

N° d'inscription

Le sujet comporte six pages numérotées de 1/6 à 6/6  
Les pages 5/6 et 6/6 sont à rendre avec la copie

**Chimie (9 points)**

**Exercice 1 (4,5 points)**

L'aspirine, ou acide acétylsalicylique (monoacide), est l'un des médicaments les plus connus et les plus utilisés au monde. Synthétisée dès le XIX<sup>e</sup> siècle, elle est devenue l'archétype des anti-inflammatoires non stéroïdiens. Sous sa forme courante «**Aspirine 500**», elle est indiquée pour soulager les douleurs courantes (maux de tête, douleurs dentaires, courbatures) et pour faire baisser la fièvre chez l'adulte.

On désire chercher, lors d'une séance de travaux pratiques, la signification de l'indication «**Aspirine 500**» figurant sur une boîte de comprimés de ce médicament. Pour ce faire, on écrase soigneusement un comprimé dans un mortier. La poudre est ensuite dissoute dans une quantité suffisante d'eau distillée contenue dans une fiole jaugée de **200 mL** que l'on complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge tout en agitant. On obtient ainsi une solution aqueuse ( $S_A$ ) de concentration molaire  $C_A$  en acide acétylsalicylique. On prélève un volume  $V_A = 20 \text{ mL}$  de cette solution que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration molaire  $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et on suit le dosage par pH-métrie. Le dispositif expérimental utilisé dans ce dosage est schématisé sur la **figure 1** de la **page 5/6**.

La courbe représentant l'évolution du **pH** en fonction du volume  $V_B$  de la solution d'hydroxyde de sodium versée est représentée sur la **figure 2** de la **page 5/6**. Sur cette courbe, on a tracé deux droites parallèles entre elles et tangentes à celle-ci dans la région du saut de **pH**.

- 1- Compléter l'annotation de la **figure 1** de la **page 5/6**.
- 2- En exploitant la courbe de la **figure 2** de la **page 5/6**, déterminer :
  - a- les coordonnées  $V_{BE}$  et  $pH_E$  du point d'équivalence **E**. En déduire que l'acide acétylsalicylique est un acide faible ;
  - b- la valeur du  $pK_a$  du couple acide/base associé à l'acide acétylsalicylique.
- 3- a- Déterminer la valeur de la concentration molaire  $C_A$ . Confirmer alors le caractère faible de l'acide acétylsalicylique.  
b- Déterminer, en milligrammes, la valeur de la masse de l'acide acétylsalicylique contenu dans un comprimé.  
**On donne** : masse molaire de l'acide acétylsalicylique  $M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- c- En déduire la signification de l'indication «**Aspirine 500**» inscrite sur la boîte de comprimés.
- 4- Si au lieu du suivi pH-métrique, on réalise un dosage colorimétrique, indiquer en se référant au tableau ci-dessous, l'indicateur coloré approprié à ce dosage. Justifier.

Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,1 – 4,4
Rouge de crésol	7,2 – 8,8
Phénolphtaléine	8,2 – 10,0

### Exercice 2 (4,5 points)

On dispose au laboratoire de chimie, d'une lame d'un métal **X**, qui peut être du cuivre (**Cu**), du palladium (**Pd**), du nickel (**Ni**) ou du manganèse (**Mn**). Pour l'identifier, on réalise à **25 °C** une pile électrochimique (**P**) en reliant, à l'aide d'un pont salin, deux demi-piles mettant en jeu les couples  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  et  $\text{X}^{2+}/\text{X}$ . Les solutions dans les deux compartiments (**A**) et (**B**) de la pile ont le même volume  $V = 100 \text{ mL}$ . L'une est une solution aqueuse (**S**<sub>1</sub>) incolore de sulfate de zinc(II) de concentration molaire  $C_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  et l'autre est une solution aqueuse (**S**<sub>2</sub>) colorée de sulfate du métal **X** de concentration molaire  $C_2$ . À l'aide de la pile (**P**), d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un conducteur ohmique et d'un interrupteur (**K**), on réalise le montage de la **figure 3**.

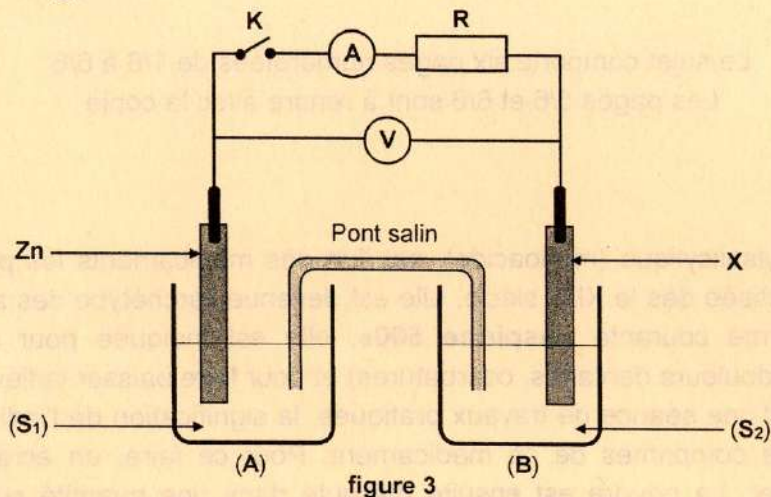


figure 3

À un instant de date  $t = 0$ , on ferme le circuit. Lors du fonctionnement de la pile, on observe une atténuation progressive de la couleur de la solution contenue dans le compartiment (**B**) de la pile.

On supposera que durant le fonctionnement de la pile, il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des lames.

On donne :

Couple Ox/Red	$\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	$\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}$
$E^\circ_{\text{Ox/Red}} \text{ (V)}$	- 1,18	- 0,76	- 0,26	0	0,34	0,95

- Donner le symbole de la pile (**P**) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.
- Écrire l'équation symbolisant la transformation chimique qui se déroule au niveau de chaque lame au cours du fonctionnement de la pile.
  - En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu spontanément dans la pile.
- À un instant ultérieur de date  $t_1$ , l'ampèremètre indique une intensité nulle et la solution contenue dans le compartiment (**B**) devient incolore.
  - Justifier que la réaction se produisant spontanément dans la pile est totale.
  - Vérifier alors que la fem standard  $E^\circ$  de la pile (**P**) est strictement supérieure à **0,12 V**.
  - Sachant que le métal **X** est attaqué par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, déduire que le métal **X** est le nickel (**Ni**).
  - À un instant de date  $t_2 \geq t_1$ , on détermine à l'aide d'un moyen approprié la concentration des ions  $\text{Zn}^{2+}$  dans le compartiment (**A**) ; on trouve :  $[\text{Zn}^{2+}]_{t_2} = 0,3 \text{ mol.L}^{-1}$ .
    - Déterminer la valeur de  $C_2$ .
    - Déduire la valeur de la fem initiale  $E_i$  de la pile (**P**).
- À l'instant  $t_2$ , on ouvre l'interrupteur (**K**) et on ajoute un volume  $V_0$  de la solution (**S**<sub>2</sub>) dans le compartiment (**B**). Le voltmètre affiche une valeur égale à **0,47 V**.
  - Déterminer la valeur de  $V_0$ .
  - Montrer que quelque soit le volume ajouté de la solution (**S**<sub>2</sub>), le voltmètre affiche toujours une valeur inférieure à  $E_i$ .

## Physique (11 points)

### Exercice 1 (7,5 points)

*Les parties I, II et III sont indépendantes.*

Au laboratoire d'un lycée, on dispose de trois condensateurs de capacités  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ , initialement déchargés. Lors d'un examen de travaux pratiques, un premier groupe d'élèves est chargé de déterminer la valeur de  $C_1$ , un deuxième groupe, la valeur de  $C_2$ , et un troisième groupe, la valeur de  $C_3$ . Le matériel mis à la disposition de chaque groupe est le suivant : un générateur (**G**) débitant un courant constant d'intensité  $I_0$ , un générateur basse fréquence (**GBF**), un conducteur ohmique de résistance  $R$  réglable, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un oscilloscope à mémoire numérique, deux voltmètres, un interrupteur (**K**) et des fils de connexion.

Le problème est abordé différemment par les trois groupes :

**I** - Le premier groupe charge le condensateur de capacité  $C_1$  à l'aide du générateur de courant. Le circuit réalisé est représenté sur la **figure 4** de la **page 6/6**. La résistance du conducteur ohmique est ajustée à la valeur  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ . À l'instant de date  $t = 0$ , les élèves ferment l'interrupteur (**K**) et suivent, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension  $u_{C_1}$  aux bornes du condensateur et de la tension  $u_{R_1}$  aux bornes du conducteur ohmique. À un instant ultérieur de date  $t_1$ , ils ouvrent l'interrupteur (**K**). Sur l'écran de l'oscilloscope, apparaissent les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$  de la **figure 5** de la **page 6/6**.

- 1- a- Identifier parmi les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$ , celle qui correspond à la tension  $u_{R_1}(t)$ .  
b- En déduire la valeur de l'intensité  $I_0$  du courant débité par le générateur de courant.
- 2- a- Déterminer la valeur de la charge  $q_1$  emmagasinée par le condensateur à l'instant  $t_1$ .  
b- Déduire alors la valeur de  $C_1$ .

**II** - Le deuxième groupe soumet le dipôle  $RC_2$  à un échelon de tension. Le circuit réalisé est schématisé sur la **figure 6** de la **page 6/6**.

Le (**GBF**) délivre une tension en créneaux ( $E, 0$ ) ; ( $E$  pendant une demi-période et  $0$  pendant l'autre demi-période). La résistance du conducteur ohmique est ajustée à la valeur  $R_2 = 8 \text{ k}\Omega$ .

Les élèves donnent à  $E$  une valeur égale à  $6 \text{ V}$  et règlent la fréquence du (**GBF**) à une valeur  $N_1$ . Ils ferment ensuite l'interrupteur (**K**) et visualisent, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension  $u_{C_2}$  aux bornes du condensateur. La courbe obtenue, composée de deux parties (**a**) et (**b**), est représentée sur la **figure 7** de la **page 6/6**. L'origine des temps est choisie au moment où débute la charge du condensateur.

- 1- a- Identifier parmi les deux parties (**a**) et (**b**) de la courbe de la **figure 7** de la **page 6/6**, celle qui correspond à la phase de charge du condensateur.  
b- Justifier qu'à la fin de cette phase, le condensateur n'est pas complètement chargé.
- 2- En exploitant la courbe de la **figure 7** de la **page 6/6**, déterminer :  
a- la valeur de  $N_1$  ;  
b- la valeur de la constante de temps  $\tau$  du dipôle  $RC_2$ . En déduire celle de  $C_2$ .
- 3- Afin de permettre au condensateur d'acquérir sa charge maximale, un élève propose de diminuer soit la valeur de  $E$ , soit la valeur de  $N$ , soit la valeur de  $R$ , soit la valeur de la sensibilité horizontale de l'oscilloscope.  
a- Deux parmi ces quatre propositions sont incorrectes. Indiquer lesquelles.  
b- Déterminer pour chacune des deux autres propositions, la valeur maximale de la grandeur concernée.

On admet que la charge du condensateur atteint sa valeur maximale au bout d'une durée  $\theta = 5\tau$ .

**III** - Le troisième groupe associe en série, le condensateur de capacité  $C_3$ , la bobine et le conducteur ohmique dont la résistance est ajustée à la valeur  $R_3 = 75 \Omega$ . Puis, il alimente l'ensemble par une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$ , délivrée par le (**GBF**), de valeur efficace  $U = 6 \text{ V}$  et de fréquence  $N$  réglable. Ensuite, il branche l'oscilloscope de manière à observer sur son écran la tension  $u(t)$  et la tension  $u_{R_3}(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.

- 1- Représenter un schéma du circuit électrique réalisé par les élèves. Faire apparaître sur ce schéma, les branchements de l'oscilloscope.
- 2- En faisant varier la fréquence  $N$  du (GBF) et en observant l'évolution des tensions  $u(t)$  et  $u_{R_3}(t)$  sur l'écran de l'oscilloscope, un élève constate que pour une valeur  $N' = 160 \text{ Hz}$ , le circuit se comporte comme un dipôle résistor.
  - a- Indiquer l'observation à l'oscilloscope qui amène l'élève à faire cette constatation.
  - b- Préciser alors le nom du phénomène dont le circuit est le siège.
- 3- Lorsque la fréquence du (GBF) est ajustée à la valeur  $N' = 160 \text{ Hz}$ , les élèves mesurent, à l'aide des deux voltmètres, la tension efficace aux bornes du conducteur ohmique et la tension efficace aux bornes du condensateur. Les valeurs affichées sont respectivement  $U_{R_3} = 5 \text{ V}$  et  $U_{C_3} = 13,2 \text{ V}$ .
  - a- Déterminer les valeurs de  $C_3$  et  $r$ .
  - b- En déduire la valeur de  $L$ .

### Exercice 2 (3,5 points)

### Étude d'un document scientifique

#### L'histoire d'un gros qui ne voulait pas maigrir

On a longtemps pensé que le bismuth 209 ( $^{209}_{83}\text{Bi}$ ) était l'isotope stable le plus lourd du tableau périodique. Certes, dès les années 1940, les physiciens avaient remarqué, à l'aide de mesures de la masse atomique et de schémas nucléaires, que cet élément présentait une légère surcharge pondérale. Selon toute vraisemblance, le bismuth 209 devrait se désintégrer spontanément en éjectant un noyau d'hélium ( $^4_2\text{He}$ ) et en se transformant en un noyau de thallium ( $^A_2\text{Tl}$ ) pour le restant de ses jours. Seulement voilà, les physiciens ont attendu, attendu, ... et la désintégration n'est jamais venue. L'événement leur a semblé si rare qu'ils en ont conclu que cet isotope avait une demi-vie d'au moins  $2.10^{18}$  ans, ce qui pourrait presque être une manière de définir la stabilité d'un isotope. C'est en mars 2002, à l'aide d'un détecteur d'un type nouveau et contenant justement du bismuth, que des chercheurs français ont détecté par hasard les premières désintégrations de cet élément (sept au total). Après de nombreux tests, ils ont pu déterminer avec précision la demi-vie du bismuth 209 :  $1,9.10^{19}$  ans, soit près d'un milliard de fois l'âge actuel estimé de l'Univers ! L'énergie de désintégration est mesurée précisément à  $3137 \text{ keV}$ . Ces deux caractéristiques de la désintégration sont en parfait accord avec les prévisions théoriques, remises à jour à la lumière des tables de masse et d'énergie les plus récentes. Ce qui permet de passer la palme de l'isotope stable le plus lourd du tableau périodique au plomb 208.

*D'après un article publié le 12 août 2011 dans la rubrique «Sciences» du quotidien «Le Temps», à l'occasion de l'Année internationale de la chimie.*

- 1- Relever du texte le passage qui montre que le noyau de thallium ( $^A_2\text{Tl}$ ) est stable.
- 2- Dégager à partir du texte, l'isotope stable le plus lourd du tableau périodique.
- 3- a- En se référant au texte, préciser le type de la radioactivité du bismuth 209.  
b- Indiquer parmi les propositions suivantes, celles qui caractérisent cette radioactivité :  
pouvoir pénétrant très faible ; pouvoir pénétrant très élevé ; pouvoir ionisant très faible ; pouvoir ionisant très élevé.
- 4- a- Écrire l'équation de la désintégration d'un noyau de bismuth 209.  
b- Déterminer, en  $u$ , la masse du noyau de thallium ( $^A_2\text{Tl}$ ).  
c- Déduire la valeur de l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau. La comparer, en le justifiant, à celle du bismuth 209.

On donne :  $m(^{209}_{83}\text{Bi}) = 208,934867 \text{ u}$  ;  $m(^4_2\text{He}) = 4,001506 \text{ u}$  ;  $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$  ;

$m(^1_0\text{n}) = 1,008664 \text{ u}$  ;  $m(^1_1\text{p}) = 1,007276 \text{ u}$

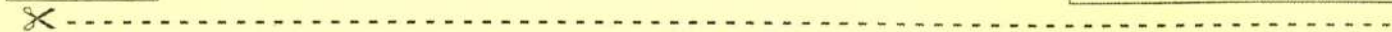
Blank box for identification.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
.....  
.....



Blank box for identification.

**Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales**  
**Session principale (2026)**  
**Annexe à rendre avec la copie**

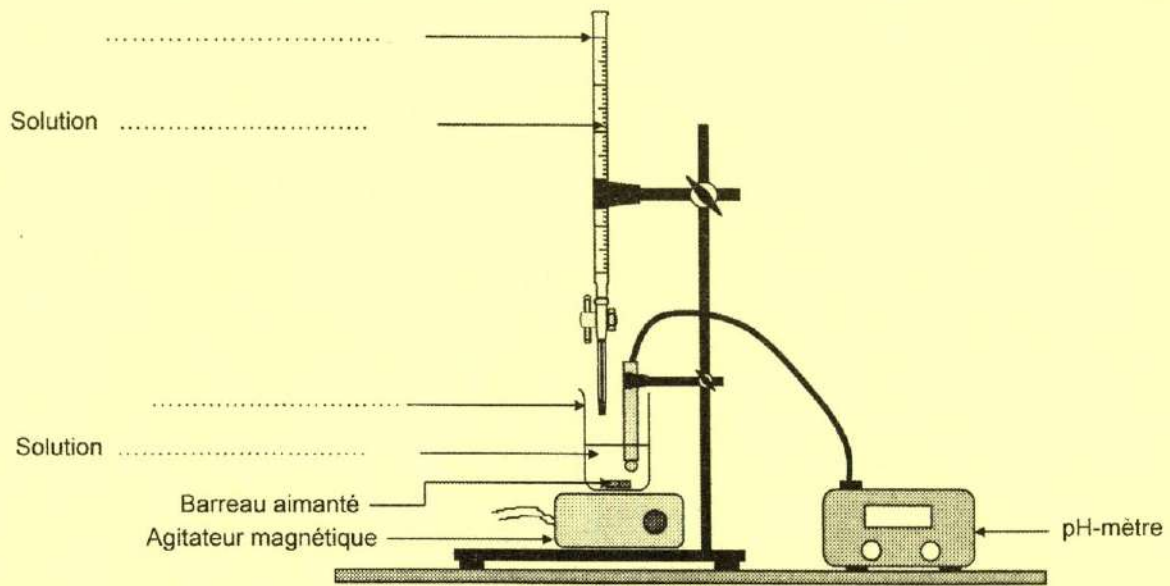


figure 1

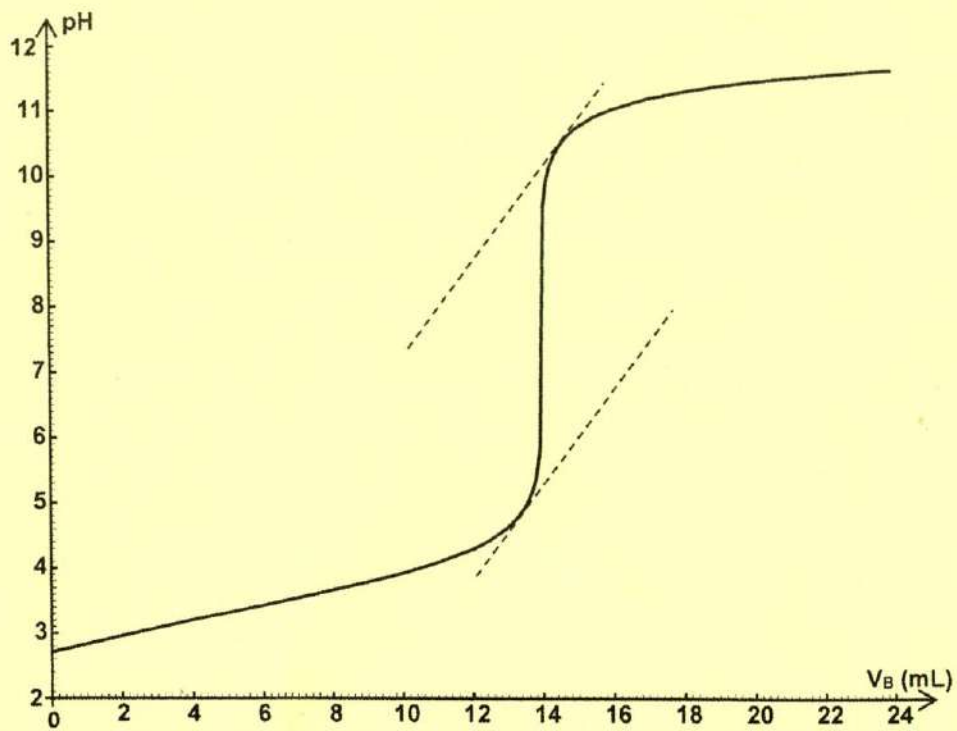


figure 2

Ne rien écrire ici

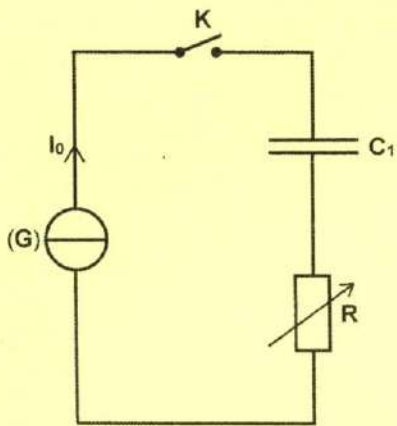
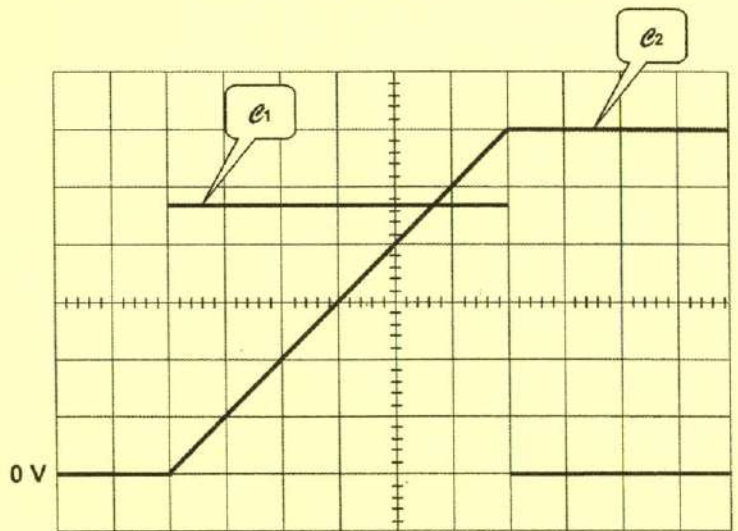


figure 4



Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité horizontale :  $2 \text{ s.div}^{-1}$  ;
- sensibilité verticale sur les deux voies :  $2 \text{ V.div}^{-1}$ .

figure 5

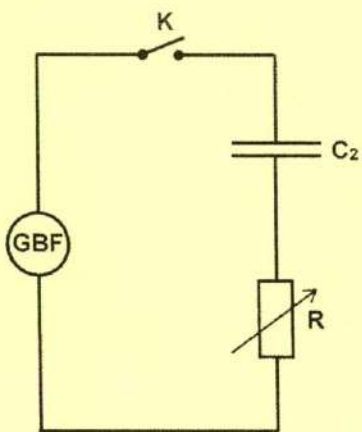
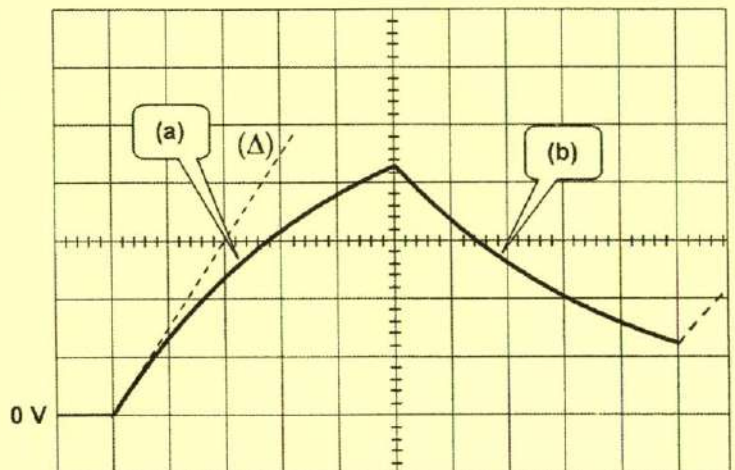


figure 6



( $\Delta$ ) : tangente à la courbe à l'instant  $t = 0$ .

Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité horizontale :  $1 \text{ ms.div}^{-1}$  ;
- sensibilité verticale :  $1 \text{ V.div}^{-1}$ .

figure 7