



**Etablissement ELARAKI**  
**Pour l'Éducation & l'Enseignement**



**EVALUATION/PREPARATION**  
**À L'EXAMEN NATIONAL**  
**JUIN 2020**

**Niveau : 2AS EX**

**Matière : PHYSIQUE et CHIMIE**

**Durée : 3h**

**Option : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

La calculatrice programmable n'est pas autorisée.

On donne les expressions littérales avant de donner les applications numériques.

Les applications numériques sans unités ne sont pas acceptables.

La bonne présentation de la copie est tenue en compte

Le sujet comporte trois exercices.

**1<sup>er</sup>exercice (7 pts) : Acide lactique dans un détartrant**

**2<sup>ème</sup> exercice (4,5 pts) : Panacées**

**3<sup>ème</sup> exercice (8,5 pts) : Etude expérimentale des dipôles électriques**

<b>7 points</b>	<p><b>Exercice de Chimie</b></p> <p>Ennemi numéro un des cafetières, le tartre s'y installe au quotidien. Il peut rendre ces machines inutilisables et altérer le goût du café. Pour préserver ces appareils, il est donc indispensable de les détartrer régulièrement.</p> <p>Plusieurs fabricants d'électroménager recommandent d'utiliser des détartrants à base d'acide lactique ; en plus d'être efficace contre le tartre, cet acide est biodégradable et non corrosif pour les pièces métalliques se trouvant à l'intérieur des cafetières.</p> <p>Après une étude de la réaction entre l'acide lactique et l'eau, on vérifiera par un titrage la teneur en acide lactique dans un détartrant et on s'intéressera à l'action de ce détartrant sur le tartre.</p> <p><b>Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.</b></p> <p><b>1. L'acide lactique</b></p> <p>Le détartrant à base d'acide lactique est conditionné sous forme liquide dans un petit flacon. La notice d'utilisation indique qu'il faut verser la totalité de son contenu dans le réservoir de la cafetière et qu'il faut ajouter de l'eau. On prépare ainsi un volume <math>V = 0,60 \text{ L}</math> d'une solution aqueuse d'acide lactique de concentration molaire en soluté apporté <math>C = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}</math>. Après agitation, la valeur mesurée du pH est 1,9.</p> <p><b>Données :</b> Formule brute de l'acide lactique : <math>\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3</math></p> <p><math>K_A</math> (Acide lactique / ion lactate) = <math>1,3 \times 10^{-4}</math> à <math>25^\circ \text{C}</math></p> <p><b>1.1. Réaction de l'acide lactique avec l'eau</b></p> <p><b>1.1.1.</b> Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système et donner l'expression de l'avancement final <math>x_f</math> en fonction du pH de la solution et du volume <math>V</math>. 0.75</p> <p><b>1.1.2.</b> Calculer le taux d'avancement final de la transformation. La transformation est-elle totale ? Justifier. 0.5</p> <p><b>1.2. Constante d'acidité de l'acide lactique</b></p> <p><b>1.2.1.</b> Donner l'expression de la constante d'acidité <math>K_A</math> du couple acide lactique / ion lactate. 0.25</p> <p><b>1.2.2.</b> A partir de l'expression de <math>K_A</math>, calculer le rapport : <math>\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}</math>. 0.5</p> <p><b>1.2.3.</b> En déduire l'espèce qui prédomine dans la solution du détartrant. 0.25</p> <p><b>2. Titrage de l'acide lactique présent dans un détartrant</b></p> <p>Sur l'étiquette de la solution commerciale du détartrant, on trouve les indications suivantes : "Contient de l'acide lactique, 45 % en masse".</p> <p>Données :</p> <p>Masse molaire de l'acide lactique : <math>M = 90,0 \text{ g.mol}^{-1}</math> Masse volumique du détartrant <math>\rho = 1,13 \text{ kg.L}^{-1}</math>. Afin de déterminer la concentration molaire <math>C</math> en acide lactique apportée dans la solution de détartrant, on réalise un titrage acido-basique.</p>
-----------------	--

La solution du détartrant étant trop concentrée, on prépare par dilution une solution 10 fois moins concentrée (on note  $C_d$  la concentration de la solution diluée).

### 2.1. Dilution

On dispose des lots de verrerie A, B, C, D suivants :

Lot A	Lot B	Lot C	Lot D
Pipette jaugée de 5,0 mL	Pipette jaugée de 10,0 mL	Pipette jaugée de 10,0 mL	Eprouvette graduée de 10 mL
Bécher de 50 mL Eprouvette de 50 mL	Fiole jaugée de 1,000 L	Fiole jaugée de 100,0 mL	Fiole jaugée de 100,0 mL

0.5 Choisir le lot de verrerie permettant de réaliser la dilution avec le plus de précision.

### 2.2. Titrage acido-basique

On réalise le titrage pH-métrique d'un volume  $V_A = 5,0$  mL de solution diluée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ ) de concentration molaire en soluté apporté  $C_B = 0,20$  mol. L<sup>-1</sup>.

On obtient la figure suivante :

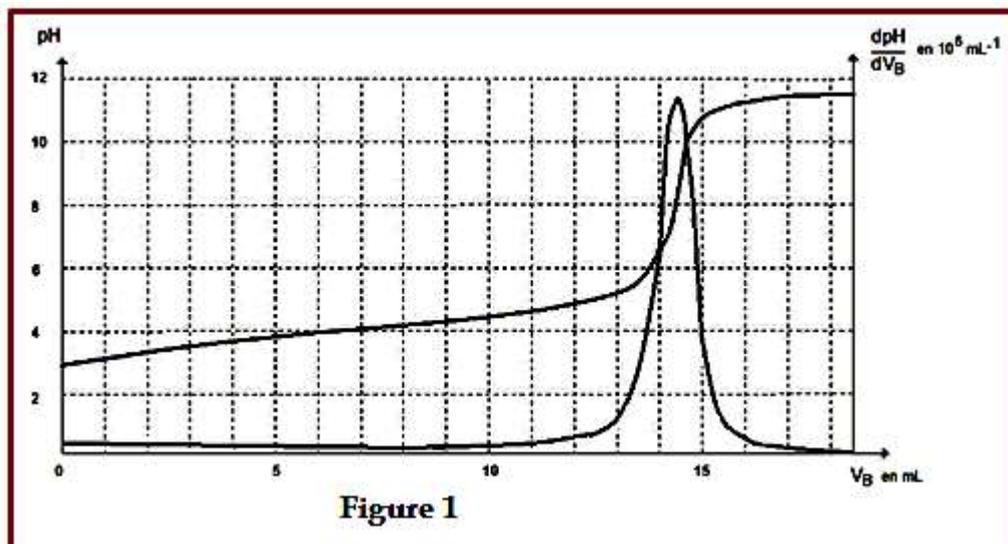


Figure 1

0.25 **2.2.1.** Ecrire l'équation de la réaction support du titrage (on notera AH la molécule d'acide lactique).

0.25 **2.2.2.** Déterminer graphiquement, le volume  $V_E$  de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

0.5 **2.2.3.** En précisant la démarche suivie, calculer la concentration  $C_d$  en acide lactique dans la solution diluée.

0.5 **2.2.4.** En déduire la valeur de la concentration  $C$  en acide lactique dans le détartrant.

0.5 **2.2.5.** Calculer la masse d'acide lactique présente dans 1,00 L de détartrant.

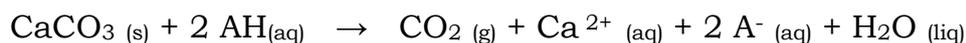
0.5

**2.2.6.** Montrer que le pourcentage massique d'acide lactique présent dans le détartrant est cohérent avec l'indication de l'étiquette.

### **3. Action du détartrant sur le tartre**

Dans cette partie, on cherche à évaluer le temps nécessaire à un détartrage efficace, en étudiant la cinétique d'une transformation réalisée au laboratoire.

Le tartre est essentiellement constitué d'un dépôt solide de carbonate de calcium de formule  $\text{CaCO}_3$ . Lors du détartrage, l'acide lactique réagit avec le carbonate de calcium suivant la réaction d'équation :



Dans un ballon, on verse un volume  $V' = 10,0 \text{ mL}$  de la solution diluée de détartrant précédemment dosée.

On introduit rapidement une masse  $m = 0,20 \text{ g}$  de carbonate de calcium.

On ferme hermétiquement le ballon avec un bouchon muni d'un tube à dégagement relié à un capteur de pression.

Le capteur mesure la surpression due au dioxyde de carbone produit par la réaction qui se déroule à la température constante de  $298 \text{ K}$ .

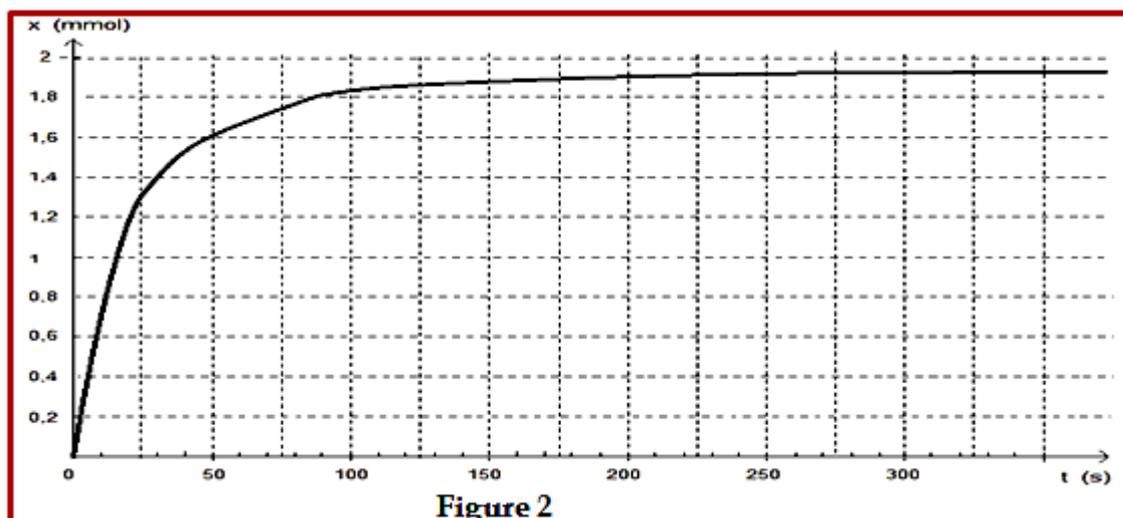
Cette surpression est équivalente à la pression du dioxyde de carbone seul dans le ballon.

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de la pression du dioxyde de carbone au cours du temps.

t en s	0	10	20	30	40	50	60	80	90	100	130	150	190	270	330	420	600
P (CO <sub>2</sub> ) en hPa	0	60	95	113	121	129	134	142	145	146	149	150	152	154	155	155	155

A chaque instant, l'avancement  $x$  de la réaction est égal à la quantité de matière  $n(\text{CO}_2)$  de dioxyde de carbone formé. Un logiciel permet de calculer ses valeurs.

La figure suivante représente l'évolution de l'avancement  $x$  au cours du temps.



**Données :**

Loi des gaz parfaits :  $P.V = n.R.T$ ;  
 On rappelle que dans cette expression, la pression  $P$  est en pascals (Pa), le volume  $V$  en mètres cubes ( $m^3$ ), la quantité de matière  $n$  en moles (mol) et la température  $T$  en kelvins (K);  
 Température lors de l'expérience :  $T = 298 \text{ K}$ .  
 Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .  
 Volume occupé, dans le ballon, par le dioxyde de carbone :  $V_g = 310 \text{ mL}$ .

Vitesse volumique de réaction :  $V = \frac{1}{V_g} \left( \frac{dx}{dt} \right)$

- 0.5 **3.1.** En considérant le dioxyde de carbone comme un gaz parfait, donner l'expression de l'avancement  $x$  en fonction de la pression du dioxyde de carbone  $P$  ( $\text{CO}_2$ ) et du volume  $V_g$ .
- 0.5 **3.2.** Calculer la valeur de l'avancement à l'état final et vérifier que cette valeur est en accord avec LA FIGURE 2.
- 0.25 **3.4.** Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
- 0.25 **3.5.** Comment évolue la vitesse volumique de réaction au cours du temps ? Justifier votre réponse à l'aide de LA FIGURE 2.
- 0.25 **3.6.** Lors du détartrage d'une cafetière, le mode d'emploi proposé conduit à utiliser une solution un peu plus concentrée en acide lactique et à chauffer cette solution. Quelle est en effet la conséquence sur la durée de détartrage ?

**4,5**  
Points

**Exercice I de Physique : Panacées ?**

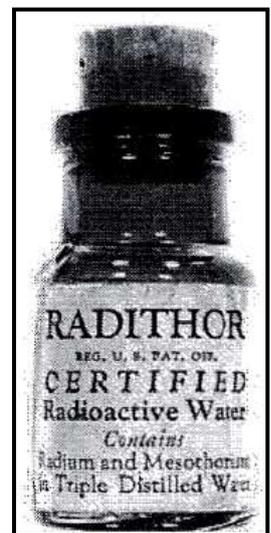
De tous temps, certaines substances sont considérées comme des remèdes contre tous les maux : Des panacées d'entre elles sont étudiées dans cet exercice.

Au début du XXème siècle, le Radithor, sorte de « potion magique », était censé soigner plus d'une centaine de maladies.

Un cancérologue américain a trouvé chez un antiquaire plusieurs bouteilles de Radithor. Bien que vidées depuis 10 ans de leur contenu, les bouteilles se sont avérées être encore dangereusement radioactives. Chacune avait vraisemblablement contenu environ un microcurie de radium 226 et de radium 228.

D'après « Pour la science » Octobre 96 (Hors-série)

Un microcurie correspond à  $3,7 \cdot 10^4 \text{ Bq}$ .



Données :

Noyau	Radium 226	Radium 228	Actinium 228	Radon 222	Hélium 4
Symbole	$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^{228}_{88}\text{Ra}$	$^{228}_{89}\text{Ac}$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^4_2\text{He}$

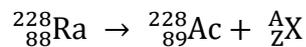
Noyau	Radium 226	Radon 222	Hélium 4
Masse en u	225,9770	221,9703	4,0015

Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
 Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 Masse molaire du  $^{226}_{88}\text{Ra}$  :  $M = 226 \text{ g.mol}^{-1}$   
 $t_{1/2}(\text{Radium 226}) = 1,60 \cdot 10^3 \text{ ans.}$

Sur l'étiquette du flacon de Radithor est mentionnée la présence de mésothorium, ancienne dénomination du radium 228. Cette « eau certifiée radioactive » contenait également du radium 226.

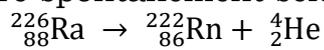
0.5 1. Les noyaux de radium 228 et de radium 226 sont des isotopes. Expliquer.

0.75 2. Le radium 228 se désintègre pour donner l'isotope 228 de l'actinium Ac et une particule notée X selon :



Déterminer A et Z. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

3. Dans la suite de l'exercice, on néglige la présence du radium 228 dans le Radithor. On suppose que l'activité radioactive du flacon est uniquement due à la présence de l'isotope 226 de radium. Celui-ci se désintègre spontanément selon l'équation suivante :



0.5 3.1. Choisir la bonne réponse :

(a) $\lambda = 1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$	(b) $\lambda = 1,37 \cdot 10^{+11} \text{ s}^{-1}$	(c) $\lambda = 1,57 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$
--	--	--

0.25 3.2. Exprimer L'activité  $a(t)$  d'un échantillon radioactif en fonction du  $N(t)$  nombre de noyaux radioactifs présents et la constante  $\lambda$ .

0.75 3.3. Calculer  $N_0$  le nombre de noyaux de radium 226 initialement présents dans le flacon de Radithor sachant que l'activité  $A_0$  de l'échantillon radioactif à  $t=0$  est :  $a_0 = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Bq}$

0.75 3.4. Vérifier que le flacon contenait alors une masse  $m_0 = 1,0 \mu\text{g}$  de radium 226.

1 3.5. Calculer en MeV, la valeur de l'énergie libérée par un noyau de radium 226.

8,5  
points

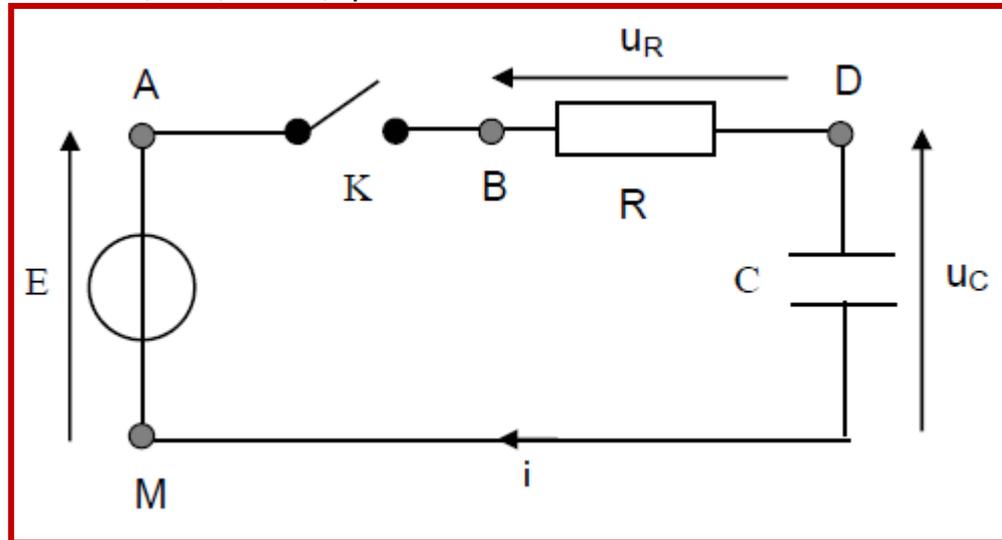
## Exercice II de Physique : ETUDE EXPERIMENTALE DE DIPOLES ELECTRIQUES

Les trois parties sont indépendantes.

### Partie I : Dipôles « résistance et condensateur en série »

Pour étudier ce dipôle, on réalise le circuit représenté sur la figure ci-dessous. Ce circuit est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice  $E$ , d'un interrupteur  $K$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  et d'un condensateur de capacité  $C$ .

Données :  $E = 4,0 \text{ V}$  ;  $C = 1,0 \mu\text{F}$



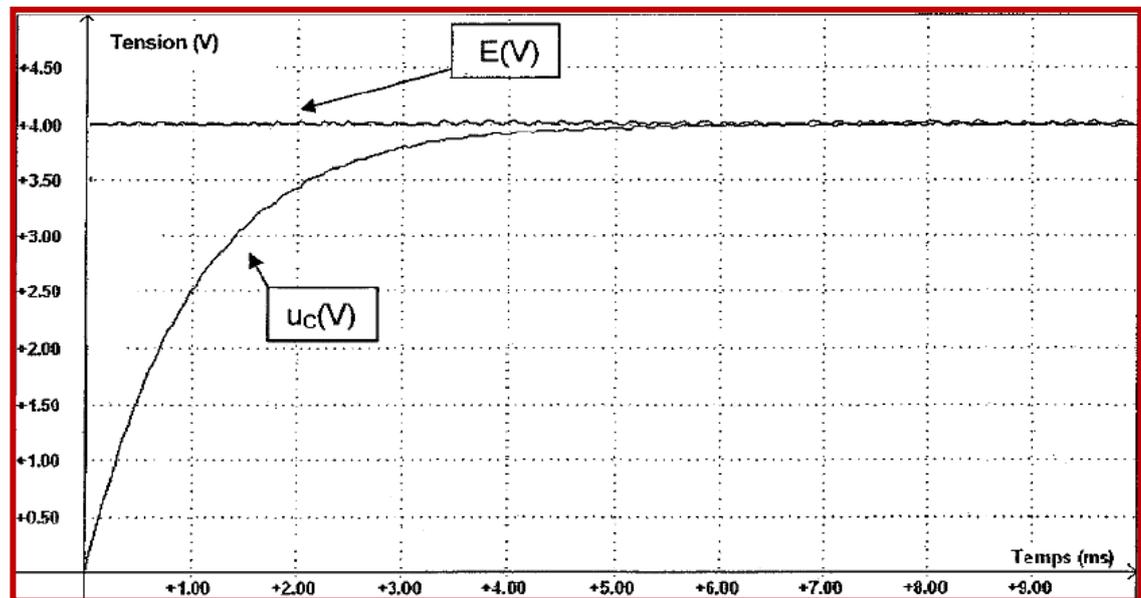
0.5

1.1. On utilise une interface d'acquisition avec un ordinateur pour observer les tensions  $u_C$  et  $E$  en fonction du temps.

1.1.1. À quels points A, B, D ou M du circuit doit-on relier les voies 1 et 2 et la masse de l'interface pour visualiser  $u_C$  sur la voie 1 et  $E$  sur la voie 2 ?

1.1.2. À  $t = 0$ , on déclenche l'acquisition en fermant l'interrupteur  $K$ .

Les courbes  $u_C = f(t)$  et  $E = f(t)$  sont données dans le document 1 suivant :



0.5

Qualifier les deux régimes de fonctionnement du circuit en choisissant parmi les adjectifs suivants : périodique, permanent, pseudopériodique, transitoire. Préciser les dates limitant chacun de ces régimes.

1.1.3. Quel phénomène physique se produit pendant le premier régime ?

1.2. La constante de temps  $\tau$  est une caractéristique de ce premier régime.

0.5

1.2.1. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps  $\tau$  en expliquant la méthode employée.

0.5

1.2.2. Donner l'expression littérale de la constante de temps  $\tau$  en fonction des caractéristiques des éléments du circuit. En déduire la valeur de la résistance  $R$ .

0.75

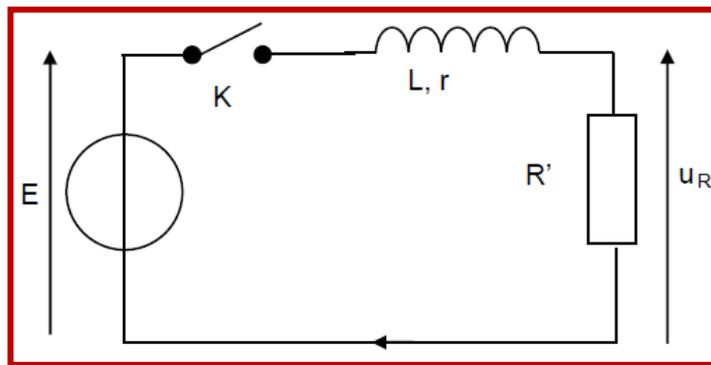
1.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, donner la relation littérale liant  $E$ ,  $u_R$  et  $u_C$ .

Exprimer  $u_R$  en fonction de  $i$  et en déduire une expression littérale de l'intensité du courant  $i$  en fonction de  $E$ ,  $u_C$  et  $R$ .

À l'aide du document 1 de l'annexe, calculer  $i$  pour  $t_1 = 0$  ms et  $t_2 = 9$  ms.

### Partie II : Dipôle « résistance et bobine en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure ci-dessous, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice  $E$ , d'un interrupteur  $K$ , d'une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  et d'un conducteur ohmique de résistance  $R'$ .

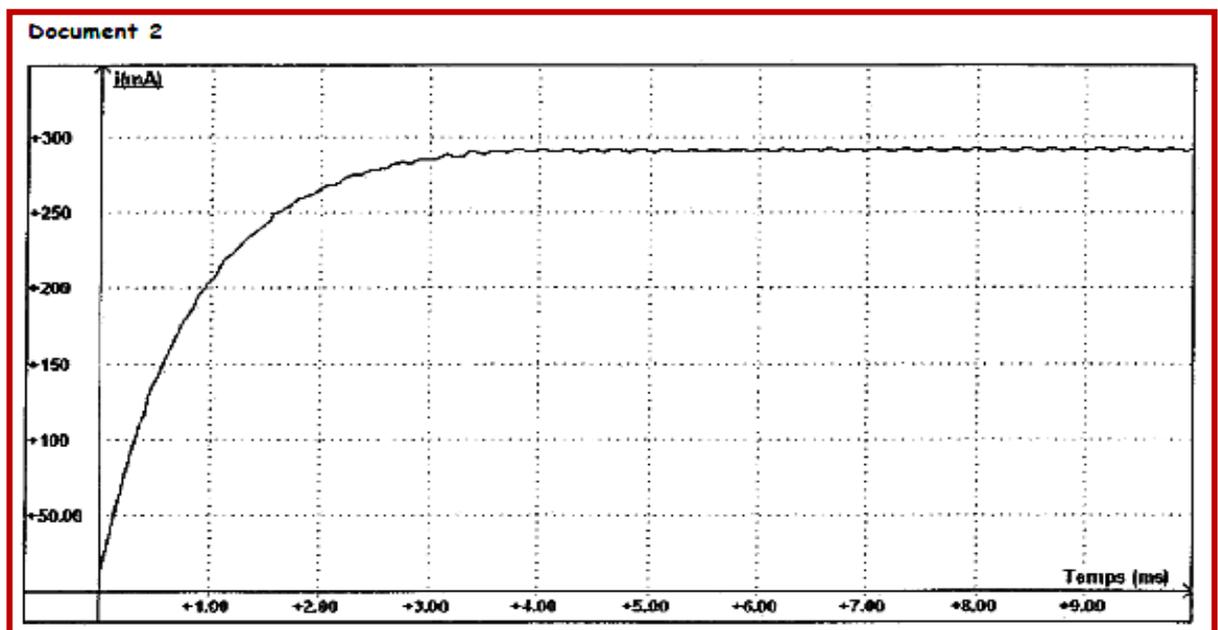


Données :  $E = 4,0$  V ;  $L = 11$  mH ;  $R' = 10$   $\Omega$ .

0.25

2.1. À partir de la fermeture de l'interrupteur  $K$ , on observe la tension  $u_{R'}$  à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur. Quel est l'intérêt de faire le relevé de cette tension  $u_{R'}$  ?

2.2. Le tableur du logiciel d'acquisition nous permet de calculer les valeurs de  $i$  et de tracer la courbe  $i = f(t)$  donnée, document 2 à rendre avec la copie.



0.25 Quel est le phénomène physique mis en évidence dans ce cas ? Quel élément du circuit est la cause de ce phénomène ?

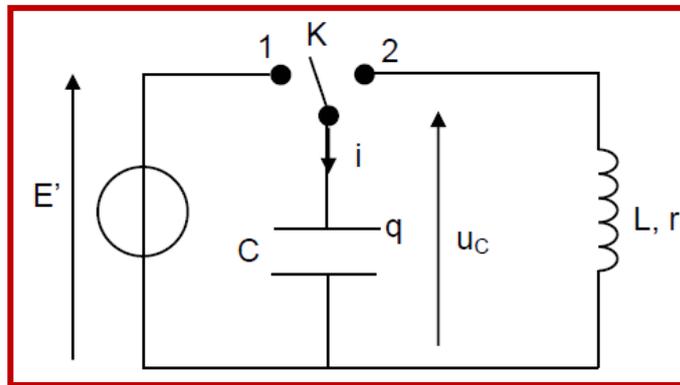
0.5 2.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par l'intensité  $i$  du courant dans le circuit en fonction du temps.

0.5 2.4. Lorsqu'on est en régime permanent,  $i$  vaut alors  $I_P$ . Que devient l'équation différentielle ?

0.5 2.5. En déduire l'expression littérale de la résistance  $r$  de la bobine puis déterminer sa valeur en utilisant le document 2 de l'annexe.

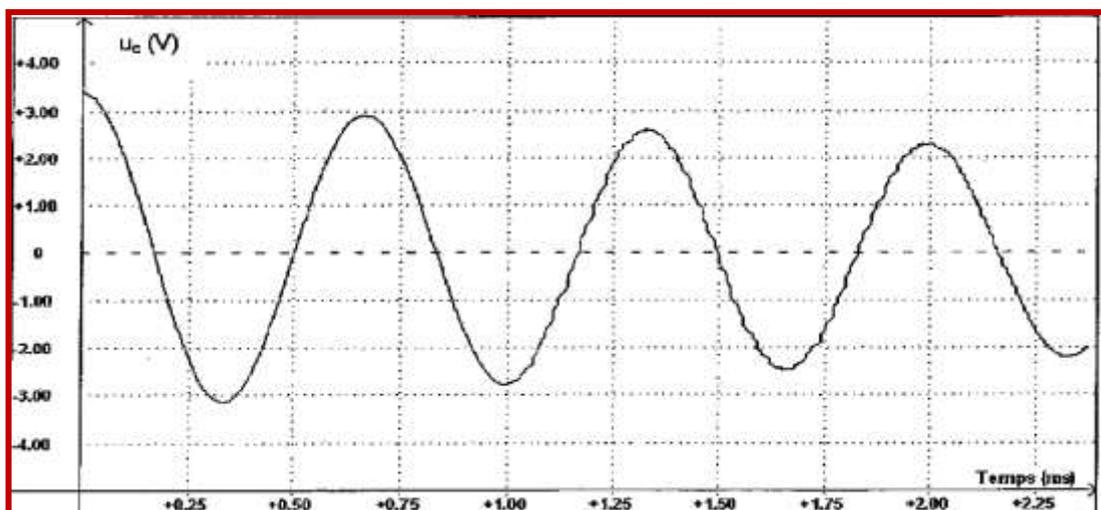
3. Dipôle « bobine et condensateur en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure ci-dessous, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice  $E'$ , d'un interrupteur  $K$  à deux positions, d'un condensateur de capacité  $C$  et d'une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ .



0.5 3.1. Quel est le phénomène physique se produisant lorsque l'interrupteur est placé en position 1 ? Est-il lent ou instantané ? Justifier.

3.2. On bascule alors l'interrupteur en position 2 et, à partir de cet instant choisi comme origine des dates, on relève la tension  $u_C$  en fonction du temps à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur. On obtient le graphique ci-dessous.



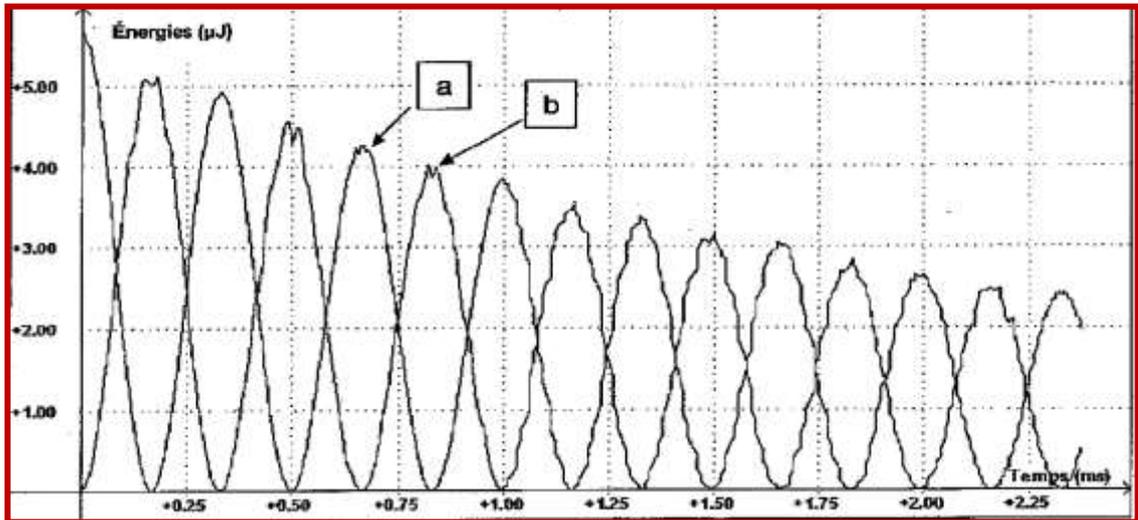
0.5 En puisant dans le vocabulaire suivant, décrire le phénomène physique qui se produit dans le circuit apériodique, annulation, électrique, forcée, mécanique, libre, non amortie, installation, amortie, oscillation.

3.3. On souhaite suivre l'évolution énergétique du circuit rLC en fonction du temps. Pour cela il faut calculer, à l'aide d'un tableur, l'énergie électrique  $E_e$  accumulée dans le condensateur et l'énergie magnétique  $E_m$  accumulée dans la bobine.

0.5 3.3.1. Donner les expressions littérales de  $E_e$  et  $E_m$ .

0.25 3.3.2. En respectant les conventions du schéma, exprimer  $i$  en fonction de la dérivée de  $u_c$  par rapport au temps.

3.4. Les courbes  $E_e(t)$  et  $E_m(t)$  sont données ci-dessous.



0.5 3.4.1. En justifiant chaque réponse, attribuer les grandeurs  $E_e$  ou  $E_m$ , aux courbes a et b.

0.75 3.4.2. En utilisant ces courbes, donner les valeurs des deux énergies  $E_e$  et  $E_m$ , aux instants de dates  $t_1 = 0,5$  ms et  $t_2 = 2,0$  ms.

Comparer les variations simultanées des énergies emmagasinées par le condensateur et la bobine entre ces deux dates.

0.75 3.4.3. Comment évolue l'énergie totale du circuit entre les instants de dates  $t_1$  et  $t_2$  ? À quoi cette évolution est-elle due ?