

*A winner is a dreamer who never gives up !*

Niveau	2SMBF ( Bac International )	Année scolaire	2019-2020	Pr. S .IZARAN
--------	-----------------------------	----------------	-----------	---------------

**Durée estimée : 3 heures**

 \* \* \*  
\*

### Consignes pour le devoir et instructions générales

NE RENDEZ PAS LE SUJET, CONSERVEZ-LE

- L'énoncé de cette épreuve comporte **4 pages** dont la page de garde . Vérifiez que vous les avez bien reçues.
- La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. Toute application numérique ne comportant pas d'unité ne donnera pas lieu à une attribution de points.
- Si, au cours de l'épreuve, vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, signalez le sur votre copie et poursuivez votre composition en expliquant les raisons des initiatives que vous êtes amené à prendre.
- Les diverses parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi par le candidat. Il prendra toutefois soin de bien numéroter les questions.

### Contenu du sujet

	Parties	Barème
<b>Chimie</b>	<b>Deux parties indépendantes :</b> Dans le bain des réactions acido-basiques	<b>07,00 / 20</b>
<b>Physique</b>	<b>Physique 1 : Quatre parties indépendantes les unes des autres</b> Etude de quelques transformations nucléaires	<b>09,00 / 20</b>
	<b>Physique 2 : Deux parties dépendantes les unes des autres</b> Charge rapide et décharge lente d'un condensateur	<b>04,00 / 20</b>

## SUJET

### CHIMIE : Dans le bain des réactions acido-basiques (7 points)

#### Partie I. La vitamine C ou l'acide ascorbique

La vitamine C est une espèce chimique hydrosoluble sensible à la chaleur et à la lumière jouant un rôle majeur dans le métabolisme de l'être humain et de nombreux autres mammifères. Chimiquement parlant, il s'agit de l'acide ascorbique de formule chimique  $C_6H_8O_6$ , qui sera étudié dans cette partie .

**Données :**

Toutes les mesures ont été effectuées à 25°C à laquelle le produit ionique de l'eau vaut  $K_e = 10^{-14}$ .

La constante d'acidité du couple auquel appartient l'acide :  $pK_A = 4,15$  avec  $pK_A = -\log K_A = -\log K$ .

La masse molaire de l'acide :  $M = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

On dissout un sachet d'un médicament contenant cet acide dans un volume  $V = 62,5 \text{ mL}$  d'eau distillée pour obtenir une solution (S) d'acide ascorbique de concentration  $C$ . Le pH de la solution à l'équilibre vaut 3,05.

1. Que se passera-t-il si on change la température de la solution aqueuse préparée précédemment ? (0,5pt)
2. Montrer que la masse, en g, de l'acide contenu dans le sachet du médicament a pour expression :  $m = 1,1 \cdot 10^{1-\text{pH}} (10^{pK_A-\text{pH}} + 1)$ . Calculer sa valeur. (1pt)
3. En déduire la valeur de  $C$ . (0,5pt)
4. Vérifier que le taux d'avancement final relatif à cette réaction vaut  $\tau = 7,4 \%$ . Commenter. (1pt)
5. Déduire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau. (0,5pt)
6. Déterminer l'espèce qui prédomine dans cette solution, à l'équilibre, en calculant un rapport. (1pt)
7. On prélève de la solution préparée un volume  $V_p$  auquel on ajoute  $V_e$  de l'eau distillée pour préparer une solution (S') de concentration  $C' = 1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  et de volume  $V' = 60,5 \text{ mL}$ . On note  $\text{pH}'$  la nouvelle valeur de cette solution.

7.1. Vérifier que  $V_p = 5 \text{ mL}$ . Déduire le volume  $V_e$ . (1pt)

7.2. On admet que :  $\text{pH}' = \log \left( \frac{2}{\sqrt{K^2 + 4KC'} - K} \right)$ . Calculer sa valeur. (0,5pt)

7.3. Vérifier que le nouveau taux d'avancement final  $\tau'$  vaut 23,4%. Commenter en comparant ce résultat à celui de la question 4. (1pt)

**Partie II. Etude de la réaction de deux bases avec l'eau**

On dispose de deux solutions aqueuses de deux bases  $B_1$  et  $B_2$  de même concentration molaire  $C = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et de pH respectifs  $\text{pH}_1 = 13$  et  $\text{pH}_2 = 11,1$ .

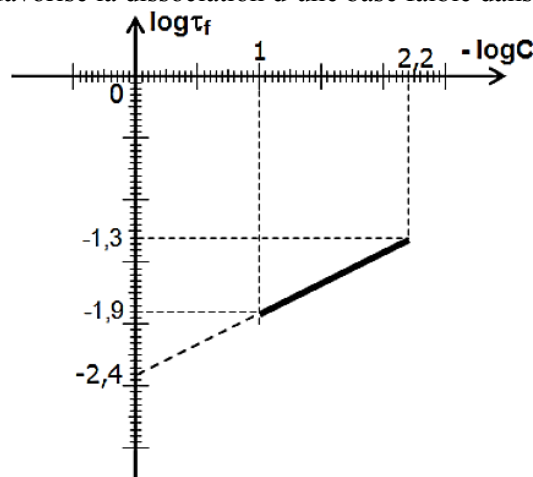
1. Calculer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de chaque base. (1,5pt)
2. Déduire les équations de la réaction de chaque base avec l'eau. (0,5pt)
3. On ne s'intéresse dorénavant qu'à la base  $B_2$ . Montrer, en précisant une approximation appropriée et justifiée, que la constante d'acidité  $K_A$  du couple  $B_2H^+_{(aq)} / B_{2(aq)}$  s'écrit sous la forme  $K_A = \frac{K_e}{C \tau_f^2}$ . (1,5pt)
4. On prépare différentes solutions de la base  $B_2$  dont les concentrations molaires sont faibles. La détermination du taux d'avancement final  $\tau_f$  de chaque solution nous a permis de tracer la courbe de la figure ci-dessous.

4.1. Déterminer l'intervalle auquel appartient la concentration  $C$  les différentes solutions préparées permettant la représentation graphique ci-dessous. (1pt)

4.2. Déterminer graphiquement la valeur de  $pK_A$  du couple  $B_2H^+_{(aq)} / B_{2(aq)}$ . (1pt)

4.3. Donner le nom du couple acide/base représenté par  $B_2H^+_{(aq)} / B_{2(aq)}$ . (0,5pt)

4.4. Montrer que la dilution favorise la dissociation d'une base faible dans l'eau. (1pt)



# PHYSIQUE 1 : Etude de quelques transformations nucléaires ( 9 points )

## Partie I. La désintégration d'un isotope du bismuth

Un isotope du bismuth  ${}^A_Z\text{Bi}$  est  $\beta^-$ -radioactif. Sa désintégration donne un noyau de polonium  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ .

1. Écrire l'équation **complète** de désintégration nucléaire du bismuth puis représenter les deux noyaux père et fils sur un digramme de Segré simplifié. (0,5pt)
2. Cette désintégration est-elle provoquée ou spontanée ? naturelle ou artificielle ? ordonnée ou aléatoire ? (0, 5pt)
3. Quelle est l'origine de la particule  $\beta^-$  émise ? Expliquer soigneusement la réponse. (0, 5pt)
4. Calculer, en Mev.Nucléon<sup>-1</sup>, l'énergie de liaison par nucléon  $\xi_1$  du noyau de bismuth utilisé. (0, 5pt)
5. Sachant que l'énergie de liaison du noyau de polonium est  $E_{l_2} = 1539,02$  MeV, comparer la stabilité des noyaux de  ${}^A_Z\text{Bi}$  et de  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ . (0, 5pt)
6. Pourquoi ne peut-on pas parler de l'énergie de liaison d'un électron, d'un neutron ou d'un proton ? (0,25pt)
7. Calculer, en Mev, l'énergie  $E_{\text{lib}}$  libérée par cette réaction nucléaire en s'appuyant sur les valeurs des énergies de liaison des particules présentes. (0, 5pt)
8. En admettant que cette énergie libérée est répartie entre la particule  $\beta^-$  et le noyau fils sous forme d'énergie cinétique et que le rapport des énergies cinétiques de  $\beta^-$  et de  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  est égal à l'inverse du rapport de leurs masses. Déduire la vitesse de  $\beta^-$  formée lors de la désintégration en km.s<sup>-1</sup>. Commenter. (0,75pt)

**Données :**  $m(\text{Bi}) = 210,0535$  u ;  $m(\text{n}) = 1,0086$  u ;  $m(\text{p}) = 1,007276$  u ;  $m(\beta^-) = 0,000549$  u ;  $m(\text{Po}) = 210,0362$  u ;  $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg.

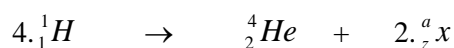
## Partie II. La décroissance radioactive du bismuth

A l'instant initial  $t = 0$ , on considère un échantillon de bismuth de masse  $m_0 = 1$ g. Soit  $m(t)$  la masse du bismuth restant à la date  $t$  où  $t$  est exprimée en jours et  $m_d(t)$  la masse désintégrée à la même date  $t$ .

1. En appliquant la loi de décroissance radioactive, déterminer l'expression de  $m(t)$  en fonction de  $m_0$ , de la période radioactive  $t_{1/2}$  et de  $t$ . (0, 5pt)
2. Calculer la valeur de la période radioactive du bismuth (en jours) sachant que :  $4 \cdot m(t+11) = m(t)$  ( $t$  en jrs). (0, 5pt)
3. Quel est le pourcentage de la masse désintégrée de bismuth à la date  $t = 18$  jours ? (0,25pt)
4. Déterminer l'activité radioactive  $a_0$  de l'échantillon à la date  $t = 0$ . (0, 25pt)

## Partie III . Le soleil, siège de fusion nucléaire

Le constituant principal du soleil est l'hydrogène qui produit la réaction de fusion dont le bilan est

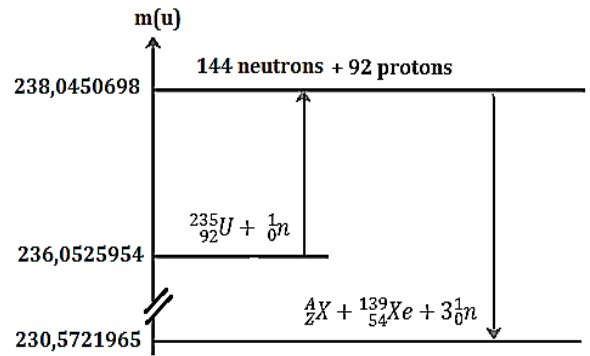


1. Identifier la particule  $x$ . (0, 25pt)
2. Pourquoi a-t-on besoin d'une énergie énorme pour assurer la fusion nucléaire ? (0, 5pt)
3. L'énergie libérée par la formation d'un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  est notée  $\varphi$ . Montrer que l'expression de  $E_{\text{lib}}$  l'énergie libérée par la fusion de 1g d'hydrogène  ${}^1_1\text{H}$  en fonction de  $\varphi$  s'écrit :  $E_{\text{lib}} = 1,505 \cdot 10^{23} \varphi$ . (0, 5pt)
4. On suppose que toute l'énergie de fusion produite est rayonnée par le soleil. La puissance rayonnée, supposée constante, est  $P = 3,9 \cdot 10^{26}$  W. Déterminer l'expression de la perte de masse subie par le soleil en une seconde en fonction de  $\varphi$  seulement. (0, 5pt)
5. Critiquer cette proposition annoncée par un élève lors d'un cours consacré à l'étude des réactions nucléaires. « *Par nucléon, la fusion produit bien plus d'énergie que la fission. De plus, l'approvisionnement en hydrogène se fait aisément grâce à l'abondance de l'eau, et la fusion n'engendre pas de déchets radioactifs (noyaux fils eux-mêmes radioactifs). On s'oriente donc vers cette réaction nucléaire, le but étant la production d'énergie.* » (0, 25pt)

## Partie IV . L'énergie d'une fission nucléaire

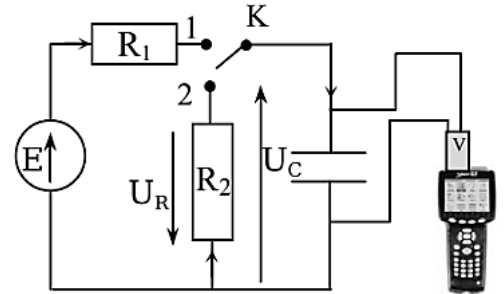
Soit la réaction nucléaire suivante :  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^{139}_{54}\text{Xe} + 3{}^1_0\text{n}$

1. L'énergie libérée par une masse d'uranium dépend du nombre de neutrons efficaces et de la fissionabilité du combustible .Définir ce que c'est qu'un neutron efficace, un noyau fissile et le combustible nucléaire. (0, 5pt)
2. Calculer en s'appuyant sur le digramme ci-contre, l'énergie libérée par 1mg d'uranium. (0, 5pt)
3. La combustion d'une tonne de charbon libère  $2,5 \cdot 10^{10}$  J. Quelle masse de charbon libère, en théorie, autant d'énergie que 1mg d'uranium ? (0, 5pt)



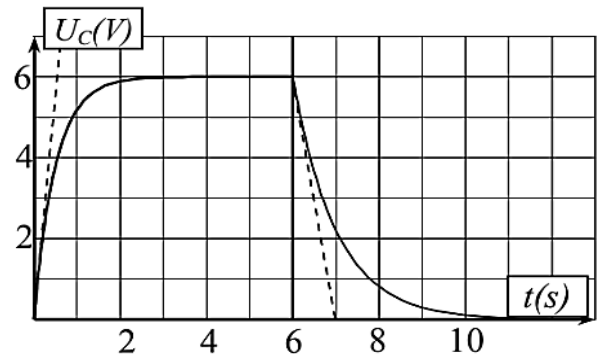
## PHYSIQUE 2 : Charge rapide et décharge lente d'un condensateur ( 4 points )

Pour étudier la charge et la décharge d'un condensateur, on réalise le montage ci-contre constitué de deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$ , un condensateur de capacité  $C$  lié à une interface GLX liée , à son tour, à un ordinateur permettant la visualisation de la tension  $U_C(t)$  aux bornes du condensateur .On procède par la charge du condensateur en plaçant l'interrupteur  $K$  dans la position 1 à  $t=0$  avant de permuter vers la position 2 quand celui-ci est entièrement chargé. On donne  $R_2 = 2R_1 = 10\text{K}\Omega$  .



### Etude de la charge du condensateur

1. Recopier le circuit puis y compléter la représentation du sens du courant électrique et les tensions aux bornes de chaque dipôle. (0, 5pt)
2. En déduire par application de la loi des mailles l'équation différentielle vérifiée par  $U_C(t)$ . (0, 25pt)
3. La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme :  $U_C(t) = A e^{-mt} + B$  . Déterminer les expressions de  $A$  ,  $B$  et  $m$  en fonctions des paramètres du circuit . (0, 75pt)
4. Déterminer graphiquement  $B$  et  $m$ . (0, 5pt)
5. Déterminer la valeur de la capacité  $C$ . (0,25pt)
6. Que vaut la charge du condensateur à  $t = 5\text{s}$  ? (0, 5pt)



### Décharge du condensateur dans la résistance $R_2$ .

7. On admet que l'expression de  $U_C(t)$  dans ce cas s'écrit sous la forme :  $U_C(t) = E e^{-nt}$ . Déterminer l'expression de  $n$ .
8. Déterminer la valeur de  $\tau$  dans ce cas puis vérifier la valeur de  $C$  trouvée précédemment. (0, 25pt)
9. Déterminer la quantité de charge ayant été perdue par le condensateur entre  $t_1 = 6\text{s}$  et  $t_2 = 9\text{s}$  . (0,5pt)
10. Que vaut  $i$  à  $t = 7\text{s}$  ? (0, 25pt)

FIN DU SUJET



DS2-S1 2BSMBF1 051219 08301130 S.IZARAN