

DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3

Classes: 4^e M1 ; 4^e Sc 1

Date: 17 / 05 / 2010

Durée: 3 heures

Profs: J. CHAKROUN / H. BENAMARA

CHIMIE

Page 1/4

EXERCICE N°1 : « 3 pts »

Texte :

LES PILES USUELLES

Il existe une multitude de piles de noms différents, car de nature et de capacité différentes. Les différences entre toutes ces piles proviennent de la diversité des électrodes et des électrolytes qui les constituent.

Les principaux types de piles commercialisées sont les piles salines et alcalines.

Dans ces piles : La borne positive (la cathode) est constituée par du graphite entouré de dioxyde de manganèse (MnO_2) en poudre. Alors que la borne négative (l'anode) est constituée par du zinc **Zn** (boîtier ou poudre).

Au cours du fonctionnement de ces piles, il se produit :

A la cathode : une réduction de l'oxyde de manganèse MnO_2 en $\text{MnO}(\text{OH})$

A l'anode : une oxydation du zinc **Zn** en $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ (forme de Zn^{2+} complexé en milieu alcalin)

- Dans les piles salines, l'électrolyte est un gel de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$) et de chlorure de zinc ($\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$) ; Constituants appelés « **sels** » d'où le terme de pile « **saline** ».
- Dans les piles alcalines de durée de vie plus grande, l'électrolyte est une solution concentrée d'hydroxyde de potassium ($\text{K}^+ + \text{HO}^-$) ; Constituant appelé « **alcalin** », à cause de sa nature. En effet, il contient l'ion hydroxyde. Ce qui assure une conduction électrique plus meilleure (circulation plus rapide des ions et donc une intensité plus importante).

Questions :

- 1- De quels métaux sont composées les électrodes des piles alcalines?
- 2- Le document de la **figure – 1** montre une coupe longitudinale d'une pile de commerce :
 - a) Compléter la légende en utilisant la liste des mots donnée.
 - b) Cette pile est qualifiée de pile sèche et alcaline ? Expliquer.
- 3- Quelle est la différence fondamentale entre les piles salines et alcalines ?
- 4-
 - a) Quels sont les couples qui interviennent dans la pile alcaline ?
 - b) Écrire les demi-équations électroniques des réactions à chaque électrode. En déduire l'équation de la réaction globale dans la pile lors de son fonctionnement.

EXERCICE N°2 : « 4 pts »

ÉTUDE D'UNE PILE ÉLECTROCHIMIQUE

- 1- On réalise la pile de la **figure – 2** dont le symbole est donné par : $\text{Pt} | \text{H}_2 (1\text{atm}), \text{H}_3\text{O}^+ (1 \text{ mol.L}^{-1}) || \text{Pb}^{2+} (\text{C}_i \text{ mol.L}^{-1}) | \text{Pb}$.
 - a) Compléter la légende de la pile, sur la **figure – 2**, en précisant toutes les indications nécessaires.
 - b) Donner l'équation chimique associée à cette pile ainsi réalisée.
- 2- Initialement, l'interrupteur **k** dans le circuit extérieur de la pile, étant ouvert et la concentration ionique des ions Pb^{2+} dans le compartiment de droite est fixée à la valeur $\text{C}_i = \text{C}_1$. La mesure de la force électromotrice initiale de la pile, dans ce cas, a donné la valeur $\text{E}_1 = - 0,16 \text{ V}$.
 - a) Que représente la valeur E_1 mesurée pour cette pile ?
 - b) Donner l'expression, en fonction de C_1 , de cette force électromotrice E_1 .
 - c) On ferme l'interrupteur **k**, à la date **t = 0s** et on laisse la pile débiter du courant électrique dans le circuit extérieur.
 - c.1- Dire comment varie la f.é.m **E** lors du fonctionnement de la pile au cours du temps.
 - c.2- Écrire l'équation de la réaction qui se produit dans cette pile à circuit fermé ? Justifier la réponse.
- 3- Pour différentes valeurs de la concentration C_i , on a réalisé la même pile et à chaque fois on a mesuré, par un voltmètre, la f.é.m initiale E_i correspondante.
Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe de la **figure – 3** représentant : $\text{E}_i = f(\log \text{C}_i)$.



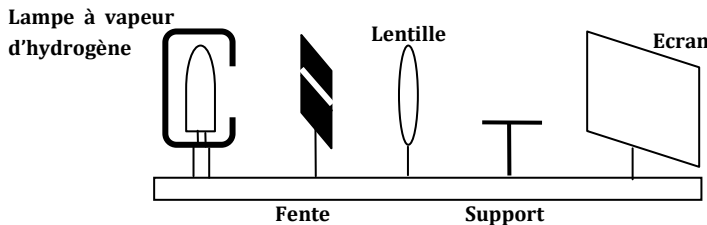
- a) Etablir l'équation de la courbe $E_i = f(\log C_i)$. Donner une justification théorique de l'allure de cette courbe.
 b) Déterminer graphiquement, la valeur de la molarité C_1 puis celle du **potentiel normal** du couple Pb^{2+}/Pb .
 c) En déduire la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction spontanée dans la pile de la question -2-c).

Page

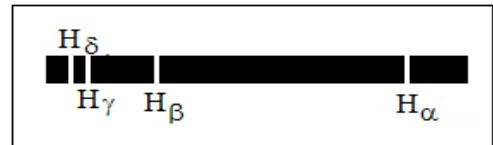
2/4 PHYSIQUE

EXERCICE N°1 : « 4 pts »

A l'aide d'une lampe à vapeur d'hydrogène, on réalise le montage ci – dessous. Sur l'écran, on observe le spectre de raies colorées représenté ci – contre :



Spectre obtenu



Les fréquences des raies observées :

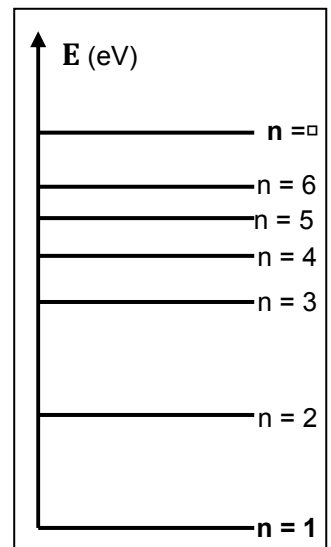
Raie observée	raie H α	raie H β	raie H γ	raie H δ
ν ($\times 10^{14}$ Hz)	4,57	6,16	6,91	7,30

- 1- a – Quel élément optique doit-on placer, sur le support entre la fente et l'écran, pour observer le spectre ?
 b – S'agit – il d'un spectre de raies d'émission ou d'absorption ?
 2- Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{13}{6n^2} \text{ (en eV)}$$

On donne ci contre le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène. Reproduire et compléter le diagramme en précisant :

- a- la valeur de l'énergie de l'atome correspondant à chaque niveau sur le diagramme.
 b- l'état de l'atome d'hydrogène correspondant au niveau d'énergie le plus bas.
 c- à quoi correspond le niveau d'énergie $E = 0 \text{ eV}$?
 3- L'atome d'hydrogène pris à l'état correspondant à $n = 1$ reçoit deux photons d'énergies $W_1 = 12,75 \text{ eV}$ et $W_2 = 11 \text{ eV}$.
 a- Montrer que seul l'un des deux photons provoque une transition électronique aboutissant à un niveau d'énergie que l'on précisera.
 b- Représenter cette transition par une flèche (bleue).
 4- L'atome d'hydrogène étant initialement au niveau d'énergie $n = 4$ (état excité) Sa désexcitation se fait par trois transitions électroniques successives le ramenant à son état fondamental.
 a- Représenter, sur le diagramme énergétique, ces trois transitions par des flèches (vertes).
 b- Calculer les longueurs d'onde (mesurées dans le vide) des trois radiations correspondantes à ces transitions.
 c- L'une des trois radiations appartient au spectre observé ci – dessus. La préciser, en justifiant la réponse.



Données : Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Célérité de la lumière dans le vide ou l'air : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

EXERCICE N°2 : « 5 pts »

- 1- Le noyau d'iode ${}^{131}_{53}\text{I}$ est radioactif β^- . Il se désintègre en donnant un noyau fils ${}^A_Z\text{Y}$.
 a- Qu'appelle – on « radioactivité » ?
 b- Déterminer les nombres A et Z en précisant les lois utilisées. Identifier le noyau fils ${}^A_Z\text{Y}$ obtenu et écrire, l'équation de cette désintégration.

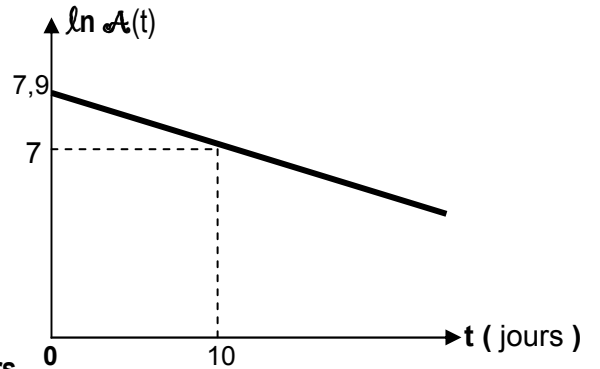
On donne un extrait du tableau périodique

55Cs	54Xe	52Te	50Sn
------	------	------	------



- c- Citer deux caractères qualitatifs de cette désintégration nucléaire.
 - d- Expliquer l'origine de la particule β^- émise.
- 2- On dispose d'un échantillon d'iode contenant, à l'instant de date t , $N(t)$ noyaux radioactifs $^{131}_{53}\text{I}$.
- a- Rappeler l'expression de la loi de décroissance radioactive en précisant la signification de chaque terme.
 - b- Donner la définition de l'activité instantanée $\mathcal{A}(t)$ d'une source radioactive. Préciser son unité S.I.
 - c- Montrer que cette activité instantanée vérifie l'expression : $\ln \mathcal{A}(t) = -\lambda \cdot t + \ln(\lambda \cdot N_0)$
- 3- A l'aide d'un compteur de radioactivité, on suit la variation au cours du temps de l'activité $\mathcal{A}(t)$ d'un échantillon contenant des noyaux radioactifs $^{131}_{53}\text{I}$. La courbe suivante représente les variations de : $\ln \mathcal{A}(t) = f(t)$.

- a- Déterminer l'équation numérique de cette courbe.
- b- En déduire la valeur de la constante radioactive λ et celle de l'activité initiale \mathcal{A}_0 du radioélément $^{131}_{53}\text{I}$.
- c- Définir la période radioactive T d'un radioélément. Déduire sa valeur pour l'iode $^{131}_{53}\text{I}$.
- d- Quel est le nombre initial N_0 des noyaux dans l'échantillon pris à la date $t = 0$.
- e- Calculer le nombre de particules β^- formés à la date $t = 10$ jours.



EXERCICE N°3 : « 4 pts »

On considère les noyaux suivants : Uranium $^{238}_{92}\text{U}$; Iode $^{131}_{53}\text{I}$ et Yttrium $^{90}_{39}\text{Y}$.

- 1- Les énergies de liaison de ces noyaux sont respectivement E_{l1} (inconnue), $E_{l2} = 1331,57 \text{ MeV}$ et $E_{l3} = 838,52 \text{ MeV}$
- a- Définir l'énergie de liaison E_l d'un noyau ^A_ZX .
 - b- Donner son expression, en précisant la signification physique de chaque terme.
 - c- Calculer en **MeV**, l'énergie de liaison E_{l1} du noyau $^{238}_{92}\text{U}$.
 - d- Donner, en le justifiant, une classification par ordre de stabilité croissant des trois noyaux considérés.
- 2- Bombardé par un neutron ^1_0n , le noyau d'uranium $^{238}_{92}\text{U}$ subit une fission nucléaire et donne naissance à deux autres noyaux : $^{131}_{53}\text{I}$ et $^{90}_{39}\text{Y}$ avec émission de k neutrons ($k \in \mathbb{N}^*$).
- a- Donner la définition pour de fission nucléaire.
 - b- Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire et déterminer le nombre k des neutrons émis.
 - c- Calculer la quantité d'énergie W mise en jeu au cours de la fission d'un noyau $^{238}_{92}\text{U}$.

On donne :

Particule :	^1_0n Neutron	^1_1p Proton	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{131}_{53}\text{I}$	$^{90}_{39}\text{Y}$
Sa masse (en u)	1,00866	1,00728	234,99427	134,88118	98,90334

Unités d'énergie	1 MeV = $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$	et	1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Unités de masse	1 u = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$	et	1 u = $931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$
Nombre d'Avogadro	$\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23}$		

Nom : _____ Prénom : _____ Classe : _____ N° : _____

Figure - 1

COUPE LONGITUDINALE D'UNE PILE ALCALINE

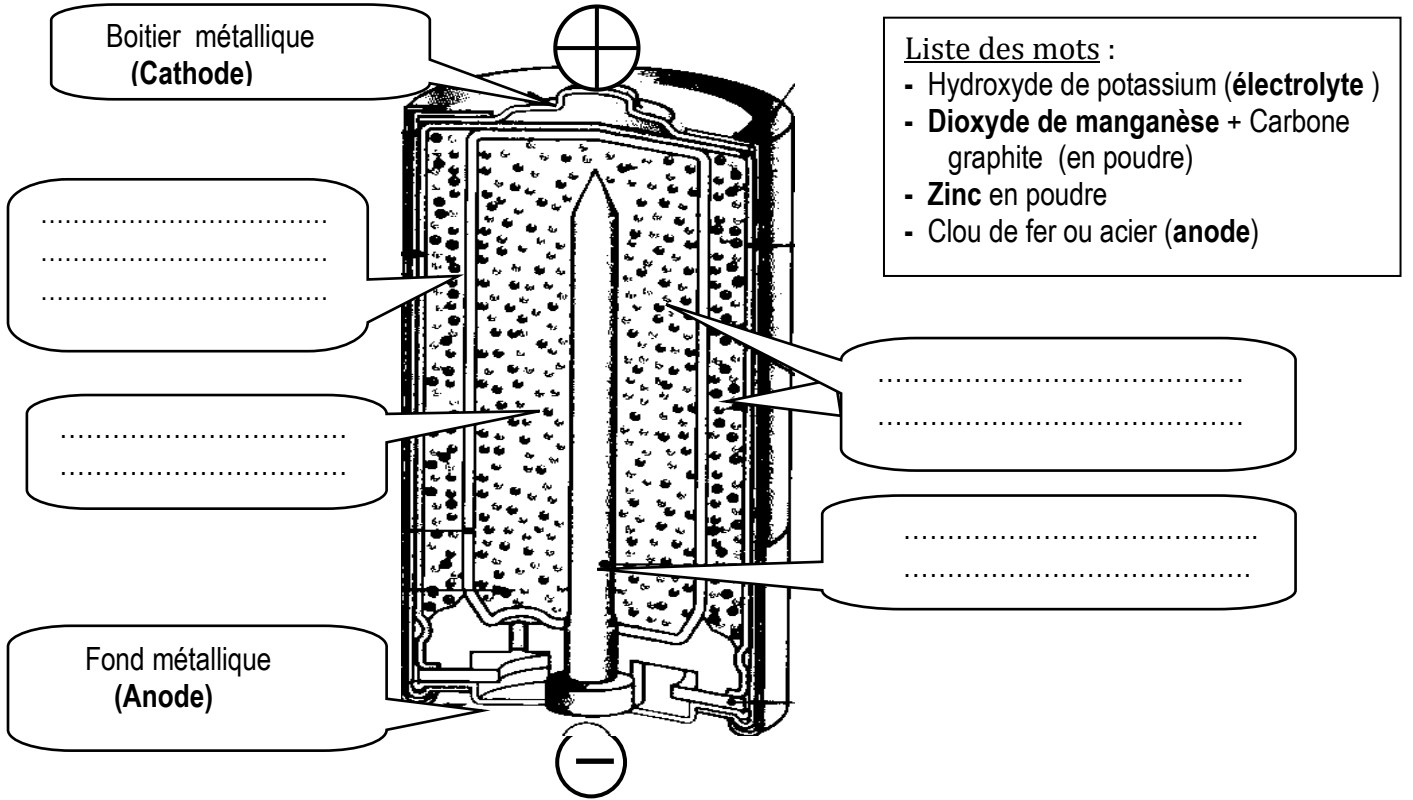
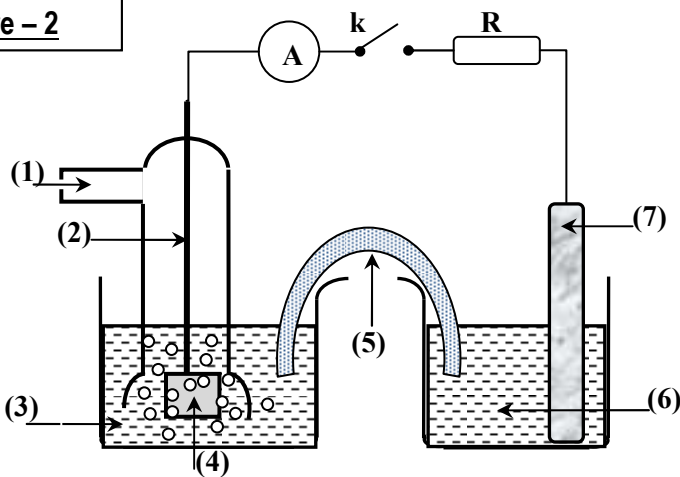
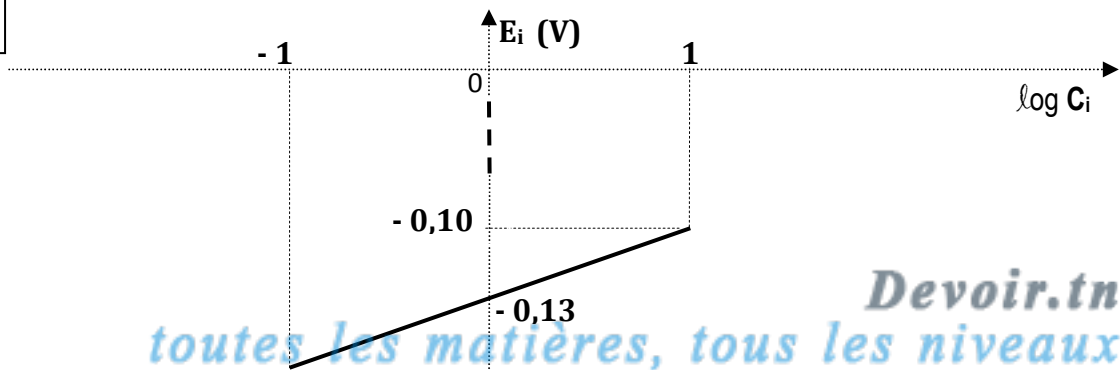


Figure - 2



- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)
- (6)
- (7)

Figure - 3



Exercice N°1 :

L'électrode négative est à base de **zinc**, l'électrode positive est à base de dioxyde de manganèse **MnO₂**.

- 1- a) Voir figure – 1.
b) Pile alcaline car son électrolyte est une solution de KOH, solution basique (signifie : une solution alcaline).
Pile sèche car la solution électrolytique est **gélifiée** donc **ne coule pas**.
- 2- La différence est l'électrolyte utilisé : - dans la pile alcaline l'électrolyte est une base : solution de KOH
- dans la pile saline l'électrolyte est un sel : solution de (NH₄⁺ + Cl⁻)

- 3- a) Ces couples sont les suivants : Zn(OH)₄²⁻ / Zn(s) et MnO₂ / MnO(OH).
b) les demi équations électroniques sont :

