

# Examen blanc

Le 17 / 05 / 2021

مدة الانجاز	4 ساعات	المادة	الفيزياء و الكيمياء
المعامل	7	الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) - خيار فرنسية

- *La calculatrice scientifique non programmable est autorisée*
- *On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques*
- *Le sujet d'examen comporte quatre exercices : un exercice de chimie et trois exercices de physique :*

<b>Chimie</b> <b>(7 points)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude cinétique de la synthèse de l'éthanoate de sodium</li> <li>• Dosage d'une solution commerciale d'ammoniac</li> </ul>	7 points
<b>Physique</b> <b>(13 points)</b>	<p><b>Physique 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la qualité d'une huile alimentaire commercialisée</li> <li>• Le combustible MOX</li> </ul>	4 points
	<p><b>Physique 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination de l'inductance <math>L</math> et la résistance interne <math>r</math> d'une bobine</li> <li>• Etude des circuits RC et RLC libre</li> </ul>	5 points
	<p><b>Physique 3 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination de la masse volumique d'un liquide</li> <li>• Attaque contre une base militaire.</li> </ul>	4 points

## Chimie (7 points)

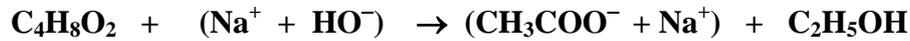
### Partie 1 : Etude cinétique de la synthèse de l'éthanoate de sodium

La chauffeurette chimique est constituée d'une enveloppe souple de plastique qui contient une solution aqueuse d'éthanoate de sodium ( $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ ), la chauffeurette libère une énergie thermique de température environ  $50^\circ\text{C}$ .

*Extrait de l'article « Idées de physique »*

On veut étudier la cinétique de la réaction de formation d'éthanoate de sodium.

La synthèse de l'éthanoate de sodium ( $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ ), est modélisée par la réaction suivante :



On met dans un bécher un volume  $V_0 = 200\text{mL}$  d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , auquel on ajoute à un instant  $t = 0$  un volume  $V_1 = 1\text{mL}$  d'éthanoate d'éthyle  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ . A l'aide d'un conductimètre, on mesure la conductivité du mélange au cours du temps.

On considère que le volume total du mélange est  $V_T = V_0$  et que la réaction est totale.

**Donnée :** La conductivité molaire ionique en :  $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \quad ; \quad \lambda_2 = \lambda_{\text{HO}^-} = 20,0 \quad ; \quad \lambda_3 = \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,1$$

1. Construire le tableau d'avancement de la réaction. **(0,5 p)**

2. Montrer que la conductivité  $\sigma$  à un instant  $t$  peut s'écrire sous la forme :  $\sigma(t) = A + B \cdot x$ .

( $x$  : avancement de la réaction).

Exprimer  $A$  en fonction de  $C_0$ ,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $B$  en fonction de  $V_0$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$ . **(0,5 p)**

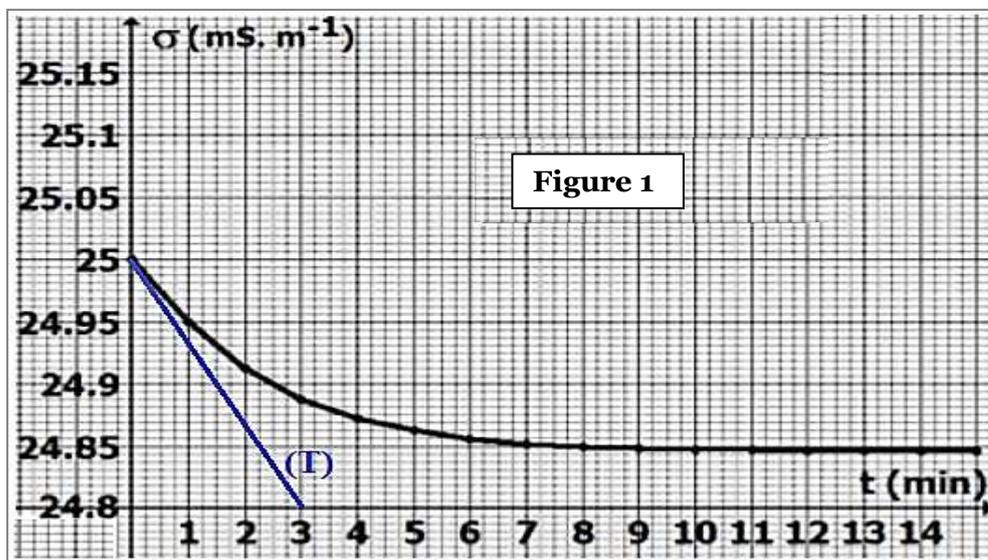
3. Le suivi de la transformation à l'aide de la mesure de conductivité à permet de tracer la courbe de la **Figure 1**.

3.1. Déterminer l'expression de  $\sigma_{1/2}$  la conductivité de mélange à l'instant  $t_{1/2}$  temps de demi-réaction. **(0,5 p)**

3.2. Déduire la valeur de  $t_{1/2}$ . **(0,5 p)**

3.2. Calculer la vitesse volumique maximale de la réaction. **(0,5 p)**

(T) est la tangente à la courbe à  $t=0$ .



### Partie 2 : Dosage d'une solution commerciale d'ammoniac

L'ammoniac sert essentiellement à la fabrication d'engrais azotés. Mais il peut également être employé comme gaz réfrigérant ou pour la production de plastiques, d'explosifs ou d'autres produits chimiques. L'ammoniac est un excellent détachant, dégraissant et détartrant.

L'objectif de cet exercice est de déterminer la concentration de l'ammoniac dans un produit commercial à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue, et l'étude de quelques propriétés de l'ammoniac.

**Données :**

- Le produit ionique de l'eau à  $25^\circ$  est :  $K_e = 10^{-14}$
- La masse molaire de l'ammoniac :  $M : 17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**1. Dosage acide-base d'une solution diluée d'ammoniac avec l'acide chlorhydrique.**

Sur l'étiquette d'une solution commerciale d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) (S<sub>OB</sub>) de concentration C<sub>OB</sub> on lit :

- Le pourcentage massique de l'ammoniac : p = 18,5 % ;
- La masse volumique ρ = 920 g.L<sup>-1</sup>.

On prépare une solution (S<sub>B</sub>) de concentration C<sub>B</sub>, diluée 40 fois, que celle de la solution commerciale.

Pour vérifier les indications de l'étiquette, on réalise le dosage pH-métrique d'un volume V<sub>B</sub> = 40 mL de la solution d'ammoniac (S<sub>B</sub>) de concentration C<sub>B</sub> à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub>) de concentration C<sub>A</sub> = 5.10<sup>-1</sup> mol.L<sup>-1</sup>.

1.1. Ecrire l'équation de la réaction modélisant ce dosage. **(0,25 p)**

1.2. Etablir la concentration C<sub>B</sub> en ammoniac en fonction de V<sub>B</sub>, C<sub>A</sub> et V<sub>AE</sub>. **(0,25 p)**

1.3. Etablir la relation : V<sub>A</sub>. 10<sup>pH</sup> = 10<sup>pK<sub>A</sub></sup>. (V<sub>AE</sub> - V<sub>A</sub>) avec 0 < V<sub>A</sub> < V<sub>AE</sub>. **(0,5 p)**

1.4. La courbe de la figure 2 représente les variations de 10<sup>pH</sup>.V<sub>A</sub> en fonction de V<sub>A</sub> : 10<sup>pH</sup>.V<sub>A</sub> = f(V<sub>A</sub>).

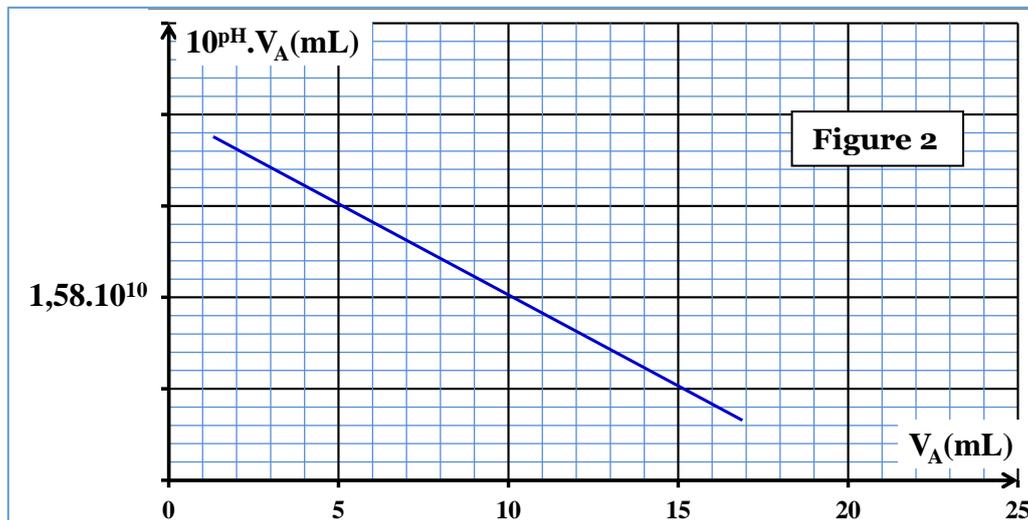
En s'aidant sur la courbe de la figure 2.

1.4.1. Vérifier que la valeur de pK<sub>A</sub> du couple (NH<sub>4</sub><sup>+</sup><sub>(aq)</sub> / NH<sub>3(aq)</sub>) vaut 9,2. **(0,5 p)**

1.4.2. Déterminer le volume V<sub>AE</sub> et en déduire la concentration C<sub>B</sub>. **(0,5 p)**

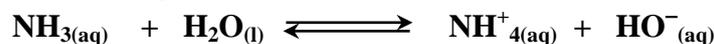
1.4.3. Calculer le pourcentage massique p de l'ammoniac dans le produit commercial. **(0,5 p)**

1.4.4. Après avoir versé 15 mL, quelle est l'espèce prépondérante du couple NH<sub>4</sub><sup>+</sup><sub>(aq)</sub> / NH<sub>3(aq)</sub> ? Justifier. **(0,5 p)**



**2. Réaction de l'ammoniaque avec l'eau :**

On considère une solution aqueuse (S'<sub>B</sub>) d'ammoniac de volume V' et de concentration C'<sub>B</sub> = 1,0.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>, la mesure de pH de cette solution a donné la valeur pH = 10,6. On modélise la transformation chimique entre l'ammoniac et l'eau par l'équation chimique suivante :



2.1. Trouver l'expression du taux d'avancement final τ de réaction de NH<sub>3</sub> avec l'eau en fonction de Ke pH et C'<sub>B</sub>. Vérifier que τ = 4 %. **(0,5 p)**

2.2. Trouver l'expression la constante d'équilibre K, associée à la réaction de NH<sub>3(aq)</sub> avec l'eau, en fonction de C'<sub>B</sub> et τ et calculer sa valeur. **(0,5 p)**

2.3. Vérifier que pK<sub>A</sub> = 9,2 et tracer le diagramme de prédominance du couple (NH<sub>4</sub><sup>+</sup><sub>(aq)</sub>/NH<sub>3(aq)</sub>), **(0,5 p)**

**Physique (13 points)**

**Physique 1 : (4 points)**

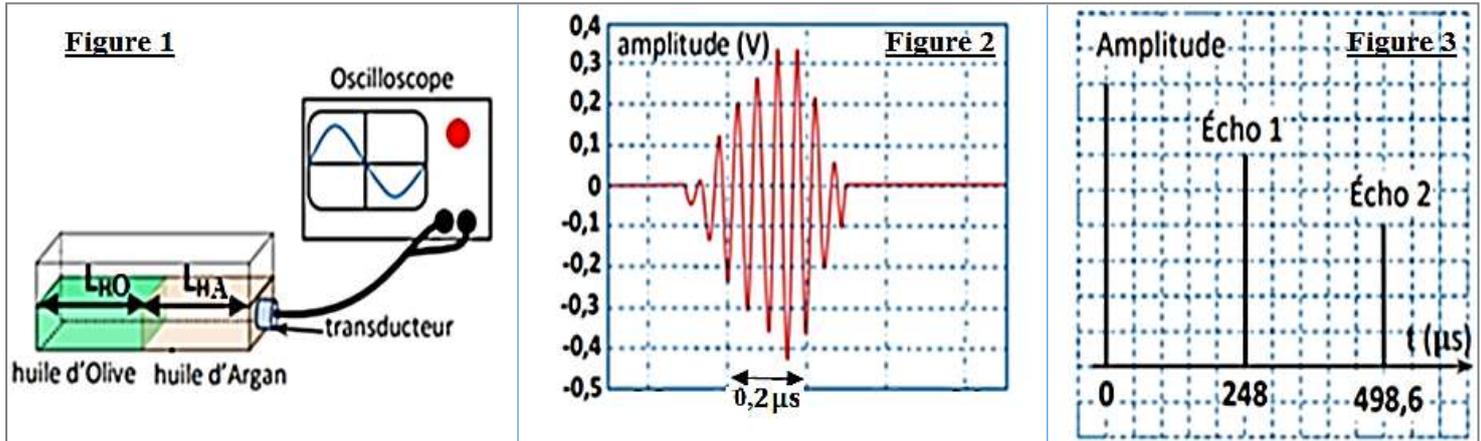
**Partie 1 : Contrôle de la qualité d'une huile alimentaire commercialisée**

L'une des techniques utilisées pour combattre les fraudes dans le domaine agro-alimentaire, est la technique des ultrasons. Cet exercice a pour but de déterminer les célérités des ondes ultrasonores dans deux huiles naturelles, puis de savoir si une huile commercialisée est de bonne qualité ou mélangée avec une huile de table.

Pour déterminer les célérités des ondes ultrasonores dans l'huile d'Argan et dans l'huile d'Olive, on réalise le montage ci-dessous. Le transducteur émet un train d'onde ultrasonore et reçoit les échos chaque fois qu'il y a un passage d'un milieu à un autre différent.

La figure 1 montre le schéma du montage. Les courbes ci-dessous représentent la salve émise (figure 2) et les pics obtenus, après traitement des données (figure 3).

On donne :  $L_{HA} = L_{HO} = 0,200$  m.



- Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes : (0,25 p)
  - Les ondes ultrasonores sont audibles.
  - La fréquence minimale des ultrasons c'est : 20 KHz.
- Vérifier que la fréquence de l'onde ultrasonore utilisée est :  $f = 20$  MHz. (0,25 p)
- Déterminer  $V_{HA}$  et  $V_{HO}$ , les célérités respectives de l'onde dans l'huile d'Argan et l'huile d'Olive. (0,5 p)
- Les deux courbes de la figure 4 représentent les variations des célérités des ultrasons dans les deux huiles en fonction du pourcentage massique de l'huile de table que contient chacune d'elle. Laquelle des deux courbes est celle de l'huile d'Olive ? Justifier. (0,25 p)

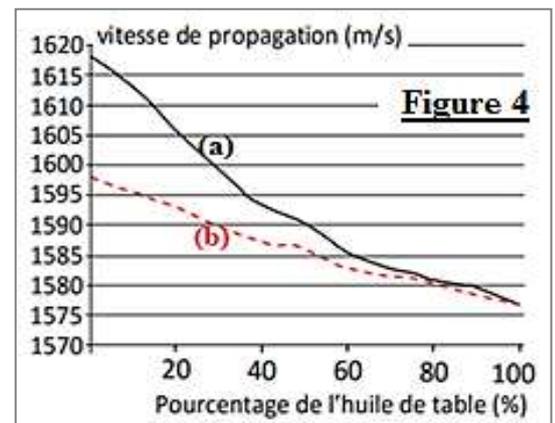
5. Lors d'un contrôle de qualité d'une huile commercialisée en tant qu'une huile d'Olive, un technicien a pu déterminer la célérité de l'onde ultrasonore dans cette huile.

Cette célérité vaut  $V_{hc} = 1590$  m/s.

- Cette huile est-elle une huile pure ? Justifier (0,25 p)
- Calculer le volume de l'huile de table que contient un litre d'huile contrôlée. (0,5 p)

Données :

- Masse volumique de l'huile commercialisée :  $\rho_{hc} = 0,885$  g/mL;
- Masse volumique de l'huile de table :  $\rho_{hT} = 0,895$  g/mL.



## Partie 2 : Le combustible MOX

Certains réacteurs nucléaires modernes utilisent un combustible nucléaire appelé MOX pour compenser la consommation d'uranium dans la production d'énergie nucléaire.

Le combustible MOX se distingue par le fait qu'il est issu du processus de recyclage et de traitement des déchets nucléaires produits à l'intérieur des réacteurs nucléaires, où des usines spécialisées comme usine AREVA en France réalisent ce processus.

Le combustible MOX contient  $p_1 = 8,5$  % du plutonium  ${}_{94}\text{Pu}$  et  $p_2 = 91,5$  % de l'uranium  ${}_{92}\text{U}$  tel que :

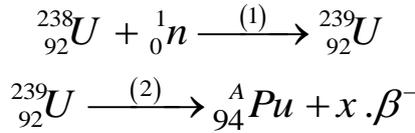
Le plutonium  ${}_{94}\text{Pu}$  est présent sous la forme d'un mélange isotopique dans différentes proportions, y compris l'isotope  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  fissile  $\theta_1 = 5$  % en proportion.

Uranium  ${}_{92}\text{U}$  sous forme des isotopes, dont le plus important est  ${}^{235}_{92}\text{U}$  en proportion  $\theta_2 = 0,3$  % et le pourcentage de  ${}^{238}_{92}\text{U}$  élevé.

Cet exercice vise à étudier comment se forme le nucléide de plutonium fissile  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  et l'une de ses réactions de fission.

**I. La production de plutonium  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  :**

Le plutonium  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  est obtenu à partir le noyau d'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  selon les réactions suivantes :



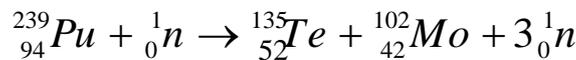
1. Déterminer les valeurs de A et de x dans la 2<sup>ème</sup> réaction (2). **(0,25 p)**

2. La réaction(1) est-elle une réaction de fission. Justifier. **(0,25 p)**

**II .L'étude de la réaction de la fission du plutonium  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$**

La production d'énergie nucléaire dans les réacteurs à combustible MOX repose sur la fission nucléaire du plutonium-239 et de l'uranium-235.

Parmi les réactions de fission nucléaire du plutonium-239 dans un réacteur nucléaire ; celles exprimées par l'équation suivante:



**Donnés:**

$E_\ell({}^{135}_{52}\text{Te}) = 1103,827\text{MeV}$	$m({}^{239}_{94}\text{Pu}) = 239,05216u$	$m({}^1_0\text{n}) = 1,0087u$	$m({}^1_1\text{p}) = 1,0073u$
$E_\ell({}^{102}_{42}\text{Mo}) = 855,396\text{MeV}$	$m({}^{235}_{92}\text{U}) = 234,99346u$	$1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$	$1u = 1,66 \times 10^{-27}\text{Kg}$
$m({}^{241}_{95}\text{Am}) = 241,0047u$		$1u = 931,5\text{MeV}/c^2$	

1. Comparer la stabilité des produits de la fission de nucléide  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ . **(0,25 p)**

2. Calculer  $|\Delta E_0|$  l'énergie produite de la réaction de fission de nucléide  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ . **(0,5 p)**

Lorsqu'un réacteur nucléaire utilise une masse m de combustible nucléaire MOX.

Déterminer l'énergie nucléaire  $E_N$  libère par la fission du plutonium-239 en fonction de  $\theta_1$ ,  $p_1$ , m,  $m({}^{239}\text{Pu})$  et  $|\Delta E_0|$ . Calculer  $E_N$  pour  $m = 1\text{kg}$ . **(0,75 p)**

**Physique 2 : (5 points)**

**Partie 1 : Détermination de l'inductance L et la résistance interne r d'une bobine**

Le montage électrique (figure 1) comprend:

- un conducteur ohmique (1) de résistance R réglable ;
- un conducteur ohmique (2) de résistance  $R_0$
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un générateur (GBF) qui applique une tension triangulaire.

1. Etablir les expressions de  $u_{BC}$  et  $u_{AC}$  en fonction de l'intensité i de courant et de sa dérivée première par rapport au temps  $\frac{di}{dt}$ . **(0,5 p)**

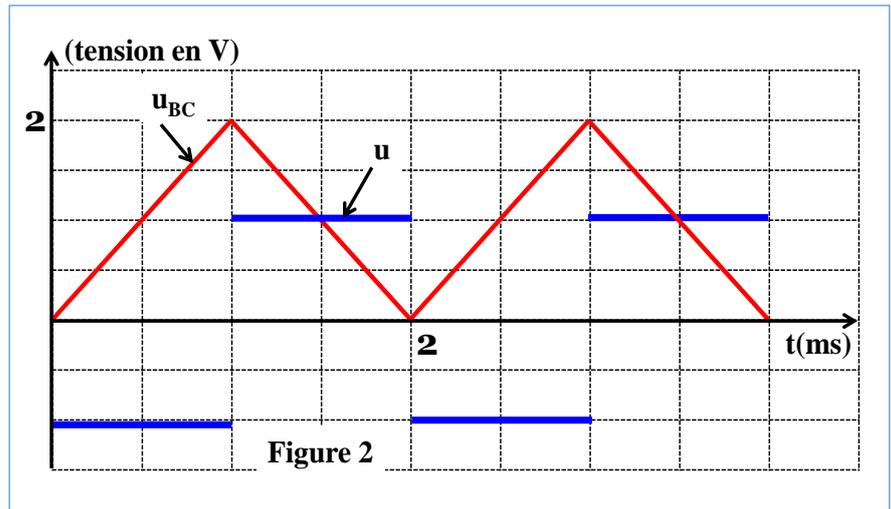
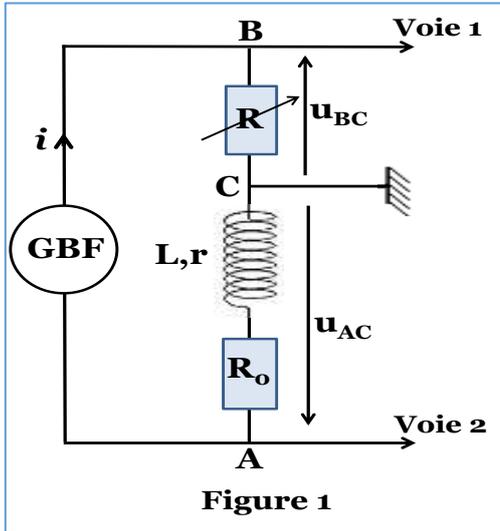
2. L'oscilloscope bi-courbe utilisé comporte une touche « ADD » permettant lorsqu'elle est actionnée, d'observer sur l'écran la tension u qui est la somme des tensions relevées aux voies 1 et 2 :  $u = u_{BC} + u_{AC}$ .

2.1. Trouver l'expression de u en fonction de  $u_{BC}$  et de  $\frac{du_{BC}}{dt}$ . **(0,5 p)**

2.2. La touche « ADD » étant actionnée, on visualise sur l'écran de l'oscilloscope (la voie 1) la tension  $u_{BC}$  pour  $R = 50\ \Omega$  et  $R_0 = 40\ \Omega$ . On obtient alors l'oscillogramme représenté sur la figure 2.

Quelle condition devrait vérifier valeur de R pour que la tension u observée sur l'écran soit rectangulaire comme le montre la figure 2 ? **(0,5 p)**

2.3. Déterminer la valeur de L et de r. **(0,5 p)**



### Partie 2 : Etude des circuits RC et RLC libre

On considère le circuit électrique (figure-1) comportant un générateur de tension continue de f.é.m  $E = 6 \text{ V}$ , un condensateur de capacité  $C$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance propre négligeable, deux conducteurs ohmiques de même résistance  $R$  et deux interrupteurs  $K$  et  $K'$ .

Un oscilloscope associé à un système d'acquisition a permis de visualiser sur la voie 1 la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.

#### 1. Expérience 1 :

On ferme  $K$ , à  $t = 0 \text{ ms}$ , en maintenant  $K'$  ouvert. Sur la voie 1 on obtient la courbe de la figure-2.

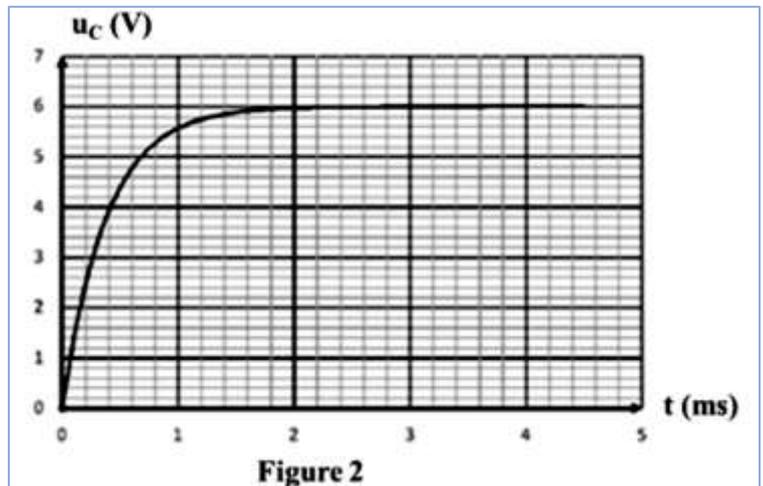
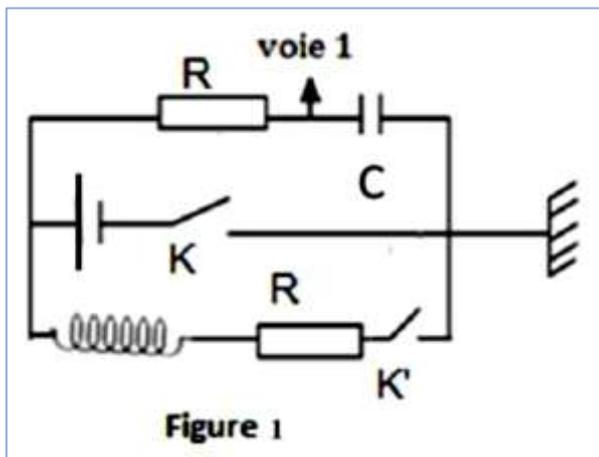
1.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur. (0,25 p)

1.2. La solution de cette équation différentielle est de la forme :  $u_C = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + B$ .

Trouver les expressions de  $\tau$  ;  $A$  et  $B$  sachant que le condensateur a été initialement déchargé. (0,5 p)

1.3. Déterminer graphiquement la constante de temps du dipôle ( $RC$ ).

En déduire la valeur de la capacité  $C$  sachant que  $R = 20 \Omega$ . (0,5 p)



#### 2. Expérience 2

On ouvre  $K$  et on ferme  $K'$  à  $t = 0 \text{ s}$ . La figure 4 indique la variation de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

2.1. Préciser le régime des oscillations obtenues. En déduire la valeur de  $L$ . (0,5 p)

2.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_C$ . (0,25 p)

2.3. Exprimer la dérivée première, par rapport au temps, de l'énergie totale  $E_T$  emmagasinée dans le circuit en fonction du courant  $i$ . Que peut-on conclure ? (0,5 p)

2.4. Calculer l'énergie dissipée dans le circuit entre 0 ms et 3 T. (0,25 p)

2.5. Proposer un montage pour entretenir ces oscillations. (0,25 p)

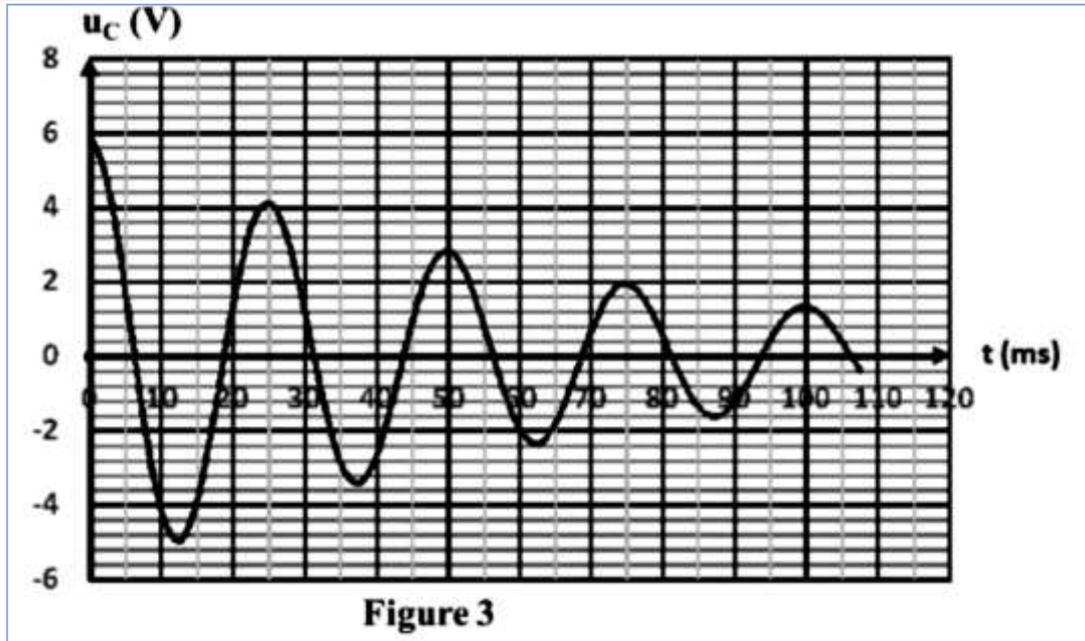


Figure 3

### Physique 3 : (4 points)

#### Partie 1 : Détermination de la masse volumique d'un liquide

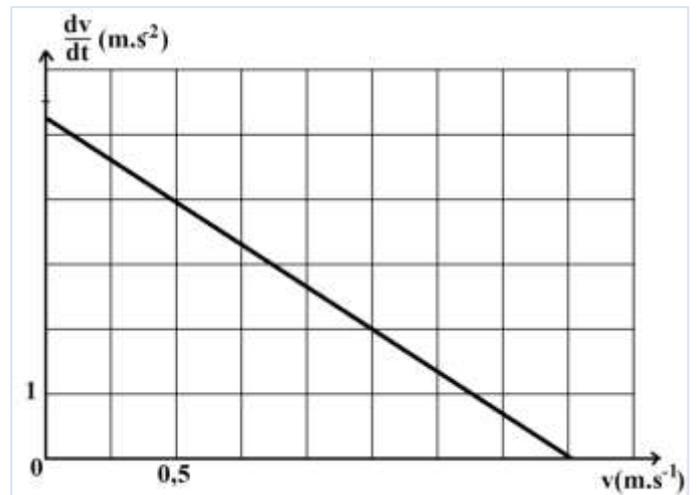
L'objectif de cette partie est de déterminer la masse volumique d'un liquide et le coefficient de frottement fluide en exploitant les résultats de l'étude du mouvement de chute verticale d'une bille métallique dans ce liquide.

La bille est lâchée sans vitesse initiale à la surface d'un liquide à un instant choisi comme origine des dates  $t = 0s$ . L'équation différentielle vérifiée par la vitesse du mouvement de chute verticale de la bille dans le liquide s'écrit

sous la forme :  $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = C$  avec  $\tau = \frac{\rho_1 V}{k}$  et  $C = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)$ .

Sachant que :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  : l'intensité du champ de pesanteur ;  $k$  est le coefficient de frottement fluide ;  $\rho_2$  est la masse volumique du liquide ;  $\rho_1 = 2700 \text{ kg.m}^{-3}$  : la masse volumique de la bille ;  $V = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  : le volume de la bille.

La courbe ci-contre représente les variations de la dérivée de la vitesse par rapport au temps  $\frac{dv}{dt}$  en fonction de la vitesse  $v$  du centre d'inertie de la bille.



1. En s'aidant du graphe, déterminer :

- La valeur de la vitesse limite  $v_l$ . (0,25 p)
- Les valeurs de  $C$  et celle de  $\tau$ . (0,5 p)

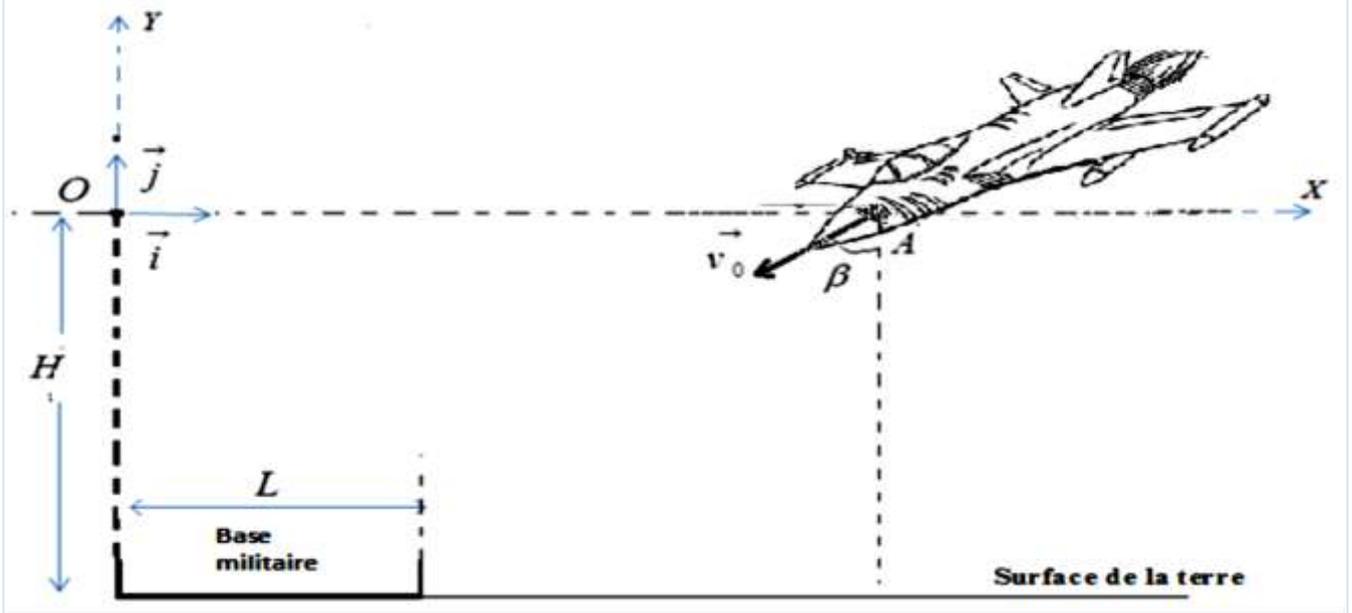
2. En déduire les valeurs de  $k$  et celle de  $\rho_2$ . (0,5 p)

#### Partie 2 : Attaque contre une base militaire.

Pendant une attaque contre la base militaire de l'ennemi d'une longueur  $L = 500\text{m}$ , un avion de guerre envoie à un instant  $t = 0s$  un missile air-sol à partir d'un point A avec une vitesse initiale de vecteur  $\vec{V}_0$ , sa direction forme un angle  $\beta$  avec la droite verticale qui passe par A.

Le point A est situé à une hauteur  $H = 2000 \text{ m}$  de la surface de la Terre et à une abscisse  $X_0 = 900 \text{ m}$  sur l'axe (OX) d'un repère d'espace  $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$  que nous considérons Galiléen (voir figure).

Données :  $V_0 = 80 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $\beta = 40^\circ$  ;  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$



1. Trouver les expressions des équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  de mouvement du centre d'inertie G du missile. **(0,75 p)**
2. Montrer que l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G du missile s'écrit :  

$$y(x) = -1,85 \cdot 10^{-3} \cdot (x - x_0)^2 + 1,19 \cdot (x - x_0) \quad \text{(0,75 p)}$$
3. Le missile tombe-t-il dans la base militaire. Justifier. **(0,5 p)**
4. Déterminer les valeurs  $V_{0(\min)}$  et  $V_{0(\max)}$  de la vitesse initiale  $V_0$  pour que le missile tombe dans la base militaire de l'ennemi. **(0,75 p)**