Correction de l'examen national du physique chimie

Section sciences expérimentales Option physique chimie session normale 6 juillet 2020

Exercice I :(7 points)

Partie I : Etude d'une solution aqueuse d'ammoniac : **Prof : M NABBOU Mohamed**

1) Dosage de la solution S_b :

1-1 : L'équation de la réaction de dosage est : $NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

1-2 : A l'équivalence : $n_b(NH_3) = n_a(H_3O^+)$

Donc : $C_b.V_b = C_a.V_{aE}$

1-3 : On a : $C_b.V_b = C_a.V_{aE}$ donc : $\boxed{C_b = \dfrac{C_a.V_{aE}}{V_b}}$

A.N : Graphiquement à l'équivalence $V_{aE} = 15mL$

$C_b = \dfrac{10^{-2}.15}{15} \Rightarrow \boxed{C_b = 10^{-2} mol.L^{-1}}$

On a dilué la solution S_0 100 fois pour obtenir la solution S_b donc : $\boxed{C_0 = 100.C_b}$

A.N : $\boxed{C_0 = 1 mol.L^{-1}}$

1-4 : Graphiquement le pH à l'équivalence est : $pH_E \simeq 6$

Donc : l'indicateur coloré adéquat pour ce dosage est le rouge de méthyle car le pH à l'équivalence appartient à sa zone de virage.

2) Etude de la solution S_b :

2-1 : L'équation de la réaction entre l'ammoniac et l'eau :

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

2-2 : On a : $\left[H_3O^+\right]_{éq}.\left[HO^-\right]_{éq} = K_e$ (le produit ionique de l'eau)

Donc : $\boxed{\left[HO^-\right]_{éq} = \dfrac{K_e}{\left[H_3O^+\right]_{éq}} = \dfrac{10^{-14}}{10^{-pH}} = 10^{pH-14}}$

A.N : $\boxed{\left[HO^-\right]_{éq} = 3{,}98.10^{-4} mol.L^{-1}}$

Prof : M NABBOU Mohamed

Equation de la réaction		$NH_{3(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$ $\rightleftharpoons$	$NH^+_{4(aq)}$ +	$HO^-_{(aq)}$
Etat du système	**Avancement de la réaction**	**Quantité de matières en** (mol)			
Etat initial	0	$C_b.V$	En excès	0	0
Etat intermédiaire	x	$C_b.V-x$	En excès	x	x
Etat final	$x_{\max}$	$C_b.V-x_{éq}$	En excès	$x_{éq}$	$x_{éq}$

2-3 : Le taux d'avancement final de cette réaction est : $\tau=\dfrac{x_{éq}}{x_{\max}}$

Le tableau d'avancement est le suivant :

D'après le tableau d'avancement : $n_{éq}(HO^-)=x_{éq}=\left[HO^-\right]_{éq}.V$

On suppose que la réaction est totale et puisque l'eau est en excès alors le réactif limitant est l'ammoniac NH_3 c-à-d : $C_b.V-x_{max}=0 \;\Rightarrow\; x_{\max}=C_b.V$

Donc : $\boxed{\tau=\dfrac{\left[HO^-\right]_{éq}}{C_b}}$ A.N : $\tau=\dfrac{3,98.10^{-4}}{10^{-2}}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\tau=3,98.10^{-2}=3,98\%}$

2-4 : Le quotient de la réaction à l'équilibre est :

$$Q_{r,éq}=\frac{\left[NH_4^+\right]_{éq}.\left[HO^-\right]_{éq}}{\left[NH_3\right]_{éq}}$$

D'après le tableau d'avancement on a : $n_{éq}(NH_4^+)=n_{éq}(HO^-)=x_{éq}\Rightarrow$

$$\left[NH_4^+\right]_{éq}=\left[HO^-\right]_{éq}=\frac{x_{éq}}{V}\text{ et }\left[NH_3\right]_{éq}=\frac{C_b.V-x_{éq}}{V}=C_b-\frac{x_{éq}}{V}=C_b-\left[HO^-\right]_{éq}$$

Donc : $\boxed{Q_{r,éq}=\dfrac{\left[HO^-\right]^2_{éq}}{C_b-\left[HO^-\right]_{éq}}}$ A.N : $Q_{r,éq}=\dfrac{(3,98.10^{-4})^2}{10^{-2}-3,98.10^{-4}}$

$\boxed{Q_{r,éq}=1,65.10^{-5}}$

2-5 : La valeur du pK_A du couple NH_4^+/NH_3 :

On a : $Q_{r,éq}=\dfrac{\left[NH_4^+\right]_{éq}.\left[HO^-\right]_{éq}}{\left[NH_3\right]_{éq}}$ on multiplie le numérateur et le dénominateur par $\left[H_3O^+\right]_{éq}$

$$Q_{r,éq}=\frac{\left[NH_4^+\right]_{éq}.\left[HO^-\right]_{éq}}{\left[NH_3\right]_{éq}}\times\frac{\left[H_3O^+\right]_{éq}}{\left[H_3O^+\right]_{éq}} \quad \text{donc : } Q_{r,éq}=\frac{K_e}{K_A} \quad \Rightarrow \quad K_A=\frac{K_e}{Q_{r,éq}}$$

Donc : $\boxed{pK_A=-\log K_A=-\log\dfrac{K_e}{Q_{r,éq}}}$ A.N : $pK_A=-\log\dfrac{10^{-14}}{1,65.10^{-5}}$

$\boxed{pK_A=9,2}$

Partie 2 : Etude de la pile argent-chrome

1) L'anode c'est l'électrode à côté de la quelle il y a oxydation (perte d'électrons) donc la masse de cette électrode diminue, dans ce cas c'est l'électrode de chrome.

2) le schéma conventionnel de la pile :

$$(-)Cr\left|Cr^{3+}\right. \ :: \ Ag^+\left|Ag(+)\right.$$

3) ❖ A l'anode : oxydation anodique

$$Cr_{(s)} \rightleftharpoons Cr^{3+}_{(aq)}+3e^-$$

❖ A la cathode : réduction cathodique

$$\left(Ag^+_{(aq)}+e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}\right)\times 3$$

❖ L'équation bilan du fonctionnement de la pile :

$$Cr_{(s)}+3Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)}+3Ag_{(s)}$$

4) On a : la quantité de matière d'électrons échangée est $n(e^-)=\dfrac{Q}{F}$

Equation de la réaction		$Cr_{(s)}$	+ $3Ag^+_{(aq)}$	$\longrightarrow$ $Cr^{3+}_{(aq)}$	+ $3Ag_{(s)}$	
Etat du système	**Avancement de la réaction**	**Quantité de matières en** (mol)				$n(e^-)$
Etat initial	0	$n_i(Cr)$	$n_i(Ag^+)$	$n_i(Cr^{3+})$	$n_i(Ag)$	0
Etat intermédiaire	x	$n_i(Cr)-x$	$n_i(Ag^+)-3x$	$n_i(Cr)+x$	$n_i(Ag)+3x$	$3x$
Etat final	x_{max}	$n_i(Cr)-x_{max}$	$n_i(Ag^+)-3x_{max}$	$n_i(Cr^{3+})+x_{max}$	$n_i(Ag)+3x_{max}$	$3x_{max}$

D'après le tableau d'avancement : $n(Cr)=x=\dfrac{m(Cr)}{M(Cr)}$ quantité de matière du chrome qui réagit.

On sait que le nombre d'électrons échangé est 3, alors $n(e^-)=3x \Rightarrow x=\dfrac{n(e^-)}{3}=\dfrac{m(Cr)}{M(Cr)}$

On a : $n(e^-)=\dfrac{Q}{F}$ donc : $\dfrac{m(Cr)}{M(Cr)}=\dfrac{Q}{3.F}$ $\Rightarrow$ $m(Cr)=\dfrac{Q}{3.F}.M(Cr)$

La variation de la masse du chrome est :

$\Delta m=m_f(Cr)-m_i(Cr)=\left(m_i(Cr)-m(Cr)\right)-m_i(Cr)=-m(Cr)$

D'où : $\boxed{\Delta m=-\dfrac{Q}{3.F}.M(Cr)}$

A. N : $\Delta m=-\dfrac{5,79}{3\times 96500}\times 52$ $\Rightarrow$ $\boxed{\Delta m=-1,04.10^{-3}g=-1,04mg}$

Exercice II :(3 points)

I- 1) B

2) C

3) C

4) D

5) D

II- 1) La longueur d'onde est la distance entre deux crêtes successives, donc $\lambda=\dfrac{1}{2}=0,5cm$

2) La fréquence de l'onde : on a $v=\lambda.N$ $\Rightarrow$ $\boxed{N=\dfrac{v}{\lambda}}$ A.N : $N=\dfrac{0,25}{0,5.10^{-2}}$

$N=50Hz$.

3) Le retard temporel τ du mouvement de M par rapport à la source est : $\boxed{\tau=\dfrac{SM}{v}=\dfrac{d}{v}}$

A.N : $\tau=\dfrac{5.10^{-2}}{0,25}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\tau=0,2s}$.

Exercice III : (2,5 points)

Désintégration du polonium 210

1) L'équation de la désintégration du polonium 210 est :

$${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{4}_{2}He$$

D'après les lois de Soddy :

- Conservation de la masse : $210 = A + 4 \quad \Rightarrow \quad A = 206$

- Conservation de la charge : $84 = Z + 2 \quad \Rightarrow \quad Z = 82$

D'où : ${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

2) 2-1 : L'énergie libérée lors de la désintégration est :

$$E_{lib} = |\Delta E| = 1.955372.10^5 - 1.955318.10^5 \quad \Rightarrow \quad \boxed{E_{lib} = 5,4MeV}$$

2-2 : On a : $\Delta m = \dfrac{E_l}{c^2} = \dfrac{1,971820.10^5 - 1,955372.10^5}{c^2} = 1644,8MeV.c^{-2}$

Donc : $\Delta m = \dfrac{1644,8}{931,5} = 1,766u$ ou $\boxed{\Delta m = 1,766 \times 1,66.10^{-27} = 2,93.10^{-27}\,kg}$

3) La constante radioactive est donnée par la relation : $\boxed{\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}}$

A.N : $\lambda = \dfrac{\ln 2}{138 \times 24 \times 3600} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\lambda \simeq 5,8.10^{-8}s^{-1}}$

4) On sait que : $a_1 = a_0.e^{-\lambda.t_1}$ (loi de décroissance radioactive)

Donc : $\dfrac{a_1}{a_0} = e^{-\lambda.t_1} \quad \Rightarrow \quad \ln\left(\dfrac{a_1}{a_0}\right) = -\lambda.t_1 \quad \Rightarrow \quad \ln\left(\dfrac{a_0}{a_1}\right) = \lambda.t_1$

D'où : $\boxed{t_1 = \dfrac{\ln(a_0 / a_1)}{\lambda}}$ A.N : $\boxed{t_1 \simeq 2,77.10^8 s \simeq 8,78ans = 3197,9\,jours}$

<u>Exercice IV :(5 points)</u>

I- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

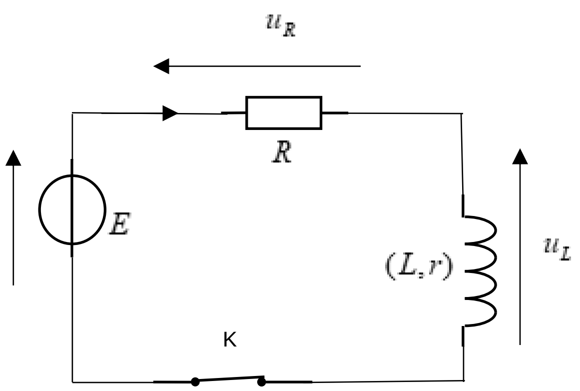
1) D'après la loi d'additivité des tensions :

$$u_L + u_R = E \quad \Rightarrow L\frac{di}{dt} + ri + Ri = E \quad \Rightarrow \quad L\frac{di}{dt} + (R+r)i = E$$

On divise par L d'où : $\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R+r}{L}i = \dfrac{E}{L}$

2) Lorsque le régime permanent est atteint on a :

$$i(t=\infty)=I_p=Cte \quad \Rightarrow \quad \frac{di}{dt}=0$$



On a : $u_L=L\frac{di}{dt}+ri$

En régime permanent : $u_L(\infty)=rI_P$

Donc : $\boxed{r=\frac{u_L(\infty)}{I_p}}$

D'après la courbe (C_1) on a : $I_P=100mA$

D'après la courbe (C_2) $u_L(\infty)=1V$

A.N : $r=\frac{1}{100.10^{-3}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{r=10\Omega}$

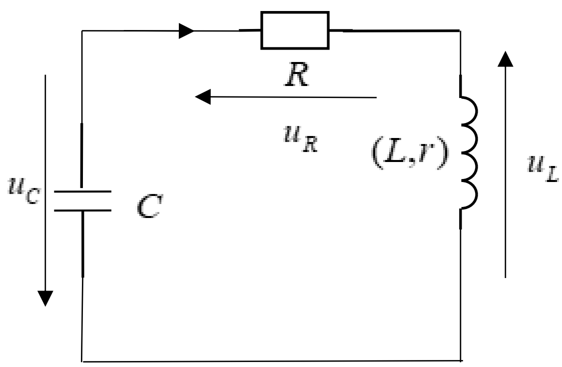
3) D'après la courbe (C_1) on détermine τ : c'est l'abscisse du point d'intersection entre la tangente à la courbe à $t=0$ et l'asymptote à la courbe on trouve : $\boxed{\tau=0,01s}$

On sait que : $\tau=\frac{L}{R+r}$ donc : $\boxed{L=\tau.(R+r)}$

A.N : $L=0,01\times(90+10) \quad \Rightarrow \quad \boxed{L=1H}$

II- Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL

1) Le régime mis en évidence par la courbe de la figure 4 est pseudopériodique.



2) D'après la loi d'additivité des tensions :

$$u_L+u_R+u_C=0 \quad \Rightarrow \quad L\frac{di}{dt}+ri+Ri+u_C=0$$

On sait que : $\begin{cases} i=\frac{dq}{dt} \\ q=C.u_C \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} i=C\frac{du_C}{dt} \\ \frac{di}{dt}=C\frac{d^2u_C}{dt^2} \end{cases}$

D'où : $LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+(R+r)C\frac{du_C}{dt}+u_C=0$

Donc : $$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{R+r}{L}\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{LC}u_C=0$$

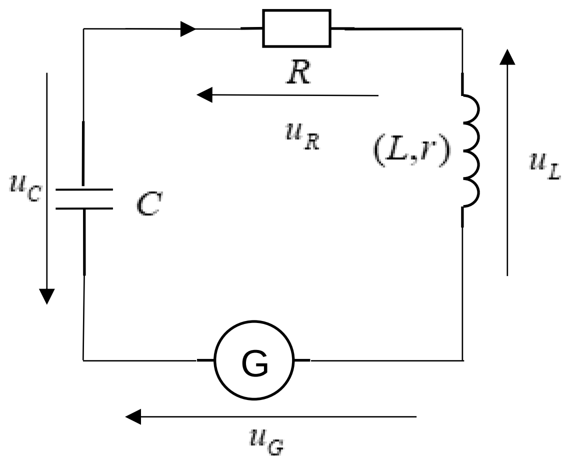
3) On a : $T\simeq T_0=2\pi\sqrt{LC} \quad\Rightarrow\quad T^2=4\pi^2.LC$

Donc : $C=\frac{T^2}{4\pi^2.L}$ graphiquement : $T=10ms$

A.N : $C=\frac{\left(10.10^{-3}\right)^2}{4\times 10\times 1} \quad\Rightarrow\quad C=2{,}5.10^{-6}F=2{,}5\mu F$

III-Entretien des oscillations dans un circuit RLC série.

1) D'après d'additivité des tensions :



$u_G=u_L+u_R+u_C \Rightarrow ki=L\frac{di}{dt}+ri+Ri+u_C$

$\Rightarrow L\frac{di}{dt}+(R+r-k)i+u_C=0$

$\Rightarrow LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+\left(R+r-k\right)C\frac{du_C}{dt}+u_C=0$

Donc : $\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{(R+r-k)}{L}\frac{du_C}{dt}+u_C=0$

Pour obtenir des oscillations sinusoïdales il faut que : $R+r-k=0$ donc : $k=R+r=100\Omega$

L'unité de k dans le système international est : Ω

2) On a : $i(t)=I_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$

Graphiquement :

- ❖ $I_m=8mA$
- ❖ $T_0=10ms$
- ❖ A $t=0$, $i(0)=I_m\cos\varphi=0 \quad\Rightarrow\quad \varphi=\pm\frac{\pi}{2}$

$\frac{di}{dt}=-I_m\frac{2\pi}{T_0}\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$ A $t=0$: $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}=-I_m\frac{2\pi}{T_0}\sin\varphi\langle 0$ donc : $\sin\varphi\rangle 0$ d'où :

$\varphi=+\frac{\pi}{2}rad$

3) L'énergie totale du circuit est constante :

Prof : M NABBOU Mohamed

$$E_t = E_e + E_m = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

Si $u_C = 0$ alors $i = \pm I_m$ donc : $\boxed{E_t = \frac{1}{2}L.I_m^2}$

A.N : $E_t = \frac{1}{2}\times 1\times(8.10^{-3})^2$ $\Rightarrow$ $\boxed{E_t = 3,2.10^{-5}\,J}$

4) On a : à $t_1 = 16ms$ $E_t = E_{e1} + E_{m1}$ $\Rightarrow$ $\boxed{E_{e1} = E_t - \frac{1}{2}Li_1^2}$

Graphiquement : à $t_1 = 16ms$ on trouve $i_1 = 4,8mA$

A.N : $E_{e1} = 3,2.10^{-5} - \frac{1}{2}\times 1\times(4,8.10^{-3})^2$ $\Rightarrow$ $\boxed{E_{e1} = 2,048.10^{-5}\,J}$

Exercice V : (2,5 points)

1) ❖Système étudié : $\{\text{la bille}\}$

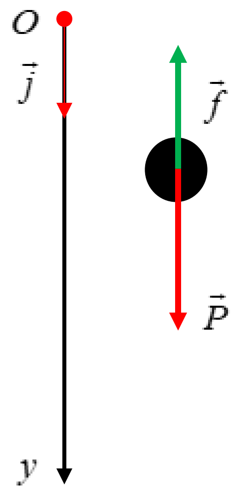
❖ Bilan des forces : - $\vec{P}$: le poids

- $\vec{f}$: force de frottement fluide.

❖ Application de la deuxième loi de Newton dans un référentiel terrestre considéré Galiléen :

$$\vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}$$

❖ Projection sur l'axe $(O,\vec{j})$: $P_y + f_y = m.a_y \Rightarrow mg - k.v = m.\frac{dv}{dt}$



Donc : $\boxed{\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g}$

Dans le régime permanent $v(\infty) = v_l = Cte$ c-à-d : $\frac{dv}{dt} = 0$

D'où : $\frac{k}{m}v_l = g$ donc : $\boxed{v_l = \frac{mg}{k}}$

3) Graphiquement : $\boxed{v_l = 1,5m.s^{-1}}$

4) On a : $g = 10m.s^{-2}$ et $m = 2,5.10^{-2}kg$

Prof : M NABBOU Mohamed

$$\frac{k}{m}=\frac{g}{v_l}=\frac{10}{1,5}=6,67s^{-2}$$

Donc : $\boxed{\frac{dv}{dt}=10-6,67.v}$

5) On sait que : $a_i=10-6,67.v_i$ et $a_i=\frac{v_{i+1}-v_i}{\Delta t}$ donc : $v_{i+1}=a_i.\Delta t+v_i$

5-1 : $a_1=10-6,67.v_1$ A.N : $a_1=8,9995m.s^{-2}\simeq 9m.s^{-2}$

$v_3=a_2.\Delta t+v_2$ A.N : $v_3=0,4065m.s^{-1}$