Série: Dipôle RC

Exercice N°1 : Conventions et définitions

1- Représenter sur un schéma un conducteur. Indiquer, en convention récepteur, la flèche représentant la tension u , l'intensité i du courant qui circule et la charge portée par chaque armature.
2- Donner la relation entre la charge q portée par l'armature d'un condensateur et la tension u à ses bornes. Indiquer les unités.
3- En déduire la relation entre l'intensité i et la tension u aux bornes d'un condensateur.
4- Donner l'expression de l'énergie emmagasinée E_e par le condensateur en fonction de q et de C.

Exercice N°2 :

On considère le circuit schématisé ci-contre :
E tension continue réglable
C capacité réglable (condensateur initialement déchargé)
R résistance réglable

1. Interrupteur en position①.

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 kΩ et E = 4,0 V, on obtient les courbes de la fig.1 (cf. annexe à rendre)

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

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

1.3. Déterminer à la date t = 30 ms :
- la valeur de l'intensité i dans le circuit
- la valeur de la charge q_A de l'armature A du condensateur.
- l'énergie emmagasinée par le condensateur.

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

On renouvelle cette opération successivement avec différentes valeurs de E, C et R, après avoir rapidement déchargé le condensateur avant chaque expérience.

1.5. Comment peut-on réaliser très simplement cette décharge rapide ?

1.6. Les courbes obtenues sont superposées (voir fig.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.

Cas	a.	b.	c.	d.
R(kΩ)	10	20	10	10
C(μF)	0,22	0,22	0,22	0,47
E(V)	4,0	2,0	2,0	4,0

2. Interrupteur en position②.

Le condensateur étant préalablement chargé dans les conditions de la question A.1., on bascule l'interrupteur en position ② et on enregistre à nouveau u_{AM}.

2.1. Exprimer l'intensité du courant en fonction de u_{AM}.

2.2. Montrer que l'équation différentielle à laquelle obéit u_{AM} s'écrit :

$$\frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC}.u_{AM} = 0$$

2.3. Montrer à l'aide de cette équation que RC est homogène à une durée.

2.4. Vérifier que $u_{AM} = A.e^{-Bt}$ est solution de cette équation, et déterminer les expressions des grandeurs A et B.

2.5. Quelle est, au cours de la décharge, l'expression E_C de l'énergie du condensateur en fonction du temps ? En appelant E_{C0} l'énergie du condensateur à t = 0, calculer le rapport E_C/E_{C0} à la date $t = \tau$.

2.6. On réalise le graphique $E_C = f(u_{AM}^2)$. (fig.3).

2.6.1. Montrer que ce graphique permet de retrouver la valeur de C

2.6.2. Calculer cette valeur à partir du graphique.

Annexe

Graphes de l'exercice de Physique

Figure 1

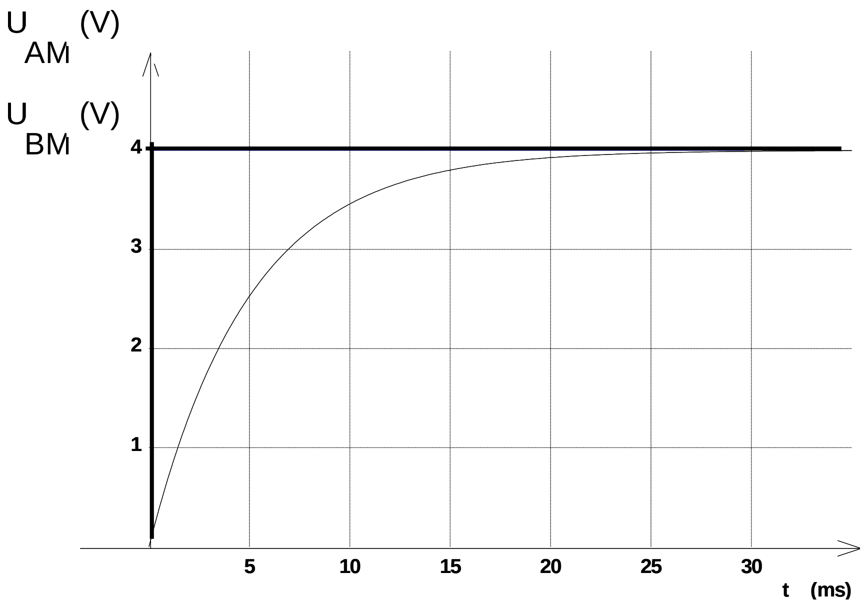
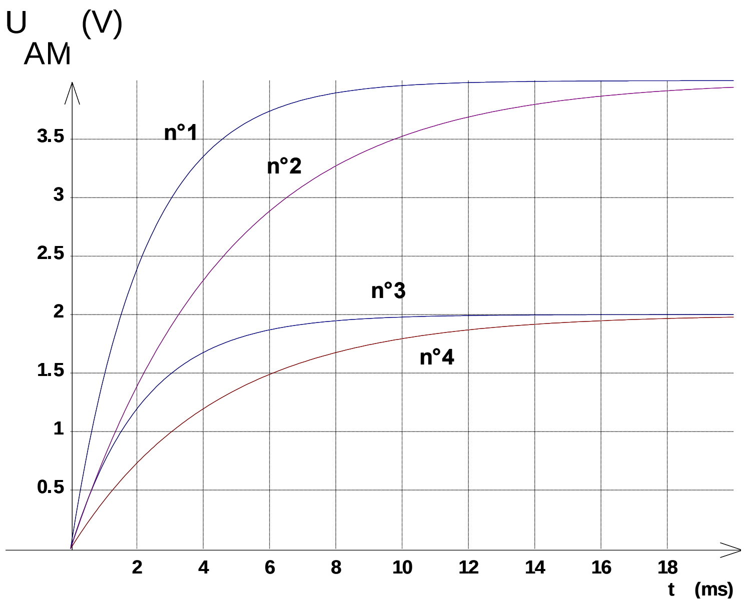


Figure 2



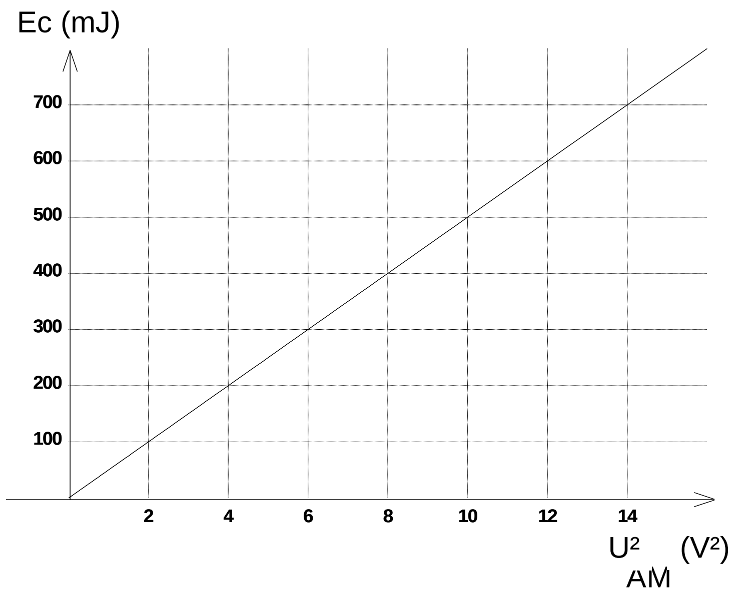


Figure 3

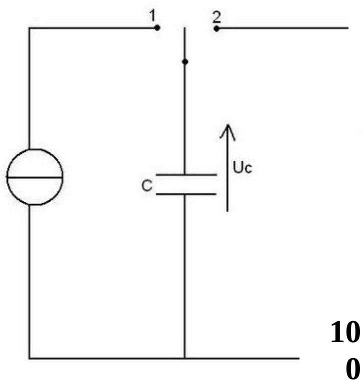
Exercice N°3 : Charge d'un condensateur

Un condensateur de capacité C = 6,5 nF est branché en série avec un générateur de tension constante E = 15 V, un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω et un interrupteur K. Le condensateur est initialement déchargé. A t = 0, on ferme l'interrupteur.

1- Donner l'expression de la constante de temps **τ** du dipôle (R, C).
2- Par analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de **τ**.
3- A quelle date atteint-on le régime permanent.

Exercice N°4

Le montage représenté ci-contre permet de charger et de décharger un condensateur dans une résistance R



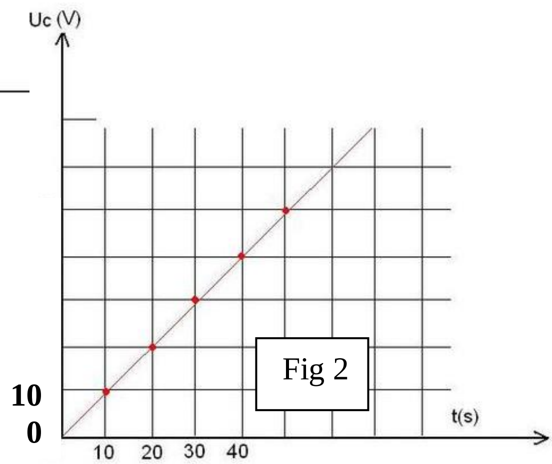


Fig 2

1a-Pour chacune de ces deux opérations, quelle doit être la position de l'interrupteur ?
1b- Des deux graphes (fig 1 et fig 2) proposés ci-dessous, lequel correspond à la charge de ce condensateur ? Justifier.
2-Le générateur de courant permet une charge, à intensité constante, d'un condensateur. La charge dure 40 s et l'intensité du courant a pour valeur 1μA.
2a-Calculer la charge du condensateur à la date 40 s.
2b-Quelle est la valeur de l'énergie emmagasinée par le condensateur à cette date ?
2c-Quelle est la capacité du condensateur ?

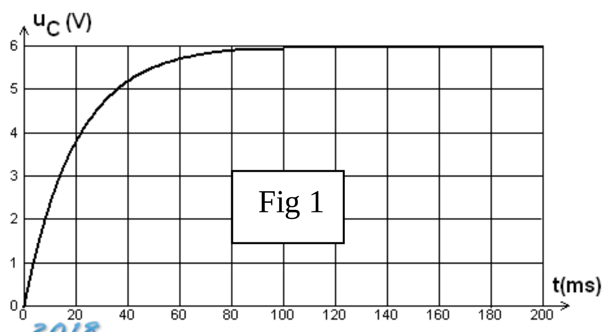


Fig 1

3- Sachant que ce condensateur est plan et que l'aire des deux surfaces communes en regard est $S=0.1\ m^2$ et que l'épaisseur du diélectrique qui se trouve entre les deux plaques est e=0,02 mm.

a- déterminer la permittivité électrique absolue ε du diélectrique de ce condensateur.

b- Déduire la permittivité relative ε_r du diélectrique. On donne $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$ u.s.i

Exercice N°5 : Charge d'un condensateur

On charge un condensateur de capacité C = 50 µF dans un circuit de résistance R. On relève la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. Les valeurs sont regroupées dans le tableau suivant:

u(V)	0	3,7	6,0	7,4	8,4	9,0	9,3	9,6	9,7	9,8	9,9	9,9	10
t(s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

1- Représenter sur un graphique la courbe représentant u = f(t). Echelle en ordonnées 1 représente 0,5 V et en abscisses 1 cm représente 1,0 s.
2- Déterminer graphiquement la constante de temps **τ**.
3- En déduire la résistance R du circuit.

Exercice N°6 : Equation différentielle de charge en q

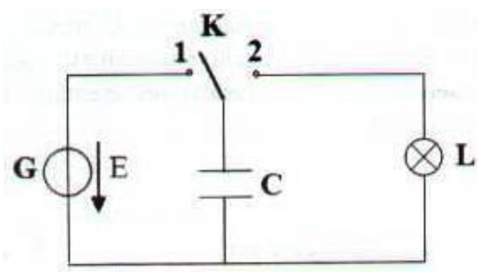
Un condensateur de capacité C, initialement déchargé, est branché en série avec un générateur de f.é.m E, un interrupteur k et un conducteur ohmique de résistance R.

1- Faire un schéma du circuit, l'interrupteur K étant ouvert. Indiquer les branchements nécessaire pour observer la tension aux bornes du générateur (voie A) et la tension aux bornes du conducteur ohmique (voie B) sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire.
2- A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur. En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir l'équation différentielle vérifiée par q (t).
3- On pose **$\tau = RC$.** Vérifier que $q(t) = EC(1-e^{t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle.
4- En déduire l'expression de i (t). Calculer i (0) et i (**5τ**).
5- Représenter l'écran de l'oscilloscope.

Données : E =5,0 V ; R = 220 Ω et C = 100 µF

Exercice N°7: Charge et décharge d'un condensateur

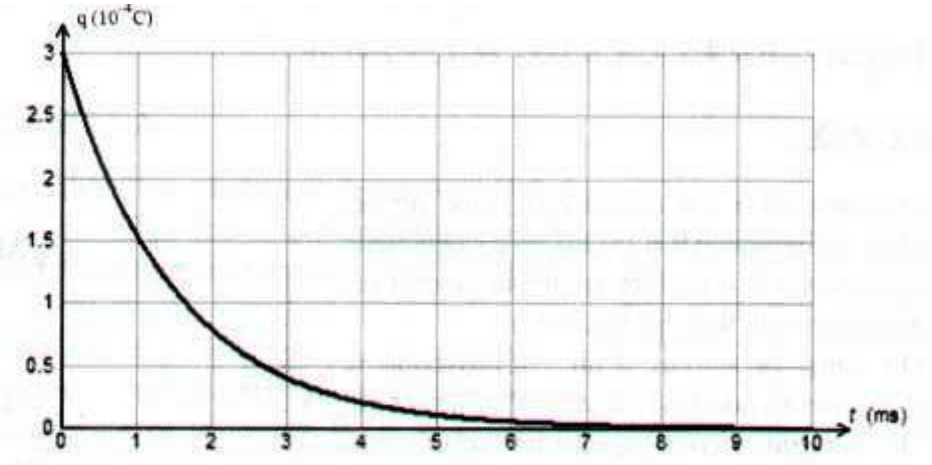
Pour stocker l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une lampe (L), on utilise un condensateur (C) de capacité C. Ce dernier est chargé à l'aide d'un générateur idéal (G) délivrant une tension continue constante de valeur U = 30 V, montés comme l'indique la figure suivante :



1- On charge le condensateur en basculant le commutateur K sur la position 1
   a- La charge du condensateur est-elle instantanée ? Justifier la réponse.
   b- Exprimer la charge maximale du condensateur en fonction de C et U.

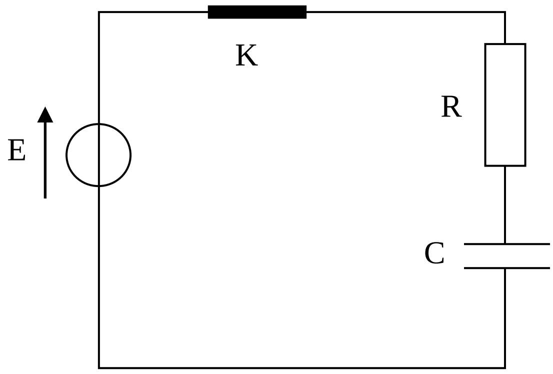
2- En basculant le commutateur en position 2, on provoque l'éclairement de la lampe (L) grâce à l'énergie stockée dans le condensateur. On installe un carte d'acquisition de données pour mesurer la valeur de la charge q du condensateur en fonction du temps ;

on obtient le graphe ci-dessous représenté



a- Compléter le schéma du circuit en ajoutant les connexions de la carte d'acquisition (masse et voie) permettant de visualiser q (t). Indiquer le sens du courant choisi.
b- La décharge est-elle instantanée ? Expliquer.
c- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
d- Déterminer graphiquement la constante de temps **τ** correspondant à la décharge par recours à la méthode de la tangente.
e- On assimile la lampe après son amorçage à un conducteur ohmique de résistance r supposée constante. Déterminer la valeur de r.

Exercice 8 : **Etude théorique de la charge d'un condensateur.**



Le condensateur est initialement déchargé ; à la date t=0, on ferme l'interrupteur K.

a. Equations différentielles vérifiées par la tension u_C.

• En utilisant l'additivité des tensions, trouver une relation entre E, u_C et u_R.
• Exprimer U_R en fonction de i. Quelle relation utilise-t-on ?
• A l'aide des relations fondamentales sur le condensateur, exprimer i en fonction de la dérivée de u_C, notée du_C/dt.
• Combiner ces expressions pour trouver l'équation reliant R, C, E, u_C et du_C/dt. *(Eq.1)*

b. Solutions des équations différentielles précédentes.

☞ *On ne cherche pas à résoudre l'équation différentielle, mais juste à déterminer les constantes A, B et τ pour que la fonction $\boldsymbol{u_c = A.e^{-t/\tau} + B}$ (Eq.2) soit solution de l'équation différentielle.*

• Exprimer du_C/dt de deux façons différentes:
Exprimer du_C/dt en dérivant l'expression donnée pour u_C. (Eq.2)
Exprimer du_c/dt à partir de l'Eq.1, puis en remplaçant u_c par son expression donnée en Eq.2.
• En identifiant les deux expressions trouvées pour du_c/dt, déterminer τ et B pour que l'équation différentielle soit vérifiée.
• Déterminer les conditions initiales de la tension u_C, c'est-à-dire la valeur de la tension u_C à la date t=0.
• Exprimer u_C à la date t=0 ; en déduire l'expression de A.
• Donner l'expression de $u_C(t)$ en fonction de E, R, C.

c. Etude (rapide) de la fonction $u_c(t)$.

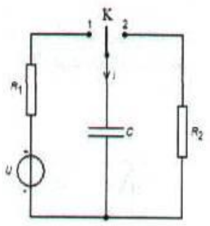
- Quelle est la limite de cette fonction lorsque t=0 ?
- Quelle est la limite de cette fonction lorsque $t \rightarrow +\infty$?
- Que vaut u_c lorsque $t=\tau$?
- Tracer l'allure de cette courbe.

d. Remarques sur l'équation différentielle (Eq.1)

- A la date t=0 : que vaut u_C ? en déduire l'intensité du courant i à la date t=0.
- En régime permanent, que vaut du_C/dt ? En déduire la valeur de u_c lorsque le condensateur est chargé.

Exercice N°9: Charge et décharge d'un condensateur

A l'aide d'un générateur de tension idéal, de deux résistors et d'un condensateur, on eéalise le montage représenté par la figure ci-contre :
A l'aide d'un oscilloscope, on enregistre la charge du condensateur de capacité C à travers le résistor de résistance $R_1 = 20\ \Omega$ puis pus sa décharge à travers le résistor de résistance R_2.
On obtient l'oscillogramme suivant:



1- a- Expliquer comment doit-on procéder pour obtenir l'oscillogramme précédent ?
   b- Donner la valeur de la f.é.m E du générateur de tension.
   c- Déterminer les valeurs de Cet de R_2.
2- a- u_c (t) présente-t-elle une discontinuité en passant de la charge à la décharge,
c- Qu'en est-il de l'intensité i (t) qui parcourt le circuit ?

Exercice N°10: Réponse à un échelon de tension

Un condensateur initialement déchargé, de capacité C = 2,2 µF, est en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 4,7 kΩ et un générateur de tension de f.é.m E = 6,0 V. A l'instant date $t_0 = 0$ s, on ferme le circuit. On notera u_{AB} (t) la tension aux bornes du condensateur.

1- a- Réaliser le schéma du circuit qu'il faut utiliser pour visualiser la tension aux bornes du condensateur avec un oscilloscope à mémoire. Indiquer les branchements.
   b- Indiquer sur ce schéma le sens conventionnel du courant.
2- En appliquant les relations liant les différentes grandeurs électriques, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur.
3- La solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_{AB}(t) = k(1-e^{-\alpha t})$.
   Déterminer les expressions de k et α en fonction de E, R et C.
4- a- Définir la constante de temps **τ.**
   b- Tracer l'allure de u_{AB} (t) et justifier que **τ** est la date correspondant à $u_c(t) = 0,63E$.
d- On choisit de charger le condensateur avec un générateur de tension de f.é.m
E = 8,0 V: la charge est-elle plus rapide ?