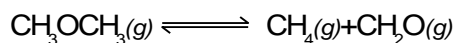


## COMPOSITION DU SECOND SEMESTRE DE SCIENCES PHYSIQUES – DUREE: 4 HEURES

### Exercice 1: décomposition du méthoxyméthane

En phase gazeuse, le méthoxyméthane  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  se décompose à température élevée, suivant la réaction d'équation :



Sa cinétique a été étudiée en introduisant, dans un récipient de volume  $V$  constant préalablement vidé, une quantité  $a$  de méthoxyméthane et en mesurant, à température constante, la pression  $p$  dans le récipient en fonction du temps. Une étude conduite à 777 K, conduit aux résultats suivants :

t(min)	0	5	9	15	20,5	25	32,5	38	46	70	96	130	158	160	165
$p_t$ (kPa)	32,9	36,2	38,6	41,6	44,6	46,1	48,4	49,9	52	55,8	58	60,6	61,7	62	62

On suppose que le mélange gazeux se comporte comme un gaz parfait ; c'est-à-dire que si on note  $n$  la quantité de matière et  $T$  la température (en kelvin) on a  $pV = nRT$  avec  $R = 8,314$  unités S.I.

- Exprimer la quantité de matière gazeuse  $n$  en fonction de  $a$  et du nombre de moles réagi (ou avancement)  $x(t)$ .
- On note  $p_0$  la pression du mélange gazeux à la date  $t = 0$ .  
Montrer que l'avancement volumique est donné par  $\frac{x(t)}{V} = \frac{p - p_0}{RT}$
- En déduire les concentrations des différentes espèces pour  $t = 25$  min.
- Pourquoi est-il nécessaire de maintenir constante la température pour cette étude cinétique ?
- Donner la définition de la vitesse volumique de réaction. L'exprimer en fonction de  $\frac{dp}{dt}$ .
- Tracer la courbe  $p = f(t)$ .
- Calculer la vitesse volumique de réaction à la date  $t = 0$ .
- Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . Estimer la pression du mélange gazeux dans son état d'équilibre puis en déduire la valeur de  $t_{1/2}$ .
- Peut-on considérer que la transformation est totale (quand le système atteint son état d'équilibre) ?

### Exercice 2: mélange d'espèces conjuguées

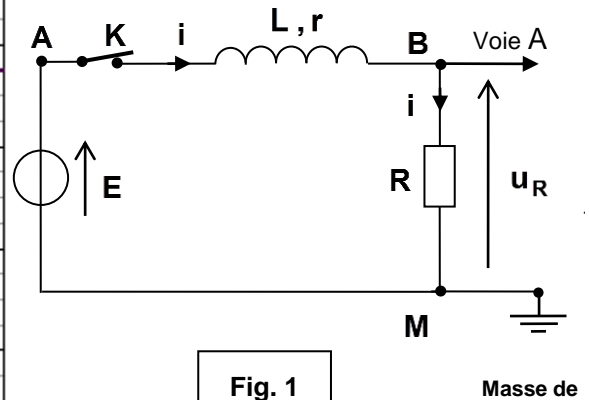
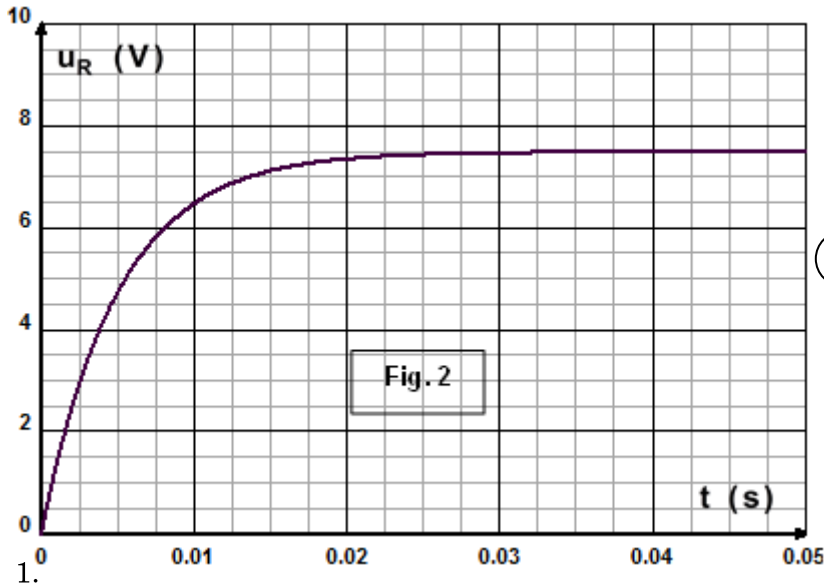
- Le pH d'une solution aqueuse  $S_1$ , de méthanoate de sodium  $\text{HCOONa}$  de concentration molaire de soluté apporté  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  est égal à 8,4.
  - Ecrire l'équation bilan de la réaction de dissolution du  $\text{HCOONa}$ .
  - Quel est le caractère acido-basique de la solution obtenue.
  - Ecrire l'équation bilan de la réaction responsable de ce caractère acido-basique en précisant les couples mis en jeu.
  - Déterminer le taux d'avancement final (coefficient de dissociation). Conclure.
  - Montrer que le pH de la solution  $S_1$  obtenue peut s'écrire de la forme :
 
$$pH = \frac{1}{2}(pK_e + pK_A + \log C_1)$$
  - En déduire la valeur du  $pK_A$  du couple acide base mis en jeu.
  - Calculer la concentration de la forme basique du couple dans la solution  $S_1$ . Conclure.
- Le pH d'une solution  $S_2$  d'acide méthanoïque de concentration  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  est égal à 2,4.
  - Ecrire l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.
  - Calculer le taux d'avancement final.
  - Etablir l'expression du pH de la solution  $S_2$  en fonction de  $pK_A$  et de  $C_2$ .
  - Calculer la concentration de la forme acide du couple dans  $S_2$ . Conclure.
- A 10mL de la solution  $S_2$  on ajoute un volume  $v_1$  de la solution  $S_1$  pour atteindre un pH égal à 4,1. Déterminer la valeur de  $v_1$ .

**Exercice 3: détermination de l'inductance d'une bobine**

Le circuit électrique de la figure 1 comprend :

- un générateur de tension continu de f.é.m.  $E$  ;
- un interrupteur  $K$  ;
- une bobine d'inductance  $\mathcal{L}$  et de résistance  $r = 12\Omega$  ;
- un résistor de résistance  $R = 60\Omega$ .

Un oscilloscope à mémoire permet de visualiser le graphe de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor (voir figure 2).



- 1.1. Pourquoi le graphe enregistré indique-t-il l'évolution de l'intensité  $i$  du courant au cours du temps ?
- 1.2. Quel est l'ordre de grandeur de la durée du régime transitoire ?
2.
  - 2.1. Etablir l'équation différentielle en  $i(t)$  du circuit
  - 2.2. La solution de cette équation différentielle est :  $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ . Préciser l'expression de  $I_0$  et donner l'expression de la constante de temps  $\tau$ .
3. Déterminer à partir du graphe :
  - 3.1. La f.é.m.  $E$  ;
  - 3.2. La constante de temps  $\tau$  du circuit en précisant la méthode utilisée.
  - 3.3. En déduire la valeur de l'inductance  $\mathcal{L}$ .
4.
  - 4.1. Montrer que la tension aux bornes de la bobine peut s'écrire sous la forme :  

$$u_L = 1,5 + 7,5e^{-200t} \text{ en V}$$
  - 4.2. On ouvre l'interrupteur  $K$ . Quel phénomène observe-t-on ? Interpréter.

**Exercice 4: radioactivité  $\alpha$  et loi de décroissance radioactive**

1. Le polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  est un nucléide  $\alpha$  ; le noyau fils est un isotope du plomb  $^A_Z\text{Pb}$ .
  - 1.1. Ecrire l'équation de cette désintégration radioactive et déterminer  $A$  et  $Z$ .
  - 1.2. Calculer l'énergie  $Q$  libérée par la désintégration d'un noyau de polonium 210 (en J et en MeV).
  - 1.3. Calculer en MeV, l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  si la désintégration se fait :
    - 1.3.1. sans émission de photon  $\gamma$ .
    - 1.3.2. avec émission de photon  $\gamma$  de longueur d'onde  $\lambda = 0,565 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ .
2. La demi-vie du polonium 210 est  $T = 138$  jours.
  - 2.1. Quelle est sa constante radioactive  $\lambda$ ?

- 2.2. Un échantillon de polonium 210 a une activité  $A_0 = 10^{10}$  Bq à  $t = 0$ . Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux présents dans cet échantillon.
- 2.3. Après quelle durée l'activité sera-t-elle divisée par 4 ?
- 2.4. Donner la relation entre  $A(t)$  (activité à la date  $t$ ) et  $A_0$  puis exprimer la diminution relative d'activité  $r = \frac{A_0 - A(t)}{A_0}$  en fonction de  $T$  et de  $t$ . Calculer  $r$  pour  $t = 1$  jour.

Données :  $m({}_{84}^{210}\text{Po}) = 209,98286$  u ;  $m({}_{82}^A\text{Pb}) = 205,97445$  u ;  $m_\alpha = 4,00150$  u ;  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J ;  
 $1$  u =  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Js ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.

### Exercice 5: oscillations électriques en régime forcé

Un dipôle AB comprend en série :

- Une bobine d'inductance  $\mathcal{L} = 0,20$  H et de résistance  $r$  inconnue.
- Un résistor de résistance  $R = 80 \Omega$ .
- Un condensateur de capacité inconnue  $C$ .

Le dipôle AB est branché aux bornes d'un générateur BF délivrant une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(\omega t)$  de fréquence  $N$  réglable. Un voltmètre est branché aux bornes du GBF indique une tension constante  $U$ .

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise les tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$  aux bornes du résistor.

La sensibilité horizontale est égale à  $5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$ .

La sensibilité verticale de la voie 1 est  $5 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$ .

La sensibilité verticale de la voie 2 est  $1 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$ .

1. Exprimer  $u(t)$  en fonction  $i$ ,  $\frac{di}{dt}$  et  $\int i dt$ .

2. Pour une valeur  $N_1$  de la fréquence, on obtient l'oscillogramme de la figure 1

- 2.1. En tenant compte des sensibilités verticales, identifier les tensions visualisées respectivement sur la voie 1 et sur la voie 2. Calculer la pulsation  $\omega_1$  et la tension efficace  $U_R$  aux bornes du résistor.

2.2. Faire le schéma du circuit en précisant les connexions à l'oscilloscope.

2.3. Calculer le déphasage angulaire de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ ,  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ . Calculer  $\varphi_i$ . Le circuit est-il résistif, capacitif ou inductif.

2.4. Calculer l'intensité efficace  $I$  du courant traversant le circuit et l'impédance  $Z$  du dipôle AB.

3.

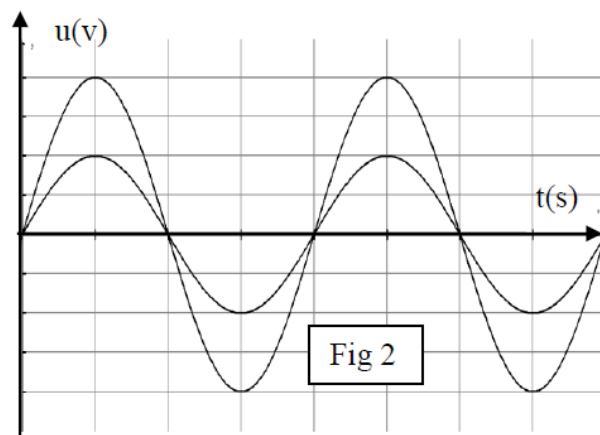
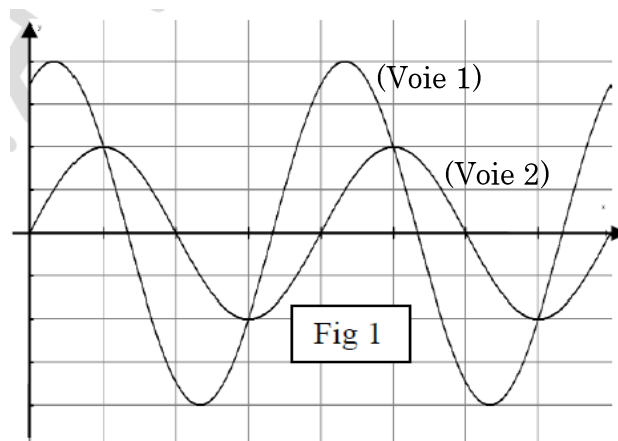
3.1. Faire la construction de Fresnel.

Echelle :  $1\text{V} \rightarrow 1\text{cm}$

3.2. Dédire les valeurs de  $r$  et  $C$ .

4. En faisant varier  $C$  ou  $\omega$ , on obtient l'oscillogramme de la figure 2. La sensibilité verticale de la voie 2 est maintenant  $2\text{V} \cdot \text{div}^{-1}$

- 4.1. Quel est l'état du circuit ? Justifier la réponse.
- 4.2. Quel paramètre a-t-on modifié ? Calculer sa nouvelle valeur.
- 4.3. Etablir l'expression de l'intensité en fonction du temps.
- 4.4. Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit RLC.



**FIN DE L'ÉPREUVE**