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

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1 / 4 à 4 / 4.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

On donne la classification électrochimique par pouvoir oxydant décroissant des formes oxydées de quelques couples redox :

Pouvoir oxydant décroissant de la forme oxydée →

Cu^{2+}/Cu Ni^{2+}/Ni Co^{2+}/Co Fe^{2+}/Fe **Couple**

Les potentiels standards d'électrode $E^0_{ox/red}$, des couples considérés à 25°C, sont consignés dans le tableau ci-contre.

$E^0_{ox/red}$ (V)	-0,28	0,34	-0,44	-0,26
Couple ox/red	.....	.....	.....	.....

1) **a-** Définir le potentiel standard d'électrode $E^0_{ox/red}$ d'un couple ox/red.
   b- Recopier puis compléter le tableau précédent. Justifier la réponse.
2) Dans les conditions standards, on réalise une pile (A), en associant la demi-pile normale à hydrogène, placée à gauche, avec la demi-pile constituée par le couple Fe^{2+}/Fe placée à droite.
   La mesure de la **fem** de la pile (A) donne **E = - 0,44 V**.
   a- Donner le symbole de la pile réalisée.
   b- A l'instant **t = 0**, on relie les bornes de cette pile à un résistor de résistance **R**. Préciser la polarité de la pile (A) et le sens du courant électrique qui circule dans le résistor.
3) On réalise une pile (B) symbolisée par : $Co|Co^{2+}(C_1)||\ Ni^{2+}\ (C_2 = 0,1\ mol.L^{-1})|Ni$.
   a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (B).
   b- Montrer que la **fem** standard de la pile (B) est : $E^0 = 0,02$ **V**. Déduire que l'expression de la **fem** de la pile (B) s'écrit : $E = -0,01 - 0,03 \log C_1$.
   c- Dans la pile (B), on fait varier maintenant la concentration C_1 sans modifier la concentration C_2.
   Les mesures de **E** fournissent les valeurs consignées dans le tableau ci-contre.

Pile	B_1	B_2	B_3
C_1 ($mol.L^{-1}$)	.....	.....	1,00
E (V)	0,02	0,00	.....

   c_1 - Reproduire et compléter le tableau. Justifier la réponse.
   c_2- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans la pile B_3 lorsqu'elle débite du courant. La comparer à celle qui se produit spontanément dans B_1 et justifier la réponse.

Exercice 2 (3 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on étudie expérimentalement l'évolution de la réaction entre les ions iodure I^- et les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ qui mène à la formation de diiode I_2 et des ions sulfate SO_4^{2-}. L'équation de la réaction qui se produit est : $S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \rightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-}$.

On dispose d'une solution (S_1) d'iodure de potassium **KI** de concentration $C_1 = 0,1\ mol.L^{-1}$ et d'une solution (S_2) de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration $C_2 = 5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$.

Quatre groupes d'élèves G_1, G_2, G_3 et G_4 réalisent séparément des expériences dans différentes conditions. Pour cela, chaque groupe mélange au même instant, pris comme origine du temps, un volume V_1 de (S_1) avec un volume V_2 de (S_2) et complète par de l'eau distillée pour obtenir un mélange de volume final **V = 100 mL**.

Le tableau ci-après récapitule les conditions dans lesquelles sont réalisées les quatre expériences.
Le suivi de l'évolution de l'avancement **x** de cette réaction au cours du temps, a permis aux groupes G_1, G_2 et G_3 d'obtenir les courbes de la **figure 1**.

Groupe	G_1	G_2	G_3	G_4
Volume de (S_1) en mL	20	10	20	20
Volume de (S_2) en mL	20	10	20	20
Volume d'eau ajouté en mL	60	80	60	60
Présence des ions Fe^{2+}	non	non	non	oui
Température en °C	20	20	60	20

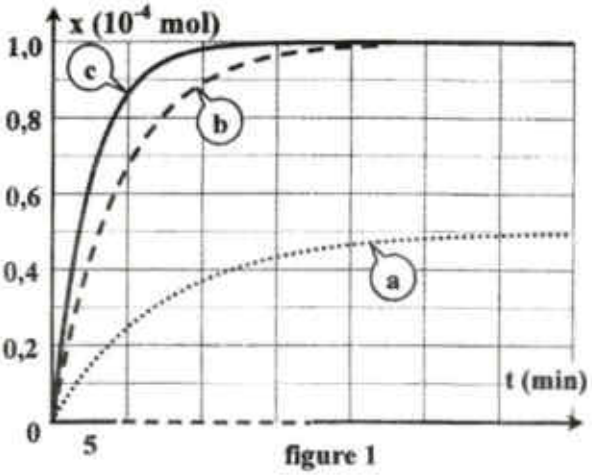

figure 1

1) On s'intéresse à l'expérience réalisée par le groupe G_1.
   a- Déterminer, à l'instant $t = 0$, les nombres de moles n_{01} de I^- et n_{02} de $S_2O_8^{2-}$.
   b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique et déterminer le réactif limitant.
   c- Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

2) **a-** Préciser les facteurs cinétiques mis en jeu au cours des expériences réalisées par les groupes G_1, G_2 et G_3.
   b- Attribuer à chaque groupe la courbe correspondant à son expérience. Justifier la réponse.
   c- Montrer que la réaction étudiée est pratiquement totale.

3) L'une des réactions réalisées par l'un des groupes G_1 ou G_4, atteint l'état d'équilibre plus rapidement que l'autre.
   a- Donner le rôle joué par les ions Fe^{2+} au niveau de la cinétique de la réaction.
   b- En justifiant la réponse, préciser parmi G_1 ou G_4, le groupe dont la réaction atteint son état final plus rapidement.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Production d'une fusion nucléaire

« Dans une cavité en or de quelques millimètres de long, on place une micro-bille contenant quelques dixièmes de milligrammes d'atomes de la famille de l'hydrogène : de deutérium ^2_1H ($m(^2_1H) = 2,01355$ u) et de tritium ^3_1H ($m(^3_1H) = 3,0155$ u). Des faisceaux laser de longueur d'onde λ convergent dans la cavité en émettant une énergie de 1,8 MJ et sont absorbés par les parois qui jouent le rôle d'un four. Dans la micro-bille, de la taille d'un grain de riz, la température et la pression augmentent jusqu'à atteindre les conditions pour la fusion. A ce stade, le contenu de la micro-bille est un mélange d'atomes, d'ions et d'électrons. Grâce à la forte agitation thermique au centre de la micro-bille, les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium qui, naturellement se repoussent, viennent en contact et se combinent dans un temps très court pour former un noyau isotope d'hélium ^A_ZHe ($m(^A_ZHe) = 4,0015$ u) en libérant un neutron ^1_0n ($m(^1_0n) = 1,00867$ u) et une énergie $E_1 = 17,6$ MeV. En se produisant simultanément un grand nombre de fois, cette réaction libère un fort dégagement d'énergie ».

D'après Aquitaine - Unicnam (article 13)

1) **a-** Nommer la réaction nucléaire qui se produit dans la micro-bille.

b- Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée.

2) a- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire qui se produit dans la micro-bille.

b- En précisant les lois utilisées, déterminer les valeurs de **A** et de **Z** du noyau d'hélium formé au cours de cette réaction.

3) a- Montrer que la masse ne se conserve pas lors de la réaction nucléaire précédente.

b- Préciser, en le justifiant, l'origine de l'énergie E_1.

Sachant que **1 u = 931,5 MeV.c^{-2}**, retrouver la valeur de E_1.

Exercice 2 (6 points)

On considère le circuit électrique de la **figure 2**, constitué par un résistor de résistance **R = 200 Ω**, un générateur idéal (G_1) de fem **E**, un générateur (G_2) délivrant une tension sinusoïdale **u(t) = 10sin(2πNt)** de fréquence **N** réglable, un commutateur **K** à deux positions **(1)** et **(2)**, un condensateur de capacité **C** et une bobine d'inductance **L = 0,42 H** et de résistance **r**.

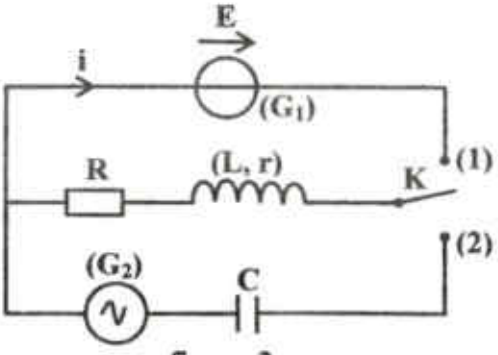

figure 2

A un instant **t = 0**, on place le commutateur **K** sur la position **(1)**. Un oscilloscope convenablement branché permet d'avoir la courbe de la **figure 3** donnant l'évolution, au cours du temps, de la tension u_R aux bornes du résistor.

1) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ et montrer qu'elle s'écrit sous la forme suivante :

$$u_R(t) + \tau\frac{du_R(t)}{dt} = U_p \text{ ; avec}$$

$$\tau = \frac{L}{R+r} \text{ et } U_p = \frac{R}{R+r}E.$$

2) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit :

$$u_R(t) = U_p(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}).$$

a- Déterminer graphiquement les valeurs de U_p et de τ.

b- En déduire les valeurs de **r** et de **E**.

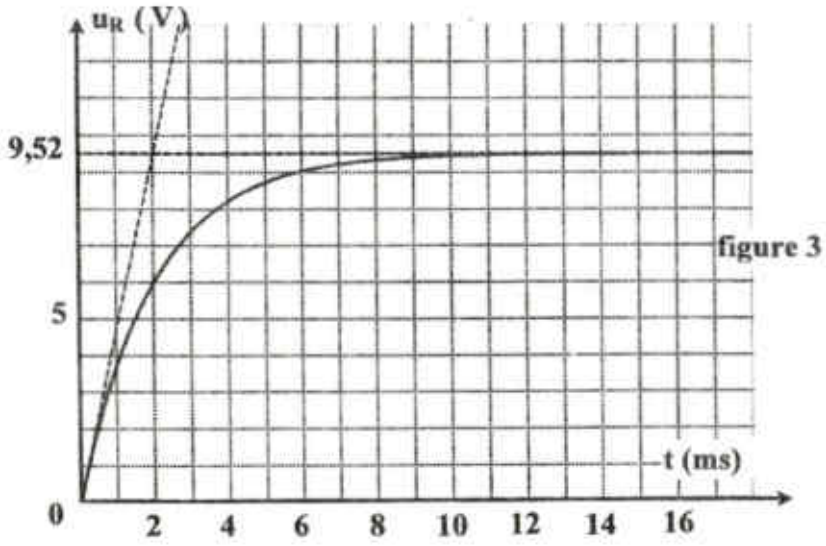

figure 3

3) On bascule le commutateur **K** sur la position **(2)**.

A l'aide d'un oscilloscope convenablement branché au circuit électrique et pour une fréquence N_1 de (G_2), on obtient les courbes de la **figure 4** donnant les chronogrammes des tensions $u_R(t)$ et **u(t)** respectivement aux bornes du résistor **R** et du générateur (G_2).

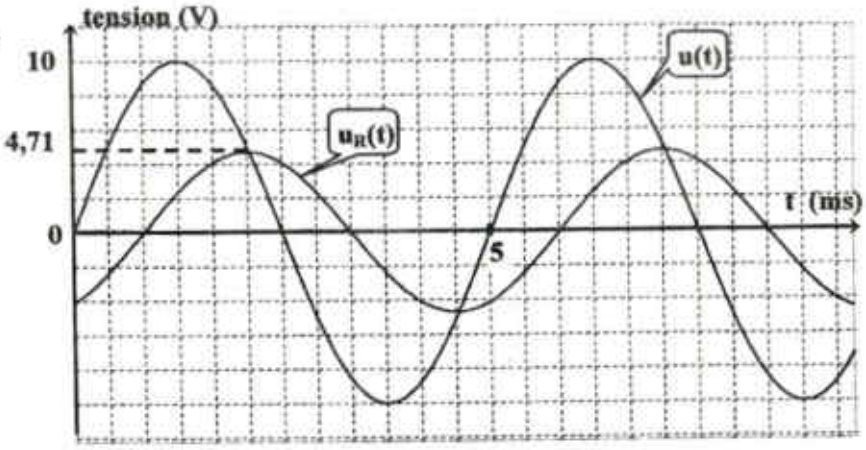

figure 4

a- En exploitant les deux chronogrammes :

a_1 - déterminer la valeur de la fréquence N_1 et les valeurs des amplitudes U_m et U_{Rm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_R(t)$;

a_2- montrer que le déphasage entre l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique et la tension $u(t)$ est : $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{3}$ **rad.** En déduire si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.

b- L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique qui circule dans le circuit s'écrit : $(R + r)i(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t)dt = u(t)$. La solution de cette équation est : $i(t) = I_m\sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$.

b_1- Faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle à l'échelle : **1 cm → 1 V.**

b_2- En déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Exercice 3 (4 points)

Le bord inférieur d'une réglette verticale affleure au repos la surface libre d'une nappe d'eau d'une cuve à ondes. La réglette est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal perpendiculaire à la surface de l'eau. Le mouvement est de fréquence **N** réglable et d'amplitude **a**. Des rides rectilignes parallèles à la réglette se forment et se propagent perpendiculairement à la réglette à la célérité $v = 0{,}40\ m.s^{-1}$. Dans la suite de l'exercice, on néglige tout type d'amortissement. La réglette étant placée à l'extrémité de la cuve à ondes, on suppose que le mouvement de la réglette débute à un instant $t = 0$, qui sera pris comme origine du temps.

Pour une fréquence N_2, on a représenté sur la **figure 5** des crêtes et des creux.

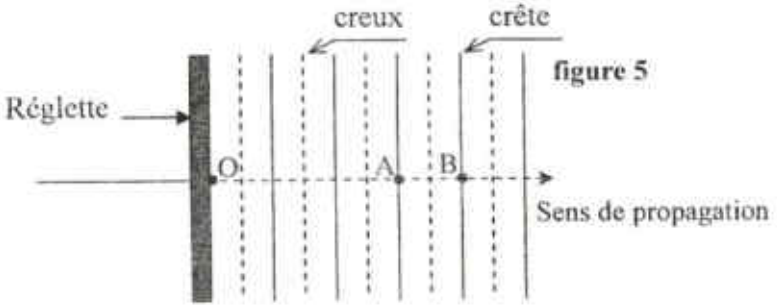

figure 5

1) a- Préciser, en le justifiant, si l'onde considérée est transversale ou longitudinale.

b- La distance entre les points **A** et **B** qui appartiennent à deux crêtes successives, représente l'une des caractéristiques de l'onde. Nommer cette caractéristique et donner sa définition.

2) La **figure 6** donne, à un instant t_1, la coupe transversale de la surface de l'eau par un plan vertical perpendiculaire à la réglette et passant par **O**.

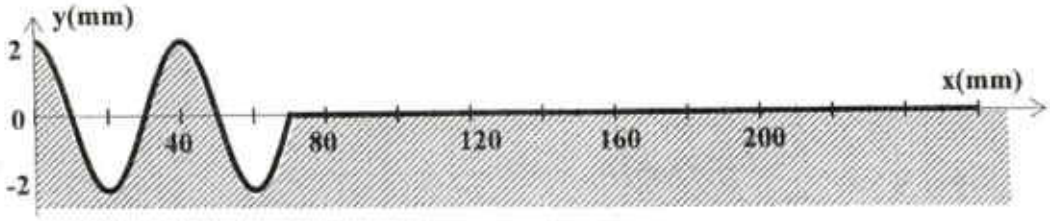

figure 6

a- Déterminer les valeurs de la longueur d'onde λ, de la fréquence N_2 et de l'instant t_1.

b- Etablir l'expression de l'élongation $y_O(t)$ du mouvement du point **O**.

3) A partir de N_2, on fait varier la fréquence **N** jusqu'à atteindre la plus petite fréquence N_3, pour laquelle les points **A** et **B** vibrent en opposition de phase. Déterminer la valeur de N_3.