Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

Série en Science physique (dipôle RC)

Prof : LABIADH Houcine

Exercice I :

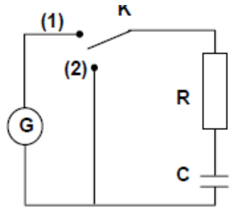


Figure 1

Dans une séance de travaux pratiques un groupe d'élève réalise le montage dont le schéma électrique est donné par la figure 1.
G est un générateur électrique, **R** est un résistor de résistance **R**, et **C** un condensateur de capacité **2200µF** initialement le condensateur déchargé.

A l'instant **t =0** on place le commutateur K sur la position **(1)**, à l'instant t_1 on bascule le commutateur dans la position **(2)**.
La même expérience est réalisée pour deux générateurs différents G_1 (expérience **1**) et G_2 (expérience **2**).
La variation de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps, au cours de chaque expérience, est donnée par la courbe $\mathcal{C}_1$ pour G_1 et par la courbe $\mathcal{C}_2$ pour G_2 (**Voir feuille annexe figure-2-et figure-3-**)

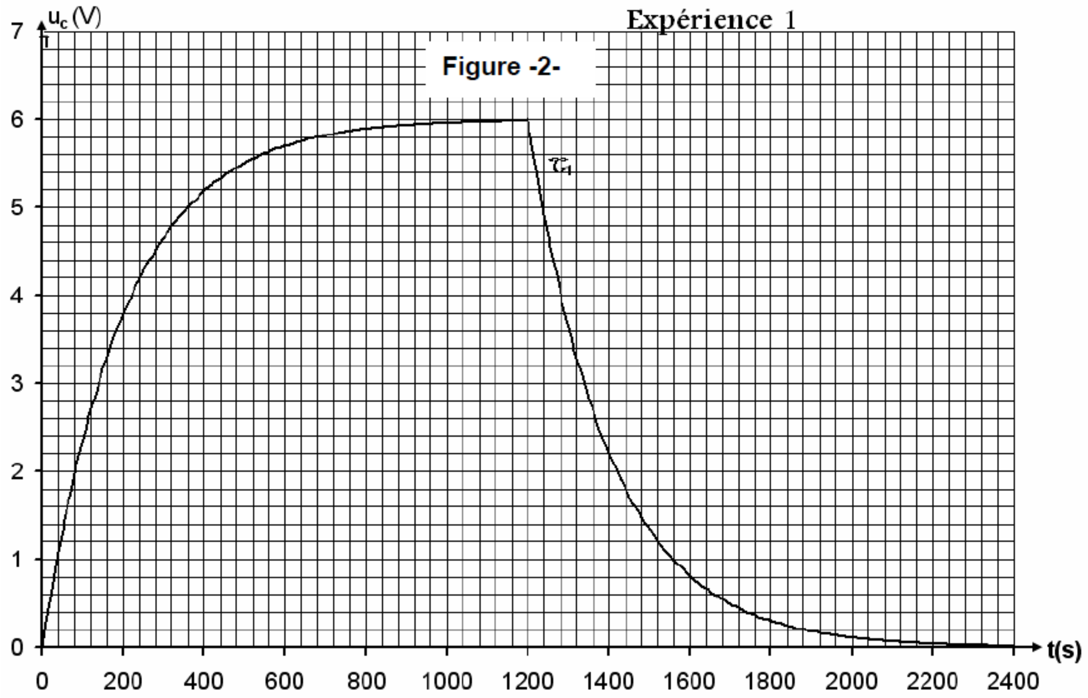
1. *Etude du circuit.*
   a. Quel phénomène physique est observé lorsque l'un des élèves place **K** sur la position **(1)** ?
   b. Retracer le schéma du montage avec K sur **(1)** puis choisir un sens pour le courant et flécher les tensions aux bornes de chaque dipôle.
   c. Justifier que G_1 est un générateur de tension alors que G_2 est un générateur de courant?
   d. Que se passe-t-il lorsqu'on bascule K de la position **(1)** à la position **(2)**.

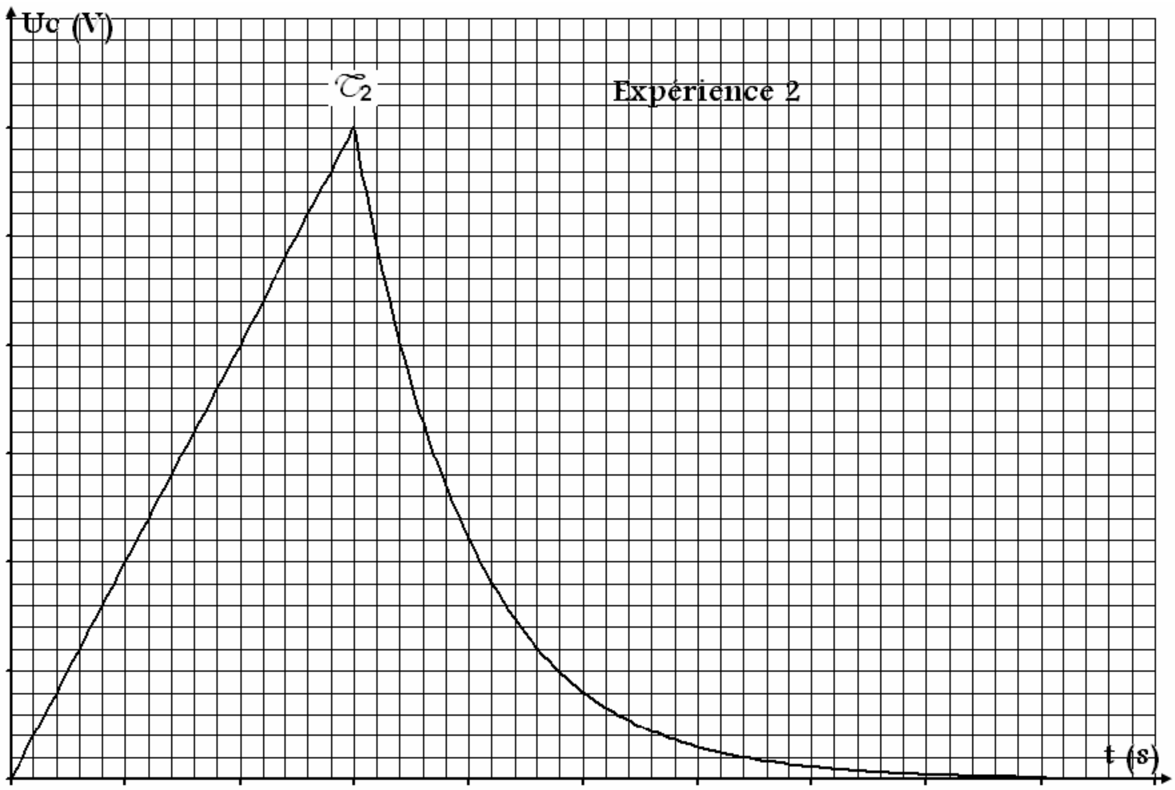
2. *Expérience (1)*
   Au cours de cette expérience on utilise le générateur G_1.
   a. Quelle est la valeur E de la f.é.m du générateur utilisé au cours de l'expérience **(1)** ?
   b. En justifiant la méthode, montrer que **R** $\approx$ **91 KΩ.**
   c. Déterminer la valeur de l'instant t_1, Justifier la réponse.
   d. Déterminer graphiquement la valeur algébrique de l'intensité **i** à **t = 1600s.**
   e. Vérifier que, pendant la durée t_1, l'expression de u_C en fonction du temps est de la forme $u_C = E(1-e^{-t/RC})$. En déduire, aux millièmes prés, la valeur de u_C à l'instant $t = t_1$.
   f. Donner l'allure des courbes **q(t)**, **i(t)** et $u_R(t)$, entre **t =0** et **t = 2400s**, En précisant les valeurs particulières pour chaque courbe.
3. *Expérience (2)*
   Au cours de cette expérience on utilise le générateur G_2.
   a. Sachant que I_0= **10 mA** (intensité débitée par le générateur de courant pendant la charge du condensateur) déterminer la valeur de l'énergie électrostatique maximale E_{Cmax} emmagasinée par le condensateur.
   b. Représenter l'allure de la courbe qui traduit la variation de l'intensité du courant entre **t =0** et **t =2400s**.
   c. La tension de claquage du condensateur est de **16V**. Quelle est la durée (**Δt**) de charge maximale supportée par le condensateur?

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

Exercice n°1





Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

Exercice II :

Dans une séance de travaux pratiques un groupe d'élève se propose de réaliser une expérience qui permet de déterminer la capacité C d'un condensateur. Ils décident de réaliser pour cette fin un montage qui permet de charger à courant constant le condensateur et de le décharger, ce qui permet de mesurer la tension aux bornes du condensateur pendant des durées de charge déterminées.

1. Les élèves réalisent l'expérience, les divers résultats des mesures sont consignés dans le tableau suivant :

t(s)	20	40	60	80	100
U_c(V)	4	8	12	16	20

a. Donner la relation qui lie l'intensité **I** du courant qui traverse le condensateur à sa charge **q** à un instant **t** donnée.

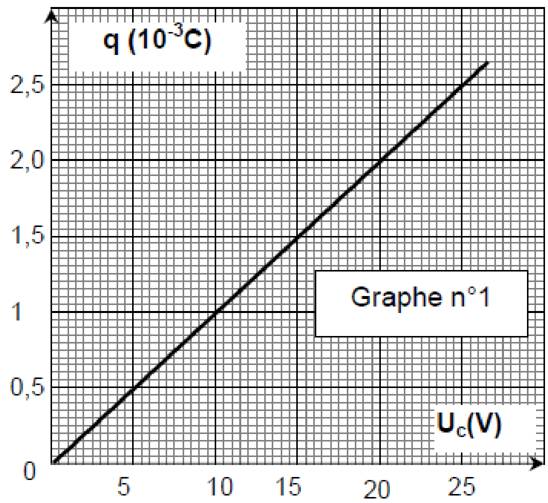
b. L'intensité du courant débité par le générateur est **I = 20µA**. Compléter le tableau 1 de l'annexe.

c. À partir des résultats des mesures, l'un des élèves à tracer la courbe du graphe n°1 :

c_1. Déterminer l'équation numérique de la courbe.

c_2. Quelle grandeur caractérisant le condensateur représente la pente de la courbe.

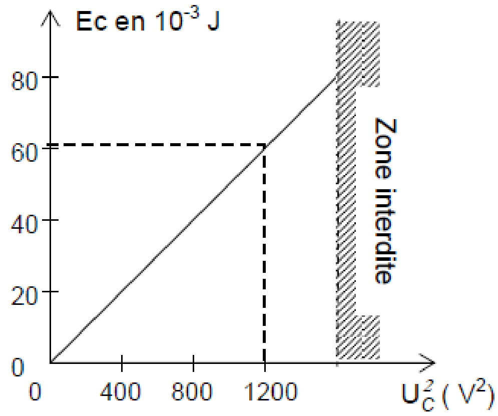
c_3. Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.



2. Le constructeur fourni pour ce condensateur la courbe du graphe n°2.

a. Etablir l'équation numérique de la courbe du graphe n°2.

b. Vérifier si la capacité du condensateur trouvée par les élèves est en accord avec celle donnée par le constructeur.



3. On soumet un dipôle RC formé par un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance **R=1 kΩ** à l'échelon de tension.

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

La variation de la tension aux bornes du condensateur est donnée par la courbe du graphe **n°4** de l'annexe

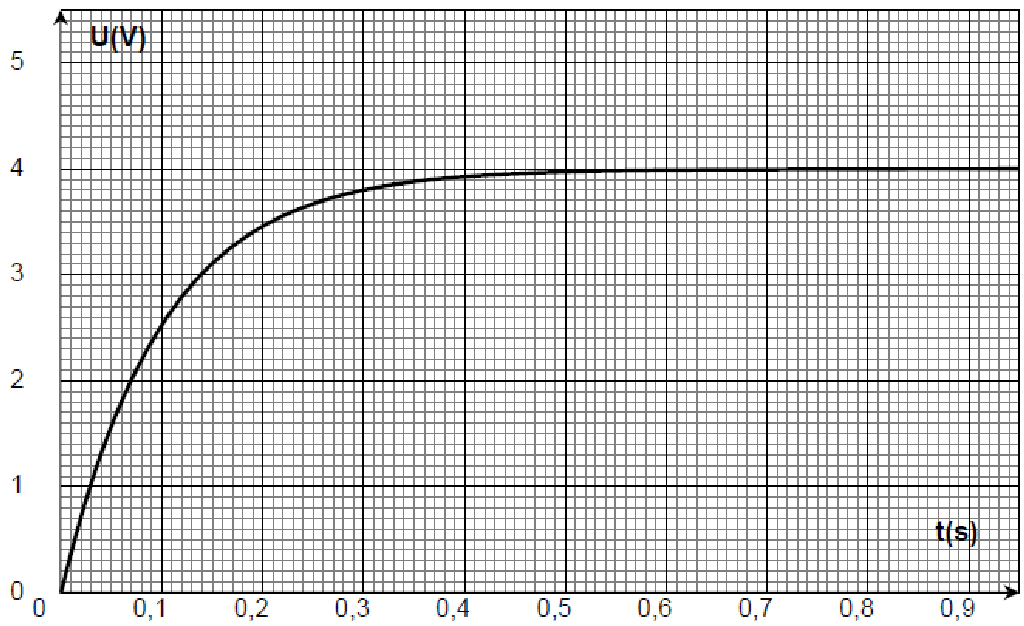
Graphe n°2

a. En justifiant la réponse par les constructions nécessaires sur le graphe **n°4** de l'annexe, déterminer :

a_1. La valeur de la tension **E** de l'échelon.

a_2. La valeur de la **constante de temps**.

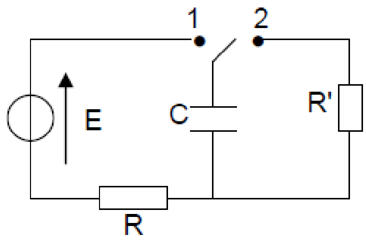
b. Vérifier si la valeur de la capacité **C** du condensateur est accord avec celle trouvée par les élèves dans la question (2. c.)



Graphe n°4

Exercice III :

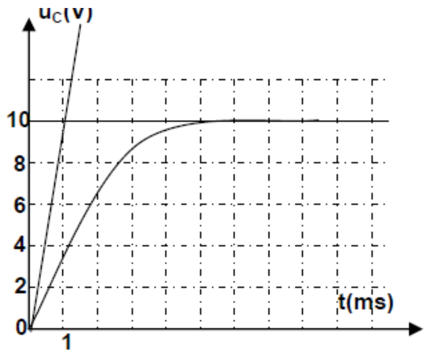
On étudie la charge et la décharge du condensateur à travers un conducteur ohmique. Pour cela on réalise le montage ci-contre :
On donne **R = 2 kΩ** .



I- Partie-1- (charge du condensateur)

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr



Le condensateur est initialement déchargé. A la date **t =0 s**, on bascule l'interrupteur en position **(1)**.

1- a- Représenter par des flèches sur la **feuille annexe** les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

b- Exprimer u_R en fonction de l'intensité **i** du courant et **R**.

c- Donner l'expression de **i** en fonction de la charge **q** du condensateur et en déduire l'expression de **i** en fonction de la capacité ***C*** et u_C.

2-a- En appliquant la loi des mailles, établir une relation entre **E**, u_C et u_R.

b- En déduire l'équation différentielle notée **(1)** à laquelle obéit u_C.

c- Vérifier que $u_C(t) = E.(1-e^{-t/\tau})$, avec $\tau = R.C$, est solution de l'équation différentielle **(1)** et que la condition initiale est vérifiée.

3/ a- Déterminer les valeurs de **E** (f.é.m.du générateur) et de la constante du temps τ du circuit en utilisant la courbe $u_C = f(t)$ **(ci-dessus)** en expliquant la méthode utilisée.

b- En déduire la valeur de la capacité ***C*** du condensateur.

c- Etablir l'expression du temps de charge t_c, du condensateur supposé chargé à 99% . Calculer t_c.

4/ a- A partir de l'expression de u_C, établir l'expression de l'intensité du courant **i(t)** en fonction du temps . Calculer sa valeur à l'instant $t=\tau$.

b- Calculer l'énergie électrique E_e maximale emmagasinée par le condensateur totalement chargé.

II- Partie-2 (décharge du condensateur)

On bascule alors l'interrupteur à la position (2). A l'instant **t=0s**, le condensateur est totalement chargé.

1/ a- Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit **uc** .

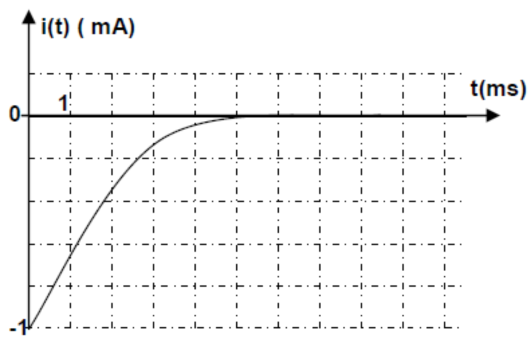
b- Montrer que cette équation différentielle a pour solution générale $u_C = E.e^{-t/\tau'}$, avec $\tau' = R'.C$.

c- En déduire l'expression de l'intensité du courant au moment de la décharge du condensateur, **la comparer** à celle au moment de la charge.

2/ Expérimentalement on a poursuit l'évolution du courant en fonction du temps durant la décharge et on a tracé la variation de **i(t)** (**courbe ci-contre**) .

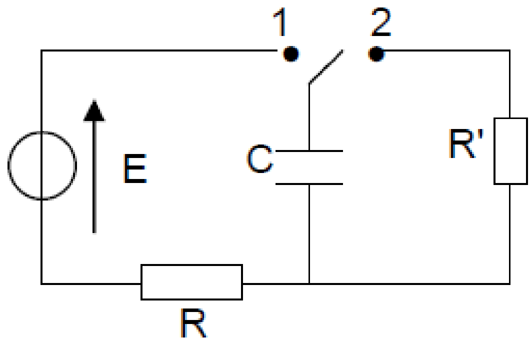
a- En exploitant la courbe, déterminer la valeur de la résistance **R'**.

b- En déduire la valeur de τ'.



Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

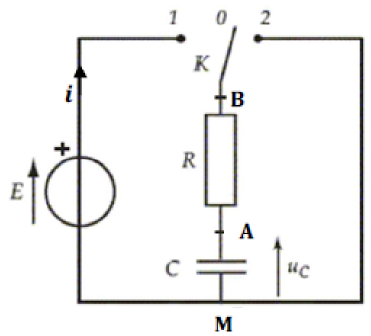


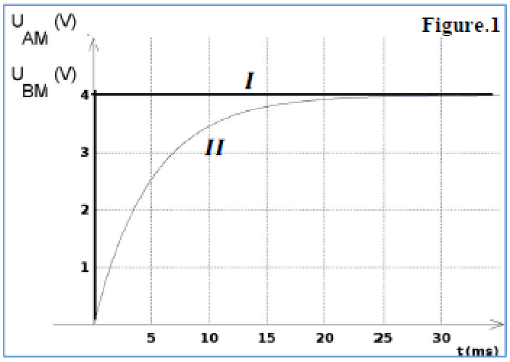
Exercice IV :

On considère le circuit schématisé ci-dessous, où E est une tension continue réglable, C capacité réglable (condensateur initialement déchargé) et R résistance réglable.

1. Interrupteur en position (1).

L'interrupteur étant fermé à la date t = 0, on enregistre l'évolution des tensions u_{AM} et u_{BM} à l'aide d'un système d'acquisition. Lorsque $R = 50\ k\Omega$ et $E = 4{,}0\ V$, on obtient les courbes de la figure.1





a) Identifier chacune des courbes en justifiant, et expliquer ce qui se passe au niveau du condensateur.

b) Déterminer par une méthode que l'on précisera la valeur de la constante de temps τ du dipôle. En déduire la valeur de C.

c) Evaluer à partir du graphique la durée nécessaire pour charger complètement le condensateur. Comparer cette valeur à τ.

d) Déterminer à la date $t = 25\ ms$ la valeur de :

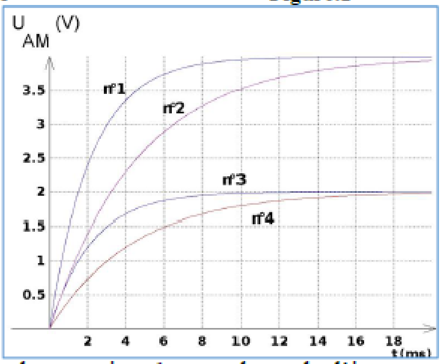
- l'intensité i dans le circuit ;
- la charge q_A de l'armature A du condensateur ;
- l'énergie emmagasinée par le condensateur.

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

2. On renouvelle cette opération successivement avec différentes valeurs de E, C et R, après avoir rapidement déchargé le condensateur avant chaque expérience :
   a) Comment peut-on réaliser très simplement cette décharge rapide ?
   b) Les courbes obtenues sont superposées (voir figure.2). Associer les choix des valeurs a, b, c et d (voir tableau) aux courbes n°1, 2, 3 et 4 en justifiant le choix.

Figure.2



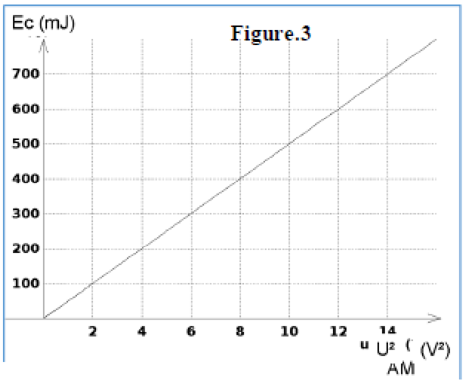
Cas	a.	b.	c.	d.
$R\ (k\Omega)$	10	20	10	10
$C\ (\mu F)$	0,22	0,22	0,22	0,47
$E(V)$	4,0	2,0	2,0	4,0

3. Interrupteur en position (2).
   Le condensateur étant préalablement chargé dans les conditions de la question 1. , on bascule l'interrupteur e

   position (2) et on enregistre à nouveau u_{AM}.
   a) Exprimer l'intensité du courant en fonction de u_{AM}.
   b) Montrer que l'équation différentielle à laquelle obéit u_{AM} s'écrit : $\frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC} u_{AM} = 0$.
   c) Montrer à l'aide de cette équation que RC est homogène à une durée.
   d) Vérifier que $u_{AM} = A.e^{-Bt}$ est solution de cette équation, et déterminer les expressions des grandeurs A et B.

   e) Trouver, au cours de la décharge, l'expression E_c de l'énergie du condensateur en fonction du temı
   En appelant E_{C0} l'énergie du condensateur à t = 0, calculer le rapport $\frac{E_C}{E_{C0}}$ à la date $t = \tau$.
   f) On réalise le graphique $E_c = f(u_{AM}^2)$. (figure.3).
      i. Montrer que ce graphique permet de retrouver la valeur de C
      ii. Calculer cette valeur à partir du graphique.

Figure.3

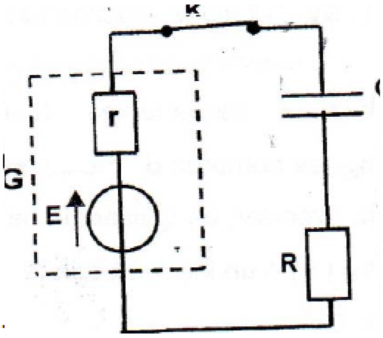


Exercice V :

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

On considère le circuit électrique série comportant un conducteur ohmique de résistance **R**, un condensateur de capacité **C** initialement déchargé et un interrupteur **K**. L'ensemble est alimenté par un générateur G de tension continue de force électromotrice (fem) **E** et de résistance interne « **r** ». On peut modéliser ce générateur par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance « **r** » et d'un générateur idéal de fem « **E** ». Figure ci contre.



A la date t=0s pris comme origine des temps, on ferme l'interr

-1- -a- Ecrire la relation entre la tension $\mathbf{u_{C(t)}}$ aux bornes du condensateur **E**, **R**, **r** et l'intensité du courant **i(t)** qui circule dans le circuit. Que devient cette relation en régime permanant ?

-b- Montrer qu'a t=0s, l'intensité de courant $\mathbf{I_0}$ est donnée par la relation : $\mathbf{I_0=\frac{E}{R+r}}$.

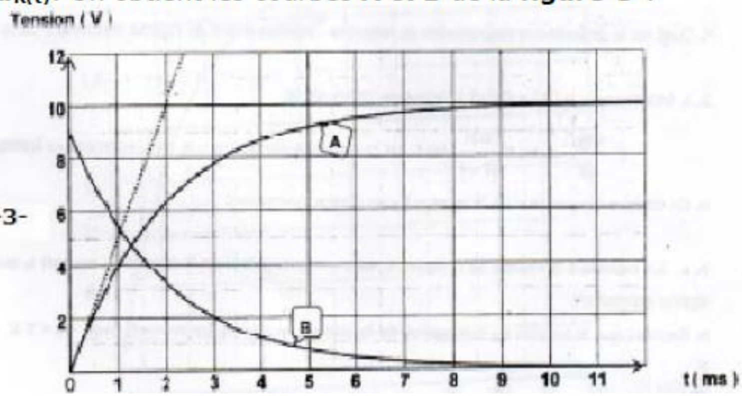
-2- -a- L'équation différentielle régissant les variations de la charge **q** du condensateur au cours du temps s'écrit : $\mathbf{(R+r).C.\frac{dq}{dt} + q = C.E}$.

Vérifier que la charge **q** du condensateur satisfait a la relation : $\mathbf{q(t)=\beta.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})}$, ou **β** et τ sont des constantes dont on déterminera les expressions en fonction de **E**, **R** , **r** et **C**.

-b- En déduire l'expression instantanée de chacune des tensions $\mathbf{u_{C(t)}}$ et $\mathbf{u_{R(t)}}$ aux bornes de la résistance **R**.

-3- Un oscilloscope bi courbe permet de visualiser l'évolution temporelle des tensions $\mathbf{u_{C(t)}}$ et $\mathbf{u_{R(t)}}$. On obtient les courbes **A** et **B** de la **figure-3-**.

Figure-3-



-a- Attribuer avec justification a chaque courbe de la **figure-3-** la tension correspondante.

-b- par exploitation des courbes « **A** » et « **B** », déterminer les valeurs de **E** et de la constante de temps τ du circuit.

-c- Sachant que la valeur maximale de l'intensité du courant qui circule dans le circuit vaut $\mathbf{I_0=50mA}$, montrer que la capacité **C** du condensateur vérifie la relation : $\mathbf{C=\frac{I_0.\tau}{E}}$. Calculer sa valeur. Calculer les valeurs de **R** et **r**.

Exercice VI :

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

- *Les parties I et II sont indépendantes*
- *Barèmes : partie I (4points) et partie II (5points).*

I- Première partie

Afin de déterminer la valeur de la capacité d'un condensateur, on réalise le montage de la **figure-3-** comportant un générateur de courant (G) débitant un courant d'intensité constante et fixée à une valeur **I=18µA**, deux interrupteurs k_1 et k_2, un condensateur de capacité **C** .

1- A **t=0s** on l'interrupteur k_1 est ouvert et on ferme k_2. **Justifier l'utilité d'une telle opération**

2- A **t=0s** on ferme k_2 puis on ouvre k_1 un système d'acquisition peut suivre l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur. les résultats des mesures permet de tracer la courbe **figure -4-**

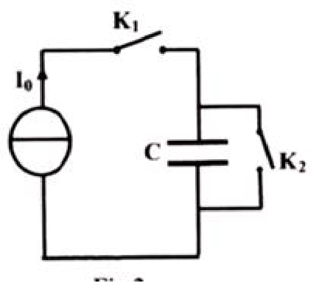


Figure-3-

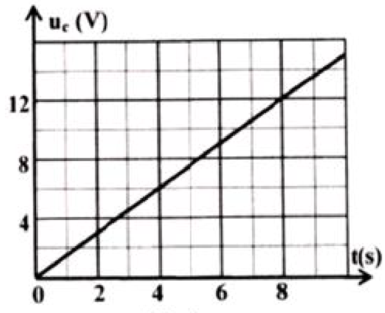


Figure-4-

1- *D'après la courbe de la **figure 3**, donner l'expression de la tension U_C aux bornes du condensateur en fonction de la durée de charge **t**.*

2- a- *Etablir l'expression de la tension U_C aux bornes du condensateur en fonction de sa capacité C, le courant I et de la durée de charge **t**.*

b- *Définir la capacité C d'un condensateur.*

c- *En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.*

3- *Le condensateur est plan et formé de deux armatures séparées par une mince couche d'un diélectrique d'épaisseur **e = 0,4 mm** et de permittivité absolue*
*$\varepsilon = 6.\ 10^{-7}\ F.m^{-1}$. Déterminer l'aire de la surface **S** des armatures en regard.*

4- *Calculer l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur pour t=8s.*

II- 2^ieme^ partie

*On réalisé le circuit électrique schématisé par la **figure 4**, qui comporte, associés en série un résistor de résistance $R = 1k\Omega$, un condensateur de capacité C', un interrupteur K. L'ensemble est alimenté par un générateur idéal, de f.é.m. E.*

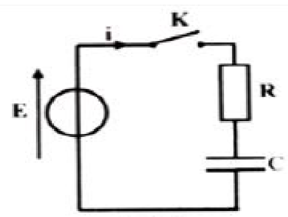


Fig.4

Contact prof : 96770027

Email : houcine.labiadh@yahoo.fr

*A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur K et un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit, a permis de visualiser simultanément U_C et U_R respectivement aux bornes du condensateur et du résistor. On obtient les oscillogrammes de la **figure 5**.*

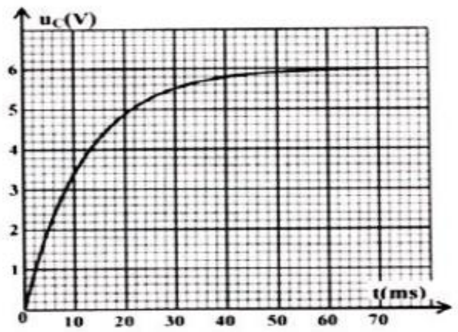


Fig.5

*1) Reproduire le schéma **figure -4-** et faire le branchement nécessaire pour visualiser la tension **$u_c(t)$**.*

*2) **a-** Montrer que l'équation différentielle en U_C s'écrit :*

$$\frac{du_{C(t)}}{dt} + \frac{u_{C(t)}}{\tau} = \frac{E}{\tau} \ ; \quad avec \quad \tau = RC.$$

***b-** Vérifier que*

$u_C(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$ *est une solution de l équation diffrentielle.*

*Ou **A** et **α** sont des constantes à déterminer*

***c-** Définir la constante du temps τ. Préciser sa dimension.*

***d-** Déterminer graphiquement la valeur de la tension **$u_c(\tau)$**.*

***e-**En déduire graphiquement la valeur de τ.*

***f-** En déduire la valeur de la capacité **C'** du condensateur.*