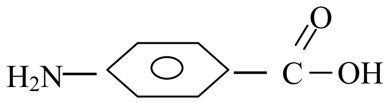
Epreuve du 1er groupe

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 (03 points)

1.1 Les formules semi-développées :

Formule semi-développée de AH :



Formule semi-développée de B. $HO-CH_2-CH_3$ **(0,5 pt)**

1.2 Nom de la réaction de formation de E : estérification directe.

Deux caractéristiques de cette réaction : réaction lente et limitée. **(01 pt)**

1- 3

1-3-1 Rôle de l'acide sulfurique : catalyseur **(0,5 pt)**

1-3-2 Détermination du réactif limitant : on compare $\frac{n(AH)_{initial}}{1}$ et $\frac{n(B_{initial})}{1}$

On a: $n(AH)_{initial} = \frac{m(AH)}{M(AH)} = 9{,}5.\ 10^{-3}$ mol et $n(B)_{initial} = \frac{m(B)}{M(B)} = \frac{\rho V_B}{M(B)} = 3{,}0.10^{-1}$ mol

On a : $\frac{n(AH)_{initial}}{1} < \frac{n(B_{initial})}{1}$ d'où l'acide 4-amino benzoïque not é AH est le réactif limitant. **(0,5 pt)**

1-3-3 Le rendement de la réaction :

$$\tau = \frac{n(E)\exp}{n(E)th}.100 = \frac{m(E)\exp}{m(E)th}.100 = \frac{m(E)\exp}{n(E)th.M(E)}.100 = \frac{m(E)\exp}{n(AH).M(E)}.100 = 51\%$$ **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 (03 points)

2.1 Les demi-équations électroniques :

Pour le couple MnO_4^- / Mn^{2+} $\quad MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$

Pour le couple $CO_2 / H_2C_2O_4$ $\quad 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2C_2O_4$

Equation-bilan: $\quad 2x(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)$

$5x(H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-)$

$$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$ **(0,5 pt)**

2.2.1 Calcul des quantités de matières mis en présence:

$n(MnO_4^-) = C_1xV_1 \quad n(MnO_4^-) = 0{,}02x50.10^{-3} = 1{,}00.10^{-3}$ mol.

$n(H_2C_2O_4) = C_2xV_2 \quad n(H_2C_2O_4) = 0{,}06x\ 45.10^{-3} = 2{,}70.10^{-3}$ mol.

Vérification que l'acide oxalique est en excès :

$\frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{1{,}00.10^{-3}}{2} = 5{,}00.10^{-4}$ mol $\quad \frac{n(H_2C_2O_4)}{5} = \frac{2{,}70.10^{-3}}{5} = 5{,}40.10^{-4}$ mol

D'après l'équation-bilan de la réaction, les réactifs seraient dans les proportions stœchiométriques si on avait : $\frac{n(H_2C_2O_4)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$; or on vérifie avec les valeurs numériques précédentes que $\frac{n(H_2C_2O_4)}{5} > \frac{n(MnO_4^-)}{2}$

donc $H_2C_2O_4$ est en excès par rapport à MnO_4^-. **(0,5 pt)**

2.2.2 Déduction de $[Mn^{2+}]$ en fin de réaction :

L'ion MnO_4^- est le réactif limitant $\Rightarrow$ tous les ions MnO_4^- réagissent $\Rightarrow [Mn^{2+}]_{fin} = [MnO_4^-]_{initiale}$

Or $[MnO_4^-]_{initiale} = \frac{C_1xV_1}{V_1 + V_2 + V} = \frac{0{,}02x50}{50 + 45 + 5} = 1{,}00.10^{-2}\ mol.L^{-1} \Rightarrow [Mn^{2+}]_{fin} = 1{,}00.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

(0,5 pt)

2.2.3 Date à laquelle $[Mn^{2+}]$ = $[MnO_4^-]$:

A chaque instant on a : $[MnO_4^-] = [MnO_4^-]_{initiale} - [Mn^{2+}]$;

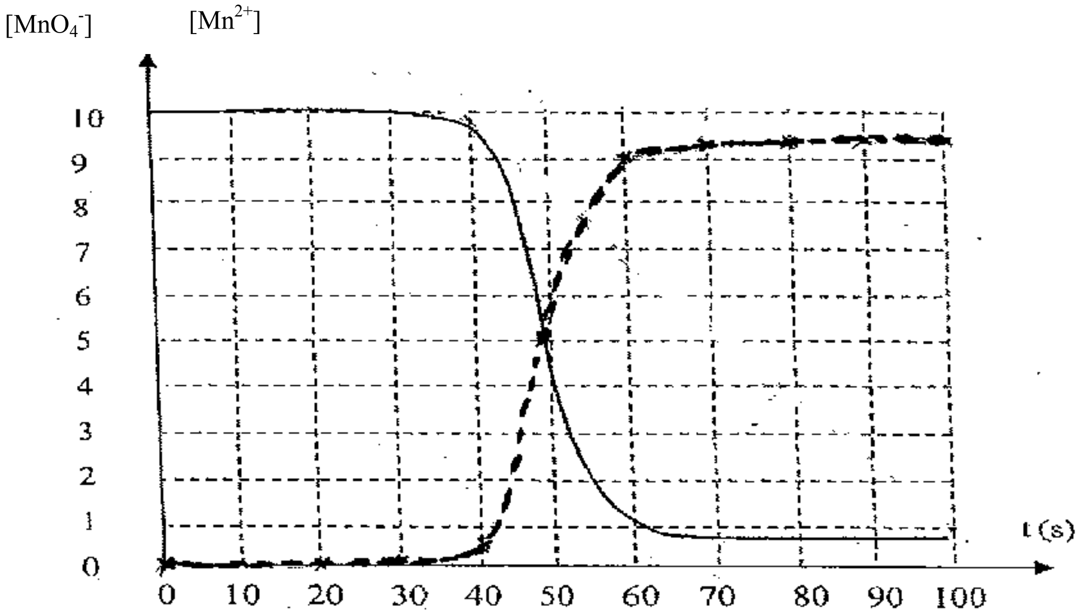
Si $[Mn^{2+}] = [MnO_4^-] \Rightarrow [MnO_4^-] = [MnO_4^-]_{initiale} - [MnO_4^-] \Rightarrow [MnO_4^-] = \frac{[MnO_4^-]_{initiale}}{2} = \frac{1{,}00.10^{-2}}{2}$

$[MnO_4^-] = 5{,}00.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

A partir du graphe si $[MnO_4^-] = 5{,}00.10^{-3}$ mol.L^{-1} on déduit $t \approx 48$ s.

L'allure de $[Mn^{2+}]$ = f(t) : **(0,5 pt)**

A chaque instant on a : $[Mn^{2+}] = [MnO_4^-]_{initiale} - [MnO_4^-]$; ce qui permet de déduire l'allure de la courbe $[Mn^{2+}]$ = f(t) à partir de celle de $[MnO_4^-]$= f(t). Cette allure est représentée en pointillé ci-dessous.



2.3 Définition : la vitesse volumique instantanée de disparition des ions permanganates à une date t est l'opposée de la dérivée par rapport au temps de la concentration en ions permanganate à la date considérée :

$V = -\frac{d[MnO_4^-]}{dt}$.

A une date t donnée elle correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $[MnO_4^-]$= f(t) à cette date

On trouve : V(t=10 s)=0 ; V(t=40 s)= 1,45.10^{-4} mol.L^{-1}.s^{-1} et V(t=80 s)=0. **(0,5 pt)**

On remarque que la variation de vitesse est particulière : la vitesse pratiquement nulle au début, croît fortement (entre 35 et 48 s), décroît par la suite et finit par s'annuler à nouveau.

2.4 Interprétation des variations de la vitesse :

Deux phénomènes cinétiques entrent en jeu dans cette réaction : l'influence d'un catalyseur et celle de la concentration des réactifs sur la vitesse de réaction. Les ions Mn^{2+} qui se forment catalysent la réaction ; ainsi la vitesse croît au début; mais comme la concentration des réactifs diminue progressivement, la vitesse va décroitre par la suite et finit par s'annuler lorsque le réactif limitant est épuisé. **(0,5 pt)**

EXERCICE 3 (06 points)

3.1 L'atome d'hydrogène : étude dynamique

3.1.1 Expression de la norme de la force électrostatique exercée par le proton sur l'électron

On applique la loi de Coulomb : $F = \frac{k\,e^2}{r^2}$ avec $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ **(0,5 pt)**

3.1.2 La deuxième loi de Newton appliquée à ce mouvement s'écrit : $\vec{F} = m\vec{a}$. Le mouvement de l'électron autour du proton est circulaire uniforme ; $\vec{F}$ est centripète ($\vec{a} = \vec{a}_n$) $\Rightarrow$ F = m a_n = m$\frac{v^2}{r} \Rightarrow$

$Ec = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} F.r = \frac{k e^2}{2r}$; $Ec = \frac{k e^2}{2r}$ **(0,75 pt)**

3.1.3 Travail élémentaire de la force électrostatique : $\delta W = \vec{F}.\delta\vec{r} = - F \delta r = - \frac{k e^2}{r^2} \delta r$

Travail de la force quand le rayon passe de r_1 à r_2 :

On a $\delta W = - \frac{k e^2}{r^2} \delta r \Rightarrow \frac{\delta W}{\delta r} = - \frac{k e^2}{r^2}$ $\Rightarrow$ sι $\delta r \to 0$ on peut écrire $\frac{dW}{dr} = - \frac{k e^2}{r^2}$

et par suite $W = \int_{r_1}^{r_2} \frac{-ke^2}{r^2} dr = k.e^2.\left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right]$

Le travail de la force électrostatique est indépendant du chemin suivi quand l'électron se déplace dans un volume tel que le rayon passe de r_1 à r_2 : on peut dire que la force électrostatique est une force conservative. **(01 pt)**

3.1.4 On utilise le résultat de la question précédente ; c'est-à-dire le travail de la force électrostatique quand l'électron se déplace dans un volume tel que le rayon passe de r_1 à r_2.

On a la relation : $\Delta Ep = - W$, d'où $Ep_2 - Ep_1 = - k e^2 [\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}]$ $\Rightarrow$ par identification on en tire :

$Ep_2 = -\frac{ke^2}{r_2} + Cte$ et $Ep_1 = -\frac{ke^2}{r_1} + Cte$; $\Rightarrow E_p = -\frac{ke^2}{r} + Cte$;

Si on choisit l'infini comme référence Cte = 0 $\Rightarrow E_p = -\frac{ke^2}{r}$

Autre solution : La variation élémentaire d'énergie potentielle est liée au travail élémentaire par : $\delta Ep = - \delta W$

$\Rightarrow \delta Ep = \frac{k e^2}{r^2}.\delta r \Rightarrow \frac{\delta Ep}{\delta r} = \frac{k e^2}{r^2} \Rightarrow \frac{dEp}{dr} = \frac{k e^2}{r^2} \Rightarrow Ep = -\frac{ke^2}{r} + cte$. Si on choisit l'infini comme état de référence on a Cte = 0 $\Rightarrow Ep = -\frac{ke^2}{r}$ **(0,5 pt)**

3.1.5 Energie mécanique totale E du système noyau – électron :

$$E = Ep + Ec = -\frac{ke^2}{r} + \frac{ke^2}{2r} \Rightarrow E = -\frac{ke^2}{2r}$$ **(0,5 pt)**

3.2. Quantification

3.2.1. Expressions de r et E :

De la relation de quantification on déduit : $(mvr)^2 = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2}$; tenant compte du fait que $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{k e^2}{2r}$

on déduit l'expression de r de ces relations ; soit : $r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 ke^2 m}$

$E = -\frac{ke^2}{2r}$ or $r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 ke^2 m} \Rightarrow E = -\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{n^2 h^2}$ **(01 pt)**

3.2.2. Calcul de r_1 et E_1 : on pose n =1

$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 ke^2 m}$ A.N $r_1 = \frac{(6,62.10^{-34})^2}{4x\pi^2 x9.10^9 x(1,6.10^{-19})^2 x9.10^{-31}}$ = 5,35x10^{-11} m = 5,35x10^{-5} µm

$E_1 = -\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2}$ A.N: $E_1 = \frac{2\pi^2 x(9.10^9)^2 x(1,6.10^{-19})^4 x9.10^{-31}}{(6,62.10^{-34})^2}$ = - 2,15x10^{-18} J = - 13,5 eV **(0,5 pt)**

3.2.3. $E_n = -\frac{A}{n^2}$. De l'expression établie en 3.1.2 $E = -\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{n^2 h^2}$ on tire $A = \frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2}$

Application numérique : A = 2,15.10^{-18} J = 13,5 eV **(0,5 pt)**

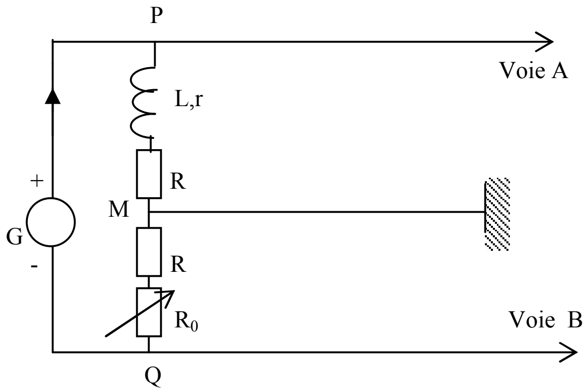
3.2.4. Calcul de la variation d'énergie de l'atome et de la longueur d'onde du photon émis.

$\Delta E = E_{finale} - E_{initiale} = E_1 - E_4$ avec $E_4 = 1{,}34.10^{-19}$ J = - 0,841 eV on tire

$\Delta E = -2{,}02.10^{-18}$ J = -12,7 eV

$\Delta E = -\dfrac{hC}{\lambda} \Rightarrow \lambda = -\dfrac{hC}{\Delta E}$ A.N $\lambda = \dfrac{-6{,}62.10^{-34} x 3.10^{8}}{-2{,}02.10^{-18}}$ = 98 nm. **(0,75 pt)**

<u>EXERCICE 4</u> **(05 points)**



<u>4.1</u>

<u>4.1.1</u> Tenant compte de l'orientation choisie sur le schéma on a les relations suivantes :

$u_{PM} = (R+r)i + L\dfrac{di}{dt}$; $u_{QM} = -(R+R_0)i$ **(01 pt)**

<u>4.1.2</u> $u_{ADD} = (r - R_0)i + L\dfrac{di}{dt}$. **(01 pt)**

<u>4.2</u> $u_{ADD} = (r - R_0)i + L\dfrac{di}{dt}$. Si r -$R_0$ = 0 $\Rightarrow$ r = R_0 , on a alors $u_{ADD} = L\dfrac{di}{dt}$. **(0,5 pt)**

<u>4.3</u> R_0 = r = 9 ohms.

<u>4.3.1</u> $u_{QM}(t)$ est périodique triangulaire. Comme $u_{QM}(t)$ est proportionnelle i(t) donc i(t) est périodique triangulaire il s'en suit que $\dfrac{di}{dt}$ est périodique et en créneaux.

Comme U_{ADD} est proportionnelle à $\dfrac{di}{dt}$, on en déduit que u_{ADD} est périodique et en créneaux .

(01 pt)

<u>4.3.2</u> Période de i(t) : elle est égale à celle de u_{QM} :

Période *T =6x(0,2) =1,2 ms. :* *Fréquence* $N = \dfrac{1}{T} = 833{,}33 Hz$ **(0,5 pt)**

<u>4.3.3</u> $u_{ADD} = L\dfrac{di}{dt}$ or $i = -\dfrac{u_{QM}}{R+R_0}$

$$\frac{di}{dt} = -\frac{1}{R+R_0}.\frac{du_{QM}}{dt} \rightarrow u_{ADD} = -\frac{L}{R+R_0}\frac{du_{QM}}{dt}$$

Calcul de L : Le graphe de la courbe (1) donne $\dfrac{dU_{QM}}{dt} = -\dfrac{7}{(3x0{,}2x10^{-3})} = -1{,}17.10^4$ ceci pour U_{ADD} = 2 V.

Or $U_{ADD} = -\dfrac{L}{(R+R_0)} x \dfrac{dU_{QM}}{dt} \Rightarrow L = -\dfrac{U_{ADD} x (R+R_0)}{\dfrac{dU_{QM}}{dt}}$

A.N : $L = -\dfrac{2x(100+9)}{-1{,}17.10^4} \Rightarrow L = 1{,}87.10^{-2} H$ - **(01 pt)**

EXERCICE 5 **(03 points)**

5-1. Période radioactive d'un élément radioactif : durée pour laquelle le nombre de noyaux radioactifs diminue de moitié.

Composition d'un noyau de ${}^{60}_{27}Co$: Nombre total de nucléons $A_1 = 60$; nombre de protons $Z_1 = 27$; nombre de neutrons $N_1 = A_1 - Z_1 = 60-27 = 33$ **(0, 5 pt)**.

5-2. Equation de la réaction de désintégration du noyau de cobalt 60 :

$${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni^{*} + {}^{A}_{Z}X + \text{énergie}$$

Conservation du nombre de charges : 27 = 28 + Z d'où l'on tire Z = -1

Conservation du nombre de nucléons : 60=60 + A ; implique A = 0 ; par conséquent ${}^{A}_{Z}X = {}^{0}_{-1}e$

La particule émise est la particule β^{-} **(0,5 pt)**.

5-3. Energie mise en jeu par la désintégration d'un noyau de cobalt 60.

$\Delta E = \Delta m.C^2 = 931{,}5x(59{,}931+5{,}486.10^{-4} - 59{,}934) = -2{,}28$ MeV; soit 2,28 MeV fournie à l'extérieur ou libérée.

Energie que libérerait une masse de 2 µ g de l'échantillon :

$$\Delta E' = n.\Delta E = \frac{m(\text{échantillon cobalt})}{m(\text{noyau}\,{}^{60}_{27}Co)}\Delta E \qquad \Delta E' = \frac{2.10^{-9}}{59{,}934x1{,}66.10^{-27}}x(-2{,}28) \Rightarrow \Delta E' = -4{,}58.10^{16}\ MeV \ ;$$

soit $4{,}58.10^{16}$ MeV d'énergie fournie à l'extérieur ou libérée. **(01 pt).**

5-4.

5.4.1 Chaque masse est proportionnelle au nombre de noyaux présents :

$m_0 = k.N_0$ et $m = k.N \Rightarrow \frac{No}{N} = \frac{mo}{m}$ **(0,5 pt)**.

5.4.2 Temps au bout duquel la masse de cobalt désintégrée de l'échantillon serait de 1,8 µ g :

La loi de la décroissance s'écrit : $N = N_0.e^{-\lambda t}$. Tenant compte de l'égalité établie précédemment on établit l'expression : $m = m_0.e^{-\lambda t}$; on en déduit : $t = \frac{1}{\lambda}.\text{Ln}\frac{m_0}{m}$

AN : $m_0 = 2$ µ g ; m = 2 - 1,8 = 0,2 µ g $\rightarrow$ **t = 18,6 ans** **(0,5 pt)**.