

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ◆◆◆ EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2014	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES
	Durée : 3 H
	Coefficient : 3
Section : Sciences techniques	Session principale

Le sujet comporte 6 pages. Les pages 5/6 et 6/6 sont à rendre avec la feuille de copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 : Etude d'un document scientifique (3 points)

Découverte du potassium

La première électrolyse fut réalisée en 1800 quelques semaines après la présentation de la pile Volta. Les expériences se multiplièrent ensuite. Ainsi, une des nombreuses découvertes de Sir H. Davy fut le potassium en 1807. Voici comment il relate cette expérience :

« Je plaçais un petit fragment de potasse (KOH) légèrement humide sur un disque de platine, communiquant avec le côté négatif d'une batterie électrique de 250 plaques (cuivre et zinc) en pleine activité. Un fil de platine, communiquant avec le côté positif, fut mis en contact avec la face supérieure de la potasse. Tout l'appareil fonctionnait à l'air libre. Dans ces circonstances, une action très vive se manifesta : la potasse se mit à fondre en ses deux points d'électrisation. Il y eut à la face supérieure une violente effervescence déterminée par le dégagement d'un fluide élastique (gaz). A la face inférieure, il ne se dégageait aucun fluide élastique mais il y apparut de petits globules métalliques, exactement semblables aux globules de mercure. Quelques-uns de ces globules, à mesure qu'ils se formaient, brûlaient avec explosion et une flamme brillante (...). »



Humphry Davy (1778-1852)

D'après R. MASSAIN, Chimie et chimistes, Magnard.

- Un schéma simplifié de l'expérience de Sir H. Davy est donné sur la figure 1 de l'annexe (page 5/6). Indiquer sur ce schéma :
 - le sens du courant électrique dans le circuit extérieur ;
 - le sens de déplacement des électrons dans les conducteurs métalliques ;
 - le sens de déplacement des ions dans la potasse.
- Préciser la nature des globules métalliques formés au niveau de l'électrode constituée par le disque de platine. Ecrire l'équation chimique de la transformation traduisant leur formation.
 - Le disque de platine constitue-t-il l'anode ou la cathode ? Justifier.
- Sachant que le fluide élastique observé par Sir H. Davy au niveau de l'électrode constituée par le fil de platine est le dioxygène et que l'équation chimique de la transformation traduisant sa formation est : $4 \text{OH}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{O}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 4 \text{e}^-$, écrire l'équation de la réaction d'électrolyse réalisée par Sir H. Davy.
 - Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'une transformation chimique spontanée ou imposée.

Exercice 2 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse (S_A) d'un monoacide noté AH, s'est décollée. Il peut s'agir d'une solution de chlorure d'hydrogène HCl (acide fort), d'une solution d'acide méthanoïque HCOOH (acide faible) ou d'une solution d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (acide faible). On désire identifier l'acide AH et déterminer la concentration C_A de la solution (S_A). Pour cela, on introduit dans un bécher un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_A), on y verse progressivement une

solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et on relève régulièrement le pH du mélange réactionnel. Le suivi pH -métrique permet de tracer la courbe de la **figure 2 de l'annexe (page 5/6)**.

- 1- a- Préciser en le justifiant, si à l'équivalence, le mélange réactionnel est acide, basique ou neutre.
b- En déduire que (S_A) ne peut pas être une solution de chlorure d'hydrogène.
- 2- a- Définir l'équivalence acido-basique.
b- Déterminer la concentration C_A de la solution (S_A) .
- 3- a- En exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer en le justifiant, le $\text{p}K_a$ du couple AH/A^- .
b- En s'aidant du tableau ci-dessous, identifier l'acide AH .

Couple acide-base	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$
K_a	$6,31 \cdot 10^{-5}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$

- c- Ecrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau.
- 4- En l'absence du pH -mètre, on aurait pu effectuer ce dosage en utilisant un indicateur coloré. Quel indicateur coloré, parmi ceux cités ci-dessous, est le plus adapté à la conduite de ce dosage ? Justifier.

Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,2 - 4,4
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6
Phénolphthaléine	8,2 - 10,0

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5 points)

On récupère, dans un poste de télévision usagé, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L et de résistance r . Pour déterminer les valeurs de r , L et C , on réalise trois expériences :

Expérience 1 : détermination de la résistance r de la bobine.

On alimente la bobine à l'aide d'un générateur de tension constante, puis on insère des multimètres dans le circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui la traverse ainsi que la tension entre ses bornes. Les indications des appareils de mesure, en régime permanent, sont les suivantes: **250 mA** et **3,5 V**.

- 1- Donner l'expression de la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine lorsque celle-ci est traversée de sa borne **A** vers sa borne **B** par un courant électrique d'intensité $i(t)$. Que devient cette expression quand le régime permanent est atteint ?
- 2- En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

Expérience 2 : détermination de l'inductance L de la bobine.

On réalise le montage schématisé sur la **figure 3**. Il comporte, montés en série, la bobine, un générateur de tension continue de force électromotrice E , un conducteur ohmique de résistance $R = 26 \Omega$ et un interrupteur (K) .

Un système approprié, permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps, de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit. L'origine des temps est prise à l'instant où l'on ferme l'interrupteur (K) .

La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4 de l'annexe (page 6/6)**.

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant

traversant le circuit s'écrit :
$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{R+r}{L} i(t) = \frac{E}{L}$$

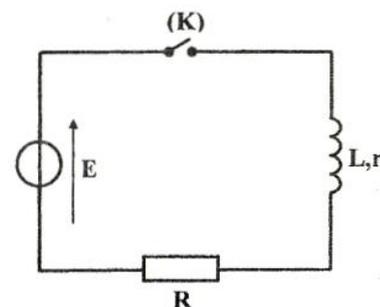


figure 3

- 1- Indiquer, sur la courbe de la **figure 4**, les domaines qui correspondent respectivement aux régimes transitoire et permanent.
- 2- a- Déterminer graphiquement, la valeur de la constante de temps τ du circuit.
b- Vérifier que $L = 20 \text{ mH}$.
- 3- Déterminer la valeur de E .

Expérience 3 : détermination de la capacité C du condensateur.

On réalise un circuit série comportant la bobine, le condensateur, un conducteur ohmique de résistance $R = 26 \Omega$ et un ampèremètre de résistance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 4 \text{ V}$ et de fréquence N réglable.

Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

- 1- Donner un schéma du circuit électrique réalisé. Faire apparaître, sur ce schéma, le branchement de l'oscilloscope.
- 2- En faisant varier la fréquence N du (GBF), on constate que pour $N = N_1 = 1625 \text{ Hz}$, on obtient la résonance d'intensité.
 - a- Quelle observation à l'oscilloscope nous a conduit à cette constatation ?
 - b- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - c- Déterminer la valeur de l'intensité indiquée par l'ampèremètre.

Exercice 2 (8 points)

Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

Au laboratoire d'un lycée, on dispose d'un condensateur de capacité C inconnue, initialement déchargé. Lors d'une séance de travaux pratiques, deux groupes d'élèves sont chargés de déterminer une valeur approchée de la capacité C de ce condensateur. Le matériel mis à leur disposition est le suivant : le condensateur de capacité C , un générateur basse fréquence (GBF), un conducteur ohmique de résistance R réglable, un oscilloscope bicourbe et des fils de connexion.

Le problème a été abordé différemment par les deux groupes :

- I- Le premier groupe choisit de soumettre le dipôle RC à un échelon de tension. Il réalise alors, le montage de la **figure 5**.

- Le (GBF) délivre une tension $u(t)$ 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 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

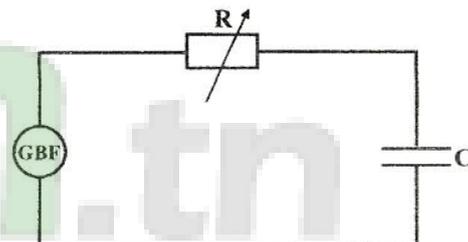


figure 5

Grace à l'oscilloscope, les élèves visualisent simultanément, la tension $u(t)$ et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur. Pour une valeur N_1 de la fréquence du (GBF), ils observent les courbes de la **figure 6 de l'annexe (page 6/6)**.

- 1- L'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_c(t)$ au cours du temps lorsque

le dipôle R_1C est soumis à une tension constante E est : $u_c(t) + R_1C \frac{du_c(t)}{dt} = E$.

- a- Nommer le phénomène subi par le condensateur lors de cette phase.
 - b- Indiquer sur la **figure 6 de l'annexe**, la partie de la courbe représentant $u_c(t)$ qui correspond à cette phase.
 - c- Vérifier que : $u_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1C}} \right)$ est une solution de l'équation différentielle précédente.
- 2- En exploitant les courbes de la **figure 6 de l'annexe**, déterminer :
 - a- la fréquence N_1 et la valeur maximale E du signal créneau délivré par le (GBF) ;
 - b- la constante de temps τ_1 du dipôle R_1C (τ_1 étant la durée au bout de laquelle le condensateur initialement déchargé atteint 63% de sa charge maximale). En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
 - 3- A partir de l'expression de $u_c(t)$ donnée en 1-c, exprimer en fonction de τ_1 , la durée θ_1 au bout de laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint 99% de sa valeur maximale. Le condensateur sera considéré comme complètement chargé.

- 4- L'un des élèves agit sur la résistance du conducteur ohmique pour lui donner la valeur $R_2 = 3R_1$.
- Vérifier que la valeur N_1 de la fréquence du signal crêteau délivré par le (GBF) ne permet pas au condensateur d'atteindre sa charge maximale.
 - Déterminer la valeur maximale N_2 de la fréquence du signal crêteau permettant au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

II- Le deuxième groupe réalise le filtre électrique (F) schématisé sur la **figure 7**, puis visualise simultanément, à l'aide de l'oscilloscope, la tension $u_E(t)$ aux bornes du (GBF) et la tension $u_S(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. Pour une valeur N_3 de la fréquence de la tension délivrée par le (GBF), on observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes (1) et (2) de la **figure 8**.

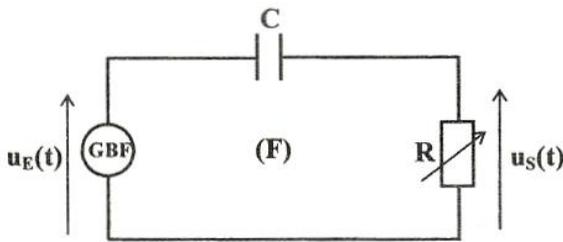


figure 7

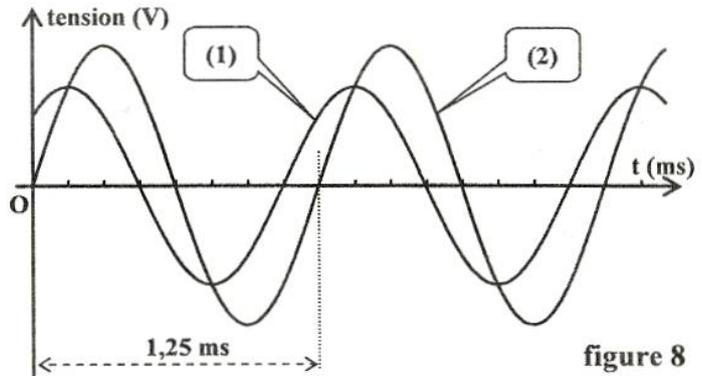


figure 8

- La résistance du conducteur ohmique est ajustée à la valeur $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.
- Le (GBF) impose à l'entrée du filtre une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{E\max} \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude $U_{E\max} = 6,5 \text{ V}$ et de fréquence N réglable.
- La tension de sortie de ce filtre est de la forme : $u_S(t) = U_{S\max} \sin(2\pi Nt + \varphi_{u_s})$.

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance $T = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$ vérifie la condition :

$$T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}} ; \text{ où } T_0 \text{ est la valeur maximale de } T.$$

- Dire, en le justifiant, si le filtre réalisé est actif ou passif.
 - En étudiant le comportement du condensateur à basses et à hautes fréquences, vérifier qu'il s'agit d'un filtre passe haut.
 - En déduire que la **courbe (1)** correspond à la tension de sortie $u_S(t)$.
- En exploitant les courbes de la **figure 8**, montrer que N_3 correspond à la fréquence de coupure du filtre. Déterminer sa valeur.
 - Déterminer, à la fréquence N_3 , la valeur de l'amplitude $U_{S\max}$ de la tension de sortie $u_S(t)$.
- En voulant écrire l'expression de la transmittance T de ce filtre, un élève hésite entre les relations (A) et (B) suivantes:

$$(A) \quad T = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi N R_1 C)^2}}} ; \quad (B) \quad T = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}$$

- Identifier, parmi ces deux expressions, celle qui correspond au filtre (F). Justifier.
- Etablir l'expression de la fréquence de coupure du filtre (F).
- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Epreuve : sciences physiques (sciences techniques)

Annexe à rendre avec la feuille de copie

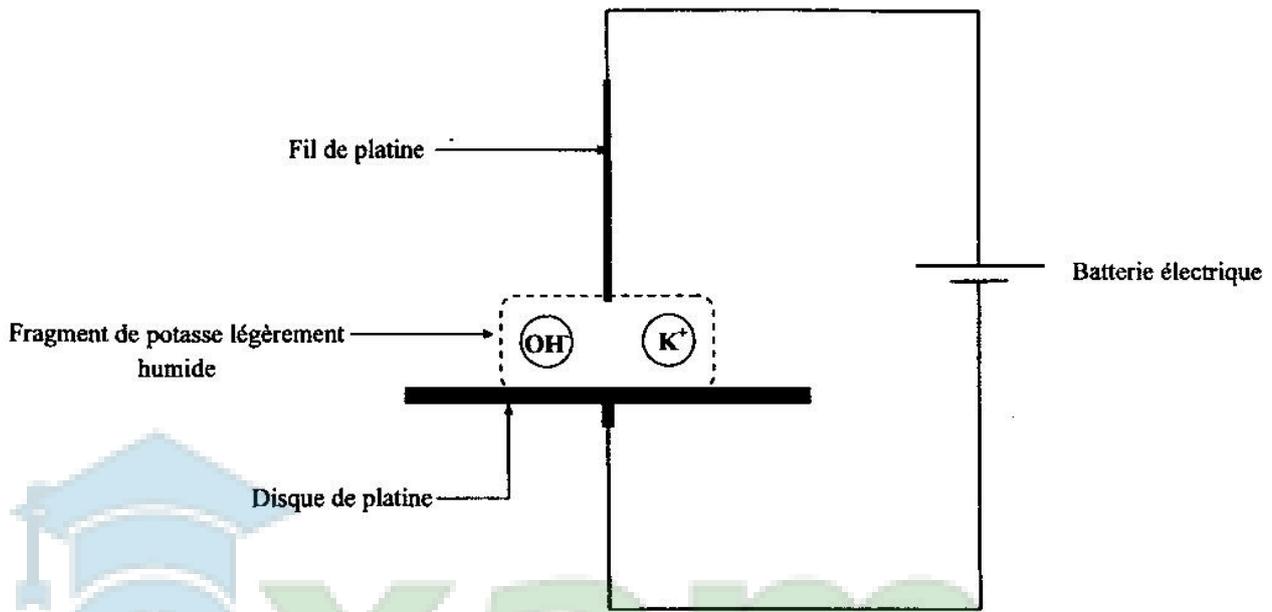


figure 1

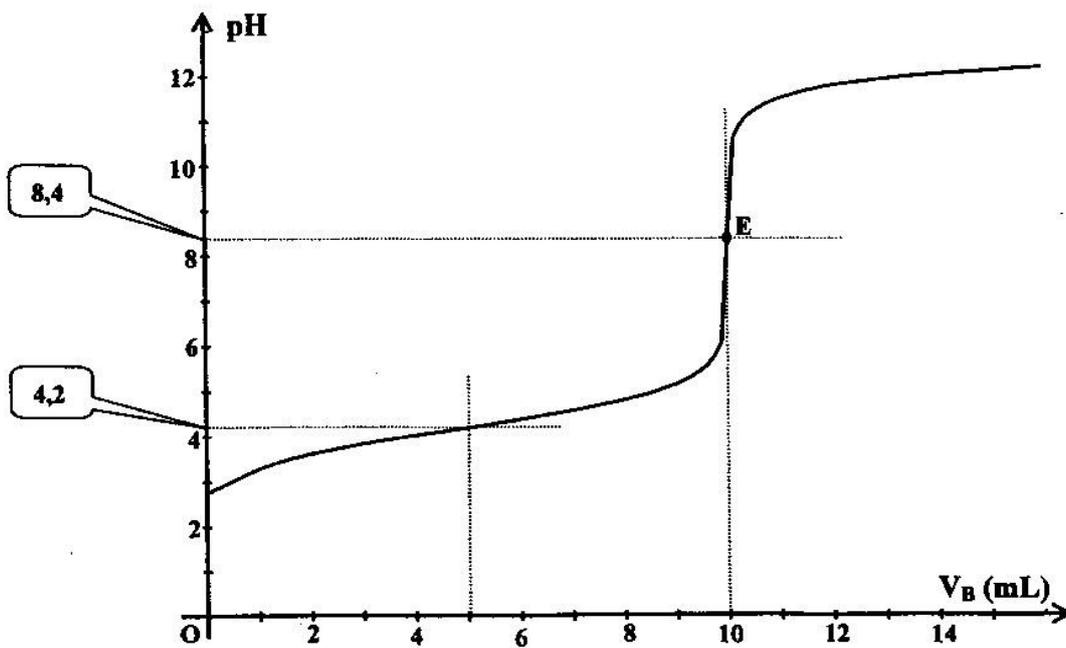


figure 2

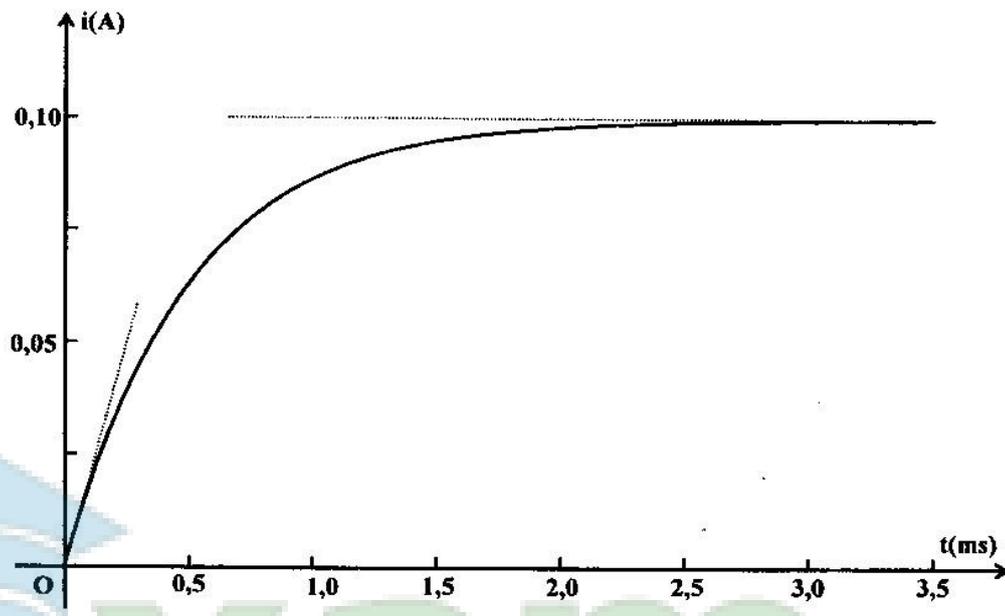


figure 4

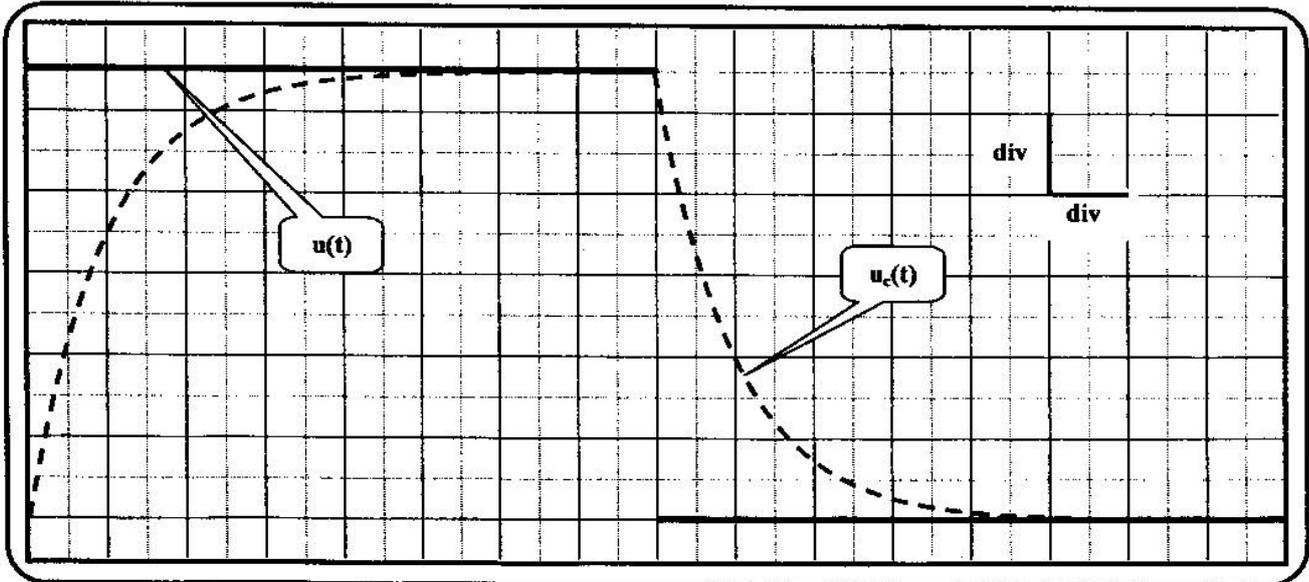


figure 6

- Réglages de l'oscilloscope :
- sensibilité horizontale : $0,2 \text{ ms.div}^{-1}$;
 - sensibilité verticale sur les deux voies : 1V.div^{-1} .