

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

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 CH_3COONa . 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 HCOOH .

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°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 CH_3COO^- avec l'eau.
- 0,5 2. Calculer la concentration effective des ions hydroxyde HO^- dans la solution S.
- 0,5 3. Calculer le taux d'avancement final τ de la réaction. Que peut-on déduire ?
- 0,5 4. Trouver, à l'équilibre, l'expression du quotient de la réaction $Q_{r,\text{éq}}$ associé à cette réaction en fonction de C et τ . Calculer sa valeur.
- 0,5 5. Vérifier que le 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 HCOOH et la base CH_3COO^- .
- 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 : $x_{\text{eq}} = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, 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 $2\text{Al}_{(\text{aq})}^{3+} + 3\text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ de volume $V_1 = 0,15 \text{ L}$ et de concentration effective initiale en

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

- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de zinc $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ de volume $V_2 = 0,15 \text{ L}$ et de concentration effective initiale en ions Zn^{2+} : $[\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_i = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;

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

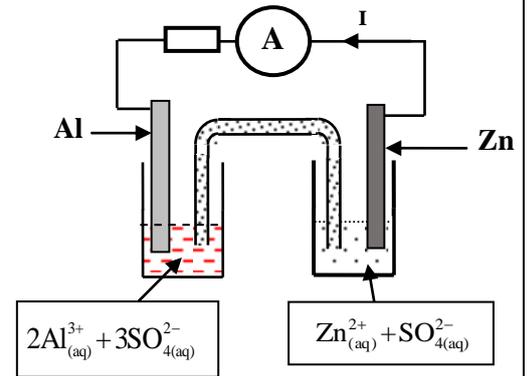


Figure 1

- 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 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.

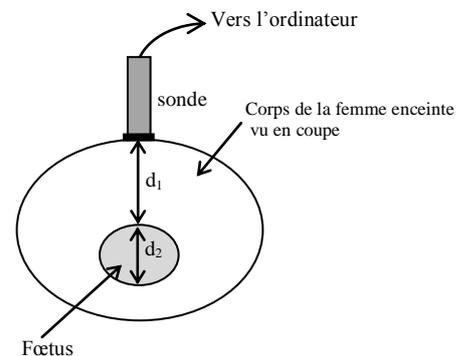


Figure 1

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:

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

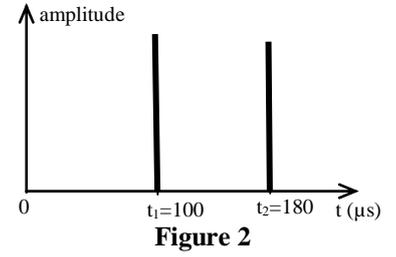
0,5 1.1. Une onde ultrasonore peut se propager :

- 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($^{230}_{90}\text{Th}$) se trouvant dans les roches marines résulte de la désintégration spontanée de l'uranium 234($^{234}_{92}\text{U}$). 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_ℓ 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 λ 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 $t_1 = 2 \cdot 10^5$ ans.

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).

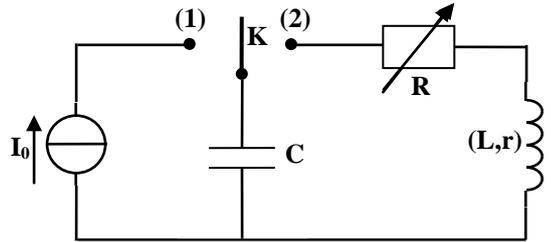


Figure 1

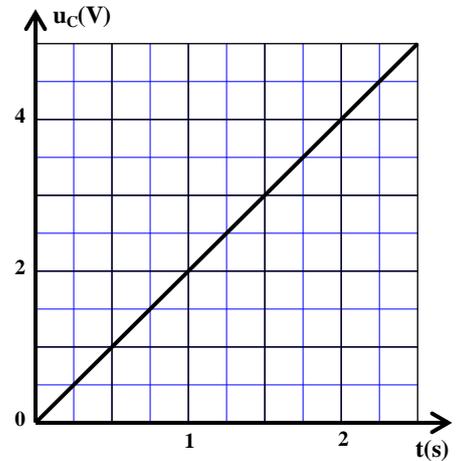


Figure 2

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).

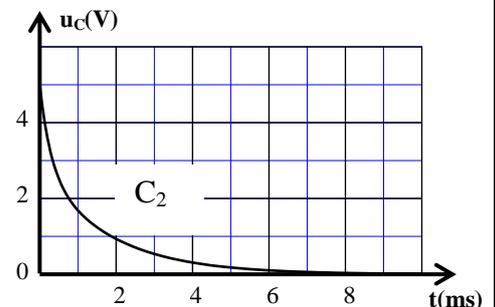
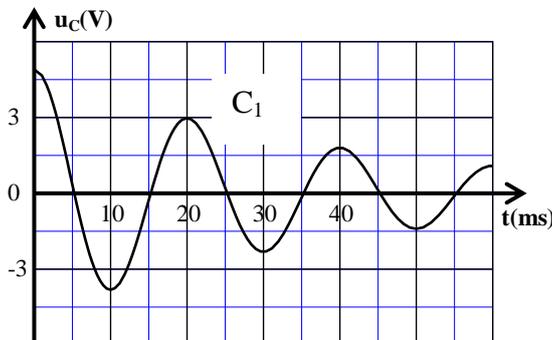


Figure 3

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

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

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

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).

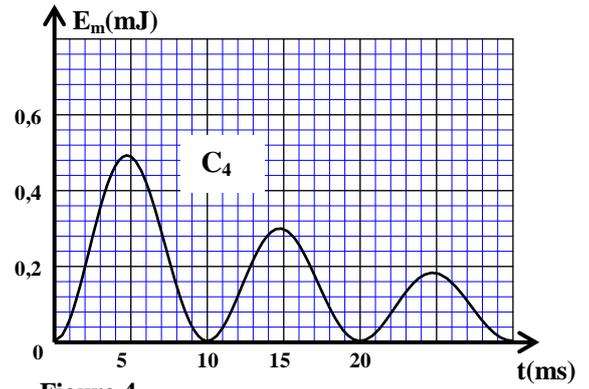
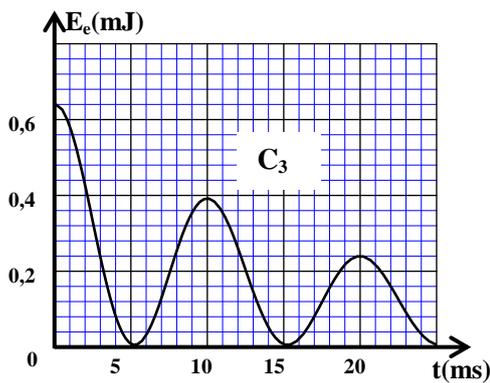


Figure 4

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.

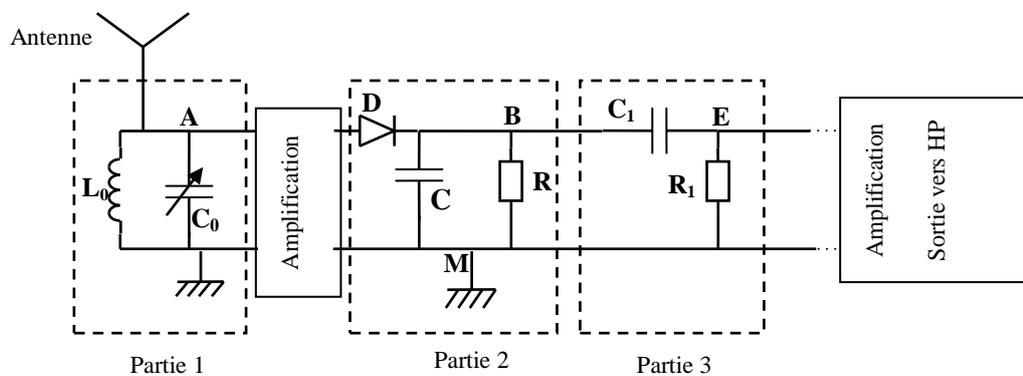


Figure 5

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 $\pi^2 = 10$).

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 (π).

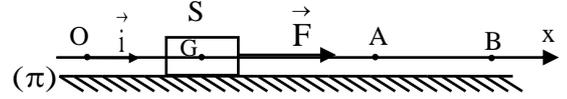


Figure 1

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).

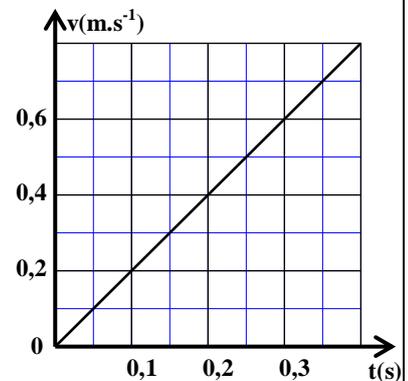


Figure 2

0,5 1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que

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

0,25 1.2. En exploitant le graphe de la figure 2, vérifier que l'accélération du mouvement de G est $a_G = 2 \text{ m.s}^{-2}$.

0,5 1.3. En déduire l'intensité de \vec{F} .

0,25 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.

0,5 2.1. Montrer que le mouvement de G sur la partie AB est rectiligne uniforme.

0,5 2.2. Trouver alors la vitesse V de G sur la partie AB.



/

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 CH_3COO^- 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 : $[\text{HO}^-] = 10^{-14} \times 10^{7,9} \Rightarrow [\text{HO}^-] = 7,94 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3- Le taux d'avancement final τ :

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	$x_{\text{éq}}$	C.V - $x_{\text{éq}}$	en excès		$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

L'eau est utilisée en excès le réactif CH_3COO^- est limitant : $C \cdot V - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = C \cdot V$

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

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

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 $Q_{r,éq}$:

$$Q_{r,éq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq} \cdot [\text{HO}^-]_{éq}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq}}$$

D'après le tableau d'avancement :

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq} = [\text{HO}^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq} = \frac{C \cdot V - x_{éq}}{V} = C - \frac{x_{éq}}{V} = C - [\text{HO}^-]_{éq}$$

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

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

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

A.N :

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

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

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

$$Q_{r,éq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq} \cdot [\text{HO}^-]_{éq}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq}} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{éq} \cdot [\text{HO}^-]_{éq}}{\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq}}}$$

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

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} :

$$K = \frac{[\text{HCOO}^-]_{éq} \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq}}{[\text{HCOOH}]_{éq} \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq}} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}$$

$$K = \frac{[\text{HCOO}^-]_{éq} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}{[\text{HCOOH}]_{éq}} \cdot \frac{1}{\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{éq} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{éq}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{éq}}} \Rightarrow K = \frac{K_{A2}}{K_{A1}}$$

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

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 CH_3COOH et HCOO^-).

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

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

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 :

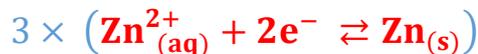


2- Les équations aux électrodes et l'équation bilan :

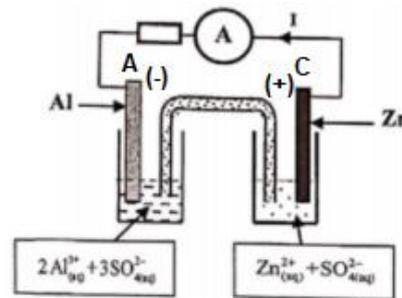
- ❖ Au niveau de l'anode se produit l'oxydation de Al :



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



- ❖ L'équation bilan :



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

Tableau de variation :

Equation de la réaction		$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(s)}$		Quantité d'électrons
Etat du système	Avancement	Quantités de matière en (mol)		
Etat initial	$x = 0$	$[\text{Zn}^{2+}]_i \cdot V_2$	--	En excès $n(e^-) = 0$
Après la durée Δt	x	$[\text{Zn}^{2+}]_i \cdot V_2 - x$	--	En excès $n(e^-) = 2x$

D'après le tableau d'avancement :

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

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

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

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

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 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 :

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

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

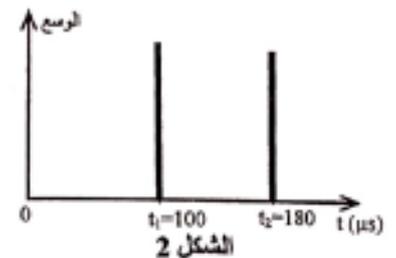
$$d_2 = \frac{v(t_2 - t_1)}{2}$$

Graphiquement :

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

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_ℓ :

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

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

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

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



Lois de Soddy :

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





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

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

Loi de décroissance radioactive :

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

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

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

λ : La constante radioactive.

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

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

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

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

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

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

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

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 :

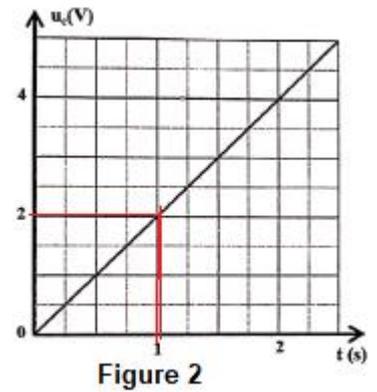
La courbe $u_C = f(t)$ est une fonction linéaire son équation s'écrit :

$$u_C = K \cdot t$$

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

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

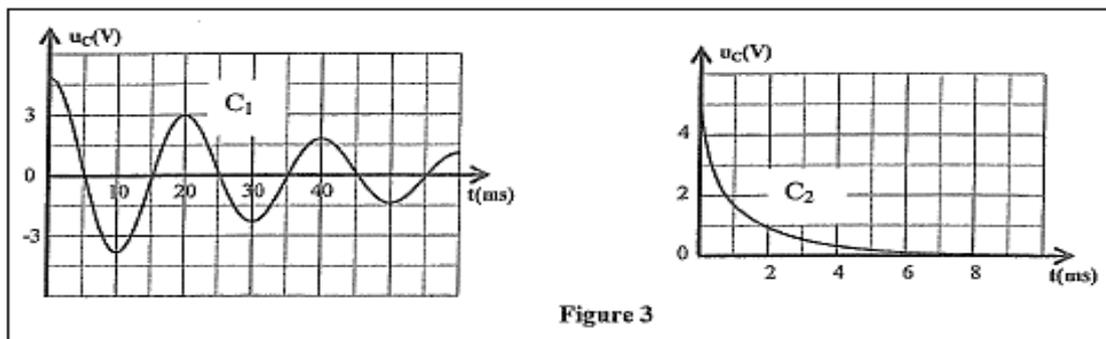
$$C = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{2} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow C = 50 \mu\text{F}$$



2- Décharge du condensateur :

2.1- Le remplissage du tableau :

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



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

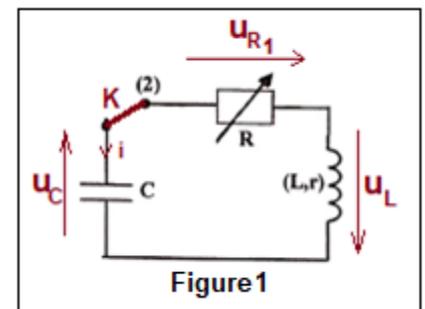
Loi d'additivité des tensions :

$$u_L + u_C + u_{R_1} = 0$$

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

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

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

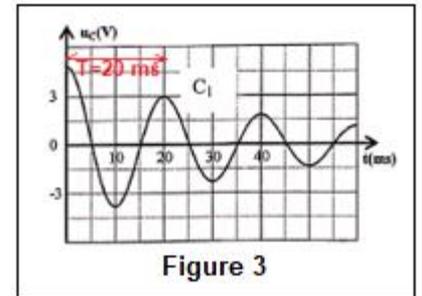


2.3-Montrons que $L = 0,2 \text{ H}$:

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

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 : $E_m(t=0) = 0$

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

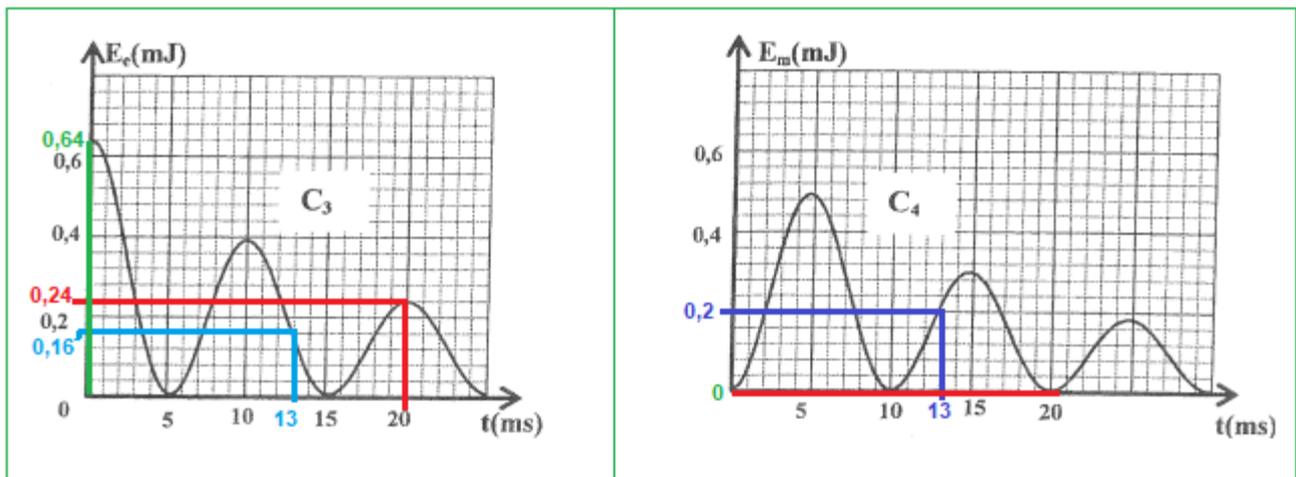


Figure 4

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

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

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 (π).

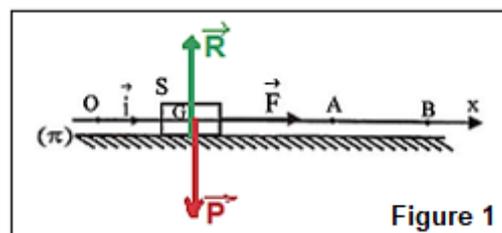


Figure 1

- 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 :

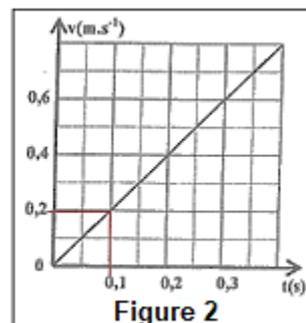
$$P_x + F_x + R_x = m \cdot a_x \Rightarrow 0 + F + 0 = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$$

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

$$a_G = \frac{d v}{d t} = K \Rightarrow \mathbf{a_G = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$



1.3- L'intensité de \vec{F} :

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

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

1.4- L'équation horaire du mouvement :

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

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

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

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 $F = 0 \Leftrightarrow a_G = 0$

$$a_G = \frac{d v}{d t} = 0 \Leftrightarrow v = \text{cte}$$

La trajectoire est rectiligne et 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 $a_G = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

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