

L. S. O. C : M'Saken Année scolaire: 09/10	<b>Devoir de synthèse N° 7</b> <b>Sciences physiques</b>	<u>Classes:</u> 4 <sup>ème</sup> M <sub>2</sub> , 4 <sup>ème</sup> Sc <sub>4</sub> et 4 <sup>ème</sup> T <sub>3</sub>
<u>Enseignants :</u> Mr CHABBI Alaya Mr HAMILA Kamel		<u>Durée:</u> 3 heures
<u>Le 11 /12/2009</u>		

**CHIMIE**      **7 points**

**Exercice N°1 :**      **3 points**

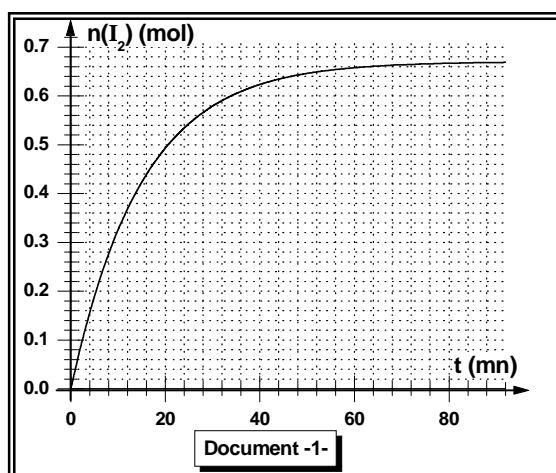
On étudie la cinétique de la formation d'un ester à partir d'acide éthanoïque et de l'éthanol.

On maintient à la température constante  $T_1$ , sept erlenmeyers numérotés 1, 2, 3...7, contenant chacun d'entre eux **une mole d'acide** et **une mole d'alcool**, tous préparés à l'instant de date  $t = 0$ mn et on dose l'acide restant.

**-1-** Écrire l'équation de la réaction et donner le nom de l'ester formé.

**-2-** On dispose d'un flacon d'éthanol pur de densité par rapport à l'eau  $d = 0,79$ . Quel volume de cet alcool faut-il verser dans chaque erlenmeyer ?

**-3-** Le dosage des solutions contenues dans les sept erlenmeyers a permis le tracé de la courbe (*document 1*).

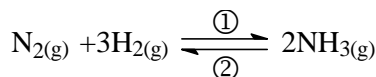


- a- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.
- b- Déterminer l'avancement maximal  $x_m$ , ainsi que l'avancement à l'équilibre  $x_{eq}$ .
- c- Déterminer le taux d'avancement final de la réaction. Conclure.
- d- Calculer la constante d'équilibre  $K$  de la réaction d'estérification.
- e- On réalise maintenant la réaction à la même température  $T_1$  en mélangeant **une mole d'acide**, **une mole d'alcool**, **une mole d'ester** et **une mole d'eau** à la date  $t' = 0$ .  
Trouver, en mol, la composition du mélange lorsque l'état d'équilibre s'établit

**Exercice N°2 :**      **4points**      **Synthèse de l'ammoniac**

**On rappelle que :**  $T(\text{en } ^\circ\text{K}) = \theta(\text{en } ^\circ\text{C}) + 273$       **Équation d'état d'un gaz parfait** est :  $pV = nRT$   
**Données :**      1 bar =  $10^5$  Pa       $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est formé par réaction entre le diazote et le dihydrogène selon l'équation chimique suivante :



On mélange, à **400 °C**, sous une pression totale de **100 bars**, **8,4 mol** de diazote et **21 mol** de dihydrogène, tous deux à l'état gazeux. Les gaz seront considérés comme parfaits. La pression et la température sont maintenues constantes pendant la réaction.

**-1-** Quel est le volume initial du système chimique?

**-2-** a- Dresser un tableau d'avancement descriptif de la réaction jusqu'à l'équilibre. (on notera  $x$  l'avancement de la réaction à un état quelconque et  $x_e$  l'avancement jusqu'à l'équilibre)

b- Exprimer  $n_t$  en fonction de  $x_e$  ( $n_t$  : le nombre total de mole gazeuse du mélange à l'équilibre).

**-3-** A l'équilibre, un quart de la quantité initiale de diazote a disparu.

a- Donner, en mol, la composition du système chimique dans ce cas.

b- En déduire  $n_t$  et le volume du système,  $V_{\text{éq}}$ , obtenu à la fin de la réaction.

**-4-** a- On appelle rendement  $\rho$  en un produit de la réaction, le rapport de la quantité de matière obtenue et de la quantité de matière que l'on obtiendrait si la réaction était totale. Calculer le rendement en ammoniac.

b- En se basant sur la loi de modération, expliquer comment une augmentation de la pression, à température constante, améliorerait le rendement en ammoniac.

**-5-** Sachant que la réaction de synthèse de l'ammoniac est exothermique, peut-on toujours améliorer le rendement en ammoniac en augmentant simultanément la température et la pression du système à l'équilibre précédent (question 3)) ? Justifier la réponse.

---

---

## **PHYSIQUE**

13 points

**Exercice N°1 :** 8 points

**Partie -1-** étude d'un document scientifique : 2,5 points

### *Faraday découvre l'induction*

*C'est en 1831, le 29 août précisément, que Faraday fait la découverte de l'induction qui immortalisera son nom. Sur un anneau en fer de «6 pouces de diamètre et 1 pouce d'épaisseur», il enroule deux bobines de fil de cuivre en spirales isolées par de la ficelle. Les extrémités d'une de ces bobines sont connectées à une pile, et celles de la seconde à un «galvanomètre» simplement formé d'un fil placé au dessus d'une aiguille aimantée. Il observe qu'à chaque ouverture ou fermeture du circuit de la pile, l'aiguille aimantée dévie. Il constate que le courant induit, comme il l'appelle, n'apparaît que de façon transitoire lors des seules fermetures et ouvertures du circuit. Le 17 octobre 1831 il découvre le second volet du phénomène d'induction : l'apparition de courants induits dans un solénoïde lorsque l'on y fait pénétrer un barreau aimanté. Le 24 novembre 1831 il décrit, dans un mémoire communiqué à la Royal Society, ses découvertes sur l'induction. Curieusement, bien qu'en possession de toutes les observations expérimentales nécessaires, Faraday n'indique pas que les courants induits circulent toujours dans un sens tel qu'ils s'opposent à la cause inductrice, laissant à Lenz (1804-1865) le soin d'énoncer en 1834 cette loi à laquelle son nom restera attaché.*

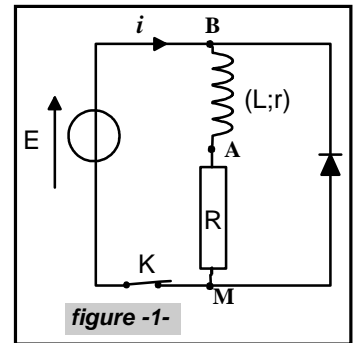
Extrait du teste : « AMPERE AU CŒUR DE LA PHYSIQUE DU DEBUT DU XIX<sup>EME</sup> SIECLE »

**Questions :**

- 1- Représenter par un schéma simple la première expérience de Faraday qui met en évidence le phénomène d'induction et l'expliquer brièvement.
- 2- Par quelle autre expérience, Faraday peut-il faire apparaître un courant induit ? Schématiser cette expérience.
- 3- Expliquer comment, Faraday, a-t-il pu constater que le phénomène d'induction est transitoire?
- 4- Quelle loi, Faraday, aurait-il dû énoncer malgré qu'il soit en possession de toutes les observations expérimentales nécessaires ? Énoncer cette loi.

**Partie -2-** 5,5 points

Soit le circuit schématiser ci-dessous(figure-1-), renferment un générateur de tension idéale de force électromotrice  $E = 6 \text{ V}$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 15\Omega$  et un interrupteur  $K$ . À une date  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . Soit  $i$  l'intensité de courant traversant le circuit à une date  $t$ .



- 1- On veut visualiser sur un oscilloscope à mémoire la tension aux bornes du résistor. Faire un schéma indiquant cette connexion.

-2- L'enregistrement de la variation de cette tension obtenu sur l'oscilloscope est schématisé par l'oscillogramme suivant (figure-2-)

a- En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension  $u_{AM}$ .

b- Trouver l'expression de  $I_0$  l'intensité du courant lorsque le régime permanent s'établit.

c- Vérifier que la solution de cette équation est de la forme:  $u_{AM}(t) = RI_0 (1 - e^{-\frac{(R+r)}{L}.t})$

d- On pose  $\tau = \frac{L}{R+r}$  :

- trouver l'unité de  $\tau$  dans S.I
- Sur quoi, cette constante, nous renseigne-elle?
- Déterminer, en indiquant la méthode utilisée, la valeur de  $\tau$ .

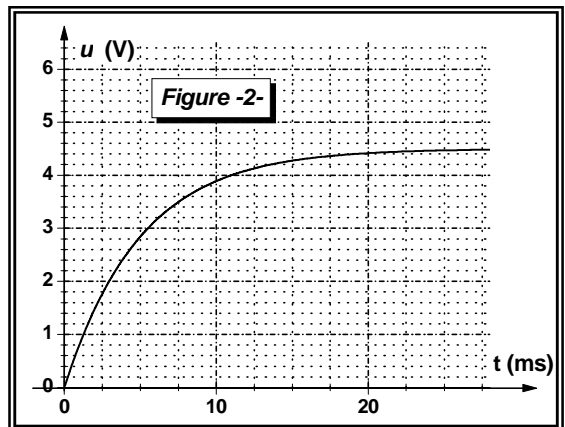
e- Déterminer la valeur de la résistance  $r$  et en déduire l'inductance  $L$  de la bobine.

-3- a- Quelle modification doit-on apporter sur le circuit de la **figure-1-** pour pouvoir visualiser la tension  $u_b$  aux bornes de la bobine ? (faire un schéma).

b- Trouver l'expression numérique de la tension  $u_b$  puis la représenter graphiquement sur la figure-2-.

c- Lorsque le régime permanent s'établit on ouvre l'interrupteur  $K$ . Quelle est l'expression de la tension  $u_b$  aux bornes de la bobine juste après l'ouverture de  $K$  ?

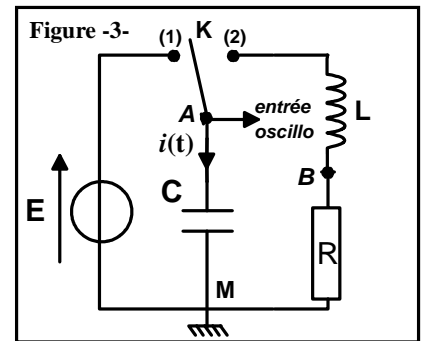
La calculer dans ce cas.



**Exercice N°2** 5 points

Soit le circuit schématiser ci-dessous (figure-3-), renferment un générateur de tension idéale de force électromotrice  $E=6\text{ V}$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne négligeable, un conducteur ohmique de résistance  $R$  variable, un condensateur de capacité  $C = 0,47\ \mu\text{F}$  et un commutateur  $K$ .

A l'aide d'un oscilloscope, on enregistre les variations de la tension aux bornes du condensateur.

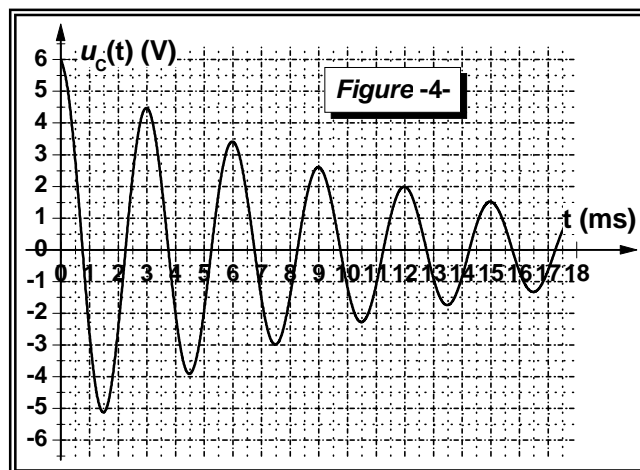


**-1-** Lorsqu'on ferme le commutateur  $K$  sur la position (1), on remarque que la tension  $u_{AM}$  s'établit instantanément. Interpréter ce résultat.

**-2-** A une date  $t = 0$ , on bascule  $K$  sur la position 2

- a- Quel est le phénomène qui se produit dès qu'on ferme  $K$  sur la position (2) ?
- b- Établir dans ce cas l'équation différentielle en  $u_{AM}$ .

**-3-** Pour une certaine valeur de  $R$ , on obtient l'enregistrement suivant: (figure-4-)



- a- En quel régime fonctionne le circuit?
- b- Déterminer la pseudo période  $T$  des oscillations du circuit.
- c- Sachant que dans les conditions du circuit la pseudo période  $T$  peut-être exprimer par la relation:

$T = 2\pi \sqrt{LC}$ . Déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.

**-4-** a- Calculer la valeur de l'énergie totale  $E_1$  du circuit à la date  $t_1 = 0$ .

- b- Calculer la valeur de l'énergie totale  $E_2$  du circuit après trois oscillations complètes.
- c- Comparer  $E_1$  et  $E_2$ , conclure.
- d- Interpréter cette variation d'énergie.

**-5-** En supposant que le rapport:  $\frac{E_2}{E_1} = e^{-\frac{R}{L}(t_2-t_1)}$ . Déduire la valeur de  $R$

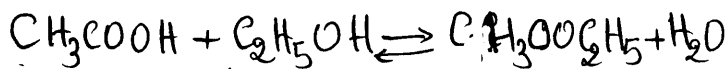
On rappelle que :  $\ln(e^a) = a$

Corrigé du devoir de synthèse (1)  
4<sup>ème</sup> M<sub>2</sub> (23/10)

Chimie

Ex (1)

10)



(0,25)

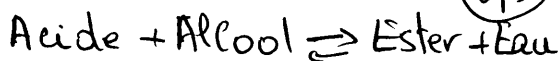
20)  $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$  et  $\rho = \frac{m}{V}$  (0,15)

$$\rho = d \cdot \rho_{\text{eau}} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d \cdot \rho_{\text{eau}}}$$

$$m = n \cdot M \Rightarrow V = \frac{n \cdot M}{d \cdot \rho_{\text{eau}}}$$

A. N:  $V = \frac{1 \times 46}{0,79 \cdot 1} \text{ L} \Rightarrow V = 0,0582 \text{ L}$   
 $V = 58,2 \text{ mL}$

30) a) Tableau d'avancement: (0,15)



t=0	1 mol	1 mol	0	0
t <sub>eq</sub>	1-x <sub>e</sub>	1-x <sub>e</sub>	x <sub>e</sub>	x <sub>e</sub>

b)  $x_{\text{max}} = 1 \text{ mol}$ , (0,25) + (0,25)  
 $x_f = x_e = 0,67 \text{ mol}$  (du graphe)

$$\xi = \frac{x_e}{x_{\text{max}}} = 0,67 < 1$$

la réaction est limitée

c) 1)  $K = \frac{[\text{Ester}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Eau}]_{\text{eq}}}{[\text{Acide}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Alcool}]_{\text{eq}}} = \frac{n_f(\text{Est}) \cdot n_f(\text{Eau})}{n_f(\text{Ac}) \cdot n_f(\text{Alc})}$  (0,15)

$$K = \frac{0,67 \times 0,67}{(1-0,67)(1-0,67)} = \frac{0,67^2}{0,33^2} = 4$$

e) t=0  $\pi = \frac{1 \times 1}{1 \times 1} = 1 < K$  (0,25)  
la réaction évolue dans le sens direct

Tableau d'avancement



t=0	1	1	1	1
t <sub>eq</sub>	1-x' <sub>e</sub>	1-x' <sub>e</sub>	1+x' <sub>e</sub>	1+x' <sub>e</sub>

Loi d'action de masse: (0,15)

$$K = \frac{(1+x'_e)^2}{(1-x'_e)^2} = 4 \Rightarrow \frac{1+x'_e}{1-x'_e} = 2$$

$$x'_{\text{eq}} = 0,33 \quad \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{est}} = n_{\text{eau}} = 1,33 \text{ mol} \\ n_{\text{Ac}} = n_{\text{Alc}} = 0,33 \text{ mol} \end{array} \right.$$

Ex: (2)

10) nombre total de mole gazeuse initial

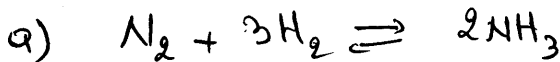
$$n_0 = n_0(\text{N}_2) + n_0(\text{H}_2) = 29,4 \text{ mol}$$

$$pV = n_0 RT \Rightarrow V = \frac{n_0 RT}{p} \quad (0,15)$$

A. N  $V = \frac{29,4 \times 8,31 \times 673}{10^7} = 164 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$$V = 16,4 \text{ L}$$

20) Tableau d'avancement



t	Av	Quantité de matière (mol)		
0	0	8,4	21	0
t	x	8,4-x	21-3x	2x
t <sub>q</sub>	x <sub>e</sub>	8,4-x <sub>e</sub>	21-3x <sub>e</sub>	2x <sub>e</sub>

b)  $n_t = 8,4 - x_e + 21 - 3x_e + 2x_e$  (0,15)

$$n_t = 29,4 - 2x_e \quad (0,25)$$

30) a)  $(n(\text{N}_2))_{\text{Réagit}} = \frac{1}{4} n_0(\text{N}_2) = 2,1 \text{ mol}$

$$\Rightarrow x_e = 2,1 \text{ mol} \quad (0,25)$$

ce qui donne à l'équilibre:

$$n_{\text{N}_2} = 6,3 \text{ mol}; \quad n_{\text{H}_2} = 14,7 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 4,2 \text{ mol} \quad (0,15)$$

$$n_t = 29,4 - 2 \times 2,1 = 25,2 \text{ mol}$$

$$V_{\text{eq}} = \frac{25,2 \times 8,31 \times 673}{10^7} = 14,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 14,1 \text{ L}$$

(1)

4°) Cas d'une réaction totale:

$$\frac{n_{H_2}}{3} < n_{N_2} \Rightarrow H_2 \text{ est limitant}$$

$$n_{H_2} - 3x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 7 \text{ mol.}$$

$$(n_{NH_3})_{\max} = 2x_{\max} = 14 \text{ mol.}$$

$$\rho = \frac{(n_{NH_3})_{\text{ex}}}{(n_{NH_3})_{\max}} = \frac{4,2}{14} = 0,3 = 30\%$$

(0,5)

b) D'après la loi de modération si la pression augmente l'équilibre se déplace dans le sens qui tend à la diminuer et diminuer le nombre total de mole gazeuse  $n_t$

$$n_t = 29,4 - x_e \quad \text{Si } n_t \text{ diminue } x_e \text{ augmente}$$

Donc l'équilibre se déplace dans le sens direct  $\alpha$  qui favorise la synthèse de  $NH_3$

(0,5)

5°) D'après la loi de modération: une augmentation de la température à pression constante déplace l'équilibre dans le sens endothermique.

(0,5)

Puisque le sens inverse est endothermique donc la réaction évolue en sens inverse.

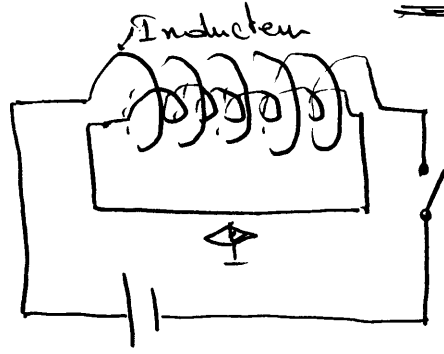
une augmentation de la pression fait évoluer le système dans le sens direct (opposé au précédent)  
 $\Rightarrow$  Il ne faut augmenter  $p$  et  $T$  en même temps.

## PHYSIQUE :

Exercice N° 1

Partie 1

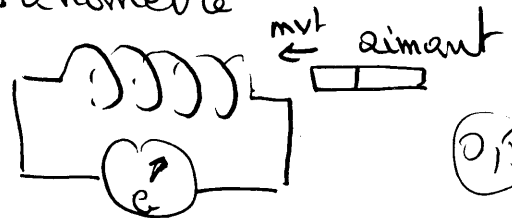
1°)



(0,75)

En fermant et en ouvrant l'interrupteur l'aiguille dévie.

2°) Déplacement d'un barreau aimanté vers un solénoïde. Crée un courant induit dans le solénoïde relié à un galvanomètre



(0,5)

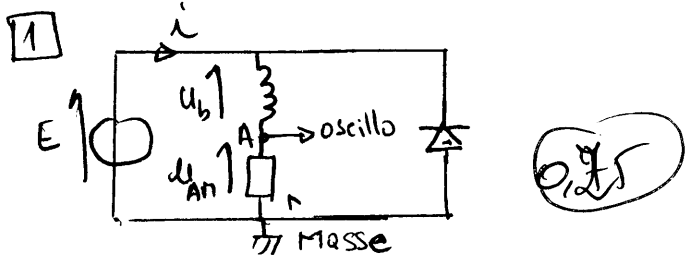
3°) Le phénomène est transitoire car il n'apparaît qu'à la fermeture et l'ouverture du circuit de l'inducteur

(0,5)

4°) Il aurait dû énoncer la loi de Lenz. "Le courant induit a un sens tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui a donné naissance"

(0,75)

PHYSIQUE  
EXERCICE 1 Partie 2.



2 a) Loi des mailles:  $u_b + u_{AN} - E = 0$

$$u_b + u_{AN} = E \Rightarrow L \frac{di}{dt} + ri + u_{AN} = E$$

$$i = \frac{u_{AN}}{R} \text{ don } \frac{L}{R} \frac{du_{AN}}{dt} + \frac{r}{R} u_{AN} + u_{AN} = E$$

$$\frac{du_{AN}}{dt} + \frac{r}{L} u_{AN} + \frac{R}{L} u_{AN} = \frac{R}{L} E$$

$$\frac{du_{AN}}{dt} + \frac{R+r}{L} u_{AN} = \frac{R}{L} E \quad (I)$$

b) En régime permanent  $i = I_0 = \text{constante}$ .

Loi de Pouillet :  $I_0 = \frac{E}{R+r}$

c)  $u_{AN} = R I_0 (1 - \exp(-\frac{R+r}{L} t))$

$$\begin{aligned} \frac{du_{AN}}{dt} &= R I_0 \cdot \frac{R+r}{L} \exp(-\frac{R+r}{L} t) \\ &= \frac{R \cdot E}{R+r} \cdot \frac{R+r}{L} \exp(-\frac{R+r}{L} t) \\ &= \frac{R}{L} E \exp(-\frac{R+r}{L} t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (I) \quad \frac{R}{L} E \exp(-\frac{R+r}{L} t) + \frac{R+r}{L} \cdot I_0 - \frac{R+r}{L} I_0 \exp(-\frac{R+r}{L} t) \\ = \frac{R}{L} E \exp(-\frac{R+r}{L} t) + \frac{R+r}{L} \frac{R E}{R+r} - \frac{R}{L} E \exp(-\frac{R+r}{L} t) \\ = \frac{R E}{L} \quad \text{Ce qui vérifie l'équation} \end{aligned}$$

d) [unité d' $\tau$ ] =  $\frac{H}{\Omega}$

$$L = \left( \frac{e}{\frac{di}{dt}} \right) \rightarrow H = V \cdot A^{-1} \cdot s.$$

$$R = \frac{U}{I} \rightarrow \Omega = V \cdot A^{-1} \quad (0,25)$$

[unité d' $\tau$ ] =  $\frac{V \cdot A^{-1} \cdot s}{V \cdot A^{-1}} = s.$

cette constante nous renseigne sur la durée d'établissement du courant

à  $t = \tau$   $i = 0,63 I_0$   
et  $u_{AN} = 0,63 u_{ANmax} = 0,63 \times 4,5 = 2,8 \text{ V}$  (0,15)

du graphe  $\tau = 0,05 \text{ s}$

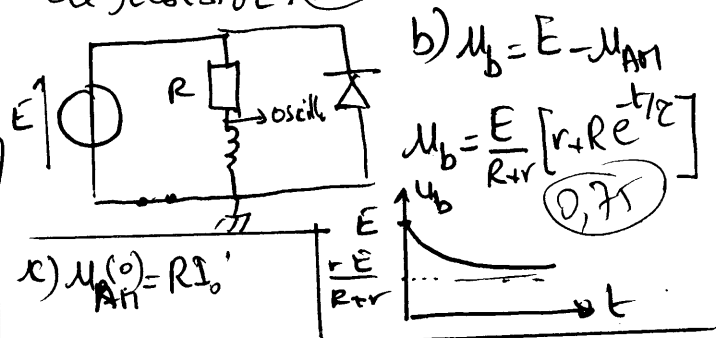
e)  $I_0 = \frac{E}{R+r}$  et  $I_0 = \frac{u_{Rmax}}{R}$

$$\frac{u_{Rmax}}{R} = \frac{E}{R+r} \Rightarrow r = \frac{R E}{u_{Rmax}} - R$$

$r = \frac{15 \times 6}{4,5} - 15 \Rightarrow r = 5 \Omega$  (0,15)

$L = \tau (R+r) \Rightarrow L = 0,05 (20) = 1 \text{ H}$

30/a) On intervertit la bobine et le resistor. (0,15)



c)  $u_{AN}^{(0)} = R I_0$

puisque  $u_b + u_{AN} = 0 \Rightarrow u_b = -u_{AN} = -R I_0$

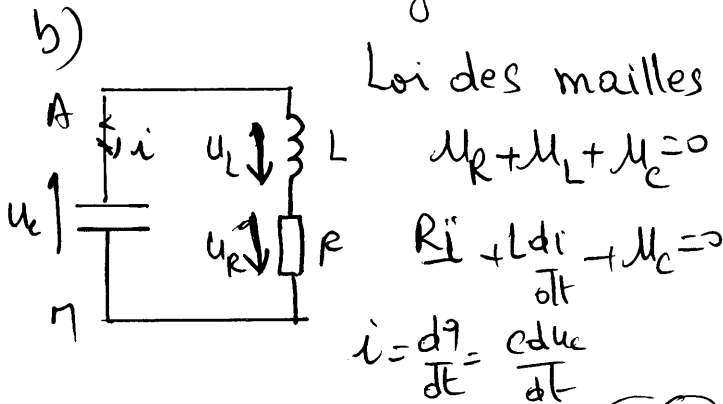
$u_b = -\frac{R E}{R+r} \Rightarrow u_b = -4,5 \text{ V}$  (0,75)

3)  $u_b = -u_{Rmax}$

## Exercice N° 2.

1) la tension  $u_{AM}$  s'établit instantanément car il n'y a pas de résistor en série avec le condensateur. puisque  $\mathcal{E} = RC$  si  $R=0 \Rightarrow \mathcal{E}=0$ . (0,25)

2) a) Il y a une décharge oscillante du condensateur dans la bobine. on observe donc des oscillations électriques amorties en régime libre. (0,25)



$$Rc \frac{du_c}{dt} + Lc \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = 0 \quad (0,15)$$

$$u_c = u_{AM} : \frac{d^2 u_{AM}}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{LC} u_{AM} = 0$$

3) a) Régime pseudo-périodique (0,25)

b)  $T = 3 \text{ ms} = 3 \times 10^{-3} \text{ s}$ . (0,25)

c)  $T^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$

$$L = \frac{9 \times 10^{-6}}{4\pi^2 \times 0,47 \times 10^{-6}} = 0,48 \text{ H} \quad (0,75)$$

4) a)  $E = E_c + E_L = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

à  $t=0$   $u_c(0) = 6 \text{ V}$   $i = \frac{cd u_c}{dt} = 0$

car  $u_c$  passe par un max.

$$E_1 = \frac{1}{2} C u_c^2(0) = \frac{1}{2} \times 0,47 \times 10^{-6} \times 36$$

$$E_1 = 8,46 \times 10^{-6} \text{ J} \quad (0,15)$$

b)  $t_2 = 3 \text{ T}$   $u_c(t_2) = 2,5 \text{ V}$

$$i(t_2) = \frac{cd u_c}{dt} = 0$$

$u_c$  passe par un maximum.

$$E_2 = \frac{1}{2} C u_c^2(t_2) = \frac{1}{2} \times 0,47 \times 10^{-6} \times 2,5^2$$

$$E_2 = 5,87 \times 10^{-7} \text{ J} \quad (0,15)$$

c)  $E_2 < E_1$  l'énergie décroît (0,15)

d) La perte d'énergie par effet Joule dans le circuit fait que l'énergie totale décroît (0,15)

5)  $Ln \frac{E_2}{E_1} = -\frac{R}{L} (t_2 - t_1) \Rightarrow R = -\frac{L}{t_2 - t_1} Ln \frac{E_2}{E_1}$

$$R = -\frac{0,48}{3 \times 10^{-3}} Ln \left( \frac{5,87 \times 10^{-7}}{8,46 \times 10^{-6}} \right) \Rightarrow R = 14,4 \Omega \quad (0,75)$$

6)  $R=0$   $\frac{d^2 u_{AM}}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_{AM} = 0$

a) Les oscillations sont sinusoïdales non amorties libres.

b) Eq diff du 2<sup>nd</sup> degré sans

deuxième membre et sans dérivée première a pour solution générale

$$u_c(t) = U_{cmax} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$U_{cmax} = 6 \text{ V (graphe)} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T} = 2100 \text{ rad/s}$$

$$u_c(t) = U_{cmax} \sin \varphi_0 = U_{cmax} \Rightarrow \sin \varphi_0 = 1$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} \quad u_c(t) = 6 \sin(2100t + \frac{\pi}{2}) \text{ en V}$$

c)  $E = E_c + E_L \Rightarrow \frac{dE}{dt} = \frac{dE_c}{dt} + \frac{dE_L}{dt}$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dE_c}{du_c} \frac{du_c}{dt} + \frac{dE_L}{di} \frac{di}{dt} = C u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt} = 0$$

E se conserve.

(4)