Prof : Mr Hedfi Khemais Série n°1 : Condensateurs et dipôles RC 4éme M -Sc -T

Exercice n°1

1) On charge, sous la tension U = 100 V, un condensateur de capacité C = 60 µF. En régime permanent l'une des deux armatures du condensateur, notée A, porte alors une charge Q_0 positive. Préciser la charge électrique de l'autre armature, noté B, de ce condensateur. Possède-t-elle un défaut ou un excès d'électrons ?

a) Déterminer la valeur de Q_0.

b) Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur.

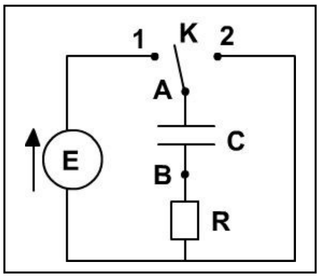
2) A un instant qu'on choisit comme origine des temps, on relie les armatures de ce condensateur ainsi chargé au bornes d'un résistor de résistance R = 100 Ω.

a) Etablir l'équation différentielle qui régit la tension U_{AB} au bornes du condensateur durant le régime transitoire.

b) vérifier que la solution de cette équation est $u_{AB}(t) = U.e^{-t/RC}$.

c) Représenter l'allure de la courbe représentant la variation de $\mathbf{u_{AB}}$ au cours du temps

Exercice n°2



On réalise le montage représenté par le figure suivant à l'aide d'un générateur de tension idéal de f.é.m. E = 10 V, d'un condensateur de capacité C = 2,5 µF et d'un résistor de résistance R = 1,0 kΩ.

1) On charge le condensateur en basculant le commutateur K sur la position 1.

a) Dessiner le circuit électrique équivalent.

b) En utilisant la loi des maille, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $\mathbf{u_{AB}}$ aux bornes du condensateur.

c) Evaluer $\mathbf{u_{AB}}$ lorsque le condensateur est complètement chargé.

d) Déduire la valeur de l'énergie électrostatique $\mathbf{E_{cm}}$ emmagasinée par le condensateur ainsi chargé. Au bout de combien de temps cette énergie est-elle atteinte ?

2) le condensateur étant chargé, on bascule le commutateur K sur la position 2.

a) Dessiner le circuit électrique équivalent.

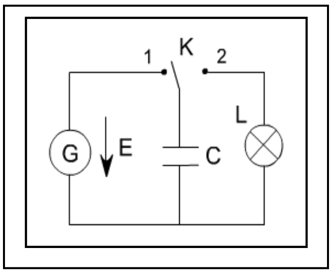
b) En utilisant la loi des maille, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $\mathbf{u_{AB}}$ aux bornes du condensateur.

c) Chercher la relation entre la durée de charge et la durée de la décharge du condensateur.

d) Sous quelle forme l'énergie emmagasinée par le condensateur est-elle dissipée ?

Exercice n°3

Pour stocker l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une lampe (L), on utilise un condensateur (C) de capacité C. ce dernier est chargé à l'aide d'un générateur idéal (G) délivrant une tension continue constante de valeur **U = 30 V**, montés comme l'indique la figure suivante :

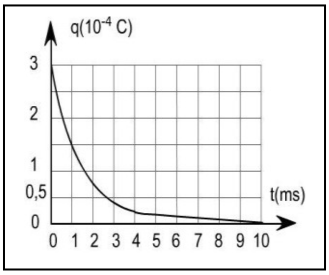


1) On charge le condensateur (position 1 du commutateur K).

a) La charge du condensateur est-elle instantanée ? Justifier la réponse.

b) Exprimer la charge maximale du condensateur en fonction de C et U.

2) Le commutateur est à la position 2, on provoque l'éclairement de la lampe (L) grâce à l'énergie stockée dans le condensateur. On installe une carte d'acquisition de données pour mesurer la valeur de la charge q du condensateuren fonction du temps ; on obtient la graphe suivant :



a) Compléter le schéma du circuit en ajoutant les connections de la carte d'acquisition (masse et voie) permettant de visualiser q(t).

b) Indiquer le sens du courant choisi.

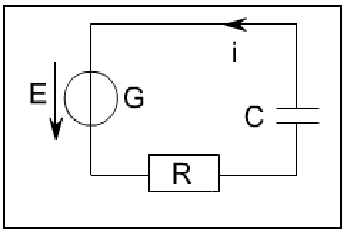
c) La décharge du condensateur est-elle instantanée ? Expliquer.

d) Déterminer graphiquement la constante de temps correspondant à la décharge par recours à la méthode de la tangente.

e) Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

f) On assimile la lampe après son amorçage à un conducteur ohmique de résistance r supposée constante. Déterminer la valeur de r.

Exercice n°4

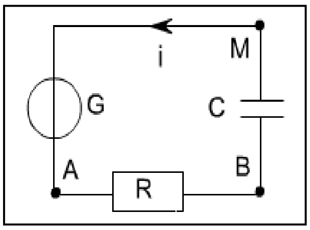


On alimente un dipôle RC série par un générateur de f.é.m. E. et de résistance interne négligeable devant R. (voir figure ci-contre) :
Montrer que la tension u_C aux bornes du condensateur est régie par l'équation différentielle ci-contre.

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = \frac{E}{RC}$$

Vérifier que : $u_c(t) = E + \alpha\, e^{-\beta t}$ est une solution de l'équation différentielle précédente, quelle que soit la valeur non nulle de α, si on choisit correctement β.
Sachant qu'à t = 0, on a : $u_c = 0$ V, écrire l'expression de $u_c(t)$ en remplaçant α et β par leur valeurs.
On donne : E = 4,5 V ; R = 1kΩ et C = 250 µF.

Exercice n°5

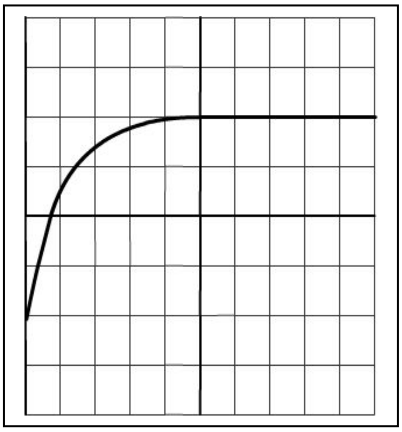


On considère le circuit ci-contre formé par un résistor de résistance R = 25 Ω, d'un Condensateur de capacité C initialement déchargé et d'un générateur de tension idéal (G).
On relie la masse d'un oscilloscope à mémoire au point M, la voie X au point B.
On obtient l'oscillogramme représenté ci-contre :

- ✓ balayage horizontale : 10 ms/div.

Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

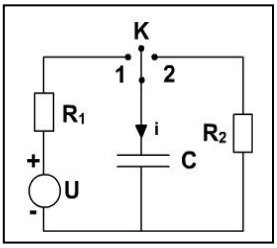
- ✓ sensibilité verticale voie X : 2V/div.



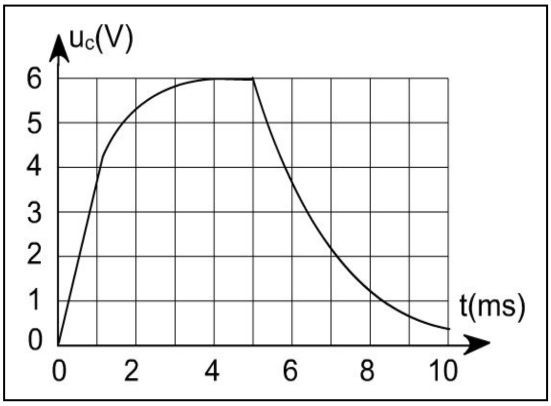
a) Identifier la tension visualisée sur l'écran de l'oscilloscope.
b) Pourquoi la tension représentée sur le graphe ne part-elle pas de la barre horizontale du milieu de l'écran ?
c) Déterminer la valeur de la tension U délivrée par le générateur.
On a rappelle que la constante de temps τ du circuit RC est la durée au bout de laquelle le condensateur, initialement, déchargé atteint 63% de sa charge maximale.

- ✓ Montrer que τ = RC.
- ✓ Mesurer τ en utilisant le graphe.
- ✓ Déduire la valeur de la capacité C.

Exercice n°6



A l'aide d'un générateur de tension idéale, de deux résistors et d'un condensateur, on réalise le montage représenté par le figure ci-contre :
A l'aide d'un oscilloscope, on enregistre la charge d'un condensateur de capacité C à travers le résistor de résistance R_1 = 20 Ω puis sa décharge à travers le résistor de résistance R_2 on obtient le digramme suivant :



1) a) Expliquer comment doit-on procéder pour obtenir l'oscillogramme précédent.
b) Donner la valeur de la f.é.m. du générateur de tension.
c) Déterminer la valeur de C et de R_2.
2) a) $u_C(t)$ présente-t-elle une discontinuité en passant de la charge à la décharge ?
b) qu'en est-il de l'intensité du courant i(t) qui parcourt le circuit ?

Exercice 7 : devoir de contrôle n°1

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

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

L'intensité du courant débité par le générateur est **I = 20µA**.

Compléter le **tableau 1**.

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

a) Déterminer l'équation numérique de la courbe.

b) Quelle grandeur caractérisant le condensateur représente la pente de la courbe.

c) Déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Tableau 1

q(……)	……	……	……	……	2000
U_C(V)	4	8	12	16	20

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

a) Etablir l'équation numérique de cette courbe 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 k Ω à l'échelon de tension.

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

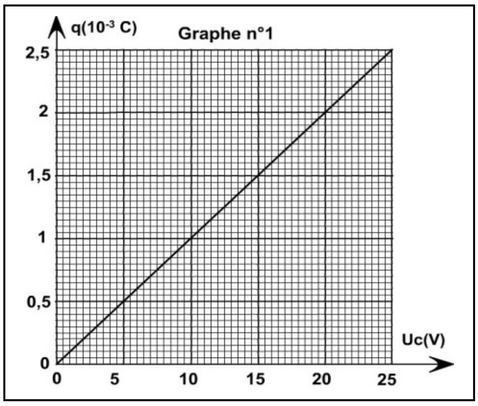
a) En justifiant la réponse par les constructions nécessaires sur le graphe n°3 de l'annexe, déterminer :

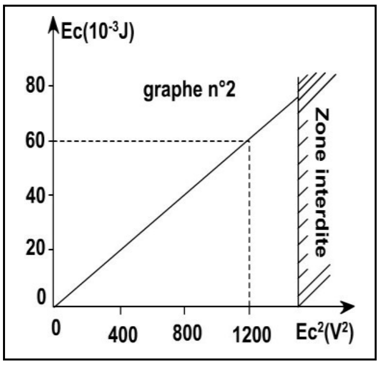
a1. La valeur de la tension E de l'échelon.

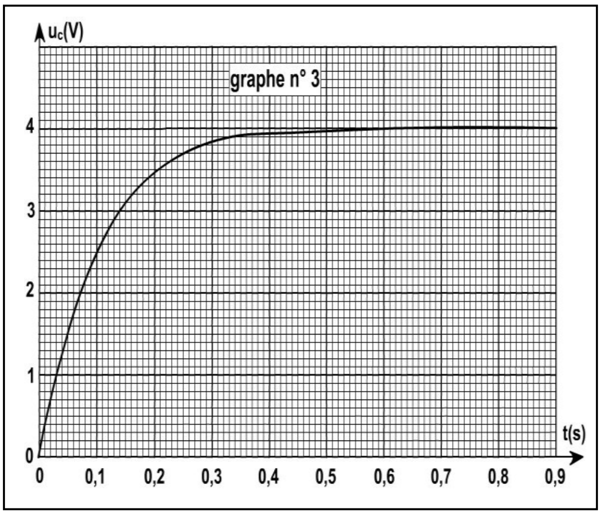
a2. La valeur de la constante de temps.

b) Vérifier si la valeur de la capacité C du condensateur est en accord avec celle trouvée par les élèves dans la question (1. c.)

Annexe







Exercice 8 : devoir de contrôle n°1

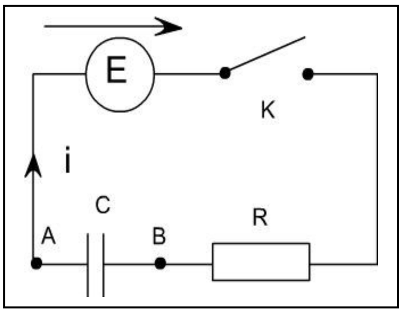
Un condensateur de capacité $C=2000.10^{-6}$ F, initialement déchargé est inséré dans le montage électrique de la figure 1 en annexe.

On désigne respectivement par $u_C(t)$ et $u_R(t)$, la tension aux bornes du condensateur et la tension aux bornes du résistor de résistance R.

Le générateur de tension étant idéal, sa f.é.m. est **E= 5 V**.

1) Donner la définition d'un condensateur.

2) a. Quelle tension $u_C(t)$ ou $u_R(t)$ doit-on visualisée à l'aide d'un oscilloscope à mémoire pour étudier les variations de la charge du condensateur aux cours du temps. Justifier.
b. Indiquer sur la figure 1 en annexe les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes du condensateur sur sa voie Y1 et la tension aux bornes du générateur sur sa voie Y2.
3) L'interrupteur K est abaissé à l'instant t = 0.
A partir de l'instant $t = t_1$ la charge électrique **q(t)** du condensateur prend une valeur constante.
On respectant l'orientation du circuit de la figure 1 en annexe, déterminer la valeur algébrique de:
a. La tension $\mathbf{u_C(t_1)}$ aux bornes du condensateur.
b. La charge du condensateur $\mathbf{q(t_1)}$. Justifier.
c. La charge $q_A(t_1)$ et la charge $q_B(t_1)$ respectivement des armatures A et B du condensateur.
d. L'intensité du courant électrique $i(t_1)$. Justifier.
4) Etablir l'équation différentielle qui vérifier par **q(t)** au cours de la charge du condensateur.
5) La solution de l'équation différentielle est : $\mathbf{q(t) = 10^{-2}(1 - e^{-t/2})}$
a. Rappeler l'expression de la constante de temps τ, ainsi que son unité.
b. Déterminer la valeur de R.
c. Représenter dans le repère de la figure 2 en annexe l'allure de la courbe q = f(t).
d. Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur à l'instant $t = \tau$.
On donne : $\mathbf{(1- e^{-1}) = 0,63}$
6) En justifiant, représenter dans le repère de la figure 3 en annexe l'allure de la courbe q =f (t), si on charge le condensateur par un générateur de courant idéal, débitant un courant électrique d'intensité I_0.
Annexe
figure 1



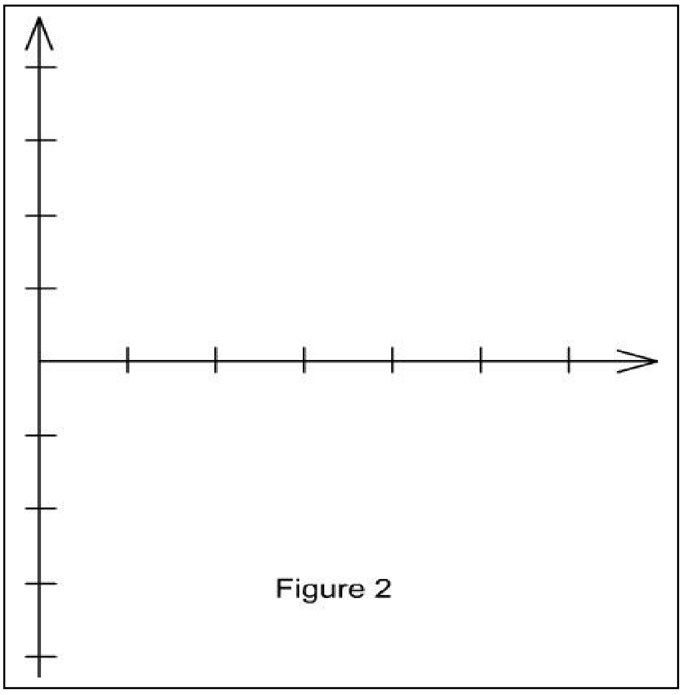


Figure 2

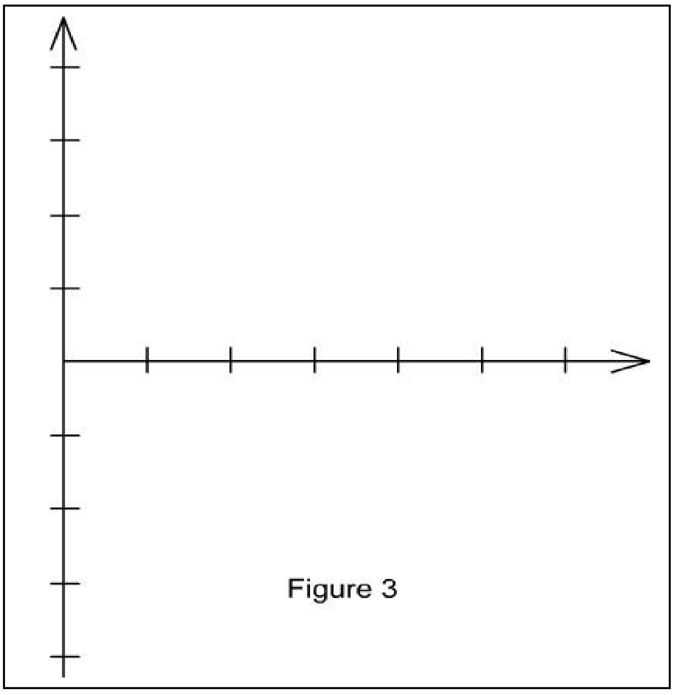


Figure 3