



## CHIMIE (9 points)

### Exercice n°1: (5 points)

On réalise une pile symbolisée :  $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}(\text{C}_1)||\text{Co}^{2+}(\text{C}_2)|\text{Co}$ .

Les volumes des deux solutions ioniques sont égaux à  $V=100\text{mL}$ .

1/ Faire un schéma annoté de la pile et écrire l'équation de la réaction associée à cette pile. {0,75point}

2/ Le graphique de la figure 1 représente la variation de la fém  $E$  de la pile en fonction de  $\log(\pi)$ .

( $\pi$  étant la fonction des concentrations).

a- En exploitant le graphique, déterminer la constante d'équilibre  $K$  de la réaction associée et la fém standard  $E^\circ$  de cette pile. {0,5point}

b- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples mis en jeu. {0,25point}

c- Calculer  $E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^\circ$  sachant que  $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^\circ = -0,44\text{V}$ . {0,25point}

3/ Lorsque les concentrations molaires initiales des ions métalliques sont :  $\text{C}_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $\text{C}_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

a- Calculer la fém initiale de la pile. {0,5point}

b- Écrire, en justifiant, l'équation de la réaction spontanée. {0,5point}

c- Expliquer comment évoluent les concentrations molaires des ions  $[\text{Co}^{2+}]$  et  $[\text{Fe}^{2+}]$  au cours du fonctionnement de la pile. {0,5point}

d- Le pont salin de la pile contient une solution ionique de chlorure de potassium ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ). Préciser, en justifiant, vers quel compartiment de la pile vont se déplacer les cations  $\text{K}^+$  ainsi que les anions  $\text{Cl}^-$ . {0,5point}

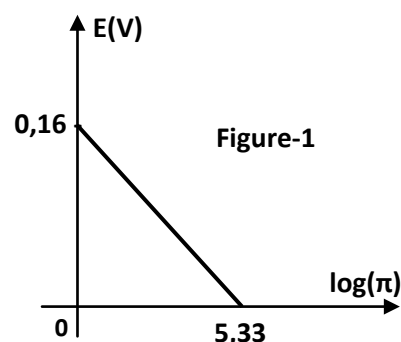
4/ Déterminer les valeurs des concentrations  $\text{C}'_1$  et  $\text{C}'_2$  des ions métalliques dans les compartiments de la pile lorsque sa f.é.m. initiale aura varié de 5%. {0,5point}

5/ On laisse la pile débiter dans un circuit extérieur jusqu'à son épuisement total. Un dépôt métallique est observé sur l'une des deux lames de la pile.

a. Préciser, en justifiant, la lame sur laquelle le dépôt métallique est observé. {0,25point}

b. Calculer la masse  $m$  de ce dépôt métallique. {0,5point}

On donne les masses molaires en ( $\text{g.mol}^{-1}$ ) :  $M(\text{Co}) = 59$  et  $M(\text{Fe}) = 56$ .



## Exercice n°2 : (4 points)

On considère les quatre composés (**a**<sub>1</sub>), (**a**<sub>2</sub>), (**a**<sub>3</sub>) et (**a**<sub>4</sub>) suivants :

Composé	(a <sub>1</sub> )	(a <sub>2</sub> )	(a <sub>3</sub> )	(a <sub>4</sub> )
Formule	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\    \quad   \\ \text{C}_2\text{H}_5 - \text{C} - \text{N} - \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \text{O} \\    \quad \quad    \\ \text{C}_2\text{H}_5 - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	$\text{R}' - \text{NH}_2$

1/ a- Préciser la fonction chimique de chacun des composés (**a**<sub>1</sub>), (**a**<sub>2</sub>), (**a**<sub>3</sub>) et (**a**<sub>4</sub>). {1point}

b- Donner le nom de (**a**<sub>1</sub>). {0,25point}

2/ La réaction d'une mole de (**a**<sub>2</sub>) avec deux moles de (**a**<sub>4</sub>) donne le composé (**a**<sub>1</sub>).

a- Ecrire l'équation de la réaction entre (**a**<sub>2</sub>) et (**a**<sub>4</sub>) et identifier les groupes alkyles (**R**) et (**R'**). {0,5point}

b- Citer deux caractères de cette réaction. {0,5point}

3/ On réalise séparément deux réactions chimiques (**r**<sub>1</sub>) et (**r**<sub>2</sub>) permettant d'obtenir le composé (**a**<sub>3</sub>) à partir du composé (**a**<sub>2</sub>).

L'un des deux produits de (**r**<sub>1</sub>) est **NaCl** et l'un des deux produits de (**r**<sub>2</sub>) est **HCl**.

Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, les deux équations (**e**<sub>1</sub>) et (**e**<sub>2</sub>) qui correspondent respectivement aux réactions (**r**<sub>1</sub>) et (**r**<sub>2</sub>). {1point}

4/ La réaction entre 2 mol de méthanol **CH<sub>3</sub>OH** et 3 mol du composé (**a**<sub>3</sub>) donne, entre autres, un ester.

a- Ecrire, en formules semi-développées, l'équation de cette réaction. {0,5point}

b- Déterminer, en justifiant, la quantité de matière de l'ester formé. {0,25point}

## PHYSIQUE : (11 points)

### Exercice n°1: (2 points)

### Etude d'un document scientifique

#### La diffraction

La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture. La diffraction s'observe avec la lumière, mais également avec le son, les vagues, les neutrons. Elle est une signature de la nature ondulatoire d'un phénomène.

La diffraction intervient lorsque l'onde rencontre un objet qui entrave (1) une partie de sa propagation (typiquement le bord d'un mur ou le bord d'un objectif). Elle est ensuite diffractée avec d'autant plus d'intensité que la dimension de l'ouverture qu'elle franchit se rapproche de sa longueur d'onde : une onde type radio sera facilement diffractée par des bâtiments dans une ville, tandis que la diffraction lumineuse y sera imperceptible (2). Plus la longueur d'une onde est grande par rapport à un obstacle plus cette onde aura de facilité à contourner (3) l'obstacle.

Ainsi les grandes ondes (longueurs d'ondes hectométriques et kilométriques) peuvent pénétrer dans le moindre recoin de la surface terrestre tandis que les retransmissions de télévision par satellite ne sont possibles que si l'antenne de réception « voit » le satellite.

(1) **entrave** : ce qui gêne un mouvement.

(2) **imperceptible** : qui échappe à notre attention.

(3) **contourner** : faire le tour de quelque chose pour l'éviter.

## Questions :

1/ Définir, d'après le texte, le phénomène de diffraction. {0,5point}

2/ Les neutrons peuvent-ils avoir une nature ondulatoire ? Justifier en s'appuyant sur un argument du texte. {0,5point}

3/ Expliquer la phrase soulignée. {0,5point}

4/ Justifier pourquoi les grandes ondes peuvent pénétrer dans le moindre recoin de la surface terrestre tandis que les retransmissions de télévision par satellite ne sont possibles que si l'antenne de réception « voit » le satellite. {0,5point}

## Exercice n°2 : (4,5 points)

Données :  $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $h=6,62.10^{-34} \text{ J.s}$  et  $1\text{eV}=1,6.10^{-19} \text{ J}$ .

Les niveaux d'énergies quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}; \text{ n est un nombre entier positif et } E_0 = 13,6 \text{ eV.}$$

1/ a. Calculer les valeurs des cinq premiers niveaux d'énergies. {0,5point}

b. Construire, sur le document en annexe, le diagramme énergétique simplifié de l'atome d'hydrogène.

On prendra comme échelle (1div représente 1eV). {0,5point}

c. Nommer le niveau d'énergie le plus bas de l'atome d'hydrogène. {0,25point}

d. Définir l'énergie d'ionisation et donner sa valeur pour l'atome d'hydrogène. {0,5point}

2/ On considère les transitions d'un niveau d'énergie  $E_n$  ( $n = 2, 3, 4, 5$ ) au niveau fondamental.

a- Montrer que les longueurs d'onde de ces radiations émises lors de ces transitions vérifient la relation :

$$\frac{1}{\lambda_{n \rightarrow 1}} = R_H \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \text{ où } R_H \text{ est une constante. } \{0,5\text{point}\}$$

b- Exprimer  $R_H$  en fonction de  $E_0$ ,  $c$  et  $h$ . Calculer sa valeur en précisant son unité. {0,5point}

c- Calculer la longueur d'onde de la radiation correspondante à la transition du premier niveau excité vers le niveau fondamental. {0,5point}

d- Représenter sur le diagramme énergétique (en annexe) cette transition par une flèche. {0,25point}

3/ a- L'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, 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. {0,5point}

b- Préciser, en le justifiant, l'état de l'atome d'hydrogène pris initialement à l'état fondamental quand il absorbe un photon d'énergie  $W_2 = 14 \text{ eV}$ . {0,5point}

### Exercice n°3 : (4,5 points)

#### Partie (I) :

On considère les deux noyaux atomiques : Uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et Plomb  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ .

- 1/ Définir l'énergie de liaison  $E_t$  d'un noyau atomique. {0,25point}
- 2/ Calculer (en MeV) les énergies de liaisons  $E_t({}^{238}_{92}\text{U})$  et  $E_t({}^{206}_{82}\text{Pb})$ . {1point}
- 3/ Comparer la stabilité des noyaux  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . {0,5point}

Masse d'un proton $m_p = 1,00728\text{u}$	Masse d'un noyau ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) = 237,99345u
Masse d'un neutron $m_n = 1,00867\text{u}$	Masse d'un noyau ( ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ ) = 205,92958u
$1\text{u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$	

#### Partie (II) :

Le noyau d'uranium 238, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb 206, selon l'équation globale :  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + x({}^4_2\text{He}) + y({}^0_{-1}\text{e})$ .

1/ a- Préciser, en justifiant, si cette réaction nucléaire est spontanée ou provoquée. {0,25point}

b- Déterminer les valeurs de  $x$  et  $y$  en précisant les lois utilisées. {0,5point}

2/ La courbe de la figure 1 traduit l'évolution du nombre de noyaux d'uranium  $N_U$  restant dans l'échantillon d'une roche ancienne en fonction du temps.

a- Montrer que  $N_U(t) = N_0 e^{-\lambda t}$  avec  $N_0$  le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant  $t_0=0$  et  $\lambda$  la constante radioactive. {0,5point}

b- Définir la période radioactive  $T$  d'un radioélément et déterminer sa valeur pour l'uranium 238. {0,5point}

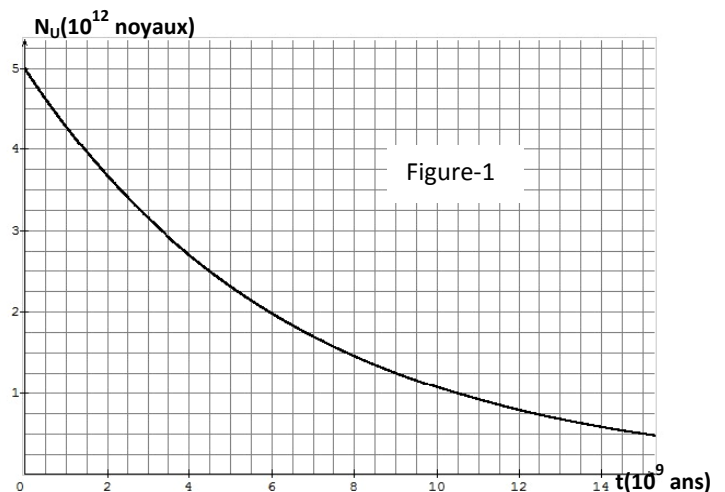
c- En déduire la valeur de la constante radioactive  $\lambda$  de l'uranium 238. {0,25point}

3/ A l'instant d'étude  $t_1$ , la roche ancienne, renferme un nombre de noyaux de plomb 206 noté  $N_{\text{Pb}}(t_1) = 2,5 \cdot 10^{12}$ . Sachant qu'à l'instant  $t_0=0$ ,  $N_{\text{Pb}}(t_0) = 0$  ;

a- Exprimer le nombre de noyaux de plomb  $N_{\text{Pb}}(t)$  présent à l'instant  $t$  dans l'échantillon de la roche ancienne en fonction de  $N_0$  et  $N_U(t)$ . {0,25point}

b- Représenter, sur la figure-1 en annexe, l'allure de la courbe  $N_{\text{Pb}}(t)$ . {0,25point}

c- Déterminer l'âge de la terre, sachant qu'elle présente le même âge que l'échantillon. {0,25point}

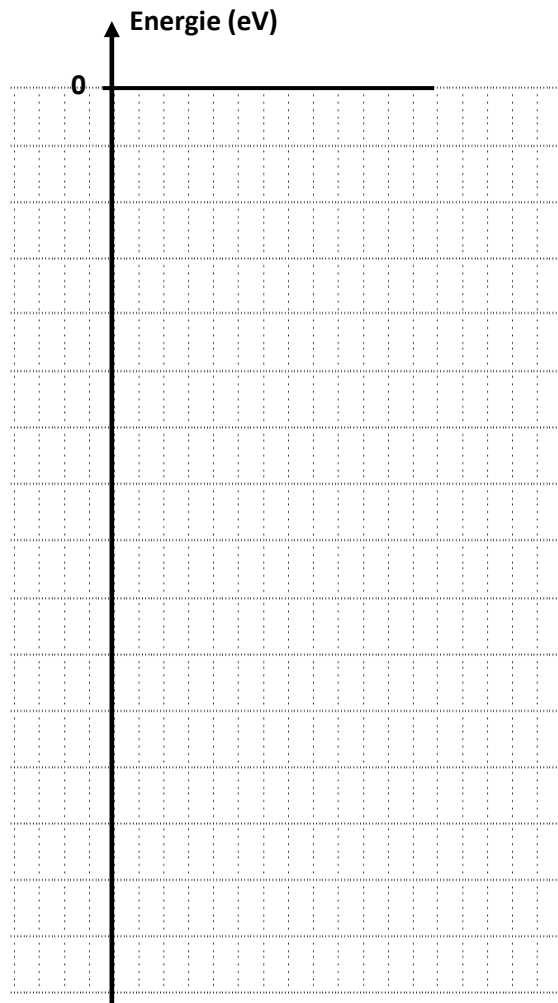


Annexe

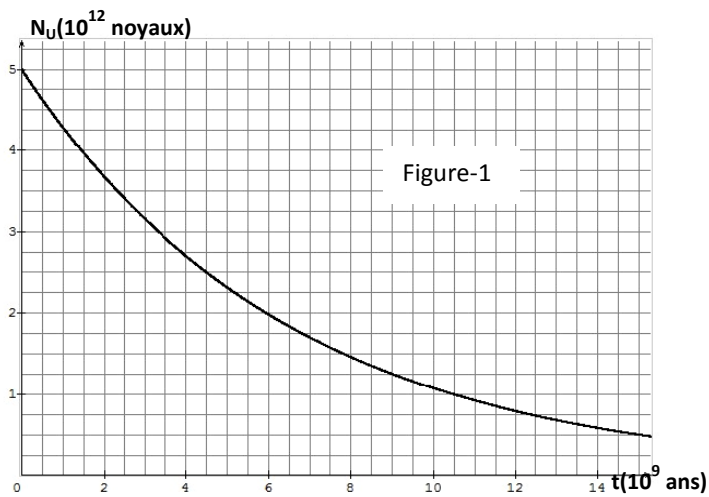
Nom de l'élève : .....

Physique/ Exercice n°2 :

Échelle : 1division → 1eV



Physique/ Exercice n°3 :



Physique  
Exercice n°3 (4,5 pt)

Partie I :

1) L'énergie de liaison est l'énergie qui il faut fournir à un noyau atomique isolé et au repos pour le dissocier en nucléons séparés et immobiles.  $E_l = \Delta m \cdot c^2$

2)  $E_l(^{238}_{92}\text{U}) = [92 \times 1.00728 + 146 \times 1.00867 - 237.99345] \times 931.5 = 1809.09 \text{ MeV}$  (0,25)

$E_l(^{206}_{82}\text{Pb}) = [82 \times 1.00728 + (124 \times 1.00867) - 205.97458] \times 931.5 = 1623.10 \text{ MeV}$

3)  $E_l(^{238}_{92}\text{U}) = 1809.09 = 7.601 \text{ MeV/nucleon}$  (1)

$E_l(^{206}_{82}\text{Pb}) = 1623.10 = 7.879 \text{ MeV/nucleon}$  (0,5)

$E_l(^{206}_{82}\text{Pb}) > E_l(^{238}_{92}\text{U}) \Rightarrow$  le  $^{206}_{82}\text{Pb}$  est plus stable que l'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$ .

Partie II :

1) a) Cette réaction est approuvée car elle se produit sans aucune action extérieure. (0,25)

b) Loi de conservation de la masse :  $238 = 206 + 4x \Rightarrow x = 8$  (0,25)  
Loi de conservation de la charge :  $92 = 82 + 2x - y$  (0,25)

$\Leftrightarrow y = -92 + 82 + (2 \times 8) \Leftrightarrow y = 6$  (0,25)

2) a) Stabilité  $A(t)$  du noyau restant est  $A = -\frac{dN}{dt}$  et la relation entre  $A(t)$  et  $N(t)$  s'écrit  $A = \lambda N$

$\lambda N = -\frac{dN}{dt} \Leftrightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad (-) \quad \int_N^{N_0} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$

$\Leftrightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \quad \Leftrightarrow \ln(N) = \ln(N_0) - \lambda t$  (0,25)

b) La vitesse radioactive  $\lambda$  du noyau restant  $T$  est due au fait que la moitié des noyaux restants  $f$  initiaux, se désintègrent (0,25)

D'après la loi de (Figure 1)

$\frac{N(t=0)}{2} = \frac{5.10^{12}}{2} = 2.5.10^{12} \Rightarrow T = 4.5.10^9 \text{ ans}$  (0,25)

c)  $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{4.5.10^9} = 1.54.10^{-10} \text{ ann}^{-1}$  (0,25)

3) a)  $N_{Pb}(t) = N_0 - N_{\alpha}(t)$  (0,25)

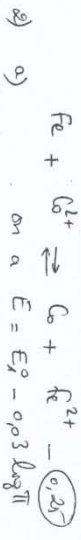
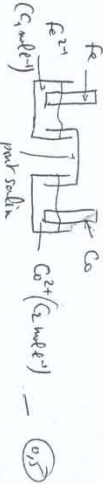
b) voir courbe (annexe) (0,25)

c)  $N_{Pb}(t) = 2.5.10^{12} \Rightarrow t_1 = 4.5.10^9 \text{ ans}$  (0,25)

L'âge de la terre est  $4.5$  milliards d'années

Correction du Devoir de synthèse n°3

Chimie - Ex. n°4 (5 points)



2) a) on a  $E = E_{Co^{2+}/Co} - E_{Fe^{2+}/Fe}$

↳ lorsque  $E = 0$  alors  $\pi = K$   
 D'après la courbe  $\log K = 5,33 \Rightarrow K = 10^{5,33} = 213,796$  (0,25)

\* lorsque  $\log \pi = 0 \Rightarrow E = E_{Fe^{2+}/Fe} = 0,16V$  (0,25)  
 le cobalt (Co) est moins réducteur que le fer (Fe)

b)  $E_{Fe^{2+}/Fe} > E_{Co^{2+}/Co} \Rightarrow$  le cobalt (Co) est moins réducteur que le fer (Fe)

c)  $E_{Fe^{2+}/Fe} = E_{Co^{2+}/Co} \Leftrightarrow E_{Co^{2+}/Co} = E_{Fe^{2+}/Fe}$   
 $E_{Co^{2+}/Co} = 0,16 + (-0,44) = -0,28V$  (0,25)

3) a)  $E_1 = E_{Fe^{2+}/Fe} - 0,03 \log \frac{[Fe^{2+}]_1}{[Co^{2+}]_1} = 0,16 - 0,03 \log \frac{0,1}{0,01} = 0,13V$  (0,25)

b)  $E_1 > 0 \Rightarrow$  la réaction spontanée:  $Fe + Co^{2+} \rightarrow Co + Fe^{2+}$  (0,25)

c)  $Co^{2+}$  est un oxydant, les ions  $Co^{2+}$  diminuent au cours de la réaction et  $Fe^{2+}$  augmente au cours de la réaction (0,25)

d)  $[Co^{2+}]$  diminue  $\Rightarrow$  les cathodes se déplacent vers le compartiment de droite ( $Co^{2+}/Co$ ) pour rétablir l'électroneutralité de la solution (0,25)

4) la valeur de la force  $E$  de la pile après la réaction de 5% est  
 $E = E_1 - \frac{E_1 \times 5}{100} = 0,1235V$   
 et  $\log \pi = - \left( \frac{E - E_1}{0,03} \right) = -1,216$   
 $\pi = 10^{-1,216} = 16,14$

Sûreté Chimie (Ex. 1)



$a_1 = 0$  exc  $Co$  exc  $Fe^{2+}$

$a_2 = 1$  exc  $Co^{2+}$  exc  $Fe$

$\pi = \frac{C_1 + y}{C_2 - y} \Leftrightarrow (C_2 - y)\pi = C_1 + y \Rightarrow \pi C_2 - \pi y = C_1 + y$

$\pi C_2 - C_1 = y(1 + \pi) \Rightarrow y = \frac{\pi C_2 - C_1}{1 + \pi} = \frac{(6,14 \times 0,01) - 0,1}{1 + 16,14}$

$y = 0,00369 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

$C'_1 = C_1 + y = 0,1 + 0,00369 = 0,10369 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  (0,25)

$C'_2 = C_2 - y = 0,01 - 0,00369 = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot l^{-1}$

5) a) le dépôt métallique est sur le pôle de cobalt (Co) car Co se forme au cours du fonctionnement de la pile ( $Fe + Co^{2+} \rightarrow Co + Fe^{2+}$ ) (0,25)

b) la réaction est lente ( $k > 10^4$ )  $\Rightarrow y_1 = 2 = 0,01 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

$n(Co)_{formé} = n(Co^{2+})_{consommé} = y \times V = 0,01 \times 0,1 = 10^{-3} \text{ mol}$

$m(Co) = n M = 10^{-3} \times 59 = 59 \cdot 10^{-3} \text{ g}$  (0,25)

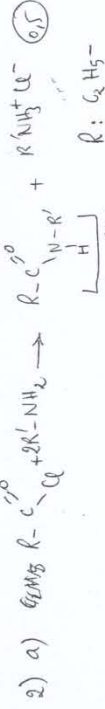
Chimie / Exercice n°2 /

1) a) 

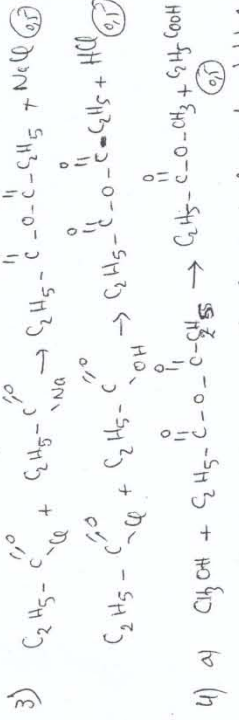
Composé	(a <sub>1</sub> )	(a <sub>2</sub> )	(a <sub>3</sub> )	(a <sub>4</sub> )
fonction chimique	amide	chlorure d'acyle	anhydride d'acide	amine

 (1)

b) Nom de (a<sub>1</sub>): N-méthylpropanamide (0,25)



b) cette réaction est rapide, totale et exothermique. (0,5)



b) le réactif limitant est le méthanol ⇒ et la réaction est totale  
 ⇒  $x_f = x_{max} = 2 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{total}} = 2g = 2 \text{ moles} \cdot 0,25$  (0,5)

Physique / Ex n°1 / (2 pt)

- La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture. (0,5)
- Des neutrons se diffractent ⇒ les neutrons peuvent avoir un caractère ondulatoire. (0,5)
- Explication de la phrase soulignée: Si un phénomène subit la diffraction alors ce phénomène a un caractère ondulatoire. (0,5)
- Pour observer la diffraction il faut que la longueur d'onde "λ" est supérieure ou égale à la dimension de l'obstacle. Alors les grands ondes (l'énergie devant) se diffractent: c'est à dire contourner les murs à arriver au moindre recoin de la surface de la terre, mais les petits ondes (l'énergie devant) ne peuvent se diffracter ⇒ ces ondes TV ne contourner pas les murs ⇒ il faut une antenne de réception. (0,5)



Physique / Ex. N°2 (4,5 pb)

1) a)

n	1	2	3	4	5
$E_n^{(eV)}$	-13,6	-3,4	-1,51	-0,85	0,54

b) voir annexe (0,5)

c) Le niveau d'énergie le plus bas est le niveau fondamental. (0,5)

d) L'énergie d'ionisation est l'énergie qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène pour arracher définitivement son électron.  $E_{\text{ionisation}} = 13,6 \text{ eV}$  (0,5)

2) a)  $|E_n - E_h| = \frac{hc}{\lambda_{n \rightarrow h}}$

$\Leftrightarrow E_h - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{h \rightarrow 1}} \Rightarrow +13,6 \left( -\frac{1}{n^2} + 1 \right) = \frac{hc}{\lambda_{h \rightarrow 1}}$  (0,5)

$\Leftrightarrow \frac{1}{\lambda_{h \rightarrow 1}} = \frac{13,6}{hc} \left( 1 - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow R_H = \frac{13,6}{hc} = \frac{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{19}}{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}$  (0,5)

b)  $R_H = 1,09566968 \text{ m}^{-1}$  (0,5)

c)  $\frac{1}{\lambda_{2 \rightarrow 1}} = 1,09566968 \left( 1 - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \lambda_{2 \rightarrow 1} = 121,10^{-9} \text{ m}$ . (0,5)

d) voir annexe. (0,5)

3) a)  $E_1 + W_1 = -13,6 + 12,75 = -0,85 \text{ eV}$

L'énergie  $W_1$  est absorbée et l'atome d'hydrogène passe vers le niveau  $n=4$ . (0,5)

b)  $E_1 + W_2 = -13,6 + 14 = 0,4 \text{ eV}$   
 L'énergie  $W_2$  est absorbée par l'atome d'hydrogène.

