EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2009 - SESSION PRINCIPALE

SECTIONS : MATHEMATIQUES ;
SCIENCES EXPERIMENTALES ;
SCIENCES TECHNIQUES

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

CHIMIE

Exercice 1

1-Les quantités de matière initiales des réactifs sont :

- pour $S_2O_8^{2-}$, $n_1 = C_1.V_1$
- pour I^-, $n_2 = C_2.V_2$

D'après l'équation de la réaction, les quantités de matière des constituants à l'état final, sont :

- pour I_2 : $n(I_2)_f = x_f$
- pour SO_4^{2-} : $n(SO_4^{2-})_f = 2.x_f$
- pour $S_2O_8^{2-}$, $n(S_2O_8^{2-})_f = C_1.V_1 - x_f$
- pour I^- : $n(I^-)_f = C_2.V_2 - 2.x_f$

Remarque : on peut répondre à la même question par recours au tableau d'avancement.

$$\mathbf{S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \rightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-}}$$

État du système	Avancement x	Quantités de matière			
		$n(S_2O_8^{2-})$	$n(I^-)$	$n(I_2)$	$n(SO_4^{2-})$
initial	0	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	0	0
final	x_f	$C_1.V_1 - x_f$	$C_2.V_2 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

2- a- $x_f = n(I_2)$ final. Donc, c'est l'équation de la tangente horizontale à la courbe :

$$\mathbf{x_f = n(I_2)_f = 10^{-3}\ mol}.$$

b- La réaction est totale. Donc, si l'iodure de potassium est le réactif limitant, il n'en restera aucune trace à la fin.
Or, $n(I^-)_f = C_2.V_2 - 2.x_f = 5.10^{-3} - 2.10^{-3} \neq 0$.
Donc, KI ne peut pas être le réactif limitant.

c- KI étant en excès, c'est le peroxodisulfate de potassium qui est le réactif limitant dans cette réaction totale. Il s'en suit :
$n(S_2O_8^{2-})_f = C_1.V_1 - x_f = 0$. D'où : $C_1 = \frac{x_f}{V_1}$.

Avec $x_f = 10^{-3}$ mol et $V_1 = 20$ mL, on trouve

$$\mathbf{C_1 = 0{,}05\ mol.L^{-1}}.$$

3-a- La vitesse v d'une réaction chimique est le taux d'accroissement instantané de son avancement x.

<u>A retenir</u> : ne pas confondre la définition de la vitesse avec la formule qui la traduit : $\mathbf{v = \frac{dx}{dt}}$.

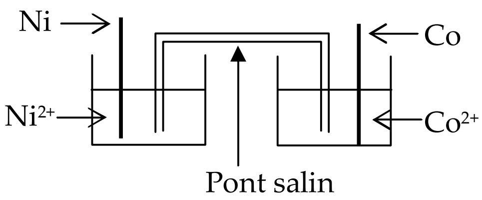
b- Etant égale à la dérivée de l'avancement x par rapport au temps, la vitesse v de la réaction à un instant t donné se calcule graphiquement comme étant la pente de la tangente à la courbe représentant x(t) au point correspondant à cet instant t. Or, la tangente à la courbe représentant n(t) dont la pente est la plus élevée est celle au point correspondant à l'instant t = 0 s. Donc, la vitesse de la réaction est maximale juste au début, soit à t = 0 s.
Pour déterminer la valeur de v_{max}, il suffit de calculer la pente de la droite Δ, tangente à la courbe à t = 0 s.

$$\mathbf{v_{max} = \frac{n(t_2) - n(t_1)}{t_2 - t_1}}$$

$$\mathbf{A.N. : v_{max} = \frac{(1 - 0).10^{-3}}{4 - 0} = 2{,}5.10^{-4} mol.min^{-1}}$$

Exercice 2

1- Schéma de la pile



Symbole : Ni | Ni²⁺ || Co²⁺ | Co.

2- a- La constante d'équilibre relative à la réaction (1) s'écrit : $\mathbf{K_1} = \dfrac{[\mathbf{Ni^{2+}}]_{éq}}{[\mathbf{Co^{2+}}]_{éq}}$

A.N. : K_1 = 0,215

Attention : dans l'écriture de l'expression de la constante d'équilibre, ne pas oublier de préciser que les concentrations mises en jeu sont celles de l'équilibre : $[Ni^{2+}]_{éq}$; $[Co^{2+}]_{éq}$ **…**

Pour la réaction (2) : $\mathbf{K_2} = \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{K_1}}$,

d'où : **K_2 = 4,65**

b- ∗ La fem E de la pile s'écrit :

$$E = E° - 0{,}03 \log\frac{[Ni^{2+}]}{[Co^{2+}]}.$$

Or, à l'équilibre, E = 0 V.

D'où, **E° = 0,03 log K_1.**

Avec K_1= 0,215, on obtient : **E° = - 0,02 V.**

∗ E° = E°(Co) - E°(Ni) < 0 ⇔ E°(Co) < E°(Ni)

Donc, le cobalt est plus réducteur que le nickel.

c- Reconnaître la réaction qui a rendu la pile usée, c'est-à-dire la réaction qui marché dans la pile, revient à trouver le signe de sa fem E initiale.

$$\mathbf{E_i = E° - 0{,}03\log \frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0}}$$

Or, $[Ni^{2+}]_0 = [Co^{2+}]_0$. Il s'en suit : E_i = E° < 0. Donc, c'est la réaction (2) qui a rendu la pile usée.

Autre méthode :

La fonction des concentrations relative à la réaction (1) s'écrit : $\boldsymbol{\pi_1} = \dfrac{[\mathbf{Ni^{2+}}]}{[\mathbf{Co^{2+}}]}$.

Or, initialement, on a :

$[Ni^{2+}] = [Co^{2+}] \Rightarrow \pi_1 = 1$

Ainsi, on a : $\pi_1 > K_1$. Par suite, c'est la réaction (2) qui s'est produite spontanément. Autrement dit, c'est la réaction (2) qui a rendu la pile usée.

3-a- ∗ $E_i = U_0$ = 0,01 V > 0. Donc, c'est la réaction (1) qui se produit spontanément.

∗ Dans ces conditions, on a :

$$\mathbf{E_i = E° - 0{,}03\log \frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0}}.$$

Ce qui donne :

$$\mathbf{\log\frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0} = \frac{E_i - E°}{0{,}03} = -1}.$$

$$\mathbf{\log\frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0} < 0 \Leftrightarrow \frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0} < 1}$$

$$\mathbf{\frac{[Ni^{2+}]_0}{[Co^{2+}]_0} < 1 \Leftrightarrow [Ni^{2+}]_0 < [Co^{2+}]_0}$$

b-

$$\mathbf{Ni} + Co^{2+} \rightarrow \mathbf{Ni^{2+}} + Co$$

État du système	Avancement volumique y	Concentrations (mol.L⁻¹)	
		$[Co^{2+}]$	$[Ni^{2+}]$
État initial	0	$[Co^{2+}]_0$	$[Ni^{2+}]_0$
État final	y_f	$[Co^{2+}]_0 - y_f$	$[Ni^{2+}]_0 + y_f$

On a $K_1 = \dfrac{[Ni^{2+}]i + y_f}{[Co^{2+}]i - y_f} = \dfrac{[Ni^{2+}]_f}{[Co^{2+}]i - y_f}$ et

d'après 3-a- , on a : $\dfrac{[Ni^{2+}]i}{[Co^{2+}]i} = 0{,}1$, d'où :

$$K_1 = \frac{[Ni^{2+}]_f}{10[Ni^{2+}]i - y_f} = \frac{[Ni^{2+}]_f}{10\,([Ni^{2+}]f - y_f) - y_f}$$

Ce qui donne :

$$K_1 = \frac{[Ni^{2+}]_f}{10[Ni^{2+}]i - y_f} = \frac{[Ni^{2+}]_f}{10\,[Ni^{2+}]_f - 11\,y_f}$$

D'où $[Ni^{2+}]_f = \dfrac{11\,K_1\,y_f}{10\,K_1 - 1} = 2{,}056.\,y_f$

$[Ni^{2+}]_f \approx 2{,}06.y_f$

c- $y_f = \dfrac{[Ni^{2+}]_f}{2{,}056}$

Avec $[Ni^{2+}]_f = 24.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$, on obtient

$y_f = 11{,}65.10^{-3}$ mol . L⁻¹.

$[Ni^{2+}]_i = [Ni^{2+}]_f - y_f = 12,35.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

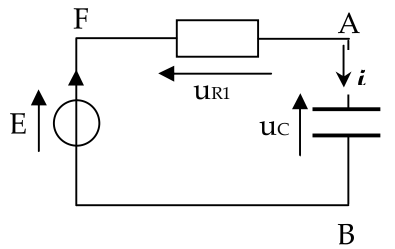
$[Co^{2+}]_i = 10[Ni^{2+}]_i = 123,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

PHYSIQUE

Exercice 1

I-1-a- En plaçant le commutateur K en position (1), le condensateur, initialement déchargé, se charge à travers le résistor de résistance R_1 : **c'est le phénomène de charge du condensateur**.

b-



D'après la loi des mailles, on a :

$E - u_{R1} - u_C = 0$ (1), où $u_{R1} = u_{FA}$ et $u_C = u_{AB}$.

En choisissant comme sens de courant, celui orienté du point A vers le point B à l'extérieur du générateur et comme charge q du condensateur, la charge portée par l'armature située du côté de A, on a :

$u_{R1} = R_1 i$ et $i = \frac{dq}{dt}$.

$E - R_1 i - u_C = 0 \Leftrightarrow R_1 i + u_C = E$ (1)

Or, $q = C.u_C$.

Donc, $i = \frac{d(C u_C)}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$.

L'équation (1) s'écrit alors :

$$\tau\frac{du_C}{dt} + u_C = E\text{, avec } \tau = R_1C\ .$$

c- $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ et $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$.

En remplaçant u_C et $\frac{du_C}{dt}$ par leur expression en fonction du temps, dans le 1er membre de l'équation différentielle, on vérifie qu'il est bien égal au second membre E :

$$\tau.\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$$

2-a- * Détermination graphique de τ

La pente p de la tangente (Δ) au chronogramme de u_C à l'instant t = 0 est égale à $(\frac{du_C}{dt})_{t=0}$.

$$p = (\frac{du_C}{dt})_{t=0} = \frac{E}{\tau}(e^{-\frac{t}{\tau}})_{t=0} = \frac{E}{\tau} \Leftrightarrow \tau = \frac{E}{p}$$

1ère méthode

Etant une portion de droite linéaire (passant par l'origine), la tangente (Δ) a pour équation : $u(t) = \frac{E}{\tau}t$, équation d'après laquelle on constate que u(τ) = E. Donc, la valeur de τ est l'abscisse 0,025 s du point de la tangente (Δ), d'ordonnée 5V :

τ = 0,0 25 s

2ème méthode

Graphiquement, $p = \frac{u(t_2) - u(t_1)}{t_2 - t_1}$.

En choisissant sur la tangente (Δ) les points d'abscisses $t_1 = 0$ s et $t_2 = 0,025$ s par exemple, on trouve qu'il leur correspond respectivement $u(t_1) = 0$ V et $u(t_2) = 5$ V, d'où :

$p = 200\ V.s^{-1}$.

Sachant que E = 5 V, la formule $\tau = \frac{E}{p}$ donne:

τ = 0,025 s

3me méthode

Pour t = τ, on a $u_C(\tau) = E\,(1 - e^{-1}) = 0,63.\,E$

Avec E = 5 V, on a $u_C(\tau) = 3,15$ V.

τ est alors l'abscisse du point du chronogramme de u_C, d'ordonnée 3,15 V.

Remarque

Dans le cas de figure, cette 3e méthode est déconseillée, et ce à cause de la difficulté de repérer, avec l'échelle choisie sur l'axe des ordonnées u_C, la valeur 3,15 V.

*** Capacité du condensateur**

$\tau = R_1C \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R_1}$; A.N. : $C = 0,5\ \mu F$

b- * On a t = 50 ms et τ = 25 ms ⇒ t = 2 τ. Il s'en suit : $u_C(2\tau) = E(1 - e^{-2}) = 0,864.E$.

On a E = 5 V ⇒ **u_C (50 ms) = 4,32 V**

∗ On a u_C(50 ms) = 0,864.E < E, ce qui signifie que le condensateur n'est chargé qu'à 86,4%, c'est-à-dire qu'il n'est pas encore complètement chargé à t = 50 ms.

II-1- Initialement, le condensateur est complètement chargé, ce qui veut dire qu'à l'instant où on bascule le commutateur en K, la tension aux bornes du condensateur est non nulle (u_C = E = 5 V).

Donc, la courbe 1 est le chronogramme de la tension u_C . Autrement dit, la courbe 1 est visualisée sur la voie 1 de l'oscilloscope tandis que la courbe 2 est visualisée sur la voie 2 de l'oscilloscope.

2-a- ∗ D'après l'allure de la courbe 1, la tension u_C aux bornes du condensateur du circuit R_2LC série varie en l'absence de générateur et change de signe à des intervalles de temps successifs égaux. Donc, le circuit R_2LC série est le siège d'oscillations libres.

De plus, la valeur maximale de la tension u_C (amplitude des oscillations) diminue au cours du temps. Donc, ces oscillations libres sont amorties.

Autre manière de répondre :

D'après l'allure de la courbe 2, la tension u_2 aux bornes du résistor de résistance R_2 varie en l'absence de générateur et change de signe à des intervalles de temps successifs égaux. Il en est de même pour l'intensité i du courant parcourant le circuit. Donc, le circuit R_2LC série est le siège d'oscillations libres.

De plus, la valeur maximale de la tension u_2, et par suite celle de i diminuent au cours du temps. Donc, ces oscillations libres sont amorties.

∗Pour déterminer graphiquement la valeur de la pseudopériode T, il suffit de repérer deux maxima ou bien deux minima successifs de la même courbe (1 ou bien 2) et calculer l'intervalle de temps qui les sépare. Pour ce, on les projette orthogonalement sur l'axe des temps. On trouve alors : **T = 4 ms**.

Remarque : T peut être aussi déterminée par le repérage de deux zéros successifs de la coube 1 ou bien la courbe 2 et au niveau desquels la grandeur oscillante (u_C ou bien u_2) varie dans le même sens.

b- La période propre de l'oscillateur RLC série s'écrit :

$$\mathbf{T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \;\Leftrightarrow\; L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}}.$$

Or, T ≈ T_0. Donc, on a $\mathbf{L \approx \dfrac{T^2}{4\pi^2 C}}$

A.N. : **L = 0,8 H**.

3-a- On a : $E = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}L\,i^2$ et $i = \frac{u_{R_2}}{R_2}$, ce qui donne : $E = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}\frac{L}{R_2^2}\,(u_{R_2})^2$.

t (ms)	T_0 = 0	T_1 = 3	T_2 = 7
u_C (V)	5	0	0
u_{R2} (V)	0	0,32	0,25
E (μJ)	**C= 6,25**	**E_1 = 4,09**	**E_2 = 2,50**

b- L'énergie E n'est pas constante, elle diminue : **E_0 > E_1 > E_2** ⇔ le circuit R_2LC série est un système non conservatif.

c- Entre les instant t_1 et t_2, la variation d'énergie ΔE vaut : **$E_2 - E_1$** = - 1,59.10^{-6} J.

cette diminution est due à une dissipation par effet Joule dans le circuit R_2LC : W = **1,59. 10^{-6} J.**

Exercice 2

1-a- Equation différentielle des oscillations

Bilan des forces extérieures s'exerçant sur (S) : son poids $\vec{P}$; la réaction normale $\vec{R}$ du plan d'appui ; la force de frottement $\vec{f}$; la tension $\vec{T}$ du ressort ; la force excitatrice $\vec{F}$.

$\vec{f}$ est représenté avec un sens contraire à celui de $\vec{i}$ en supposant que dans cette position x de (S), le vecteur vitesse $\vec{v}$ a le sens de $\vec{i}$.

D'après le théorème du centre d'inertie, on écrit pour (S) :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

Par projection orthogonale sur l'axe (Ox), on obtient : -k .x - h.v + F = m. a.

Avec $v = \frac{dx}{dt}$ et $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, on trouve :

$$m.\frac{d^2x}{dt^2} + h.\frac{dx}{dt} + k.x = F.$$

En divisant le tout par m, cette équation devient :

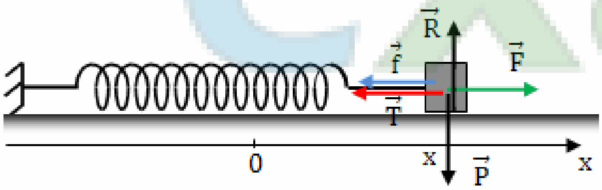
$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{1}{\tau}.\frac{dx}{dt} + \omega_0^2.x = \frac{F}{m}, \text{où } \tau = \frac{m}{h} \text{ et } \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

b- $x(t) = X_m\sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ est une solution de l'équation différentielle précédente. Ça signifie que (S) oscille sinusoïdalement, à la fréquence N de la force excitatrice. Donc, il s'agit d'un régime forcé.

2-a- On a, F(t) = 1,1 sin2πNt. C'est une fonction sinusoïdale de phase initiale nulle. Par suite, la courbe 1 représente F(t).

b- * $N_1 = \frac{1}{T_1}$

Avec T_1= 0,8 s, valeur lue directement sur l'axe des temps, on trouve **N_1 = 1,25 Hz.**



* Sur l'axe des ordonnées, on lit comme valeur maximale de f : **f_m = 1,1 N.**

* $f_m = hV_m = 2\pi N_1hX_m$, d'où : $X_m = \frac{f_m}{2\pi N_1 h}$

A.N. : **X_m 0,1 m**

* $v = \frac{dx}{dt}$. Par suite, $\varphi_x = \varphi_v - \frac{\pi}{2}$

On a : f = - hv. Donc, $\varphi_v = -\varphi_f$. Or, d'après la courbe 2, $\varphi_v = \pi$ rad ⇒ φ_f = 0 rad, d'où :

$$\boldsymbol{\varphi_x = -\frac{\pi}{2}\ \text{rad}}$$

c- * Les chronogrammes de F et de f sont des sinusoïdes de même période et de même amplitude, mais en opposition de phase. Donc, on a : F+f = 0 ∀ t.

Par conséquent, l'équation différentielle devient : $\boldsymbol{\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2.x = 0}$

* D'après cette équation différentielle, la pulsation ω des oscillations qui est elle-même la pulsation de la force excitatrice est égale à la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur : $\omega = \omega_0$.

Par analogie électrique-mécanique, on en déduit qu'il s'agit d'une résonance de vitesse.

* $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$

La dérivée de E par rapport au temps est

$$\frac{dE}{dt} = mv\frac{dv}{dt} + k.x\frac{dx}{dt} = v(m\frac{dv}{dt} + k.x).$$

D'où :

$$\frac{dE}{dt} = \frac{v}{m}\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}.x\right) = \frac{v}{m}\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2.x\right)$$

Avec $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2.x = 0$, on trouve :

$\frac{dE}{dt} = 0 \Leftrightarrow$ **E est constante.**

d- On a, $\omega_0^2 = \frac{k}{m} = (2\pi N_1)^2 \Leftrightarrow$

$$\mathbf{m} = \frac{\mathbf{k}}{(2\pi N_1)^2}$$

A.N. : **m = 0,4 kg**

Exercice 3

1- 1er passage :

"Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent dans toutes les directions…"

2e passage :

"Les ondes P vibrent dans leur direction de propagation"

Ou "tandis que les ondes S vibrent perpendiculairement…"

2- la phrase "Les ondes P vibrent dans leur direction de propagation" montre que les ondes P sont longitudinales ; la phrase "tandis que les ondes S vibrent perpendiculairement et nous secouent horizontalement" montre que les ondes S sont transversales.

3- D'après le texte, les ondes S nous secouent horizontalement lors d'un séisme parce qu'étant transversales, elles se trouvent engendrées par des vibrations perpendiculaires à la direction de propagation, provoquant le cisaillement des | roches.