

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ♦♦♦ EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2013	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES
	Durée : 3 H
	Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	SESSION PRINCIPALE

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

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (3,5 points) « Document scientifique »

Facteurs cinétiques

On appelle facteur cinétique tout paramètre permettant d'influencer la vitesse d'une transformation chimique. La température, la concentration des réactifs, la présence de catalyseur... sont des exemples de facteurs cinétiques.

La température du milieu réactionnel est l'un des facteurs cinétiques le plus souvent utilisé pour modifier la durée d'une réaction. Plus la température du milieu réactionnel est élevée, plus la durée de la transformation est courte et par conséquent plus la réaction est accélérée. Une élévation de température du milieu trouve son application lorsque l'on veut accélérer ou parfois déclencher une transformation lente voire bloquée. De nombreuses synthèses industrielles sont très lentes à température ambiante, une température élevée est donc nécessaire pour accélérer la réaction et ainsi répondre aux objectifs de rentabilité imposés par le monde de l'industrie. Les synthèses de l'ammoniac (en présence du catalyseur approprié et à une pression voisine de 300 atm) et d'un grand nombre de composés organiques sont réalisées à haute température. L'effet inverse est également exploité. La conservation des aliments au réfrigérateur (environ 4 °C), ou au congélateur (environ - 18 °C), permet par exemple un ralentissement des différentes réactions de dégradation qui altèrent le goût des aliments et qui introduisent des toxines dangereuses pour la santé.

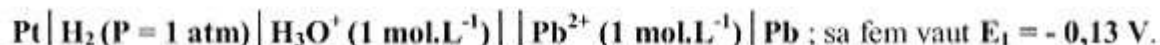
D'après CNRS France

- 1) Définir le facteur cinétique et donner des exemples.
- 2) Relever les applications qui font intervenir le facteur cinétique température dans chacun des cas suivants :
 - a- Une augmentation de température.
 - b- Une diminution de température.
- 3) La synthèse de l'ammoniac $\text{NH}_3(\text{gaz})$, à partir du dihydrogène $\text{H}_2(\text{gaz})$ et du diazote $\text{N}_2(\text{gaz})$, est une réaction exothermique. Justifier que l'élévation de température est nécessaire mais insuffisante pour favoriser la synthèse de l'ammoniac.

Exercice 2 (5,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à la température de 25 °C.

I) On réalise la pile électrochimique (P_1) de symbole :



1- Donner le schéma annoté de cette pile.

2- Montrer que la valeur du potentiel standard d'électrode du couple $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ est :

$$E^0(\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}) = - 0,13 \text{ V.}$$

II) Maintenant, on réalise la pile électrochimique (P_2) constituée de deux demi-piles (A) et (B) qui communiquent à l'aide d'un pont salin :

- la demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame de plomb **Pb** plongée dans une solution aqueuse de chlorure de plomb **PbCl₂** de concentration molaire C_1 et de volume $V_1 = 0,05$ L.
- la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame d'étain **Sn** plongée dans une solution aqueuse de chlorure d'étain **SnCl₂** de concentration molaire C_2 et de volume $V_2 = 0,05$ L.

À l'instant $t = 0$, la fem de cette pile est $E_2 = -0,04$ V et sa fem standard est $E_2^0 = -0,01$ V.

- 1- Préciser, en le justifiant, les signes des pôles de la pile (P_2).
- 2- Lorsque la pile (P_2) débite un courant dans le circuit extérieur, on demande :
 - a- d'écrire les équations des transformations qui se produisent au niveau de chaque électrode.
 - b- d'en déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément au cours du fonctionnement de la pile.
- 3- Déterminer le potentiel standard d'électrode du couple Sn^{2+}/Sn .
- 4- Après une durée Δt de fonctionnement de la pile (P_2), on constate que l'intensité I du courant électrique s'annule lorsque $[\text{Pb}^{2+}] = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, on demande dans ce cas de :
 - a- déterminer $[\text{Sn}^{2+}]$,
 - b- calculer les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2 ,
 - c- déterminer la masse du dépôt métallique qui apparaît à la surface de l'une des électrodes pendant la durée Δt , sachant que les masses molaires sont $M(\text{Pb}) = 207 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(\text{Sn}) = 119 \text{ g.mol}^{-1}$.
- 5- La pile (P_2) étant usée (ne débite plus de courant électrique), on dissout totalement dans la demi-pile (B) des cristaux de chlorure d'étain **SnCl₂** ; sans modifier le volume initial de la solution. Préciser, en le justifiant, le signe de la fem E_3 de cette nouvelle pile et écrire l'équation de la réaction qui s'y produit spontanément.

On supposera qu'aucune des électrodes métalliques ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions aqueuses dans chaque compartiment de la pile restent constants.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Le circuit de la figure 1 comporte un générateur supposé idéal de fem E , un interrupteur K , un ampèremètre (A_1), un résistor de résistance $R = 200 \Omega$ et un dipôle D , tous branchés en série.

Le dipôle D peut être soit :

- une bobine d'inductance L et de résistance interne supposée nulle,
- un condensateur de capacité C .

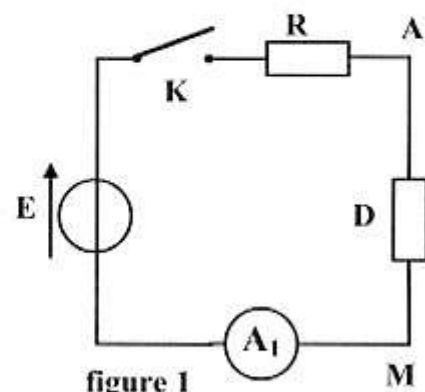


figure 1

À une date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on visualise, la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du dipôle D , à l'aide d'un oscilloscope, on obtient alors la courbe de la figure 2 de la page 5/5.

- 1) Préciser, en le justifiant, si le dipôle D est une bobine ou bien un condensateur.
- 2) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AM}(t)$.

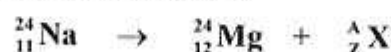
- 3) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit : $u_{AM}(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.
- a- Déterminer graphiquement les valeurs de la tension U_0 et de la constante de temps τ .
 - b- En déduire la valeur de la grandeur (L ou C) qui caractérise le dipôle D .
- 4) Maintenant, on insère en série, dans le circuit, une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance interne r et on remplace le générateur de fem E par un GBF délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.
- L'intensité instantanée du courant électrique $i(t)$, circulant dans le circuit, vérifie l'équation différentielle suivante : $L \frac{di}{dt} + (R + r)i + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$. La solution de cette équation s'écrit :
- $$i(t) = I_m \sin(2\pi N t - \frac{\pi}{4}).$$
- On maintient la fréquence du GBF à une valeur N_1 . Une étude appropriée permet de tracer le diagramme de Fresnel représenté par la figure 3 de la page 5/5.
- a- Préciser, en le justifiant, la nature (inductif, capacitif ou résistif) du circuit.
 - b- Compléter, sur la figure 3 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), en respectant l'échelle donnée, le diagramme de Fresnel correspondant à l'équation différentielle précédente. Préciser les expressions de X_2 et de X_3 .
 - c- Montrer que l'impédance Z du circuit s'écrit : $Z = \sqrt{2} \cdot (R + r)$.
 - d- L'intensité du courant électrique, mesurée à l'aide de l'ampèremètre, est de valeur $I = \frac{38,6}{\sqrt{2}} \text{ mA}$. Déterminer la valeur de la résistance r .
- 5) On fait varier la fréquence N du GBF à partir de la valeur N_1 jusqu'à la valeur N_0 . Pour cette fréquence N_0 , l'ampèremètre indique la valeur la plus élevée $I_0 = \frac{57,5}{\sqrt{2}} \text{ mA}$.
- a- Justifier, sans faire de calcul, que pour $N = N_0$, on peut retrouver la valeur de la grandeur qui caractérise le dipôle D .
 - b- La tension maximale que peut supporter ce condensateur est de 20 V . Préciser, en le justifiant, s'il y a risque de claquage du condensateur.

Exercice 2 (3,5 points)

Données :

$m(\text{Na}) = 23,99096 \text{ u}$; $m_e(\text{électron}) = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u}$; $m_p(\text{proton}) = 1,00728 \text{ u}$;
 $m_n(\text{neutron}) = 1,00867 \text{ u}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$;
 $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$

Le nucléide $^{24}_{11}\text{Na}$ du sodium est un isotope radioactif qui se désintègre en un noyau de magnésium $^{24}_{12}\text{Mg}$ en émettant une particule ^A_ZX , selon l'équation :



- 1) a- Déterminer les valeurs de A et Z . Identifier la particule ^A_ZX parmi les particules suivantes : ^1_1p ; ^1_0n ; $^0_{-1}\text{e}$; ^0_1e .
- b- Expliquer l'origine de la particule émise.

- 2) L'énergie libérée au cours de la désintégration d'un noyau de sodium est $\Delta E = 10,92 \text{ MeV}$.
- Montrer que la masse du noyau de magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$, exprimée en u (unité de masse atomique) est : $m(\text{Mg}) = 23,97868 u$.
 - Comparer la masse m_i de(s) particule(s) à l'état initial à la masse m_f des particules à l'état final, pour la désintégration étudiée. Justifier l'écart constaté.
- 3) a- Définir l'énergie de liaison d'un noyau.
- Calculer l'énergie de liaison par nucléon, $E({}^{24}_{12}\text{Mg})$ (en MeV), du noyau de magnésium.
 - Comparer la stabilité des noyaux ${}^{24}_{11}\text{Na}$ et ${}^{24}_{12}\text{Mg}$. On donne l'énergie de liaison par nucléon du noyau de sodium : $E({}^{24}_{11}\text{Na}) = 7,83 \text{ MeV}$.

Exercice 3 (3 points)

Une réglette, fixée à un vibreur, impose à la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence $N = 10 \text{ Hz}$. On suppose qu'il n'y a ni réflexion, ni amortissement d'ondes.

A partir d'une date $t = 0$, des rides rectilignes se propagent à partir d'un point source S de la surface de l'eau, à la célérité v . L'élongation de la source S s'écrit :

$$y_s(t) = a \sin(20\pi t + \varphi_s), \quad t \geq 0.$$

Le graphe de la figure 4 représente une coupe transversale, passant par S , de la surface libre de l'eau à une date t_0 .

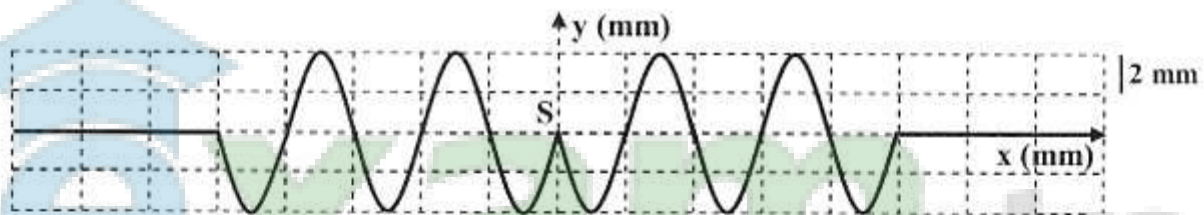


figure 4

- 1) A la date t_0 , l'élongation de tout point M de la surface libre de l'eau, situé au repos à la distance $SM = x$ de S , vérifie l'équation :

$$y_M(x) = a \sin(20\pi t_0 + \varphi_s - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad \text{tel que } -x_f \leq x \leq x_f$$

où x_f représente l'abscisse du front d'onde.

- Déterminer la valeur de t_0 .
 - Montrer que $\varphi_s = \pi \text{ rad}$.
- 2) A la date t_0 , le front d'onde est situé à une distance $x_f = 45 \text{ mm}$.
- Calculer la valeur de longueur d'onde λ .
 - En déduire la valeur de la célérité v de propagation.
- 3) On considère les deux points P et N , de la surface de l'eau, repérés, au repos, respectivement par les abscisses $SP = x_P = 18 \text{ mm}$ et $SN = x_N = 22,5 \text{ mm}$.
- Déterminer le déphasage entre P et N : $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_N$.
 - Déterminer les abscisses x_i des points M_i qui vibrent, à la date t_0 , en quadrature retard de phase par rapport au point N .

A remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

figure 2

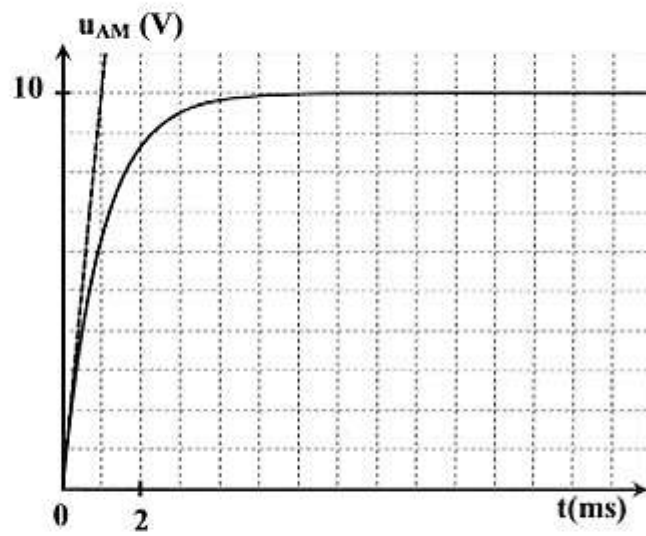


figure 3

