



Classe : 4 Maths 2

Pr : Tawfik BAKARI

AS : 2015/2016

DEVOIR DE SYNTHESE-2.T2 EN SCIENCES PHYSIQUES

Date : Lundi : 13 Mai 16

Heure : 8 H

Durée : 3 H

COMMENTAIRE :

- Pour l'ensemble du devoir, on veillera à justifier clairement les réponses.
- L'utilisation du portable est strictement interdite.

CHIMIE : (14 points)**EXERCICE-C1 : (4,5 points)****Piles ; sièges de transformations spontanées**

[...] C'est à Alessandro Volta que l'on doit l'invention de la pile qu'il présenta comme controverse sur l'origine de l'électricité. Pour, Volta, le courant naissait du contact des métaux avec une substance humide. Depuis, les piles ont évolué, mais dénomination est restée pour désigner une source autonome d'électricité qui transforme directement l'énergie chimique en énergie électrique.

Un pile renferme un oxydant et un réducteur. S'ils étaient mis en contact, l'oxydant capterait les électrons rejetés par le réducteur, dans une réaction chimique qui ne générerait pas de courant. Toute l'astuce de la pile consiste donc à empêcher le contact entre l'oxydant et le réducteur, afin d'obliger le flux d'électrons à transiter à travers un récepteur auquel la pile est connectée. Ce qui crée un courant. Cette séparation est réalisée par un électrolyte, un gel ou un liquide conducteur que les électrons sont incapables de traverser.

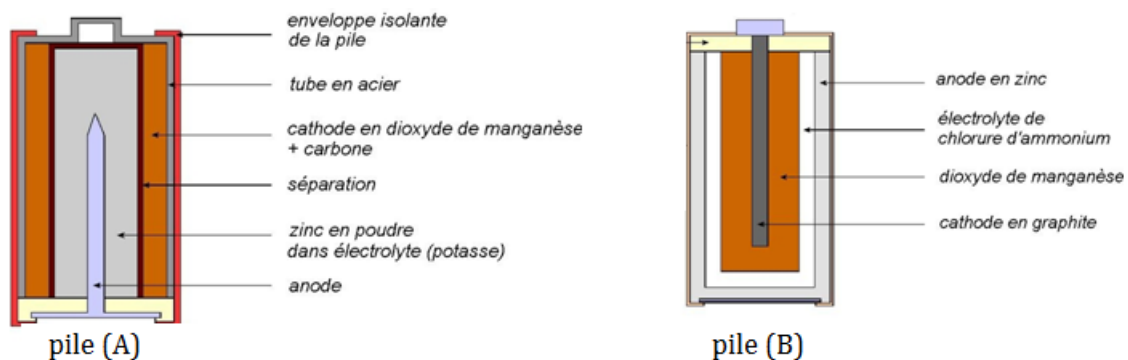
Le départ des électrons de l'anode et leur arrivée à la cathode créent toutefois un déséquilibre de charges. Pour rétablir l'équilibre, au sein de la pile, des ions négatifs, présents dans l'électrolyte, migrent donc vers l'anode, tandis que les ions positifs migrent vers la cathode.

La plus ancienne des piles est la pile saline de type Leclanché qui doit son nom à son électrolyte, un gel salin aux propriétés acides. Son anode est constituée d'un cylindre de zinc. Quant à la cathode, elle est recouverte de dioxyde de manganèse mélangé à de la poudre de graphite. Ce type pile à été supplanté par la pile alcaline, présentant un électrolyte aux propriétés alcalines, autrement dit « ».

Celle-ci est doté d'une autonomie supérieure à la pile saline grâce à une teneur plus forte en oxyde de manganèse MnO_2 et à une anode constituée d'un clou central en acier, entouré de zinc en poudre de manière à réaliser une plus grande surface réactionnelle.

Pour une pile alcaline à l'oxyde de manganèse, par exemple, le zinc Zn est oxydé en oxyde de zinc ZnO et l'oxyde de manganèse MnO_2 est réduit en oxohydroxyde de manganèse $MnO(OH)$.

La gamme de température de fonctionnement de cette pile s'étend de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la durée de son stockage peut aller jusqu'à 4 ans à $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

**QUESTIONS**

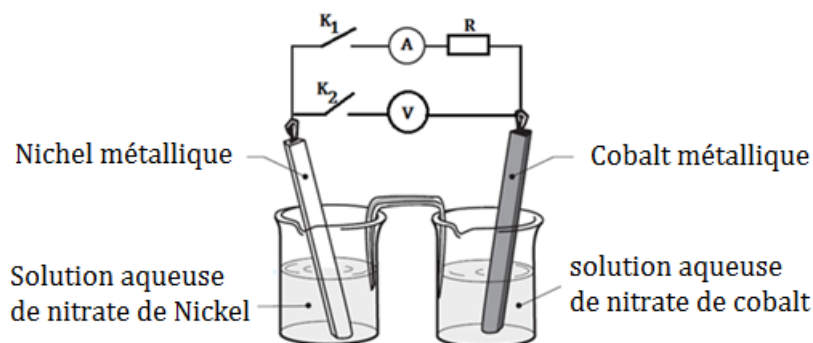
- 1) Choisir, en le justifiant, parmi les piles (A) et (B) celle qui représente la pile alcaline.
- 2) Préciser le principe de production de l'électricité par une pile.
- 3) Compléter le mot entre les guillemets qui manque dans le texte.
- 4) Préciser pour la pile alcaline :
 - a) l'oxydant et le réducteur.
 - b) L'anode et la cathode.
- 5) Préciser le facteur constitutif qui a rendu la pile alcaline plus efficace que la pile saline ?

EXERCICE-C2 : (9,5 points)

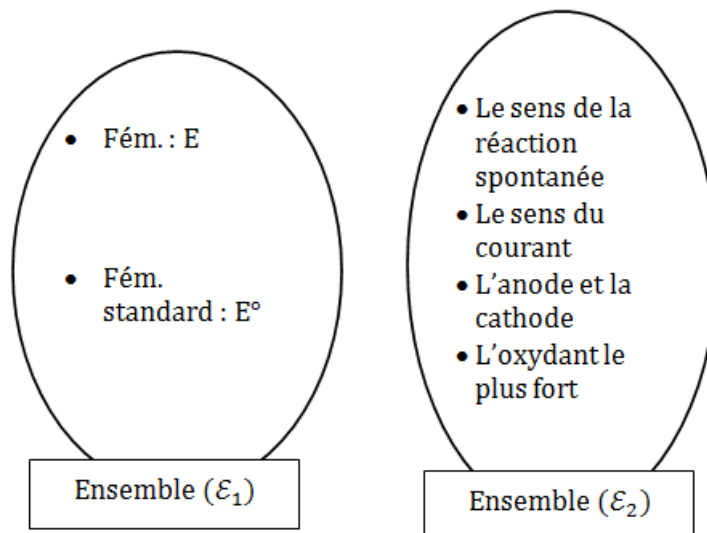
On dispose du matériel et des produits suivants :

- Un bécher contenant un volume $V_1 = 20$ mL de solution de nitrate de cobalt ($\text{Co}^{2+} + 2 \text{NO}_3^-$) de concentration molaire $C_1 = 1 \text{ mol. L}^{-1}$.
- Un bécher contenant un volume $V_2 = 2 V_1 = 40$ mL de solution de nitrate de nickel ($\text{Ni}^{2+} + 2 \text{NO}_3^-$) de concentration molaire $C_2 = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$.
- Deux lames métalliques bien découpées : l'une de cobalt de masse et l'autre de nickel.
- Un pont salin contenant une solution saturée de nitrate de potassium ($\text{K}^+ + \text{NO}_3^-$).
- Un conducteur ohmique, un voltmètre, un ampèremètre et deux interrupteurs K_1 et K_2 .

I. PREMIERE EXPERIENCE : On réalise à 25°C , la pile de schéma ci-dessous. Les deux interrupteurs K_1 et K_2 sont ouverts.



- 1) Ecrire l'équation chimique associée à la pile.
- 2) Déterminer l'expression donnant les variations de la fém. E de la pile en fonction des concentrations des ions métalliques.
- 3) Etablir l'expression reliant la fém. standard E° et la constante d'équilibre K associée à l'équation chimique de la pile.
- 4) Les deux ensembles (\mathcal{E}_1) et (\mathcal{E}_2) ci-dessous, regroupent respectivement E et E° et leurs intérêts pratiques.



Reproduire et relier ces deux ensembles par des flèches l'ensemble (\mathcal{E}_1) à l'ensemble (\mathcal{E}_1). Une flèche se lit « permet de déterminer »

II. DEUXIEME EXPERIENCE : On ferme seulement K_2 (K_1 étant ouvert). Le voltmètre indique une tension électrique de valeur égale à 40 mV.

- 1) Préciser parmi la lame de cobalt ou la lame de nickel, celle qui représente l'anode.
- 2) Déterminer la valeur de la fém. standard E° de la pile. En déduire le couple redox le plus oxydant.
- 3) Sachant que le potentiel standard du couple (Co^{2+}/Co) est $E^\circ(\text{Co}^{2+}/\text{Co}) = -280$ mV, déterminer le potentiel standard $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})$ du couple (Ni^{2+}/Ni).
- 4) Schématiser avec toutes les annotations, la pile qui permet de déterminer $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})$

III. TROISIEME EXPERIENCE : On ouvre K_2 , puis on ferme K_1 . La pile débite un courant dans le résistor.

- 1) Déterminer l'équation de la réaction spontanée. En déduire la lame qui se dissout dans sa solution ionique.
- 2) On laisse fonctionner la pile pendant une durée suffisamment longue jusqu'à ce que le transfert d'électrons cesse. Calculer dans ces conditions :
 - a) la masse du dépôt métallique qui se fixe sur la lame de cobalt.
On donne les masses molaires : $M(\text{Co}) = 59 \text{ g. mol}^{-1}$; $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g. mol}^{-1}$
 - b) la concentration des ions potassium K^+ du pont salin et qui assure l'électroneutralité des solutions ioniques.

NB : les volumes des deux compartiments restent constants au cours de l'expérience.

PHYSIQUE : (26 points)

EXERCICE-P1 : (10 points)

Les données :

- constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J. s}$;
- vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m. s}^{-1}$;
- formules d'équivalence : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

L'énoncé :

En s'appuyant sur ses hypothèses, Bohr établit la formule donnant les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène : $E_n(\text{eV}) = -\frac{E_0}{n^2}$; avec $n \in \mathbb{N}^*$.

- 1) Citer les hypothèses de Bohr.
- 2) Déterminer en fonction de E_0 :
 - a) l'énergie E_f associée à l'état fondamental ;
 - b) l'énergie E_e associée au premier niveau excité ;
 - c) l'énergie E_i d'ionisation.
- 3) Sachant que l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène est $E_i = 21,76 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, déterminer la valeur, en eV, du terme d'énergie E_0 .
- 4) On considère les transitions suivantes :
 - transition.1 : l'électron passe du niveau d'énergie E_f au niveau d'énergie E_e .
 - transition.2 : l'électron passe du niveau d'énergie nulle au niveau d'énergie E_e .Déterminer pour chacune des transitions la valeur de la variation d'énergie ΔE échangée avec l'extérieur tout en précisant s'il s'agit d'une absorption ou émission.
- 5) On fournit à l'atome d'hydrogène pris dans son état d'énergie la plus faible, le quantum d'énergie : $W = 10,2 \text{ eV}$.
L'atome pourra-t-il absorber cette énergie. En déduire l'état dans lequel se trouve l'atome.
- 6) On classe les raies du spectre de l'atome d'hydrogène en séries, les premières étant appelées respectivement séries de Lyman, de Balmer et de Paschen. Pour chacune de ces séries, la fréquence reste inférieure à une fréquence donnée par les valeurs suivantes :
Lyman : $\nu_L = 32,903 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; Balmer : $\nu_B = 8,226 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; Paschen : $\nu_P = 3,556 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
On désigne par :
 - E_n et E_m respectivement les énergies des niveaux n et m tel que $n > m$.
 - $\nu_{n,m}$ la fréquence du photon émis lors de la transition de n vers m .
 - a) Etablir l'expression suivante : $\nu_{n,m} = \frac{E_0}{h} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$.
 - b) Déterminer pour la fréquence limite ν_L , la valeur du nombre quantique m . En déduire les valeurs des nombres quantiques pour les deux autres fréquences ν_B et ν_P .
 - c) Déterminer pour la série de Lyman, la plus petite fréquence émise en fonction de ν_L . La calculer.

EXERCICE-P2 : (10 points)

Les données :

– Les masses :

Particule	neutron : 1_0n	proton : 1_1p	alpha : α	électron/positon
Masse : $m({}^A_ZX)$	939,5654. MeV. c ⁻²	938,272. MeV. c ⁻²	4,0015 u	0,0055 u
Noyau	Bismuth	thallium	Plomb	
Masse : $m({}^A_ZX)$	210,9417 u	206,933 u	206,9309 u	

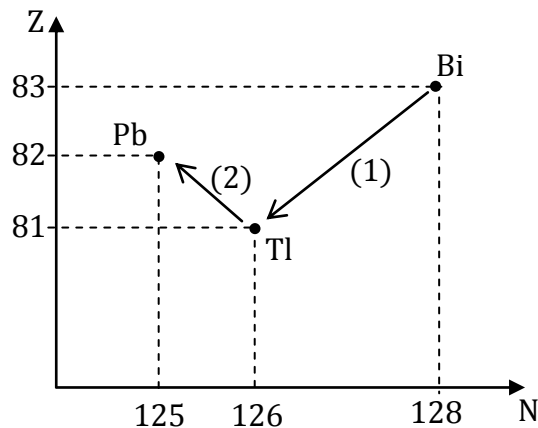
– Célérité de la lumière dans le vide : $3. 10^8 \text{ m. s}^{-1}$

– Formules d'équivalence : $1 \text{ MeV} = 1,6. 10^{-13} \text{ J}$; $1 \text{ u} = 1,66. 10^{-27} \text{ kg} = 931,5. \text{ MeV. c}^{-2}$.

L'énoncé :

On considère les noyaux suivants : Le bismuth (Bi), le thallium (Tl) et le plomb (Pb).

Le schéma de la figure ci-contre donne la composition de chacun de ses noyaux et deux désintégrations successives, notées (1) et (2) allant du bismuth au plomb par l'intermédiaire du thallium (Tl).



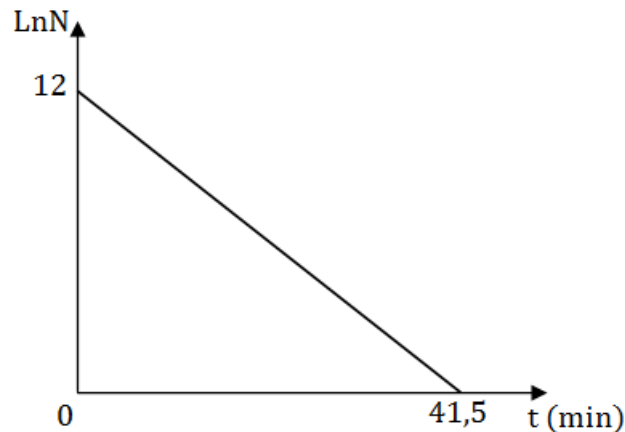
1)

- Calculer l'énergie de liaison par nucléon du bismuth (Bi).
 - Comparer la stabilité relative du bismuth au noyau du plomb (Pb).
- On donne l'énergie de liaison du plomb : $E_\ell(\text{Pb}) = 1627,846 \text{ MeV}$.

2)

- Déterminer le type (α , β^- , β^+) de chacune des désintégrations (1) et (2).
- Rappeler le caractère (spontané ou provoqué), (artificiel ou naturel) de la réaction nucléaire.
- Calculer, en MeV, l'énergie libérée par les deux désintégrations (1) et (2). (on supposera que chacun des noyaux, est au repos et à l'état fondamental).

3) On dispose d'un échantillon contenant initialement N_0 noyaux de bismuth 211. Le graphe de la figure ci-dessous donne l'évolution temporelle de $\ln(N)$, où N représente le nombre de noyaux présents à la date $t > 0$.



- Rappeler l'expression donnant $N(t)$ en fonction de N_0 et de la constante radioactive λ du bismuth.
- Justifier l'allure de la courbe : $\ln(N) = f(t)$.
- En exploitant la courbe, déterminer la demi-vie du bismuth 211 et son activité à $t=12 \text{ min}$.

EXERCICE-P3 : (6 points)

Les données :

– Masses :

	neutron	proton	uranium 235
Masse : $m\left(\frac{A}{Z}X\right)$	$m\left(\frac{1}{0}n\right) = 1,0087 u$	$m\left(\frac{1}{1}p\right) = 1,0073 u$	$m\left(\frac{235}{92}U\right) = 235,0134 u$
	Uranium 235	Lanthane 144	Brome 88
Energie de liaison par nucléon : $\frac{E_\ell(X)}{A}$	$\frac{E_\ell(U)}{235} = 7,54 \text{ MeV}$	$\frac{E_\ell(La)}{144} = 8,28 \text{ MeV}$	$\frac{E_\ell(Br)}{88} = 8,56 \text{ MeV}$

– Célérité de la lumière dans le vide : $2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ – Formules d'équivalence : $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

L'énoncé : Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ subissent le choc d'un neutron lent. Un des nombreux processus possibles conduit à la formation d'un noyau de lanthane ${}^{144}_{57}\text{La}$, d'un noyau de brome ${}^{88}_{35}\text{Br}$ et de plusieurs neutrons.

- Donner le type (fission ou fusion) de la réaction.
- Ecrire l'équation de la réaction étudiée.
- Exprimer l'énergie libérée par la réaction étudiée en fonction des énergies de liaison du noyau père et des noyaux fils. La calculer en MeV.
On donne les énergies de liaison : $E_\ell(U) = 1772 \text{ MeV}$; $E_\ell(La) = 1192,32 \text{ MeV}$; $E_\ell(Br) = 753,3 \text{ MeV}$
- Dans une centrale nucléaire, l'énergie nucléaire est transformée en énergie électrique. Une centrale fournit une puissance électrique moyenne $P_e = 10^9 \text{ W}$ avec un rendement $\rho = 25\%$.
 - Déterminer la valeur de la puissance nucléaire P_n consommée. En déduire, en joule, l'énergie nucléaire consommée chaque année. (On prendra 1 an = 365 jours)
 - Déterminer, en tonne, la masse d'uranium 235 consommée annuellement.