH_3COOH]_{eq} = \frac{C \cdot V - x_{eq}}{V} = C - \frac{x_{eq}}{V} = C - [HO^-]_{eq}$$

$$\tau = \frac{[HO^-]_{eq}}{C} \Rightarrow [HO^-]_{eq} = C \cdot \tau$$

$$Q_{r,eq} = \frac{[HO^-]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}}{C - [HO^-]_{eq}} = \frac{[HO^-]_{eq}^2}{C - [HO^-]_{eq}} = \frac{(C \cdot \tau)^2}{C - C \cdot \tau} = \frac{C^2 \cdot \tau^2}{C(1 - \tau)}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$

A.N :

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-3} \times (7,94 \cdot 10^{-4})^2}{1 - 7,94 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow Q_{r,eq} = 6,31 \cdot 10^{-10}$$

5- Vérification de la valeur de  $pK_{A1}$  :

$$pK_{A1} = -\log K_{A1}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{eq}}{[H_3O^+]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}} \cdot \frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COO^-]_{eq}}$$

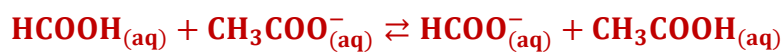
$$Q_{r,eq} = \frac{K_e}{K_{A1}} \Rightarrow K_{A1} = \frac{K_e}{Q_{r,eq}} \Rightarrow pK_{A1} = -\log \left( \frac{K_e}{Q_{r,eq}} \right)$$

A.N :

$$pK_{A1} = -\log \left( \frac{10^{-14}}{6,3 \cdot 10^{-10}} \right) \Rightarrow pK_{A1} = 4,8$$

## II – Réaction entre les ions éthanoate et l'acide méthanoïque

1-L'équation de la réaction entre  $HCOOH$  et  $CH_3COO^-$  :



2-Expression de  $K$  en fonction de  $K_{A1}$  et  $K_{A2}$  :

$$K = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [CH_3COOH]_{eq}}{[HCOOH]_{eq} \cdot [CH_3COO^-]_{eq}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{eq}}{[H_3O^+]_{eq}}$$

$$K = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \cdot \frac{1}{\frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}} \Rightarrow K = \frac{K_{A2}}{K_{A1}}$$

$$K = \frac{10^{-pK_{A2}}}{10^{-pK_{A1}}} = 10^{-pK_{A2}} \cdot 10^{pK_{A1}} \Rightarrow K = 10^{pK_{A1} - pK_{A2}}$$

A.N :

$$K = 10^{4,8 - 3,8} \Rightarrow K = 10$$

### 3- Calcul de $Q_{r,i}$ :

$$Q_{r,i} = \frac{[\text{HCOO}^-]_i \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]_i}{[\text{HCOOH}]_i \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]_i} = \frac{\frac{C_4}{V_T} \cdot \frac{C_3}{V_T}}{\frac{C_1}{V_T} \cdot \frac{C_2}{V_T}} \Rightarrow Q_{r,i} = \frac{C_3 \cdot C_4}{C_1 \cdot C_2} \Rightarrow Q_{r,i} = \frac{0,1 \times 0,1}{0,1 \times 0,1} \Rightarrow Q_{r,i} = 1$$

Avec :

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

### 4- Le sens d'évolution spontanée de cette réaction :

$$\begin{cases} Q_{r,i} = 1 \\ K = 10 \end{cases} \Rightarrow Q_{r,i} < K$$

La réaction évolue spontanément dans le sens direct (sens de formation  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $\text{HCOO}^-$ ).

### 5- La valeur de pH quand $x_{\text{éq}} = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ :

Le tableau d'avancement :

L'équation de la réaction		$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$			
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)			
Etat initial	0	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	$C_4 \cdot V_4$	$C_3 \cdot V_3$
Etat intermédiaire	x	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - x$	$C_4 \cdot V_4 + x$	$C_3 \cdot V_3 + x$
Etat d'équilibre	$x_{\text{éq}}$	$C_1 \cdot V_1 - x_{\text{éq}}$	$C_2 \cdot V_2 - x_{\text{éq}}$	$C_4 \cdot V_4 + x_{\text{éq}}$	$C_3 \cdot V_3 + x_{\text{éq}}$

Tableau d'avancement :

$$[\text{HCOOH}]_{\text{éq}} = \frac{C_1 \cdot V_1 - x_{\text{éq}}}{V_T} ; [\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} = \frac{C_4 \cdot V_4 + x_{\text{éq}}}{V_T}$$

L'expression de pH par rapport au couple  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$  :

$$\text{pH} = \text{pK}_{A2} + \log \left( \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}} \right) \Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_{A2} + \log \left( \frac{\frac{C_4 \cdot V_4 + x_{\text{éq}}}{V_T}}{\frac{C_1 \cdot V_1 - x_{\text{éq}}}{V_T}} \right) \Rightarrow \text{pH} = \log \left( \frac{C_4 \cdot V_4 + x_{\text{éq}}}{C_1 \cdot V_1 - x_{\text{éq}}} \right)$$

A.N :

$$\text{pH} = 3,8 + \log \left( \frac{0,1 \times 100 \times 10^{-3} + 5,39 \cdot 10^{-3}}{0,1 \times 100 \times 10^{-3} - 5,39 \cdot 10^{-3}} \right) \Rightarrow \text{pH} = 4,27$$

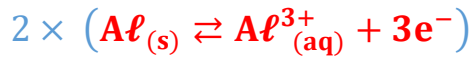
## Partie 2 – Etude de la pile aluminium-zinc

### 1- Le schéma conventionnel de la pile :

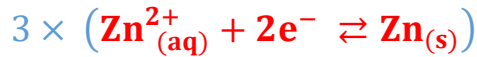


## 2- Les équations aux électrodes et l'équation bilan :

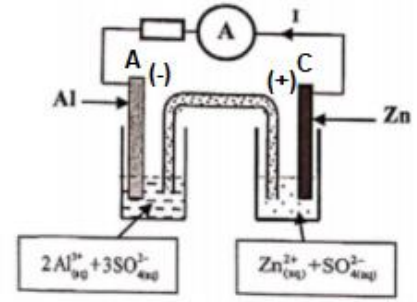
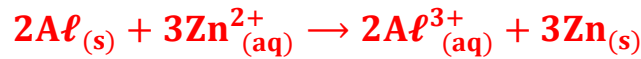
- Au niveau de l'anode se produit l'oxydation de  $Al$  :



- Au niveau de la cathode se produit la réduction de  $Zn^{2+}$  :



- L'équation bilan :



## 3- La valeur de $[Zn^{2+}]$ :

Tableau de variation :

Equation de la réaction		$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons Zn_{(s)}$			Quantité d'électrons
Etat du système	Avancement	Quantités de matière en (mol)			
Etat initial	$x = 0$	$[Zn^{2+}]_i \cdot V_2$	--	En excès	$n(e^{-}) = 0$
Après la durée $\Delta t$	$x$	$[Zn^{2+}]_i \cdot V_2 - x$	--		$n(e^{-}) = 2x$

D'après le tableau d'avancement :

$$n(e^{-}) = 2x$$

$$\begin{cases} Q = n(e^{-}) \cdot F \\ Q = I \cdot \Delta t \end{cases} \Rightarrow n(e^{-}) \cdot F = I \cdot \Delta t \Rightarrow 2x = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \Rightarrow x = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$$

$$[Zn^{2+}] = \frac{[Zn^{2+}]_i \cdot V_2 - x}{V_2} \Rightarrow [Zn^{2+}] = [Zn^{2+}]_i - \frac{x}{V_2} \Rightarrow [Zn^{2+}] = [Zn^{2+}]_i - \frac{I \cdot \Delta t}{2F \cdot V_2}$$

A.N :

$$[Zn^{2+}] = 10^{-1} - \frac{0,2 \times 30 \times 60}{2 \times 96500 \times 0,15} \Rightarrow [Zn^{2+}] = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

## Exercice 2 (2,75 points)

### Les ultrasonores au service de la médecine

1-L'affirmation juste :

1-1- A

1-2- B

2-1-Explication de  $t_2 > t_1$  :

On a :  $v = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$  on remarque plus que la distance  $d$  parcourue augmente plus que la durée  $t$  est grande.

L'onde parcourt la distance  $2d_1$  pendant la durée  $t_1$  et la distance  $2(d_1 + d_2)$  pendant  $t_2$ .

$$2(d_1 + d_2) > 2d_1 \Rightarrow t_2 > t_1$$

2-2- Expression de  $d_1$  en fonction de  $t_1$  et  $v$  :

L'onde parcourt la distance  $2d_1$  pendant la durée  $t_1$  à la vitesse de propagation  $v$  tel que :

$$v = \frac{2d_1}{t_1} \Rightarrow 2d_1 = v \cdot t_1 \quad (1) \Rightarrow d_1 = \frac{v \cdot t_1}{2}$$

2-3-L'épaisseur  $d_2$  du fœtus :

L'onde parcourt la distance  $2(d_1 + d_2)$  pendant la durée  $t_2$  à la vitesse de propagation  $v$  tel que :

$$v = \frac{2(d_1 + d_2)}{t_2} \Rightarrow 2(d_1 + d_2) = v \cdot t_2 \quad (2)$$

$$(2) - (1) \Rightarrow 2(d_1 + d_2) - 2d_1 = v \cdot t_2 - v \cdot t_1 \Rightarrow 2d_2 = v(t_2 - t_1)$$

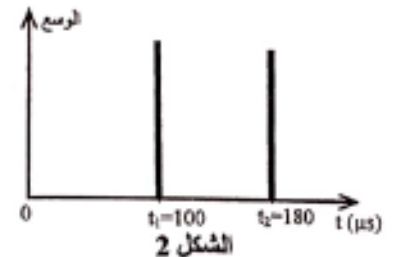
$$d_2 = \frac{v(t_2 - t_1)}{2}$$

Graphiquement :

$$t_1 = 100 \mu s \text{ et } t_2 = 180 \mu s$$

A.N :

$$d_2 = \frac{1540 \times (180 \cdot 10^{-6} - 100 \cdot 10^{-6})}{2} \Rightarrow d_2 = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



### Exercice 3 (2,5 points)

## Désintégration de l'uranium 234

1- La composition du noyau  $^{235}_{92}\text{U}$  :

Le noyau  $^{235}_{92}\text{U}$  se compose de :

$$\begin{cases} Z = 92 \text{ protons} \\ N = A - Z = 234 - 92 = 142 \text{ neutrons} \end{cases}$$

2-Calcul de  $E_\ell$  :

$$E_\ell = \Delta m \cdot c^2 = [Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m(^{234}_{92}\text{U})] \cdot c^2$$

$$E_\ell = [92 \times 1,00728 + 142 \times 1,00866 - 234,04095] \text{ u} \cdot c^2$$

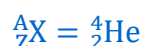
$$E_\ell = 1,858 \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 \Rightarrow E_\ell = 1731,22 \text{ MeV}$$

3-L'équation de désintégration de  $^{235}_{92}\text{U}$  et le type de désintégration :



Lois de Soddy :

$$\begin{cases} 234 = 230 + A \\ 92 = 90 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 234 - 230 \\ Z = 92 - 90 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4 \\ Z = 2 \end{cases}$$





La particule émise est le noyau d'hélium  ${}_2^4\text{He}$  le type de désintégration est  $\alpha$ .

4-1-L'expression de  $N({}_{92}^{234}\text{U})$  en fonction de  $N_0$  et  $\lambda$  :

Loi de décroissance radioactive :

$$N({}_{92}^{234}\text{U}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$N_0$  : Nombre du noyau  ${}_{92}^{234}\text{U}$  à  $t = 0$  ;

$N({}_{92}^{234}\text{U})$  : Nombre du noyau  ${}_{92}^{234}\text{U}$  restant à l'instant  $t$  ;

$\lambda$  : La constante radioactive.

$$N_0 = N({}_{92}^{234}\text{U}) + N({}_{90}^{230}\text{Th})$$

$N({}_{90}^{230}\text{Th})$  : Nombre du noyau formés à l'instant  $t$ .

$$N({}_{90}^{230}\text{Th}) = N_0 - N({}_{92}^{234}\text{U}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} - N_0 \Rightarrow N({}_{90}^{230}\text{Th}) = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

4-2- L'expression de  $r$  à l'instant  $t$  :

$$r = \frac{N({}_{90}^{230}\text{Th})}{N({}_{92}^{234}\text{U})}$$

$$r = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t})}{N_0 \cdot e^{-\lambda t}} = \frac{1 - e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot e^{\lambda t} = e^{\lambda t} - e^{-\lambda t} \cdot e^{\lambda t}$$

$$r = e^{\lambda t} - 1$$

4-3- La valeur de  $r_1$  à l'instant  $t_1$  :

à  $t_1$  on a :

$$r_1 = e^{\lambda t_1} - 1$$

A.N :

$$r_1 = e^{2,823 \cdot 10^{-6} \times 2 \cdot 10^5} - 1 \Rightarrow r_1 = 0,75$$

#### Exercice 4 : (5,25 points)

### 1- Charge du condensateur

1.1- Montrons l'expression de  $u_C(t)$  :

On a :

$$Q = C \cdot u_C \Rightarrow u_C = \frac{Q}{C}$$

L'expression de l'intensité du courant du générateur idéal de courant :  $I_0 = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = I_0 \cdot t$

$$\begin{cases} Q = C \cdot u_C \\ Q = I_0 \cdot t \end{cases} \Rightarrow C \cdot u_C = I_0 \cdot t \Rightarrow u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t$$

## 1.2- Vérification de la valeur de C :

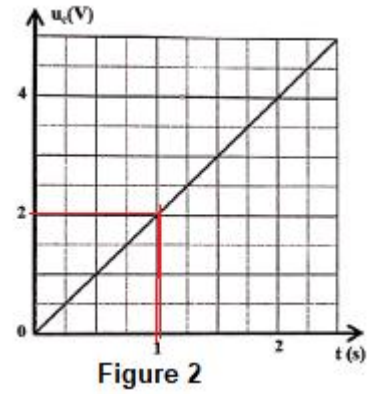
La courbe  $u_C = f(t)$  est une fonction linéaire son équation s'écrit :

$$u_C = K \cdot t$$

K : le coefficient directeur :  $K = \frac{\Delta u_C}{\Delta t} = \frac{2-0}{1-0} = 2 \text{ V/s}$

$$\begin{cases} u_C = K \cdot t \\ U_C = \frac{I_0}{C} \cdot t \Rightarrow \frac{I_0}{C} = K \Rightarrow C = \frac{I_0}{K} \end{cases}$$

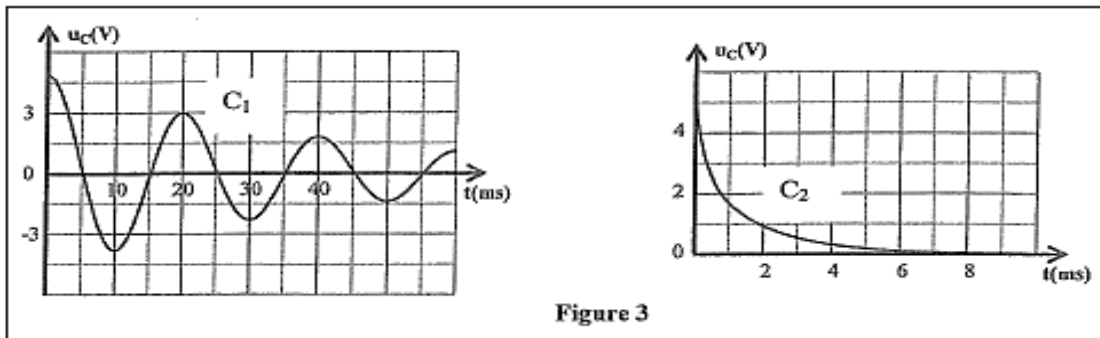
$$C = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{2} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow C = 50 \mu\text{F}$$



## 2- Décharge du condensateur :

### 2.1- Le remplissage du tableau :

Résistance du condensateur ohmique en ( $\Omega$ )	$R_1 = 0$	$R_2 = 390$
Courbe obtenue	$C_1$	$C_2$
Régime des oscillations correspondant	pseudopériodique	apériodique



### 2.2- L'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ :

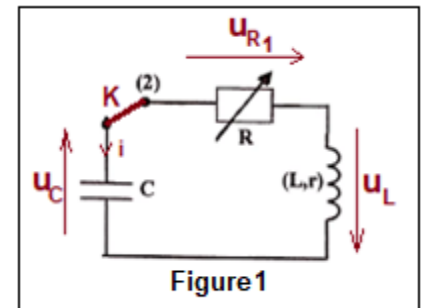
Loi d'additivité des tensions :

$$u_L + u_C + u_{R1} = 0$$

$$L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + \underbrace{R_1}_{=0} \cdot i + u_C = 0 \xrightarrow{R_1=0} L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + u_C = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \cdot u_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left( C \cdot \frac{du_C}{dt} \right) = C \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2}$$

$$L \cdot C \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2} + r \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{r}{L} \cdot \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{L \cdot C} u_C = 0$$

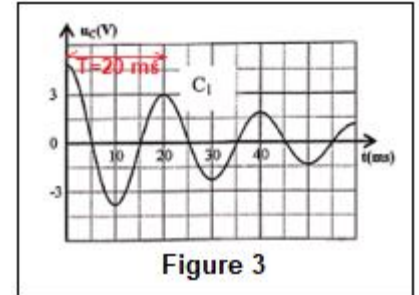


### 2.3-Montrons que $L = 0,2 \text{ H}$ :

$$T = 2\pi\sqrt{L.C} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 L.C \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$$

On a :  $T = T_0$  Graphiquement on trouve :  $T = 20 \text{ ms}$

$$L = \frac{(20 \cdot 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 50 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow L = 0,2 \text{ H}$$



## 3- Etude énergétique

### 3.1-Complétons le tableau :

On a :  $E_t(t) = E_e(t) + E_m(t)$

A  $t=0$  d'après  $C_3$  on a :  $E_e(t=0) = 0,64 \text{ mJ}$  et d'après  $C_4$  , on a :  $E_m(t=0) = 0$

$$E_t(t=0) = E_e(t=0) + E_m(t=0) = 0,64 \text{ mJ}$$

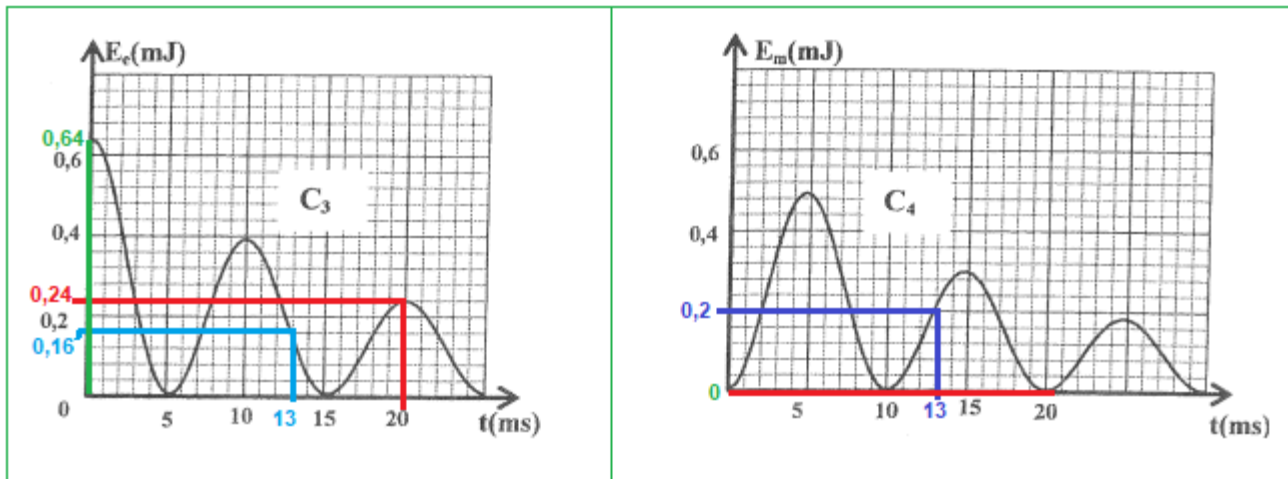


Figure 4

$t(\text{ms})$	0	13	20
$E_t(\text{mJ}) = E_e + E_m$	$0,64 + 0 = 0,64$	$0,16 + 0,20 = 0,36$	$0,24 + 0 = 0,24$

### 3.2- La cause de la variation de $E_t$ :

L'énergie totale diminue successivement au cours du temps à cause de l'effet Joule (la résistance interne  $r$  de la bobine).

### 3.3- L'intensité du courant $i_1$ à $t_1 = 13 \text{ ms}$ :

$$E_{m1} = \frac{1}{2} L \cdot i_1^2 \Rightarrow i_1^2 = \frac{2E_{m1}}{L} \Rightarrow i_1 = \sqrt{\frac{2E_{m1}}{L}}$$



$$A. t_1 = 13 \text{ ms}, \text{ on a } E_{m1} = 0,2 \text{ mJ} \quad A. N : \quad i_1 = \sqrt{\frac{2 \times 0,2 \cdot 10^{-3}}{0,2}} \Rightarrow i_1 = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

## 4- Réception d'une onde électromagnétique

### 4.1- Le rôle de la partie 1 :

Sélection de l'onde émise par la station radio.

### 4.2- La valeur de $C_0$ pour capter l'onde de fréquence $f = 180 \text{ kHz}$ :

Pour que la partie 1 capte l'onde de fréquence  $f = 180 \text{ kHz}$ , il faut que la fréquence propre  $N_0$  du circuit LC soit égale à  $f$  :

$$N_0 = f$$

$$N_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0 \cdot C_0}}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 L_0 \cdot C_0} \Rightarrow C_0 = \frac{1}{4\pi^2 L_0 \cdot f^2}$$

$$A. N : \quad C_0 = \frac{1}{4 \times 10 \times 100 \cdot 0^{-3} \times (180 \cdot 10^3)^2} = 7,72 \cdot 10^{-12} \text{ F} \Rightarrow C_0 = 7,72 \text{ pF}$$

## Exercice 5 (2,5 points)

### Etude du mouvement d'un solide sur un plan horizontal

#### 1-Le solide S est en mouvement sur la partie OA

##### 1.1- L'équation différentielle vérifiée par $x(t)$ :

- Le système étudié : {la solide S}
- Bilan des forces :

$\vec{P}$  : Poids du solide ;

$\vec{F}$  : Action de la force motrice ;

$\vec{R}$  : Action du plan horizontal ( $\pi$ ).

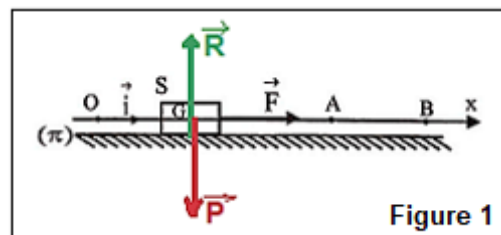


Figure 1

- Application de la deuxième loi de Newton dans un référentiel terrestre supposé galiléen :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$$

- La projection sur l'axe Ox :

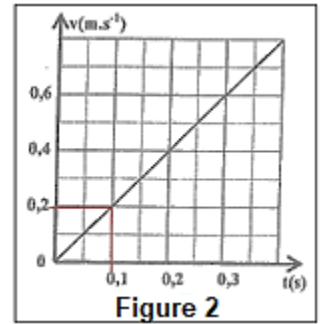
$$P_x + F_x + R_x = m \cdot a_x \Rightarrow 0 + F + 0 = m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F}{m}$$

## 1.2- Vérification de la valeur de $a_G$ :

La courbe  $v = f(t)$  de la figure 2 est une fonction linéaire son équation s'écrit :  $v = K \cdot t$

$K$  est le coefficient directeur :  $K = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,2-0}{0,1-0} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$a_G = \frac{dv}{dt} = K \Rightarrow \mathbf{a_G = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$



## 1.3- L'intensité de $\vec{F}$ :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m} \Rightarrow a_G = \frac{F}{m} \Rightarrow \mathbf{F = m \cdot a_G}$$

A.N :  $F = 2 \times 2 \Rightarrow \mathbf{F = 4 \text{ N}}$

## 1.4- L'équation horaire du mouvement :

$$a_G = \frac{dv}{dt} \xrightarrow{\text{integration}} v = a_G \cdot t + v_0$$

D'après les conditions initiales :  $v_0 = 0$  donc :  $v = a_G \cdot t$

$$v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = a_G \cdot t \xrightarrow{\text{integration}} x(t) = \frac{1}{2} a_G \cdot t^2 + x_0$$

D'après les conditions initiales :  $x_0 = 0$  donc :  $x(t) = \frac{1}{2} a_G \cdot t^2$

$$x(t) = \frac{1}{2} \times 2 \cdot t^2 \Rightarrow \mathbf{x(t) = t^2} \xrightarrow{\text{tel que:}} x(\text{m}) \text{ et } t(\text{s})$$

## 2-Mouvement de S sur la partie AB :

### 2.1- Le mouvement est rectiligne uniforme :

On a :  $a_G = \frac{F}{m}$  avec  $F = 0 \Leftrightarrow a_G = 0$

$$a_G = \frac{dv}{dt} = 0 \Leftrightarrow v = \text{cte}$$

La trajectoire est rectiligne est la vitesse de  $G$  est constante, donc  $G$  a un mouvement rectiligne uniforme sur AB.

### 2.2- La vitesse $v$ de $G$ sur AB :

Le mouvement de S est rectiligne uniformément varié sur OA, son équation horaire au point A s'écrit :

$$\begin{cases} x_A = t_A^2 \\ v_A = a_G \cdot t_A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_A = \sqrt{x_A} \\ v_A = a_G \cdot t_A \end{cases} \Rightarrow \mathbf{v_A = a_G \cdot \sqrt{x_A}}$$

A.N :  $OA = x_A - x_0 = x_A = 2,25 \text{ m}$  et  $a_G = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$v_A = 2\sqrt{2,25} \Rightarrow \mathbf{v_A = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$