| L.S Habib Bourguiba Dahmani | DEVOIR DE REVISION SCIENCES PHYSIQUES | A.S : 2008 - 2009 | **Durée :** 3 h |
|---|---|---|---|
| **Prof :** Mme Zohra Ksouri | | | |
| **Niveau :** 4ème Math – Sc – Tech | | | |

## CHIMIE :

### Exercice n°1 :

**I)** A 25℃, une solution contenant des ions peroxodisu lfate $S_2O_8^{2-}$ et des ions $I^-$ se transforme lentement. La courbe de la figure (1) de la page 5 traduit l'évolution d'un système contenant initialement $n_{01} = 10^{-2}$ mol d'ions peroxodisulfate er $n_{02} = 5.10^{-2}$ mol d'ions iodure.

La réaction entre les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et les ions $I^-$ est totale.

1°) Ecrire l'équation bilan de la réaction sachant qu'elle fournit du diiode et des ions sulfate.

2°) a. Dresser le tableau d'avancement du système c himique.

b. Déterminer la composition du mélange réactionnel pour $t_1$ = 7,5 min

3°) a. Définir la vitesse instantanée de la réactio n.

b. Déterminer la vitesse de la réaction pour $t_1$ = 7,5 min

c. Déterminer la date $t_3$ sachant que la valeur de la vitesse moyenne de la réaction entre les instants $t_2$ = 2,5 min et $t_3$ est égale à la valeur de la vitesse instantanée de la réaction à la date $t_1$. Expliquer.

4°) a. Le mélange initial est-il pris dans les prop ortions stoechiométriques ? Si oui justifier.

Si non préciser le réactif limitant.

b. Déduire l'avancement maximal de la réaction.

5°) Déterminer le temps de demi réaction.

**II)** On réalise la réaction d'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate dans quatre expériences à partir des mêmes solutions dans les conditions décrites ci-dessous :

| **Expériences** | **A** | **B** | **C** | **D** |
|---|---|---|---|---|
| Volume d'eau ajoutée ($cm^3$) | 60 | 80 | 60 | 60 |
| Volume de solution d'iodure de potassium ($cm^3$) | 20 | 10 | 20 | 20 |
| Volume de solution de peroxodisulfate de sodium ($cm^3$) | 20 | 10 | 20 | 20 |
| Addition de quelques gouttes d'une solution de sulfate de fer II | Non | Non | Non | Oui |
| Température (℃) | 20 | 20 | 60 | 20 |

1°) Définir un facteur cinétique.

2°) En prenant l'expérience A comme référence, indi quer si l'apparition du diiode est plus rapide lors de chacune des trois autres expériences. Justifier chaque réponse.

**Exercice n°2 :**

1°) On réalise la pile : Pt / $H_2$(P = 1 atm) / $H_3O^+$(1 M) // $Cd^{2+}$(1 M) / Cd.

Sa force électromotrice standard vaut -0,4 V.

a. Schématiser la pile avec toutes les indications utiles et préciser sa polarité.

b. Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.

c. Définir le potentiel standard d'électrode d'un couple redox et donner la valeur du celui de $Cd^{2+}$/Cd.

2°) On considère maintenant la pile : Fe / $Fe^{2+}$(0,1 mol.$L^{-1}$) // $Cd^{2+}$(0,1 mol.$L^{-1}$) / Cd.

L'électrode de cadmium Cd est le pôle positif de cette pile.

a. Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.

b. Ecrire les demi-équations d'oxydation et de réduction, en déduire l'équation de la réaction spontanée.

c. On laisse la pile débiter du courant. Discuter comment évoluent les concentrations des ions $Fe^{2+}$ et $Cd^{2+}$ dans chaque compartiment de la pile. En déduire le rôle du pont salin.

3°) A l'équilibre dynamique la concentration en ion s $Cd^{2+}$ est $[Cd^{2+}]_{éq}$ = 8,9.$10^{-3}$ mol.$L^{-1}$.

a. Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système relatif en nombre de mol, et déterminer alors la concentration en ions $Fe^{2+}$ à l'équilibre. (Les solutions dans les deux compartiments ont le même volume).

b. En déduire la constante d'équilibre relative à l'équation associée et la f.e.m. normale de cette pile.

c. Calculer le potentiel standard d'électrode du couple $Fe^{2+}$ / Fe.

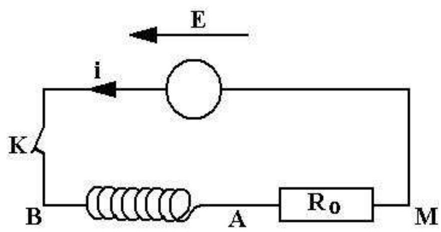
d. A l'équilibre dynamique, on dissout quelques cristaux de sulfate de fer II dans le compartiment de gauche. Quel est l'effet de la dissolution sur la f.e.m. de la pile ? Justifier la réponse.

## PHYSIQUE :

**Exercice n°1 :**

**I)** Le circuit de la figure ci-contre est formé par :

* un générateur de tension de f.e.m  E = 10 V.
* une bobine d'inductance L = 1 H et de résistance r = 10 $\Omega$.
* un résistor de résistance $R_0$ = 90 $\Omega$

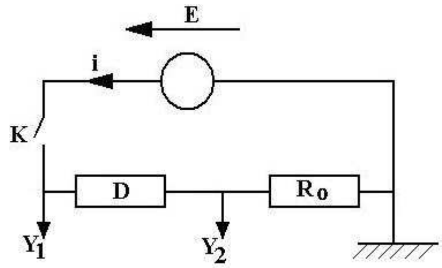



On veut étudier les variations des tensions $U_{AM}$ et $U_{BA}$ respectivement aux bornes du résistor et de la bobine au cours de la rupture du courant. L'intensité du courant dans le circuit a pour expression :

$$i(t) = \frac{E}{R_0 - r} e^{-t/\tau} \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps.}$$

1°) Que faut-il ajouter au circuit entre les bornes M et B, pour éviter l'étincelle de rupture.

2°) Quelle est l'influence de la bobine sur l'<u>inten sité du courant</u> au cours de la rupture ?




3°) Donner l'expression de la constante de temps $\tau$ et calculer sa valeur.

4°) a. Donner l'expression de $U_{AM}(t)$ aux bornes du résistor.

b. Calculer $U_{AM}$ à l'instant de date t = 0s et lorsque $t \to \infty$.

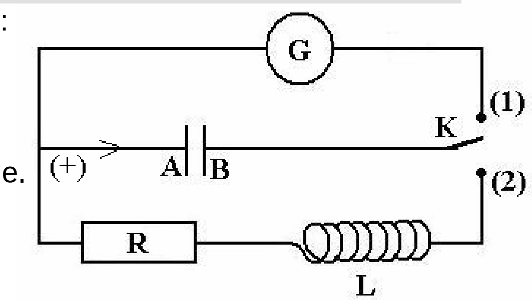
c. Tracer l'allure de la courbe $U_{AM}(t)$. En déduire l'allure de la courbe $U_{BA}(t)$ aux bornes de la bobine.

**II)** On remplace la bobine précédente par un dipôle (D) de nature inconnue et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à la mémoire, la tension aux bornes du résitor sur la voie ($Y_1$) et celle aux bornes du générateur sur la voie ($Y_2$) voir la figure ci-contre.

La fermeture de l'interrupteur, on obtient les oscillogrammes de la figure (2) de la page (5).

Dipôle (D) peut-il être un **résistor**, un **condensateur**, une **bobine purement inductive** ou **une bobine qui comporte une résistance** ? Justifier pour chacun des cas votre réponse.

## Exercice n°2 :




On réalise le circuit représenté par la figure ci-contre formé par :

* un générateur idéal de tension (G) de f.e.m $E_0$ = 10 V.
* un condensateur de capacité C = 4µF.
* une bobine d'inductance L = 1H et de résistance négligeable.
* un résistor de résistance R = 100$\Omega$.
* Un commutateur K.

Le commutateur K est fermé dans la position (1), on charge le condensateur à l'aide du générateur G.

A $t_0$ = 0s, on bascule le commutateur dans la position (2) et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire on visualise la tension $U_R$ aux bornes du résistor, on obtient la courbe de la figure (3) de la page (5).

1°) Quel est le régime d'oscillation du circuit ?

2°) a. Pour t $\in [0,\frac{T}{4}]$ :

* Quel est le signe de l'intensité i du courant dans le circuit ?
* vers quelle armature du condensateur se déplacent les électrons ?

b. A l'instant t = 0s quel est la valeur algébrique de $q_A$ ?

3°) Etablir l'équation régissant les variations de la charge $q = q_A$ lorsque le commutateur est fermé dans la position (2).

4°) a. Donner l'expression de l'énergie totale E du circuit en fonction de q, i, L et C.

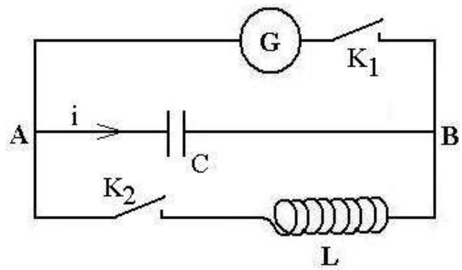
b. Etablir la réaction suivante : $\frac{dE}{dt} = -\frac{u_R^2}{R}$

5°) a. Calculer les énergies électrique $E_e$ et magnétique $E_m$ aux instants : $t_0$ = 0s et : $t_1 = \frac{T}{4}$.

b. En déduire l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre les instants $t_0$ = 0s et $t_1 = \frac{T}{4}$.

**Exercice n°3 :**

Le circuit électrique de la figure ci-contre est formé par :




* une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.
* un condensateur de capacité C initialement déchargé
* un générateur idéal de tension de f.e.m E = 4 V.
* deux interrupteurs $K_1$ et $K_2$.

On charge le condensateur en fermant l'interrupteur $K_1$.

On ouvre $K_1$ et à l'instant de date t = 0s, on ferme $K_2$, le condensateur se décharge dans la bobine.

1°) Etablir l'équation différentielle régissant la variation de la tension $u_{AB}$ = u aux bornes du condensateur.

2°) a. Exprimer l'énergie totale $E_T$ du circuit en fonction de L, C, u et $\frac{du}{dt}$ .

b. En se référant à l'équation différentielle précédente, montrer que l'énergie totale $E_T$ du circuit est constante.

c. Donner l'expression de $E_T$ en fonction de la capacité C du condensateur et de la f.e.m E du générateur.

3°) La solution de l'équation différentielle est de la forme : u(t) = E sin($\omega_0 t + \varphi_u$)

Où $\omega_0$ est la pulsation propre de l'oscillateur et $\varphi_u$ est la phase initiale de la tension u.

a. Rappeler l'expression de la pulsation propre $\omega_0$ en fonction de L et C.

b. Montrer que cette solution u(t) vérifie l'équation différentielle.

c. Donner l'expression de l'énergie magnétique $E_L$ de l'oscillateur en fonction du temps et établir la relation suivante $E_L = \frac{1}{4}CE^2.[1+\cos(2\omega_0 t + 2\varphi_u)]$.

On rappelle que $\cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2}$

4°) A l'aide d'un système approprié, on trace la co urbe de l'énergie $E_L$ en fonction du temps (Voir la figure 4 de la page 5).

a. En utilisant la courbe déterminer : $E_T$ et $\varphi_u$ .

b. En déduire la valeur de C et celle de L.

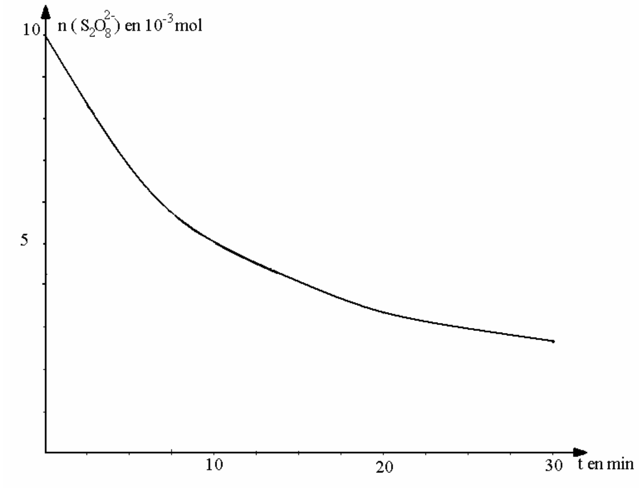



**Figure (1)**

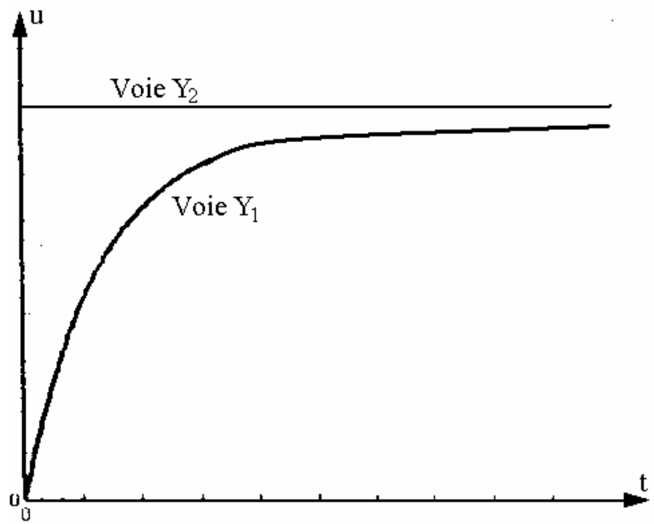



**Figure (2)**

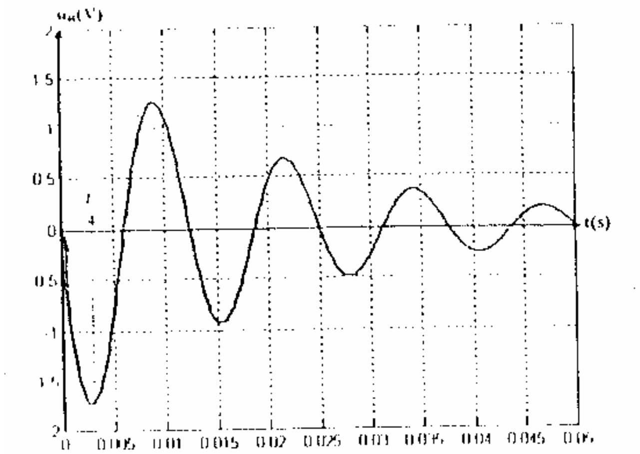



**Figure (3)**

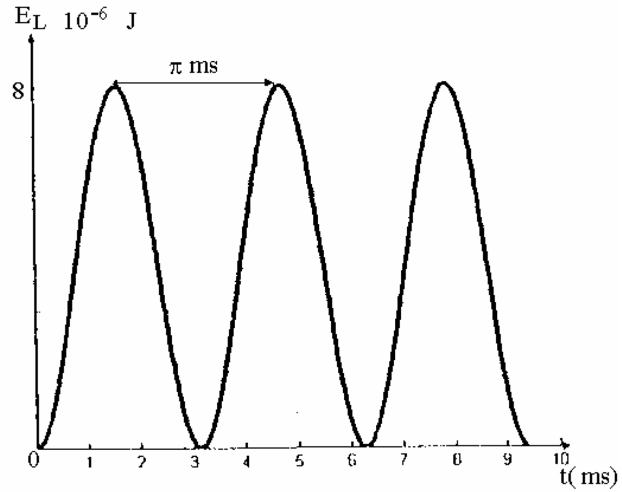



**Figure (4)**

| | | |
|---|---|---|
| *L.S Habib Bourguiba Dahmani* | **CORRECTION DU DEVOIR DE REVISION SCIENCES PHYSIQUES** | *A.S : 2008 - 2009* |
| **Prof :** Mme Zohra Ksouri | | |
| **Niveau :** *4ème Sc – Tech* | | |

**CHIMIE :**

## Exercice n°1 :

**I)**

1°) $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$

2°) a.

| | | $S_2O_8^{2-}$ | $+ 2I^-$ | $\rightarrow 2SO_4^{2-}$ | $+ I_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **état** | **A^vt** | Quantité de matière (mole) | | | |
| initial | 0 | $n_{01} = 10^{-2}\,mol$ | $n_{02} = 10^{-5}\,mol$ | 0 | 0 |
| interméd | $x$ | $n_{01} - x$ | $n_{02} - 2x$ | $2x$ | $x$ |
| final | $x_f$ | $n_{01} - x_f$ | $n_{02} - 2x_f$ | $2x_f$ | $x_f$ |

b. à la date $t_1$ = 7,5 min on détermine graphiquement $n(S_2O_8^{2-})$. $n(S_2O_8^{2-}) = 5{,}75.10^{-3}$ mol.

D'après le tableau : $n(S_2O_8^{2-}) = n_{01} - x$ d'où $x = n_{01} - n(S_2O_8^{2-})$ *AN : x = 4,24.10-3 mol.*

Alors $n(I^-) = n_{02} - 2x$ $AN : n(I^-) = 4{,}15.10^{-2}$ mol.

$n(SO_4^{2-}) = 2x$

$AN : n(SO_4^{2-}) = 8{,}5.10^{-3}$ mol.

$n(I_2) = x$ $AN : n(I_2) = 4{,}25.10^{-3}$ mol.

3°) a. $v = \dfrac{dx}{dt}$

b.

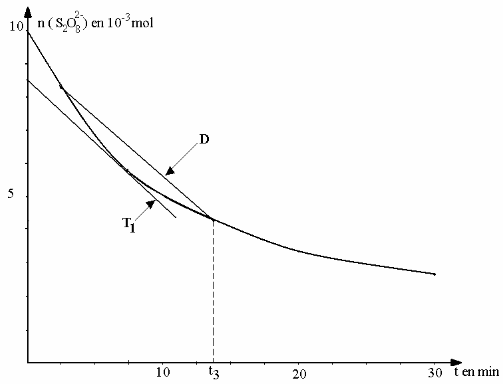
$$v(t_1) = -\frac{d(nS_2O_8^{2-}}{dt} = \frac{8{,}5.10^{-3} - 5{,}75.10^{-3}}{7{,}5} = 3{,}66.10^{-4}\,\text{mol}$$

min$^{-1}$.

c. $v_{moy(t_2,t_3)} = v(t_1) \Leftrightarrow$ Coefficient directeur $T_1$ : Coefficient directeur de la droite D passant par

les points de la courbe d'abscisse : $t_2$ et $t_3$.

Donc D // $t_1$ et passant par le point d'abscisse $t_2$ (voir Fig.) On trouve $t_3$ = 13,25 min.




4°) a. $\dfrac{n_{01}}{1} \neq \dfrac{n_{02}}{2} \Rightarrow$ le mélange n'est pas pris en proportions stoechimétriques et comme

$n_{01} < \frac{n_{02}}{2}$ alors $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant.

b. $x_{max} = n_{01} \quad \Rightarrow x_{max} = 10^{-1}$ mol.

5°) Pour $t = t_{1/2}$ on a $x = x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} = 0,5.10^{-2}$ mol.

d'où $n(S_2O_8^{2-})_{t1/2} = n_{01} - x_{1/2} = 0,5.10^{-2}$ mol.

graphiquement voir Fig ($t_{1/2} = 10$ min).

**II)**

1 °) Un facteur cinétique est un paramètre qui influe sur la vitesse d'évolution d'un système chimique.

2°) *) L'apparition de $I_2$ dans l'expérience (B) est **plus lente** que celle dans (A) : La solution B est plus

diluée que A => [réactifs]$_B$ sont plus faibles [réactifs]$_A$.

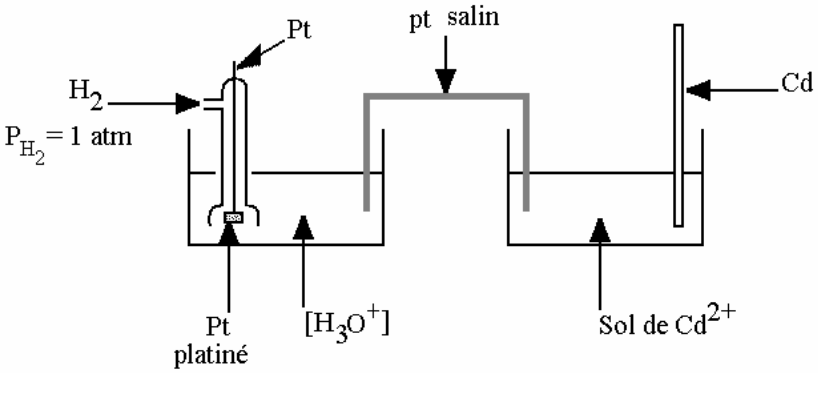
*) L'apprition de $I_2$ dans l'expérience (C) est **plus rapide** que celle dans A : car l'expérience C

est réalisée à une température plus élevée.

*) L'apparition de $I_2$ dans D est **plus rapide** que celle dans A : car l'expérience D se fait en présence d'un catalyseur.

## Exercice n°2 :

1°)




a. La f.e.m de cette pile est E = -0,4 V < 0.

$E = V_{bD} - V_{bG} = V_{Cd} - V_{ENH} < 0$ =>

Cd constitue le pôle (-) de la pile.

ENH constitue le pôle (+) de la pile.

b. L'Equation chimique associée à cette pile est :

$H_2 + Cd^{2+} + 2H_2O \leftrightarrow 2H_3O^+ + Cd$

c. E < 0 => la rotation qui évolue spontanément est dans le sens inverse :

$Cd + 2H_3O^+ \rightarrow 2H_2O + Cd^{2+} + H_2$

$E^0_{ox/red}$ = la f.e.m standard d'une pile formée par l'E.N.H placé à gauche et la demi pile du couple ox/red à droite avec [ox] = 1 mol. $L^{-1}$.

$E_{pile} = E^0 - \frac{0,06}{n}\log\pi$ or $\pi = 1$

=> $E_{pile} = E^0 = E^0cd^{2+}/Cd - E^0(H_3O^+/H_2)$

=> $E_{pile} = E^0 = E^0(Cd^{2+}/Cd) = -0,4$ V

2°) Cd est le pôle positif ; Fe est le pôle négatif .

a. L'équation chimique : $Fe + Cd^{2+} \leftrightarrow Cd + Fe^{2+}$

b. Fe pôle négatif :

$Fe^{2+} \rightarrow 2e^- + Fe^{2+}$

$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$

$Fe + Cd^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cd$

c. La pile débite du courant => $[Fe^{2+}]$ augmente et $[Cd^{2+}]$ diminue donc le rôle du pont salin est

d'établir l'électroneutralité les ions $K^+$ migrent vers la solution contenant les ions $Cd^{2+}$ et

les ions $Cl^-$ migrent vers la solution contenant les ions $Fe^{2+}$ .

En plus il permet de fermer le circuit électrique.

3°)

| | | **$Fe + Cd^{2+} \leftrightarrow Fe^{2+} + Cd$** | |
|---|---|---|---|
| **état** | **$A^{vt}$** | *Quantité de matière (mole)* | |
| initial | 0 | $n_1 = c_1 \times v$ | $n_1 = c_1 \times v$ |
| équilibre | $x$ | $c_1 \times v - x$ | $c_1 \times v + x$ |

à l'équilibre $[Cd^{2+}]_{equ} = \frac{C_1 - x}{V} = C_1 - \frac{x}{v}$

$[Fe^{2+}] = C_1 + \frac{x}{v}$

$[Fe^{2+}]_{equ} + [Cd^{2+}]_{equ} = c_1 + c_1 = 0,2$ mol.$L^{-1}$.

=> $[Fe^{2+}] = 0,2 - [Cd^{2+}]_{equ}$

$= 0,2 - 8,9.10^{-3} = 0,1911$ mol.$L^{-1}$.

b. $K = \frac{[Fe^{2+}]_{equ}}{[Cd^{2+}]_{equ}} = \frac{0,1911}{8,9.10^{-3}} = 21,460$

c. à l'équilibre dynamique $E = 0 = E^0 - 0,03 \log K$

=> $E^0 = 0,03 \log K$

$E^0 = 0,04$ V.

$E^0 = E^0cd^{2+}/Cd - E^0Fe^{2+}/Fe$ => $E^0Fe^{2+}/Fe = E^0Cd^{2+}/Cd - E^0 = -0,40 - 0,04 = -0,44$ V.

d. L'ajout de $FeSO_4$ fait augmenter $[Fe^{2+}]$. D'après la loi de modération le système évolue

dans le sens de le diminuer, donc dans le sens inverse => la f.e.m de la pile devient négatif

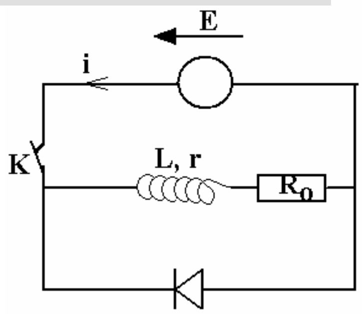
et l'électrode de Cd devient le pôle négatif.

**Physique**

***I/***

**Exercice N°1**

1) Pour éviter les étincelles de rupture on ajoute au circuit entre les Bornes M et B une diode.




2) La bobine s'oppose à la rupture du courant électrique dans la branche MB. L'intensité de courant s'annule après une certaine durée de temps qui dépend des caractéristiques (L, r).

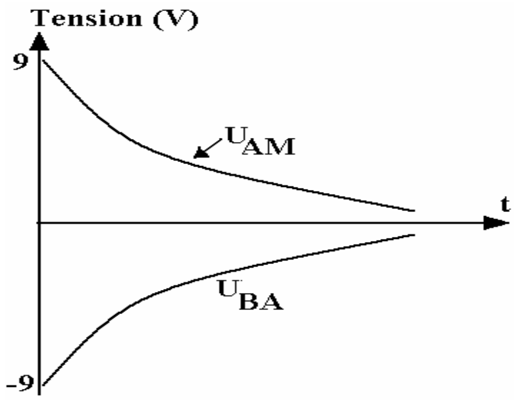
3) $\tau = \frac{L}{R_0 + r}$ ; AN $\tau = \frac{1}{10 + 90} = 10^{-2}$ s

4) a/ $U_{AM}(t) = R_0\, i(t) = \frac{R_0}{R_0 + r} E\, e^{-\frac{t}{\tau}}$

b/ Pour $t = 0$ ; $U_{AM}(t=0) = \frac{R_0}{R_0 + r} E = 9\ V$ ; $U_{AM} = 9\ V$

Pour $t \to \infty$ ; $e^{-\frac{t}{\tau}} \to 0$ , donc $U_{AM} = 0V$

c/



II/

- ✓ Le dipôle (D) ne peut pas être un résistor car le courant permanent ne se produit pas instantanément dans le résistor.
- ✓ Le dipôle (D) ne peut pas être un condensateur car la tension $U_R(t)$ augmente au court du temps jusqu'à ce qu'elle prend une valeur constante alors qu'en présence d'un condensateur elle doit diminuer jusqu'a l'annulation.
- ✓ Le dipôle (D) ne peut pas être une bobine inductive car en régime permanant la tension $U_R(t)$ est inférieure à la f e m du générateur
- ✓ Le dipôle ne peut être que : Une bobine qui comporte une résistance car en présence de cette bobine le régime permanant obtenu à pris un retard horaire et dans ce régime la tension $U_R(t)$ est inférieure à la f e m du générateur (ce qui est vérifié par l'oscillogramme obtenu).

**Exercice N°2**

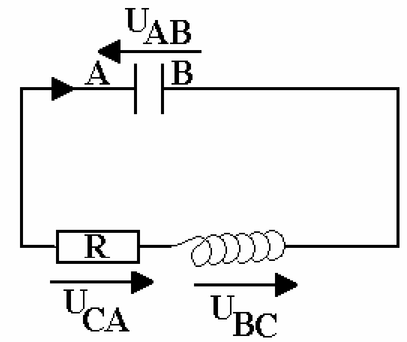
1) Régime pseudopériodique

2) a/ D'après le graphe $U_R(t) < 0$ donc $i(t) = \frac{U_R}{R} < 0$. Donc le courant circule dans le sens opposé au sens positif choisit : de l'armature A vers l'armature B.

Les électrons se déplacent dans le sens opposé du courant électrique : de l'armature B vers l'armature A.

b/ $q_A = Q_0 = E_0\ C$ AN : $q_A = 10\ 4\ 10^{-6}\ C$

Loi des mailles :




$UAB + UBC + UCA = 0$

$$\frac{q(t)}{C} + L\frac{d\,i(t)}{dt} + R\,i(t) = 0 \qquad or \quad i(t) = \frac{d\,q(t)}{dt}$$

Sig $$\frac{q(t)}{C} + L\frac{d^2q(t)}{dt^2} + R\frac{dq(t)}{dt} = 0$$

4) a/ $$E = E_e + E_m = \frac{1}{2C}q^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

b/

$$\frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2C}q^2 + \frac{1}{2}L\ i^2\right)$$

$$= \frac{1}{C}q\,\frac{dq}{dt} + L\,i\frac{di}{dt} \qquad or \quad i = \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = i\left(\frac{q}{C} + L\frac{d^2q}{dt^2}\right)$$

D'après l'équation différentielle $\frac{q(t)}{C} + L\frac{d^2q(t)}{dt^2} + R\frac{dq(t)}{dt} = 0$

$$\frac{q(t)}{C} + L\frac{d^2q(t)}{dt^2} = -R\frac{dq(t)}{dt} \Rightarrow \frac{q(t)}{C} + L\frac{d^2q(t)}{dt^2} = -Ri$$

D'où $\frac{dE}{dt} = -Ri^2$ avec $i(t) = \frac{U_R}{R}$ il vient $\frac{dE}{dt} = -R\left(\frac{U_R}{R}\right)^2 = -\frac{U_R{}^2}{R}$

5) A $t = 0$

a/ * Energie électrique $E_{e_0}$ (à $t = 0$)

$$E_{e_0} = \frac{1}{2\,C}\,q_0{}^2 = 2\,10^{-4}\text{ Joule}$$

* Energie magnétique $E_{m_0} = 0 \quad \text{car} \quad i = 0$

* Energie électrique $E_{0_{t_1}} = 0$ car $q = 0$

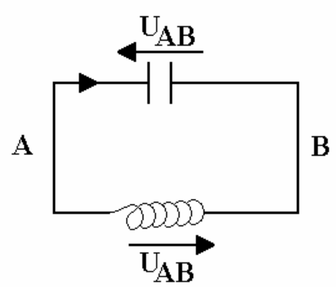
* Energie magnétique $E_{m_1} = \frac{1}{2}\,Li^2 = \frac{1}{2}\,L\left(\frac{U_{R\max}}{R}\right)^2$

$$E_{m_1} = \frac{1}{2}\text{ x } 1 \text{ x } (-\frac{1,75}{100})^2 = 1,531\,10^{-4}\ joule$$

b/ La perte d'énergie en chaleur par effet joule est

$E = E_0 - E_1 = 210^{-4} - 1.531\,10^{-4} = 4.69\,10^{-5}$ Joule

**Exercice n°3**




1) Loi des mailles : UAB + U BA = 0

Sig $U + L\frac{di}{dt} = 0$ or $i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(C\,U) = C\,\frac{dU}{dt}$

Sig $U + L\,C\,\frac{d^2u}{dt^2} = 0$

$$\Rightarrow \frac{d^2U}{dt} + \frac{1}{LC}\,U = 0$$

2) a/ $E_T = E_e + E_m$

$$= \frac{1}{2C} q^2 + \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2\,C} \left(C\,U\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dq}{dt}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2C} C^2 U^2 + \frac{1}{2} LC^2 \left(\frac{dU}{dt}\right)^2$$

$$E_T = \frac{1}{2} CU^2 + \frac{1}{2} L\, C^2 \left(\frac{dU}{dt}\right)^2$$

b/ $$\frac{dE_T}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2} CU^2 + \frac{1}{2} L\, C^2 \left(\frac{dU}{dt}\right)^2\right)$$

$$= C\,U \frac{dU}{dt} + L\,C^2 \frac{dU}{dt} \frac{d^2U}{dt^2}$$

$$= C \frac{dU}{dt}\left(\underbrace{U + L\,C \frac{d^2U}{dt^2}}_{0}\right)$$ Donc $\frac{dE_T}{dt} = 0$ donc l'énergie Total est constante.

c/ $$E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2} C\, E^2$$

3) a/ $$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

b/ $U(t) = E \sin(\omega_0\, t + \varphi_u)$

$$\frac{d^2U(t)}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d}{dt}\left(E \sin(\omega_0\, t + \varphi_u)\right)\right)$$

$$= \frac{d}{dt}\left(E\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_u)\right)$$

$$\frac{d^2U(t)}{dt^2} = -E\omega_0^{\,2} \sin(\omega_0\, t + \varphi_u) = -\,\omega_0^{\,2} U(t) = -\frac{1}{LC} U(t)$$ Donc

$$\frac{d^2U(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC} U(t) = 0$$ Donc $U(t) = E \sin(\omega_0\, t + \varphi_u)$ vérifie l'équation différentielle.

c/ $$E_L = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} LC^2 \left(\frac{dU}{dt}\right)^2 = \frac{1}{2} LC^2 \left(E\omega_0 \cos(\omega_0\, t + \varphi_u)\right)^2$$

$$E_L = \frac{1}{2} LC^2 E^2 \omega_0{}^2 \cos^2\left(\omega_0\ t\ + \varphi_u\right)$$

$$E_L = \frac{1}{2} C\,E^2 \cos^2\left(\omega_0\ t\ + \varphi_u\right)$$

or : $\cos^2\alpha = \dfrac{1+\cos 2\alpha}{2}$

avec : $\alpha = \omega_0 t + \varphi_u$

$$E_L = \frac{1}{4} C\,E^2\left(1 + \cos\left(2\omega_0\ t\ + 2\varphi_u\right)\right)$$

4)a/ Valeur de ET

$E_T = E_e + E_m = E_{m\max}$ d'après la courbe $E_{m\max} = 8\,10^{-6}\ Joule$

$\Rightarrow E_T = 8 10^{-6}\ Joule$

b/ Valeur de $\omega_0$

La période de l'énergie est $T = \pi\ ms \Rightarrow T = \pi\ 10^{-3}\ s$ donc $\omega = 2\ \omega_0 = \dfrac{2\pi}{T}$ il vient

$\omega_0 = \dfrac{\pi}{T} = \dfrac{\pi}{\pi 10^{-3}}$ donc $\boxed{\omega_0 = 10^3\ rad\ s^{-1}}$