

Durée 3h  
12-05-2014  
4<sup>ème</sup> Sc exp1-2

SCIENCES PHYSIQUES  
DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3  
PR : RIDHA BEN YAHMED & NABIL GUISSOUMA



Chaque résultat doit être souligné ou encadré. La clarté, la précision de l'explication rentrent en compte dans la notation de votre copie. La calculatrice non programmable est autorisée.

~ CHIMIE ~ (9 points)

**EXERCICE N°1 (4,5 points)**

1-En faisant réagir du chlorure de thionyle,  $\text{SOCl}_2$ , sur un monoacide carboxylique saturé **A**, on obtient un composé organique **B** liquide en plus du chlorure d'hydrogène et du dioxyde de soufre. La masse molaire de **B** est  $92,5 \text{ g mol}^{-1}$ .

a-Préciser la fonction chimique du composé **B**.

b-Montrer que la formule statistique du composé **B** est  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-COCl}$ .

c-En déduire la formule statistique du composé **A** et le nommer.

d- Ecrire en formules semi-développées l'équation chimique de la réaction.

2-Le composé **B** réagit avec l'amine  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$  pour donner un amide et un composé gazeux.

a-Ecrire en formules semi-développées l'équation de la réaction.

b-Nommer les composés réactifs et produits de la réaction.

3-Le composé **B** réagit avec le propanoate de sodium  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa}$ , on obtient du chlorure de sodium et un composé **D**.

a-Ecrire en formules développées l'équation de la réaction.

b-Préciser la fonction et le nom du composé **D**.

4-a-Ecrire les équations des réactions chimiques des deux composées **A** et **D** avec le méthanol et préciser les noms des composés organiques obtenus.

b-Dans l'industrie, on préfère préparer le produit de la réaction à partir de **D** et non à partir de **A** avec le méthanol. Expliquer pourquoi ?

Données :  $M(\text{H}) = 1 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M(\text{C}) = 12 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M(\text{O}) = 16 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g mol}^{-1}$ .

**EXERCICE N°2 (4,5 points)**

1-On réalise ; à  $25^\circ\text{C}$ , la pile électrochimique symbolisée par :  $\text{Co} | \text{Co}^{2+} (\text{C}_1 \text{ mol.L}^{-1}) || \text{Ni}^{2+} (\text{C}_2 \text{ mol.L}^{-1}) | \text{Ni}$   
Sa fem initiale est  $E = 0,04\text{V}$ .

a-Ecrire l'équation associée à cette pile.

b-Donner l'expression de  $E$  en fonction de  $\text{C}_1$  et  $\text{C}_2$ .

c-Calculer la fem standard  $E^\circ$  de la pile, sachant que l'intensité du courant débité par cette pile s'annule lorsque  $[\text{Co}^{2+}] = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[\text{Ni}^{2+}] = 0,0232 \text{ mol.L}^{-1}$ .

d-Comparer les pouvoirs réducteurs de **Co** et **Ni**.

e-Calculer les valeurs  $\text{C}_1$  et  $\text{C}_2$  des concentrations molaires des solutions utilisées (les solutions ont le même volume dans les deux compartiments de la pile).

f-A partir de l'état d'équilibre, on ajoute de l'eau distillée, le volume de la solution contenant les ions  $\text{Ni}^{2+}$ . Déterminer en justifiant la réponse l'effet de cette dilution sur le déplacement d'équilibre chimique.

2-On réalise, dans les conditions standards, la pile de symbole :  $\text{Pt} | \text{H}_2(1\text{atm}) | \text{H}_3\text{O}^+ (1\text{M}) || \text{Co}^{2+} (1\text{M}) | \text{Co}$

La fem standard de cette pile est  $E^0_1 = -0,28\text{V}$ .

a-Faire un schéma de la pile en précisant toutes les indications nécessaires.

b-Ecrire l'équation de la réaction spontanée lorsque la pile débite un courant.

c-Déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode du couple  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$  et déduire celle du couple  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ .

## ~PHYSIQUE ~(11 points)

### EXERCICE N°1 (4 points)

La célérité de la lumière dans le vide  $c = 3.10^8 \text{m.s}^{-1}$  et la constante de Planck  $h = 6,62.10^{-34} \text{J.s}$

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ , ou  $n$  est un

nombre entier strictement positif et  $E_0 = 13,6 \text{eV}$ .

1-Préciser, en le justifiant, la valeur de  $n$  correspondant à l'état fondamental.

2-a- Calculer les valeurs des **cinq premiers** niveaux d'énergie.

b-Construire sur votre copie le diagramme énergétique simplifié de l'atome d'hydrogène.

3-On considère toutes les transitions d'un niveau d'énergie  $E_n$  ( $n \geq 2$ ) au niveau fondamental ; les radiations émises correspondantes à ces transitions forment une série appelée série de Lyman .

a-Montrer que les longueurs d'onde de ces radiations vérifient la relation :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$

Ou  $R_H$  est la constante de Rydberg qu'on explicitera en fonction  $E_0$ ,  $c$  et  $h$ .

b-Préciser l'unité de  $R_H$ .

c- Calculer dans le système international d'unités la valeur de  $R_H$ .

d-Calculer les longueurs d'onde **extrêmes** des radiations correspondantes à la série de Lyman.

4-L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental ; il reçoit un photon d'énergie  $W_1 = 12,75\text{eV}$ .

Montrer que cette énergie est absorbée par l'atome en précisant le niveau d'énergie de l'atome atteint en réponse à cette excitation.

### EXERCICE N°2 (4,5 points)

Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) subissent la fission sous le choc d'un neutron lent.

Un des nombreux processus possibles conduit à la formation d'un noyau de strontium ( ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ ), d'un noyau de xénon ( ${}^{139}_{54}\text{Xe}$ ) et de plusieurs neutrons.

1. a- Définir l'énergie de liaison  $E_L$  d'un noyau.

b-Donner l'expression **littérale** qui permettra son calcul.

2. a- Calculer, en MeV, l'énergie de liaison  $E_L$  d'un noyau ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ).

b-Calculer l'énergie de liaison par nucléon  $E_1$  de ce noyau.

c-Comparer par ordre croissant en justifiant la réponse la stabilité des noyaux ( ${}_{92}^{235}\text{U}$ ), ( ${}_{57}^{144}\text{La}$ ) et ( ${}_{35}^{88}\text{Br}$ ).

3. a- Définir la réaction de fission.

b-Ecrire l'équation de la réaction de fission étudiée.

4. a- Calculer la perte de masse  $\Delta m$  de cette réaction.

b- Calculer, en MeV, l'énergie  $E_0$  libérée par la fission d'un noyau.

c- Calculer, en joule puis en MeV, l'énergie libérée par une mole  $E_{\text{mole}}$  de noyaux ( ${}_{92}^{235}\text{U}$ ).

Données :

---

- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
  - $1 \text{ u} = 1,66055 \times 10^{-27} \text{ kg}$  et  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- 

- Masse d'un proton :  $m({}_1^1p) = 1,0073 \text{ u}$
  - Masse d'un neutron :  $m({}_0^1n) = 1,0087 \text{ u}$
  - Masse du noyau d'uranium 235 :  $m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,0134 \text{ u}$
  - Masse du noyau de Strontium 94 :  $m({}_Z^{94}\text{Sr}) = 93,8946 \text{ u}$
  - Masse du noyau de Xénon 139 :  $m({}_{54}^{139}\text{Xe}) = 138,888\text{u}$
  -
- 

- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- 

○ Energies de liaison par nucléon :

- ( ${}_{57}^{144}\text{La}$ )  $E_2 = 8,28 \text{ MeV/nucléon}$
- ( ${}_{35}^{88}\text{Br}$ )  $E_3 = 8,56 \text{ MeV/nucléon}$

## EXERCICE N° ( 2,5 points)

### « Etude d'un document scientifique »

#### Le carbone 14, horloge du monde

La technique du carbone 14 permet de dater tous les fossiles d'origine organique : le bois, les charbons de bois, les ossements, l'émail dentaire...

Mais, cette technique ne s'applique pas à des matériaux âgés de plus de **50000** ans ; ils ne contiennent pratiquement plus d'atomes de radiocarbone détectables. Dans la haute atmosphère, les protons du rayonnement cosmique entrent en collision avec les molécules d'air, les neutrons créés par ces chocs interagissent avec l'azote de l'air pour produire du carbone 14. Ce dernier est instable : il est radioactif  $\beta^-$  et redevient de l'azote 14 en perdant un électron.

La demi-vie du carbone 14 a été estimée à **5568** ans : c'est-à-dire que la moitié des atomes de carbone 14 disparaît durant ce laps de temps. Un gramme de carbone contient une quantité de carbone 14 suffisante pour qu'un compteur détecte **13,56** désintégrations par minute. Un matériau dégageant **6,78** désintégrations par minute serait donc daté de **5568** ans, et **3,39** désintégrations par minute correspondraient à **11136** ans...

*D'après un article du numéro hors série (janvier – mars 2004) de la revue Pour la science*

#### Questions

1. Préciser la signification de la nomenclature "carbone 14" utilisée dans le texte.
2. Relever du texte le type de radioactivité mis en jeu dans la transformation du carbone 14 en azote 14 et écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
3. a) Expliquer pourquoi le groupe de mots souligné dans le texte n'est pas scientifiquement correct.  
b) Le remplacer par une expression précise.
4. Interpréter l'obtention d'une activité de **3,39** désintégrations par minute au bout de **11136** ans.