REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ◈⊙◈ **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION DE JUIN **2014**	Epreuve **:SCIENCES PHYSIQUES** Durée : 3 H Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	**Session principale**

Le sujet comporte 05 pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5. La page 5/5 est à rendre avec la copie.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (5 points)

Données :

* Toutes les expériences sont faites à la même température supposée constante et égale à **25°C**, température à laquelle $pK_e = 14$.
* On néglige dans tout ce qui suit les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.
* Une monobase **B** est considérée faiblement ionisée dans l'eau, si le taux d'avancement final τ_f de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à 5.10^{-2}.

Partie I

Pour préparer trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire $C_0 = 10^{-1} mol.L^{-1}$, on dissout respectivement trois monobases B_1, B_2 et B_3 dans l'eau pure. Les résultats de la mesure du **pH** de chacune des solutions préparées sont consignés dans le tableau ci-contre.

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
pH	11,4	11,1	13,0

1) Montrer que B_1 et B_2 sont deux bases faibles alors que B_3 est une base forte.

2) La mesure du **pH** au cours de la dilution de (S_1) pour des valeurs de la concentration **C** allant de $10^{-2} mol.L^{-1}$ à $10^{-1} mol.L^{-1}$, a permis de tracer la courbe $\mathscr{C}_1$ de la **figure 1**.

a – En utilisant l'expression de τ_f, que l'on établira, vérifier que la base B_1 est faiblement ionisée dans l'eau.

b – En précisant les approximations utilisées, établir la relation qui lie **pH** à **logC** et montrer qu'elle s'écrit sous la forme **pH = b + a log C**.
Identifier **a** et **b**.

c – Calculer la valeur de pKa_1 du couple B_1H^+/B_1.

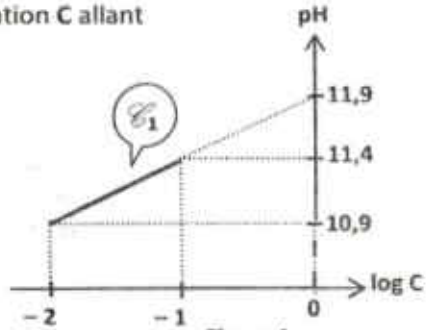

Figure 1

Partie II

A un même volume $V_{B2} = 10$ **mL** de (S_2) et $V_{B3} = 10$ **mL** de (S_3), on ajoute progressivement et séparément une solution d'acide nitrique HNO_3 (acide fort) de concentration molaire C_A. La mesure du **pH**, après chaque ajout d'un volume V_A de la solution acide, a permis de tracer dans chaque cas, la courbe **pH = f(V_A)**.

Les courbes $\mathscr{C}_2$ et $\mathscr{C}_3$ obtenues sont représentées sur la **figure2**.

1) a – Identifier la courbe $\mathscr{C}_3$ qui correspond à l'évolution du **pH** du mélange réactionnel entre (S_3) et la solution d'acide nitrique.

b – Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C_A.

2) a – En exploitant la courbe $\mathscr{C}_2$, déterminer la valeur de pKa_2 du couple B_2H^+/B_2 et vérifier que B_2 est une base plus faible que B_1.

b – Ecrire l'équation de la réaction entre B_2 et l'acide nitrique.
Montrer que cette réaction est pratiquement totale.

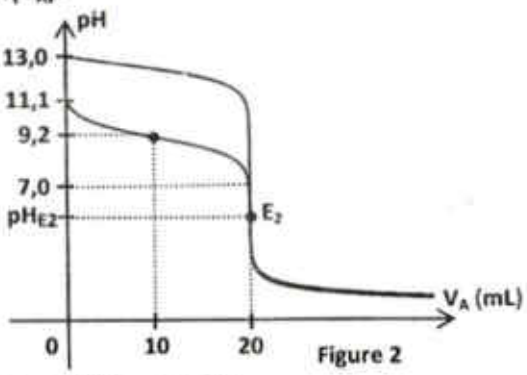

Figure 2

3) a – Montrer, sans faire de calcul, que la solution obtenue à l'équivalence au point E_2 est acide.

b – Calculer pH_{E2} du mélange obtenu à l'équivalence sachant que le pH dans ces conditions s'écrit :

$pH = \frac{1}{2}(pK_{a2} - \log C)$; où **C** est la concentration de l'acide B_2H^+ à l'équivalence.

Exercice 2 (4 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et égal à **0,1 L** et qu'aucune des deux électrodes ne disparait durant le fonctionnement de la pile.

On réalise à **25°C**, une pile (**P**) symbolisée par : **Cd | Cd^{2+} (C_1) || Fe^{2+} (C_2) | Fe**.

Partie I

1) Ecrire l'équation chimique associée à la pile (**P**).

2) Donner l'expression de la force électromotrice **E** de (**P**) en fonction da sa force éiectromotrice standard **E°** et des concentrations C_1 et C_2.

3) Un voltmètre, branché aux bornes de (**P**), permet de mesurer **E** pour différentes valeurs de C_1 et de C_2.

Pour $C_1 = 10\ C_2$, on trouve **E = – 0,07V**. Déterminer:

a – la force électromotrice standard **E°** de la pile (**P**);

b – le potentiel standard d'électrode du couple Cd^{2+}/ Cd, sachant que celui du couple Fe^{2+} / Fe est E^0 (Fe^{2+}/ Fe) = – 0,44V, puis comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu ;

c – la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée à la pile.

Partie II

On réalise maintenant un circuit électrique comportant la pile (**P**), un ampèremètre, un résistor et un interrupteur associés tous en série. Les concentrations molaires initiales en ions Cd^{2+} et Fe^{2+} dans les solutions utilisées dans (**P**) sont respectivement $C_{01} = 10^{-1}$ mol.L^{-1} et C_{02}.

A la fermeture du circuit, on constate qu'un courant électrique circule dans le circuit extérieur de la lame de cadmium vers la lame de fer.

1) a – Préciser, en justifiant la réponse, la borne négative de la pile.

b – Ecrire les équations des transformations chimiques qui se produisent au niveau de chacune des électrodes de la pile. En déduire l'équation de la réaction spontanée.

2) Après un certain temps de fonctionnement, la pile ne débite plus de courant. La concentration en ions Cd^{2+} est C_1' et celle en ions Fe^{2+} est C_2'. Sachant que l'avancement final est $x_f = 9.10^{-3}$ mol :

a – calculer les concentrations C_1' et C_2' et en déduire C_{02} ;

b – calculer la fem initiale E_i de la pile à la fermeture du circuit ;

c – prévoir, en le justifiant, le signe de la force électromotrice **E** de la pile si on provoque une perturbation dans le compartiment contenant la lame de fer dans les deux cas suivants :

* la dissolution de quelques cristaux d'un sel de **fer II** ;
* l'ajout de quelques gouttes d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (**NaOH**).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

PARTIE I :

On dispose d'un circuit électrique série constitué par :

– un résistor de résistance $R_0 = 50\Omega$;

– une bobine (**B**) d'inductance **L** et de résistance **r** ;

– un condensateur de capacité **C = 2,1µF** complètement chargé au préalable à l'aide d'un générateur supposé idéal de force électromotrice **E = 6V**.

On réalise une expérience qui permet d'enregistrer séparément l'évolution temporelle des tensions suivantes :

u_{R_0} aux bornes du résistor, u_B aux bornes de la bobine et u_C aux bornes du condensateur.

On obtient les courbes $\mathscr{C}_1$, $\mathscr{C}_2$ et $\mathscr{C}_3$ de la **figure 3** ci-dessous :

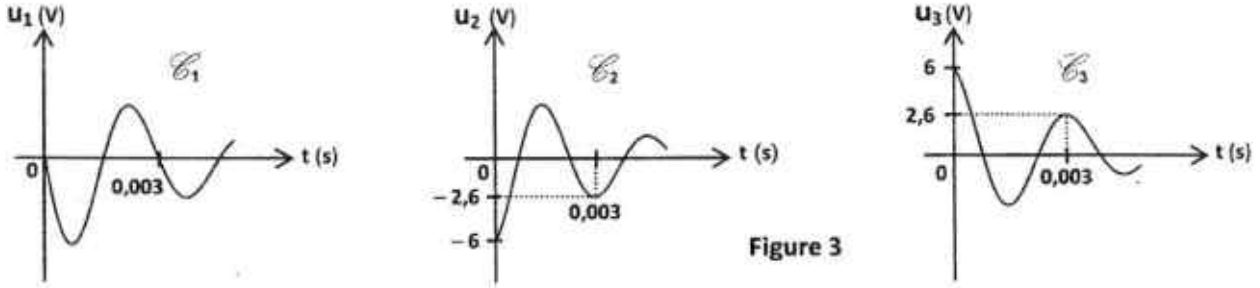

Figure 3

1) a – Justifier que la courbe $\mathscr{C}_3$ représente la tension $u_C(t)$.

b – Attribuer, en le justifiant, chacune des deux courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$, à la tension **u(t)** qu'elle représente.

2) Calculer la variation **ΔE** de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les deux instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0{,}003s$. Donner la cause de cette variation.

Partie II

Dans le but de déterminer la valeur de la résistance **r** de la bobine (**B**) et celle de son inductance **L**, on insère en série dans le circuit précédent :

– un générateur de basses fréquences (**GBF**) délivrant une tension alternative sinusoïdale

$u(t) = U\sqrt{2}\sin\left(2\pi N t + \frac{\pi}{4}\right)$, de valeur efficace **U** constante et de fréquence **N** réglable ;

– un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable.

Pour une valeur $N_1 = 377{,}4$ **Hz** de la fréquence, l'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est: $i_1(t) = I_1\sqrt{2}\sin(2\pi N_1 t)$; où I_1 est l'intensité efficace du courant électrique. Deux voltmètres (V_1) et (V_2) sont branchés respectivement aux bornes du résistor de résistance R_0 et aux bornes de l'ensemble (bobine, condensateur)(**Figure 4**).

Les deux voltmètres (V_1) et (V_2) donnent respectivement les valeurs $U_1 = 2{,}50$ **V** et $U_2 = 3{,}05$ **V**.

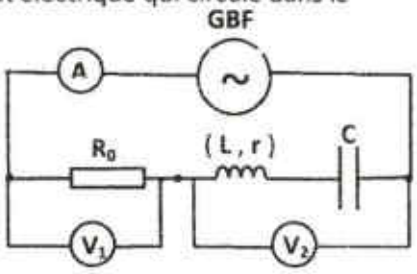

Figure 4

1) a – Déterminer la valeur de l'intensité I_1.

b – Préciser, en le justifiant, la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).

2) La **figure 7** de la **page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec la copie)**, représente la construction de Fresnel inachevée et associée au circuit étudié à la fréquence N_1.

a – Compléter la construction de Fresnel à l'échelle : **2 cm** pour $\sqrt{2}$ **V**. On désignera par :

- $\overrightarrow{OA}$ le vecteur associé à la tension $u_{R_0}(t)$;
- $\overrightarrow{AB}$ le vecteur associé à la tension $u_{(B,C)}(t)$, (tension aux bornes de l'ensemble bobine et condensateur);
- $\overrightarrow{OB}$ le vecteur associé à la tension **u (t)**.

b – Déduire les valeurs de **U, r** et **L**.

3) On prendra dans la suite de l'exercice **r = 10 Ω**. On règle maintenant la fréquence **N** à une valeur N_2 de façon à avoir $U_1 = 5\,U_2$.

a – Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b – Montrer que dans ces conditions, on a : $\frac{U_c}{U} = \frac{1}{(R_0 + r)}\sqrt{\frac{L}{C}}$.

c – Déduire la nature du phénomène qui se produit aux bornes du condensateur. Ya-t-il risque de claquage du condensateur sachant que sa tension nominale est égale à **18V** ?

Exercice 2 (3,5 points)

En un point **O** de la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle **S** impose, à partir de **t = 0 s**, des oscillations sinusoïdales verticales d'amplitude **a = 2 mm** et de fréquence **N = 20 Hz**.

Le mouvement du point **O** obéit à la loi horaire : $y_O(t) = a\sin(2\pi N t + \varphi_0)$ pour $t \geq 0$ **s** ; où φ_0 est la phase à **t= 0 s**.

On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

1) Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau éclairée en lumière ordinaire.

2) On donne, sur la **figure 5**, le diagramme du mouvement d'un point M_1 de la surface libre de l'eau situé à la distance $1{,}25.10^{-2}$m de **O**. En exploitant la figure **5** :

a – déterminer l'équation horaire du mouvement du point M_1 et déduire celle de **O** ;

b – calculer la valeur de la célérité **v** de l'onde créée à la surface de l'eau ;

c – déduire la valeur de la longueur d'onde **λ**.

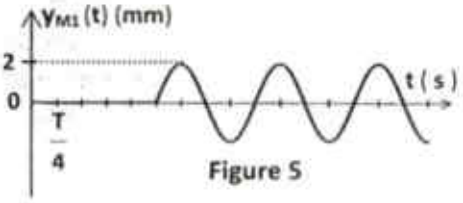

Figure 5

3) A l'instant t_1, l'aspect de la surface libre de l'eau est représenté par la **figure 6** ; où les cercles tracés en lignes continues représentent les crêtes et ceux tracés en lignes discontinues représentent les creux.

a – Montrer que $t_1 = 16{,}25.10^{-2}$s.

b – En justifiant la réponse, comparer les états vibratoires des points M_2 et M_3 de la surface de l'eau.

c – Déterminer les lieux géométriques des points **M** de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en quadrature avance de phase par rapport au point M_2.

d – Représenter l'ensemble de ces points sur la **figure 8** de la **page 5/5**.

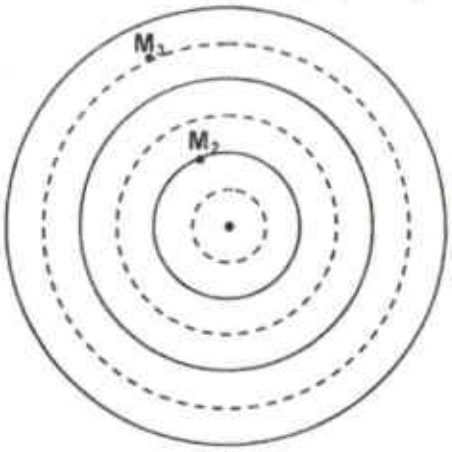

Figure 6

Exercice 3 (2,5 points) : Etude d'un document scientifique

Différents types de radioactivité

Les premiers rayonnements d'origine radioactive furent découverts par Henri Becquerel en 1896. L'année suivante Thomson montra que le rayonnement étudié était en réalité constitué d'électrons. Par la suite, d'autres rayonnements ont été découverts, chacun caractérisant un type de radioactivité. Tous découlent d'une instabilité du noyau, conséquence d'un excès relatif soit de neutrons, soit de protons, soit encore du nombre total de nucléons. Dans ce dernier cas, le noyau atomique peut se scinder spontanément en deux noyaux plus petits : c'est la fission nucléaire spontanée (à distinguer de la fission provoquée), ou revenir à un état stable par l'expulsion simultanée de **2 protons** et de **2 neutrons**, c'est-à-dire d'un noyau d'**hélium 4**. Cet élément est stable et se rencontre couramment dans la nature.

Dans le cas d'un excès de neutrons ou de protons, le noyau peut éjecter l'une de ces deux particules, mais ce phénomène est relativement rare. Il est beaucoup plus courant que la structure interne du noyau soit modifiée pour rétablir l'équilibre : un neutron est transformé en proton, ou un proton en neutron. Dans le premier cas, la transformation d'une particule neutre en particule chargée positivement est accompagnée de l'émission d'un électron chargé négativement. Dans le second cas, il s'agit d'un positon chargé positivement. Enfin, un autre rayonnement, appelé Gamma γ est observé quand le noyau formé est encore excité, c'est-à-dire quand la désintégration n'a pas permis l'évacuation de toute l'énergie excédentaire contenue dans le noyau instable.

D'après Mathieu Nowak dans le mensuel « la recherche n° 326 »

1) Préciser la signification des termes :

a – radioactivité ;

b – fission nucléaire spontanée.

2) Nommer le type de radioactivité conduisant à la formation d'un noyau d'hélium 4.

3) Relever du texte les transformations possibles qui peuvent avoir lieu dans un noyau possédant un excès de neutrons ou de protons, lors de son retour à un état stable.

4) Traduire la phrase du texte « Dans le premier cas, la transformation d'une particule neutre en particule chargée positivement est accompagnée de l'émission d'un électron chargé négativement » par une équation nucléaire et nommer le type de radioactivité mis en jeu.

Page à remplir et à remettre avec la copie

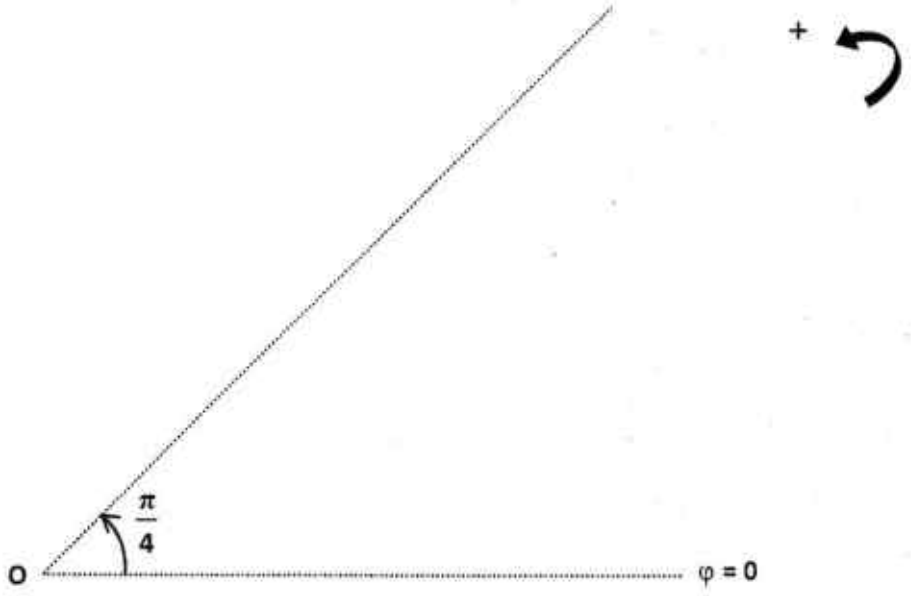

Figure 7

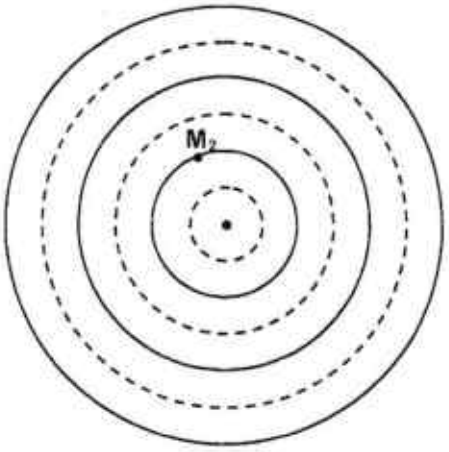

Figure 8