

Chimie (9 pts)**Exercice n°1 : (4,5 pts)**

À la température 25°C, on réalise la pile électrochimique (P) de symbole :



n étant le nombre d'électrons mis en jeu dans les équations associées à chacun des couples rédox de la pile (P) et C la concentration molaire initiale en ions Co^{2+} .

1/ a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P). {0,25pt}

b- Donner l'expression du fem initiale E_i de la pile (P) en fonction de sa fem standard E° , n et la fonction de concentration π relative à l'équation chimique associée à (P). {0,25pt}

c- Montrer qu'on peut écrire : $E_i = \frac{0,06}{n} \ell \text{og}\left(\frac{K}{\pi}\right)$;

K étant la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à (P). {0,5pt}

2/ Pour différentes valeurs de la concentration initiale C , on mesure la fem initiale E_i de la pile (P). Ceci permet de tracer la courbe de la figure-1 représentant l'évolution de E_i en fonction de $\ell \text{og}\left(\frac{K}{\pi}\right)$. {0,5pt}

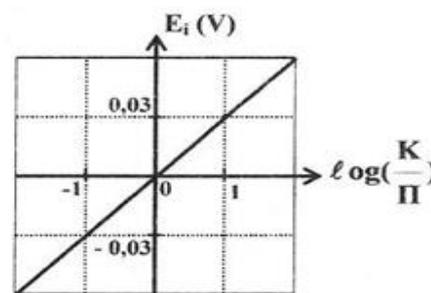


Figure 1

En exploitant la courbe de la figure-1, montrer que $n=2$.

3/ Pour une valeur $C_1=1\text{mol.L}^{-1}$ de la concentration initiale C , la fem de la pile (P) est $E_{i1} = -0,01\text{V}$.

a- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction spontanée qui se produit lorsque la pile (P) débite un courant électrique. {0,5pt}

b- Montrer que la constante d'équilibre relative à l'équation associée à la pile (P) est $K = 4,64$.

En déduire la valeur de fem standard E° de la pile (P). {0,75pt}

c- Déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^\circ$ sachant que celui du couple Co^{2+}/Co est

$E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^\circ = -0,28\text{V}$. Comparer le pouvoir réducteur des couples rédox considérés. {0,5pt}

4/ On considère la pile (P) à l'état initial, pour laquelle la concentration molaire $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

On dilue x fois (x étant un nombre entier naturel tel que $x > 1$) la solution aqueuse contenant les ions Co^{2+} .

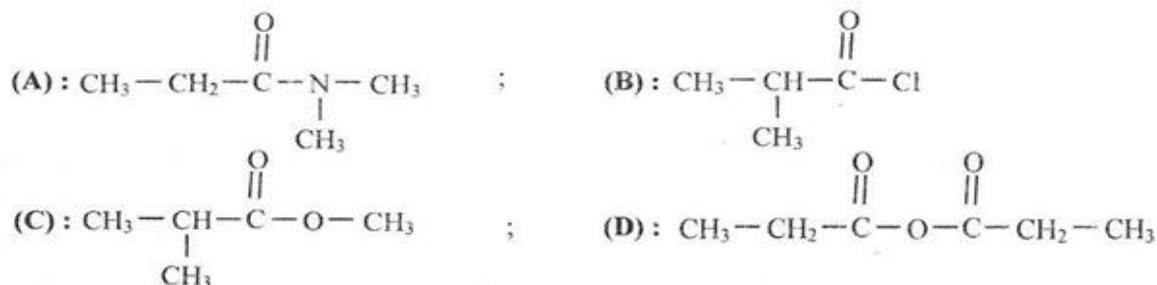
La mesure de la fem initiale de la pile obtenue suite à cette dilution, donne $E_{i2} = 0,029\text{V}$.

a- Préciser en le justifiant, les signes des pôles de la pile obtenue suite à cette dilution. {0,5pt}

b- Montrer que $E_{i2} - E_{i1} = 0,03 \ell \text{og}(x)$. En déduire la valeur de x . {0,75pt}

Exercice n°2 : (4,5 points)

On considère les composés organiques (A), (B), (C) et (D) suivants :



1/ a- Préciser la fonction chimique de chacun des composés organiques (A), (B), (C) et (D). {1pt}

b- Nommer le composé (A). {0,5pt}

2/ On fait réagir un alcool R-OH (R étant un groupe alkyle) avec le composé (B), on obtient le composé (C) et du chlorure d'hydrogène (HCl).

a- Déterminer la formule semi-développée de l'alcool R-OH . {0,5pt}

b- Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante. {1pt}

3/ On fait réagir une mole du composé (D) avec deux moles d'une amine secondaire (F), on obtient, entre autres, le composé (A) et un ion carboxylate.

a- identifier l'amine (F). {0,5pt}

b- Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante. {1pt}

Physique (11 pts)

Exercice n°1 : (3,5 pts)

La médecine est l'un des principaux domaines dans lequel on trouve l'application pratique de la radioactivité. On utilise dans ce domaine plusieurs éléments radioactifs pour diagnostiquer et traiter quelques maladies. Parmi ces éléments on trouve le sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ qui peut aider à contrôler la circulation sanguine dans le corps humain.

1/ Le sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ est un radio-isotope artificiel obtenu en bombardant le sodium ${}^{23}_{11}\text{Na}$ par des neutrons.

a- Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire et rappeler les lois utilisées. {0,5pt}

b- Cette réaction nucléaire est-elle spontanée ou provoquée ? Justifier. {0,25pt}

2/ Le sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ est radioactif, il se désintègre en donnant du magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$.

La période radioactive du sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ est $T = 15\text{h}$.

a- Préciser, en justifiant, le type de radioactivité correspondant à cette désintégration. {0,5pt}

b- Donner, sans démonstration, la loi de décroissance radioactive. {0,25pt}

c- Définir la période T d'un élément radioactif. {0,25pt}

3/ Au cours d'une expérience visant à estimer le volume moyen V de sang contenu dans le corps humain, on injecte dans le sang d'un patient, une petite quantité d'une solution radioactive contenant initialement le sodium 24. On fait l'hypothèse que, en quelques heures, cette solution diffuse de manière homogène dans tout le volume sanguin. L'activité initiale A_0 de la solution radioactive injectée est $A_0 = 96.10^4 \text{ Bq}$.

Après 30h, on mesure l'activité A_p d'un prélèvement sanguin de volume $V_p = 10\text{mL}$, on trouve $A_p = 480\text{Bq}$.

a- Déterminer l'activité A_1 de la totalité de la solution radioactive injectée dans le sang 30h du patient après l'injection. {0,5pt}

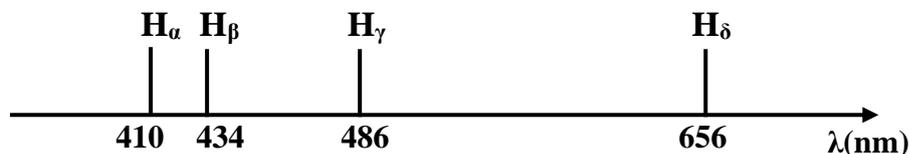
b- Etablir la relation entre A_1 , A_p , V et V_p . {0,75pt}

c- En déduire le volume de sang dans le corps du patient. {0,5pt}

Exercice n°2: (4,5 points)

Données : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est constitué, dans sa partie visible de quatre raies notées H_α , H_β , H_γ et H_δ comme l'indique la figure ci-dessous.



1/ a- Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est discontinu. Justifier cette qualification. {0,25pt}

b- Sachant que les couleurs des raies émises sont (**bleu, indigo, rouge et violette**) ; associer à chacune des raies émises (H_α , H_β , H_γ et H_δ) sa couleur. {0,5pt}

2/ En 1885, le physicien suisse **Balmer** remarque que les longueurs d'ondes de ces quatre radiations satisfont à la relation :

$$\lambda(\text{nm}) = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad \text{avec} \quad \lambda_0 = 367,7 \text{ nm} \quad \text{et} \quad n \in \mathbb{N}^*.$$

a- Indiquer la plus petite valeur de n . Déduire la longueur d'onde de la raie correspondante. {0,5pt}

b- Quelles valeurs doit prendre l'entier n pour retrouver les autres raies visibles de ce spectre ? {0,5pt}

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

$$E_n(\text{eV}) = -\frac{E_0}{n^2} \quad \text{avec} \quad E_0 = 13,6 \text{ eV} \quad \text{et} \quad n \in \mathbb{N}^*$$

Pour $n=1$, l'énergie de l'atome est minimale, l'atome est dans son état fondamental, et pour les autres valeurs de n tel que ($n \geq 2$), l'atome est dans un état excité.

a- Expliquer brièvement l'expression : « **les niveaux d'énergies de l'atome sont quantifiés** ». {0,25pt}

Que représente l'énergie E_0 pour l'atome d'hydrogène ? {0,25pt}

b- Etablir, en fonction de n , la fréquence $\nu_{n \rightarrow 2}$ (exprimée en **Hz**) des radiations émises lorsque cet atome passe d'un état excité $n > 2$ à un état excité $n = 2$. {0,5pt}

c- Reprouver alors l'expression empirique de Balmer : $\lambda = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 4}$ où λ est exprimé en **nm**. {0,5pt}

À quelle transition correspond l'émission de la radiation de longueur d'onde λ_0 ? Justifier. {0,25pt}

d- Tracer le diagramme énergétique représentant les transitions entre les différents niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène pour les quatre raies H_α , H_β , H_γ et H_δ de la série de Balmer. {0,5pt}

4/ a- Quelle est l'énergie cinétique minimale d'un électron projectile capable de provoquer par choc

l'excitation d'un atome d'hydrogène de son état fondamental à son deuxième état excité ? {0,5pt}

b- L'atome d'hydrogène précédemment excité revient à son état fondamental avec émission de deux photons. Déterminer les longueurs d'onde de ces deux photons. {0,5pt}

Exercice n°3 : (3 pts)

« Dans une cavité en or de quelques millimètres de long, on place une micro-bille contenant quelques dixièmes de milligrammes d'atomes de la famille d'hydrogène : de deutérium ${}^2_1\text{H}$ $\{m({}^2_1\text{H})=2,01355\text{u}\}$ et de tritium ${}^3_1\text{H}$ $\{m({}^3_1\text{H})=3,01550\text{u}\}$. Des faisceaux laser de longueur d'onde λ convergent dans la cavité en émettant une énergie de **1,8MJ** et sont absorbés par les parois qui jouent le rôle d'un four. Dans la micro-bille, de taille d'un grain de riz, la température et la pression augmentent jusqu'à atteindre les conditions pour réaliser la fusion. À ce stade, le contenu de la micro-bille est mélange d'atomes, d'ions et d'électrons. Grace à la forte agitation thermique au centre de la micro-bille, les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium qui, naturellement se repoussent, viennent en contact et se combinent dans un temps très court pour former un noyau isotope d'hélium ${}^A_Z\text{He}$ $\{m({}^A_Z\text{He})=4,00150\text{u}\}$ en libérant un neutron ${}^1_0\text{n}$ $\{m({}^1_0\text{n})=1,00867\text{u}\}$ et une énergie $E=17,6\text{ MeV}$ ».

D'après Aquitaine – Unicnam (Article 13)

- 1/ a- Nommer la réaction nucléaire qui se produit dans la micro-bille. {0,25pt}
- b- Préciser en le justifiant, si cette réaction nucléaire est provoquée ou spontanée. {0,5pt}
- 2/ a- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire qui se produit dans la micro-bille. {0,5pt}
- b- Déterminer les valeurs de **A** et de **Z** du noyau d'hélium formé au cours de cette réaction. {0,5pt}
- 3/ a- Montrer que la masse ne se conserve pas dans la réaction nucléaire étudiée. {0,5pt}
- b- Quelle est l'origine de l'énergie **E** ? Retrouver la valeur de **E** sachant que $1\text{u} = 931,5\text{ Mev}\cdot\text{c}^{-2}$. {0,75pt}