

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 :

www.pcl.ma

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 : $C_b \cdot V_b = C_a \cdot V_{aE}$

1-3 : On a : $C_b \cdot V_b = C_a \cdot V_{aE}$ donc : $C_b = \frac{C_a \cdot V_{aE}}{V_b}$

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

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

On a dilué la solution S_0 100 fois pour obtenir la solution S_b donc : $C_0 = 100 \cdot C_b$

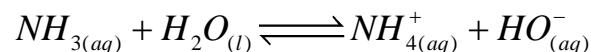
A.N : $C_0 = 1 mol.L^{-1}$

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

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 :



2-2 : On a : $[H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot [HO^-]_{\acute{e}q} = K_e$ (le produit ionique de l'eau)

$$\text{Donc : } [HO^-]_{\acute{e}q} = \frac{K_e}{[H_3O^+]_{\acute{e}q}} = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} = 10^{pH-14}$$

A.N : $[HO^-]_{\acute{e}q} = 3,98 \cdot 10^{-4} mol.L^{-1}$

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	$C_b \cdot V$	En excès	0	0
Etat intermédiaire	x	$C_b \cdot V - x$	En excès	x	x
Etat final	x_{\max}	$C_b \cdot V - x_{\text{éq}}$	En excès	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

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

Le tableau d'avancement est le suivant :

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

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 : $C_b \cdot V - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = C_b \cdot V$

Donc : $\tau = \frac{[HO^-]_{\text{éq}}}{C_b}$ A.N : $\tau = \frac{3,98 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} \Rightarrow \tau = 3,98 \cdot 10^{-2} = 3,98\%$

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

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[NH_4^+]_{\text{éq}} \cdot [HO^-]_{\text{éq}}}{[NH_3]_{\text{éq}}}$$

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

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

Donc : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{[HO^-]_{\text{éq}}^2}{C_b - [HO^-]_{\text{éq}}}$ A.N : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{(3,98 \cdot 10^{-4})^2}{10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4}}$

$$Q_{r,\text{éq}} = 1,65 \cdot 10^{-5}$$

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

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

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

Donc : $pK_A = -\log K_A = -\log \frac{K_e}{Q_{r, \text{éq}}}$ A.N : $pK_A = -\log \frac{10^{-14}}{1,65 \cdot 10^{-5}}$

$$pK_A = 9,2$$

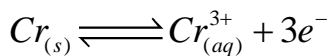
Partie 2 : Etude de la pile argent-chrome

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.

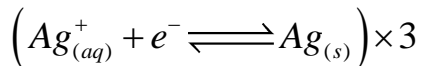
2) le schéma conventionnel de la pile :



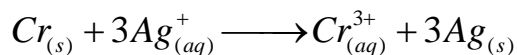
3) ❖ A l'anode : oxydation anodique



❖ A la cathode : réduction cathodique



❖ L'équation bilan du fonctionnement de la pile :



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

Equation de la réaction		$Cr_{(s)} + 3Ag_{(aq)}^+ \longrightarrow Cr_{(aq)}^{3+} + 3Ag_{(s)}$				
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 : $n(\text{Cr}) = x = \frac{m(\text{Cr})}{M(\text{Cr})}$ quantité de matière du chrome qui réagit.

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

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

La variation de la masse du chrome est :

$$\Delta m = m_f(\text{Cr}) - m_i(\text{Cr}) = (m_i(\text{Cr}) - m(\text{Cr})) - m_i(\text{Cr}) = -m(\text{Cr})$$

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

$$\text{A. N : } \Delta m = -\frac{5,79}{3 \times 96500} \times 52 \Rightarrow \Delta m = -1,04 \cdot 10^{-3} \text{ g} = -1,04 \text{ mg}$$

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 $\lambda = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ cm}$

2) La fréquence de l'onde : on a $v = \lambda . N \Rightarrow N = \frac{v}{\lambda}$ A.N : $N = \frac{0,25}{0,5 \cdot 10^{-2}}$

$$N = 50 \text{ Hz.}$$

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

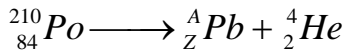
$$\text{A.N : } \tau = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{0,25} \Rightarrow \tau = 0,2 \text{ s.}$$

Exercice III : (2,5 points)

Désintégration du polonium 210

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

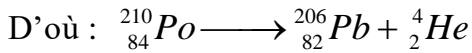
Prof : M NABBOU Mohamed



D'après les lois de Soddy :

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

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



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

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

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

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

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

A.N : $\lambda = \frac{\ln 2}{138 \times 24 \times 3600} \Rightarrow \lambda \approx 5,8.10^{-8}\text{s}^{-1}$

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

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

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

Exercice IV :(5 points)

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

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

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

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

Prof : M NABBOU Mohamed

2) Lorsque le régime permanent est atteint on a :

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

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

$$\text{En régime permanent : } u_L(\infty) = rI_p$$

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

D'après la courbe (C₁) on a : $I_p = 100mA$

D'après la courbe (C₂) $u_L(\infty) = 1V$

$$\text{A.N : } r = \frac{1}{100 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{r = 10\Omega}$$

3) D'après la courbe (C₁) 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 : $\boxed{\tau = 0,01s}$

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

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

II- Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL

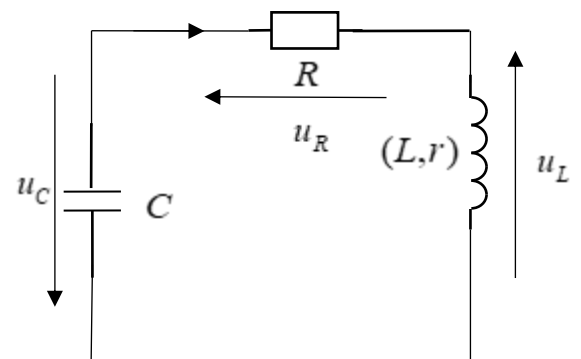
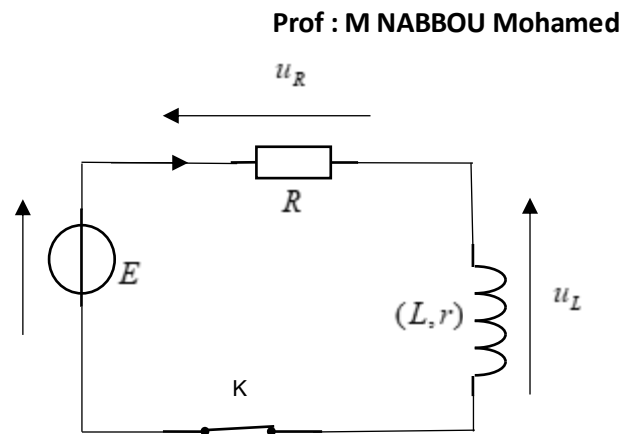
1) Le régime mis en évidence par la courbe de la figure 4 est pseudopériodique.

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

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

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

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



Prof : M NABBOU Mohamed

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

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

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

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

III-Entretien des oscillations dans un circuit RLC série.

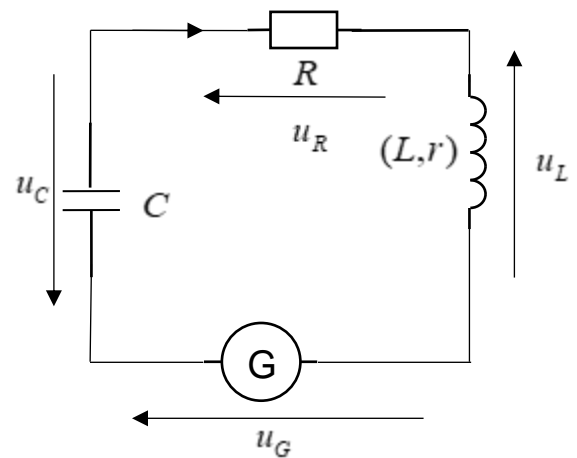
1) D'après d'additivité des tensions :

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

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

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

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



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 $t=0$, $i(0) = I_m \cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$

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

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

3) L'énergie totale du circuit est constante :

Prof : M NABBOU Mohamed

$$E_t = E_e + E_m = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

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

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

4) On a : à $t_1 = 16ms$ $E_t = E_{e1} + E_{m1} \Rightarrow E_{e1} = E_t - \frac{1}{2} L i_1^2$

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

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

Exercice V : (2,5 points)

1) ❖ Système étudié : { 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 :

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

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

Donc :

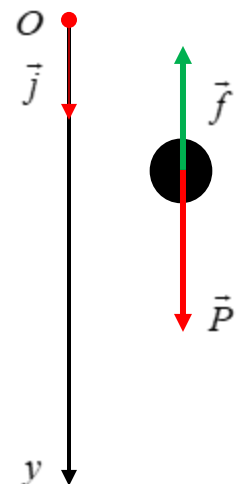
$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} v = g$$

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 : $v_l = \frac{mg}{k}$

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

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



Prof : M NABBOU Mohamed

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

Prof : M NABBOU Mohamed

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

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

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

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

www.pcl.ma