



## CHIMIE (7 points)

### Exercice 1: (4points)

Afin d'étudier expérimentalement la réaction d'estérification, on réalise un mélange **équimolaire** formé d'un monoacide carboxylique (**A**) et d'un alcool primaire (**B**), en phase liquide, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré dont on négligera le volume. Le mélange est réparti en des échantillons identiques dans des tubes à essai surmontés chacun d'un réfrigérant à air. Chaque échantillon contient initialement  $n_0$  mol de (**A**) et  $n_0$  mol de (**B**).

A l'instant initial  $t = 0$ , pris comme origine des temps, on place les tubes à essai dans un bain-marie porté à une température  $\theta$  convenable. A des instants successifs  $t$ , on retire un des tubes chauffés et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée.

On dose, à chaque fois, l'acide carboxylique restant dans chacun des tubes, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire  $C_B = 2 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la **figure 1** qui représente l'évolution de  $V_{BE}$  en fonction du temps, où  $V_{BE}$  désigne le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence du dosage de l'acide carboxylique restant à l'instant  $t$ .

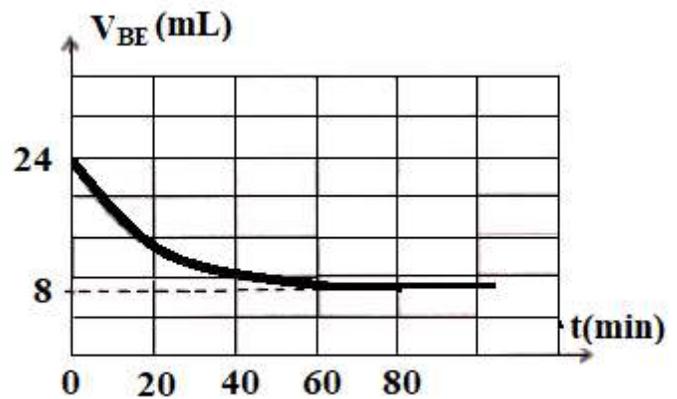


Figure1

- 1) **a-** Indiquer le rôle du réfrigérant à air surmontant le tube à essai.
- b-** Expliquer pourquoi l'erlenmeyer est placé dans un bain d'eau glacée.
- c-** En exploitant la courbe de la **figure 1**, déterminer la valeur de  $n_0$ .
- 2) On désigne par  $n_E$  le nombre de mole d'ester (**E**) formé, à l'instant  $t$ , dans un tube à essai.
  - a-** Dresser le tableau descriptif en avancement  $x$  relatif à la réaction d'estérification.
  - b-** Exprimer  $n_E$  en fonction de  $n_0$ ,  $C_B$  et  $V_{BE}$ .
  - c-** Déterminer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction d'estérification. En déduire une caractéristique de cette réaction.

Montrer que la fonction des concentrations  $\pi$  relative à cette réaction s'écrit :  $\pi = \left( \frac{n_0}{C_B \cdot V_{BE}} - 1 \right)^2$

- 3) Calculer sa valeur à l'équilibre chimique.

4) On reprend l'expérience précédente, à la même température  $\theta$ . A l'instant  $t = 0$ , chaque tube à essai contient un mélange non équimolaire formé de  $n_0$  mol de l'acide carboxylique (**A**) et  $a$  mol de l'alcool primaire (**B**); avec  $a > n_0$ . Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence lorsque l'équilibre chimique est atteint devient  $V'_{BE} < 8 \text{ mL}$ .

a- Préciser, en le justifiant, si le nouveau taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction devient inférieur ou supérieur à  $\tau_f$  (calculé à la question 2) c-).

b- Déduire l'intérêt pratique du choix d'un mélange initial non équimolaire.

### Exercice 2: (3 points)

la synthèse de l'ammoniac  $\text{NH}_3$  gazeux est modélisée par l'équation chimique suivante :



A une température  $\theta_1$ , et sous une pression P maintenue constante, on réalise une expérience en mélangeant

$n$  mol de diazote  $\text{N}_2$  et  $n$  mol de dihydrogène  $\text{H}_2$ . A l'équilibre il se forme **0,2 mol** d'ammoniac  $\text{NH}_3$

1) Dresser le tableau descriptif d'avancement noté  $x$ , relatif à la réaction de synthèse de l'ammoniac.

2) A la température  $\theta_1$ , la quantité de matière totale de gaz à l'équilibre est  $n_{T1} = 2,2$  mol.

On note  $x_{F1}$  l'avancement final de la réaction à cette température,

a- Montrer que  $x_{F1} = n - \frac{n_{T1}}{2}$

b- Déterminer la valeur de  $n$ .

3) a- Montrer que le dihydrogène  $\text{H}_2$  est le réactif limitant.

b- Déterminer, à la température  $\theta_1$ , le taux d'avancement final  $\tau_{T1}$  de la réaction.

4) On refait l'expérience à la température  $\theta_2 < \theta_1$  en maintenant la même pression P et les mêmes quantités de matières initiales :  $n(\text{H}_2) = n(\text{N}_2) = n$  mol. Un nouvel état d'équilibre chimique, caractérisé par un taux d'avancement  $\tau_{T2}$ , est établi. La nouvelle quantité de matière totale de gaz, notée  $n_{T2}$ , est inférieure à  $n_{T1}$

Comparer  $\tau_{T2}$  à  $\tau_{T1}$  et déduire, si la nouvelle quantité de matière d'ammoniac  $\text{NH}_3$  est supérieure

Ou inférieure à celle formée la température  $\theta_1$ .

### Physique (13 points)

#### Exercice 1 (6 points)

On réalise un circuit électrique en série comportant deux résistors dont l'un est de résistance  $R_1 = 100 \Omega$  et l'autre est de résistance  $R_2$  inconnue, un condensateur initialement déchargé de capacité C et un interrupteur K. L'ensemble est alimenté par un générateur idéal de tension, de fem E et de masse flottante M (figure 2).

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer :

- sur la voie  $Y_1$ , la tension  $u_{DA} = u_{R1}(t)$  aux bornes du résistor de résistance  $R_1$

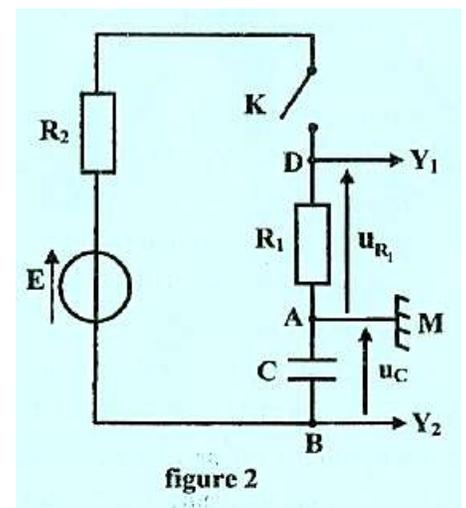


figure 2

- sur la voie  $Y_2$ , la tension  $u_{AB} = u_C(t)$  aux bornes du condensateur

au lieu de  $u_{BA}$  et ce, en appuyant sur le bouton **INV**

A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur **K**. Les courbes donnant l'évolution au cours du temps des tensions électriques  $u_{DA}$  et  $u_{AB}$  sont représentées sur la figure 3.

1-a- Justifier que la courbe ( $C_2$ ) correspond à la tension  $u_{R1}(t)$

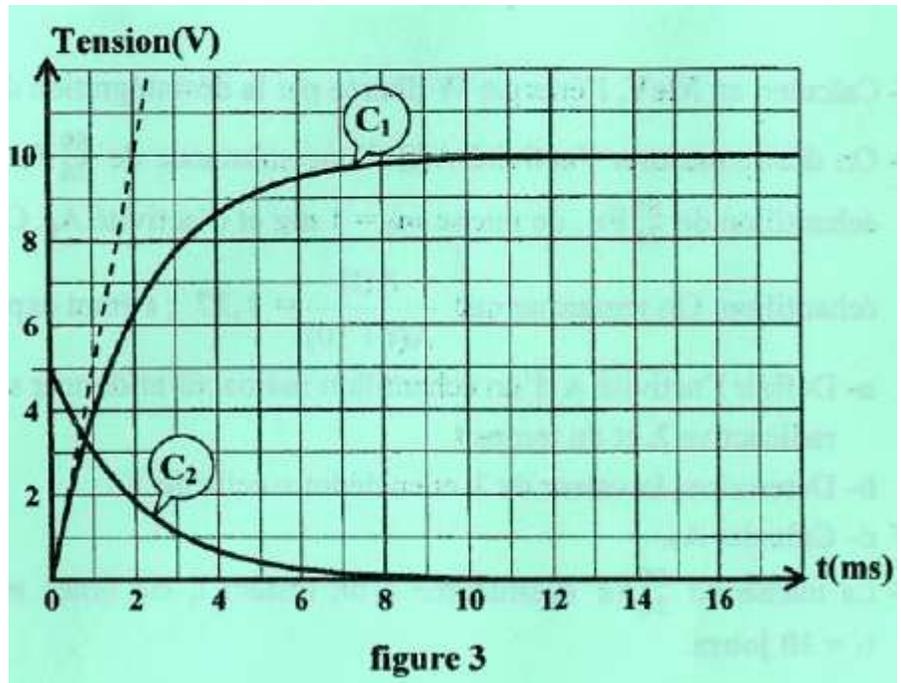
b-Montrer qu'à  $t = 0$ , la tension  $u_{R1}$  est donnée par l'expression :  $u_{R1} = E \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

2-a- Montrer que l'équation différentielle en  $u_C$  s'écrit :  $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$   
où  $\tau = (R_1 + R_2) C$  est la constante de temps.

b- En déduire que  $E = U_C$  ; où  $U_C$  est la tension aux bornes du condensateur en régime permanent. Donner la valeur de  $E$ .

3-a- Déterminer la valeur de  $R_2$ .

b-Déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$ .  
En déduire la valeur de  $C$ .

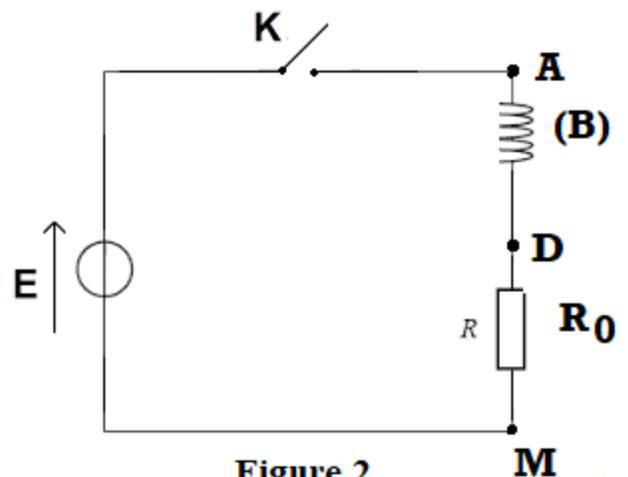


### Exercice2 (4 points)

Le circuit électrique de la figure 2 comporte, montés en série:

- une bobine (**B**) ;
- un résistor de résistance  $R_0 = 20 \Omega$
- un générateur de tension idéal de fem  $E$ ;
- un interrupteur **K**.

On branche un voltmètre aux bornes de la bobine (**B**) et à l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur **K**. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante  $U_1 = 2 \text{ V}$ .



1) Justifier que la bobine (**B**) possède une résistance  $r$  non nulle.

2) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps des tensions  $u_{DM}(t)$  et  $u_{AM}(t)$ , respectivement sur ses voies X et Y. La courbe représentée sur la **figure 3** correspond à l'une des tensions visualisées.

a- Compléter, sur la **figure 4** de la page **ANNEXE** (à remplir et à remettre avec la copie), le schéma du montage en indiquant les connexions nécessaires à l'oscilloscope pour visualiser les tensions  $u_{DM}(t)$  et  $u_{AM}(t)$ .

b- Identifier, en le justifiant, la courbe de la **figure 3**

c- On désigne par  $U_0$ , la valeur de  $u_{DM}(t)$  lorsque le régime permanent est atteint.

Etablir la relation reliant  $U_0$ ,  $U_1$  et  $E$ .

c- Déterminer graphiquement  $U_0$  et déduire la valeur de  $E$ .

3) La bobine (**B**) est d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ .

a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de  $u_{DM}$  au cours du temps s'écrit :

$$\tau \frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0 ; \text{ où } \tau = \frac{L}{R_0 + r} \text{ est la constante de temps du circuit .}$$

b- Montrer que  $r = 5 \Omega$

c- Déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$  En déduire la valeur de  $L$

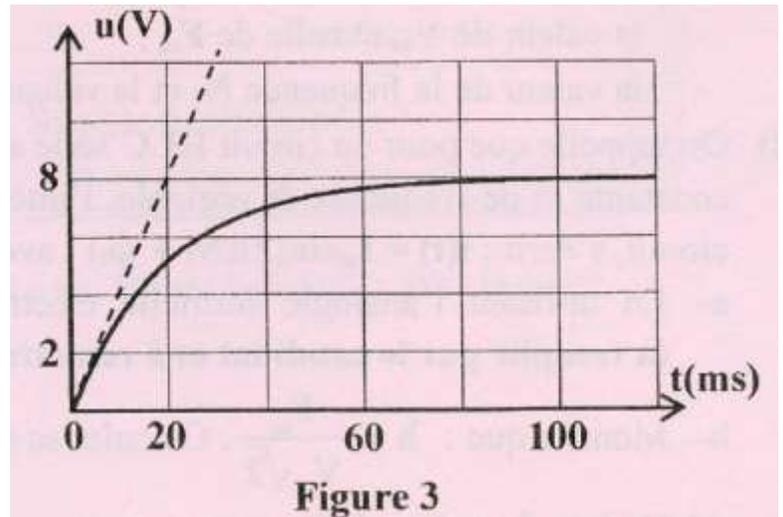


Figure 3

### Exercice 1 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

#### L'aube du courant électrique

En 1825 Jean-Daniel Colladon, qui appartient au cercle de savants qui font de Genève un grand centre Scientifique, tente une expérience. Il présente le pôle d'un fort aimant à l'extrémité d'une hélice (bobine) comportant un grand nombre de spires isolées par de la soie. Pour détecter un éventuel courant induit, il utilise un galvanomètre très sensible... « Pour éviter toute influence possible de l'aimant sur le Galvanomètre très sensible dont je me servais, j'avais porté ce galvanomètre dans une chambre éloignée de celle où j'opérais..., après quoi je revins vers la spire [l'hélice] et je rapprochai un des pôles du gros Aimant de l'hélice, puis, sans me presser, je retournai vers le galvanomètre et je constatai que son index était exactement au même point qu'auparavant ; ... ne soupçonnant pas que l'induction put être un effet Seulement instantané, dû au rapprochement ou à l'éloignement réciproque de l'hélice et de l'aimant, je ne pouvais mieux opérer. » (Jean-Daniel Colladon).

Le premier octobre en 1831, Faraday obtient des courants induits en enroulant cette fois deux bobines l'une au-dessus de l'autre sur un cylindre de bois. " Il n'y a donc pas besoin d'un aimant ". Puis, avec une pile puissante et un galvanomètre plus sensible, il parvient à déceler la production d'un faible courant induit. Le 17 octobre, un effet d'induction est à nouveau produit à l'aide d'un aimant, cette fois-ci en l'enfonçant très rapidement dans la bobine ou en le retirant. Une vague d'électricité est donc produite...

#### D'après « Ampère et l'histoire de l'électricité » par Christine Blondel et Bertrand Wolff

- 1) Faire un schéma annoté du dispositif de l'expérience tentée par Jean-Daniel Colladon pour produire Un courant induit.
- 2) Donner la raison pour laquelle Jean-Daniel Colladon a éloigné le galvanomètre de la bobine.
- 3) Expliquer pourquoi Jean-Daniel Colladon n'a pas pu détecter un courant induit.
- 4) Donner, en s'inspirant des expériences tentées par Colladon et Faraday, les conditions nécessaires pour produire un courant induit.

Page annexe

NOM ET PRENOM : .....

Figure 4

