

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 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 $R = 50 \text{ k}\Omega$ et $E = 4,0 \text{ V}$, 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 $t = 30 \text{ ms}$:
 - 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.
$R(\text{k}\Omega)$	10	20	10	10
$C(\mu\text{F})$	0,22	0,22	0,22	0,47
$E(\text{V})$	4,0	2,0	2,0	4,0

2. Interrupteur en position ②.

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 :

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

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

2.4. Vérifier que $u_{AM} = A \cdot e^{-Bt}$ 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

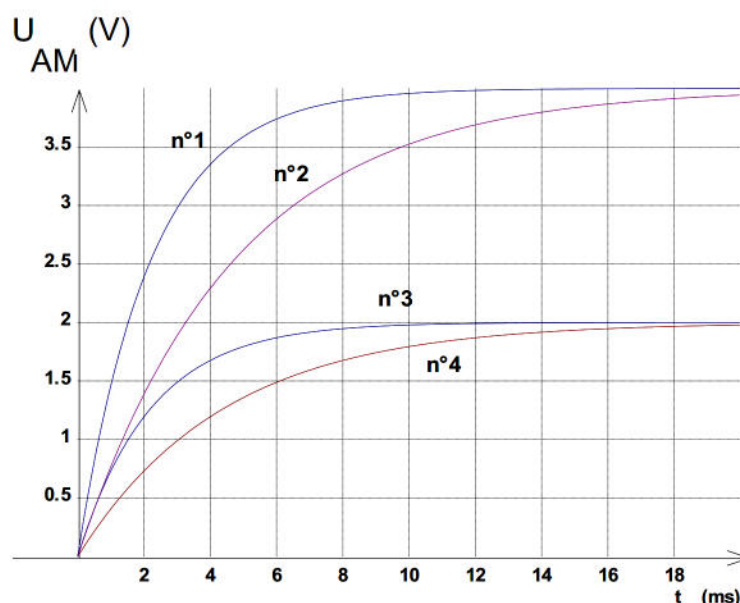
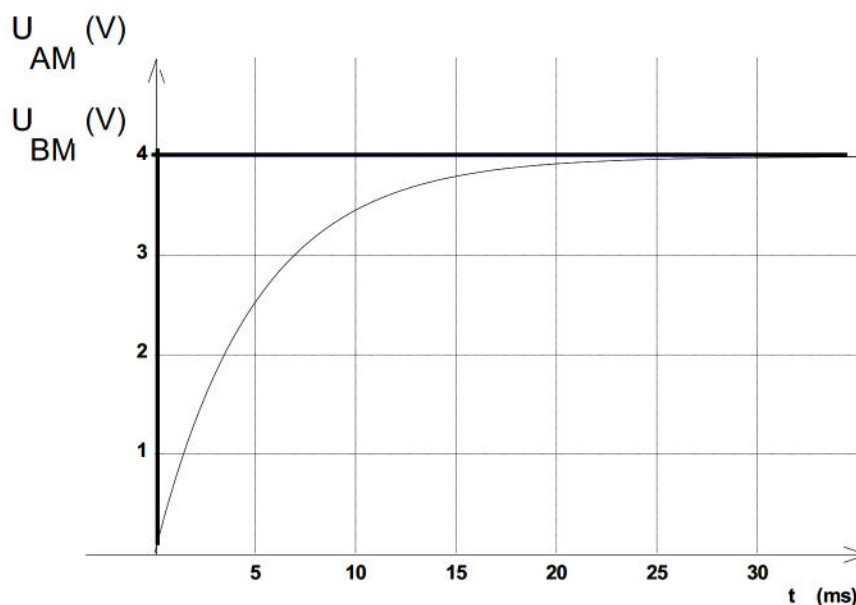
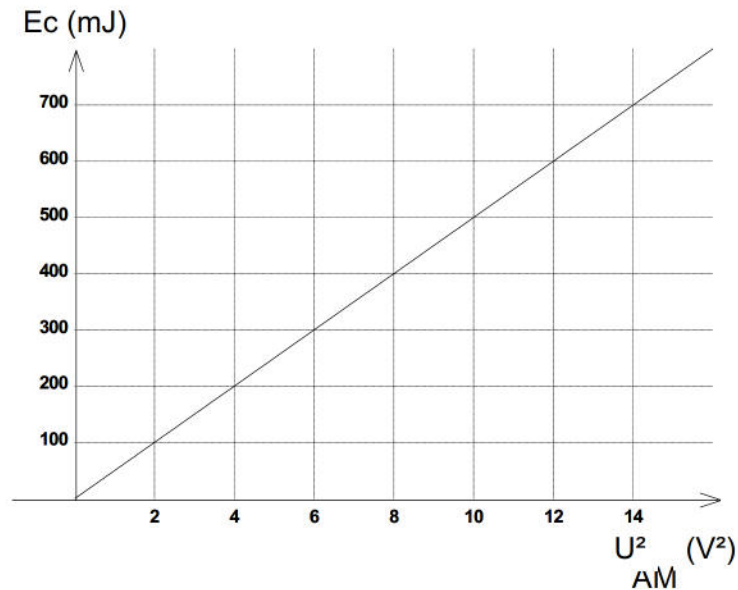


Figure 2



**Figure 3****Exercice N°3 : Charge d'un condensateur**

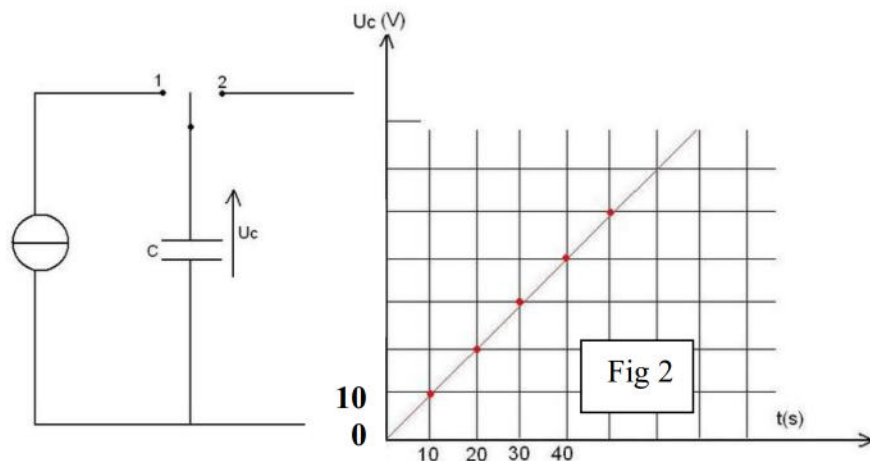
Un condensateur de capacité $C = 6,5 \text{ nF}$ est branché en série avec un générateur de tension constante $E = 15 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \Omega$ et un interrupteur K . Le condensateur est initialement déchargé. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

- 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

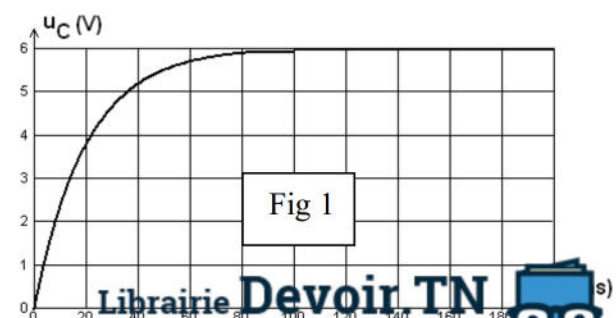
Le montage représenté ci-contre permet de charger et de décharger un condensateur dans une résistance R

- 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 $1 \mu\text{A}$.

- 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 ?



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

- déterminer la permittivité électrique absolue ϵ du diélectrique de ce condensateur.
- Déduire la permittivité relative ϵ_r du diélectrique. On donne $\epsilon_0 = 8,85.10^{-12} \text{ u.s.i}$

Exercice N°5 : Charge d'un condensateur

On charge un condensateur de capacité $C = 50 \mu\text{F}$ 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

- 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.
- Déterminer graphiquement la constante de temps τ .
- En déduire la résistance R du circuit.

Exercice N°6 : Equation différentielle de charge en q

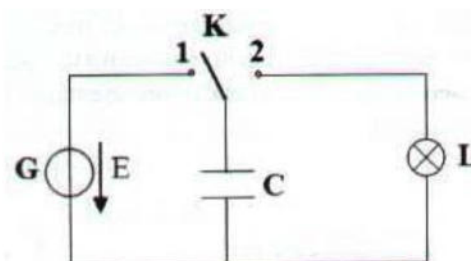
Un condensateur de capacité C , initialement déchargé, est branché en série avec un générateur de f.é.m E , un interrupteur k et un conducteur ohmique de résistance R .

- 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.
- A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur. En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir l'équation différentielle vérifiée par $q(t)$.
- On pose $\tau = RC$. Vérifier que $q(t) = EC(1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle.
- En déduire l'expression de $i(t)$. Calculer $i(0)$ et $i(5\tau)$.
- Représenter l'écran de l'oscilloscope.

Données : $E = 5,0 \text{ V}$; $R = 220 \Omega$ et $C = 100 \mu\text{F}$

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 $U = 30 \text{ V}$, montés comme l'indique la figure suivante :

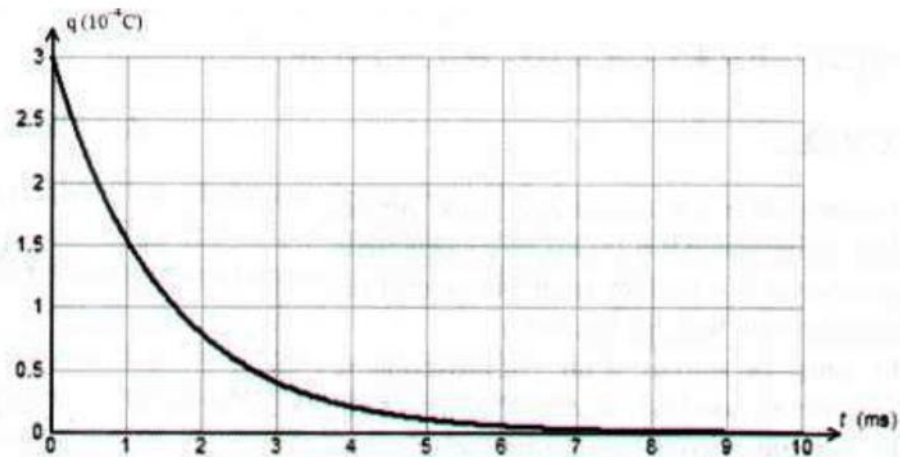


- On charge le condensateur en basculant le commutateur K sur la position 1
 - La charge du condensateur est-elle instantanée ? Justifier la réponse.
 - Exprimer la charge maximale du condensateur en fonction de C et U .
- En basculant le commutateur en position 2, on provoque l'éclairement de la lampe (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 ;



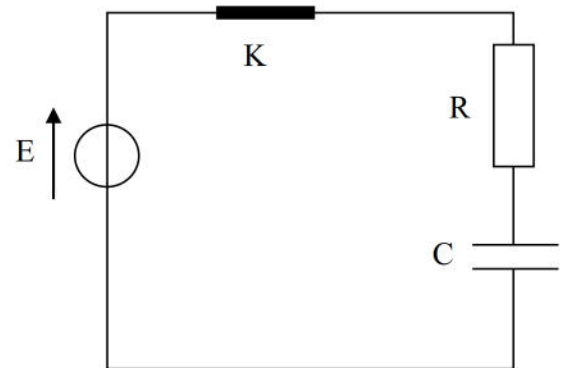
on obtient le graphe ci-dessous représenté

- 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.
- La décharge est-elle instantanée ? Expliquer.
- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
- Déterminer graphiquement la constante de temps τ correspondant à la décharge par recours à la méthode de la tangente.
- 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 $u_C = A \cdot e^{-t/\tau} + B$ (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)

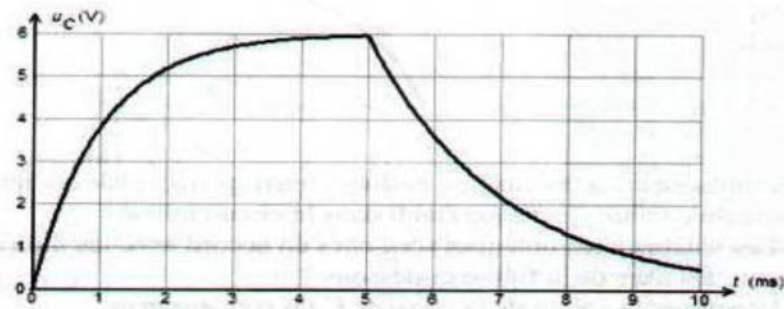
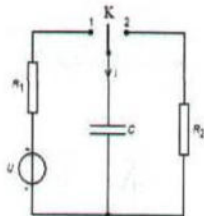
- A la date $t=0$: que vaut u_c ? en déduire l'intensité du courant i à la date $t=0$.
- En régime permanent, que vaut du_c/dt ? En déduire la valeur de u_c lorsque le condensateur est chargé.

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 éalise 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 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 C et 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 $C = 2,2 \mu\text{F}$, est en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 4,7 \text{ k}\Omega$ et un générateur de tension de f.é.m $E = 6,0 \text{ V}$. A l'instant date $t_0 = 0 \text{ s}$, 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 $E = 8,0 \text{ V}$: la charge est-elle plus rapide ?

