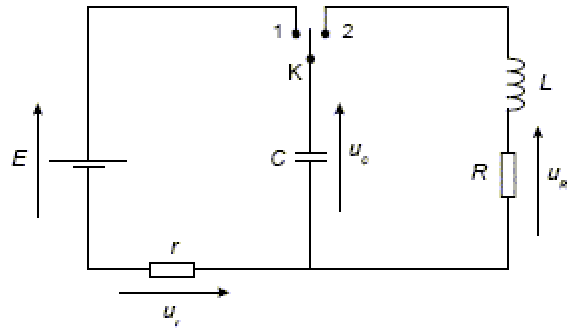
Matière : Sciences physiques

SERIE D'EXERCICES

Objet : : dipole RC

EXERCICE 1

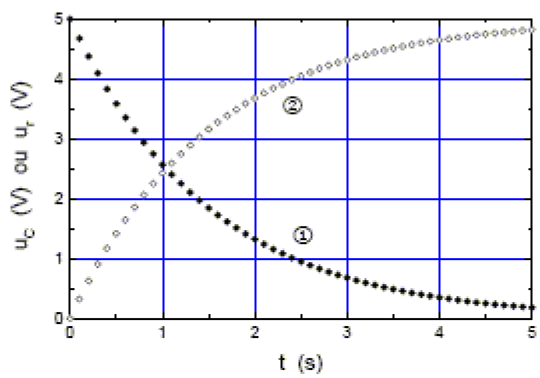
Charge d'un condensateur ; circuit oscillant.



E = 5 V ; r = 30 kΩ ; R= 5 Ω ; C = 50 μF ; L = 50 mH.

Partie 1 : Charge d'un Condensateur

On s'intéresse à la charge du condensateur de capacité C par un générateur de tension de fem E. A l'instant $t = 0$ on place l'interrupteur en position '1'. L'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur et de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique de résistance r est représentée ci-dessous :

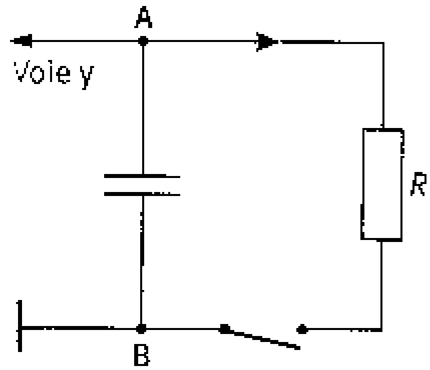


- Quelle est, des courbes 1 et 2, celle qui illustre l'évolution de u_C ? Justifier obligatoirement la réponse.
- Quelle serait la charge q du condensateur à la fin du processus de charge ?
- Sachant que l'on définit la constante de temps τ du circuit comme la durée au bout laquelle le condensateur a acquis 63 % de sa charge maximale, déterminer graphiquement la valeur de τ.

Déterminer la valeur de l'intensité à l'instant $t = \tau$.

EXERCICE 2

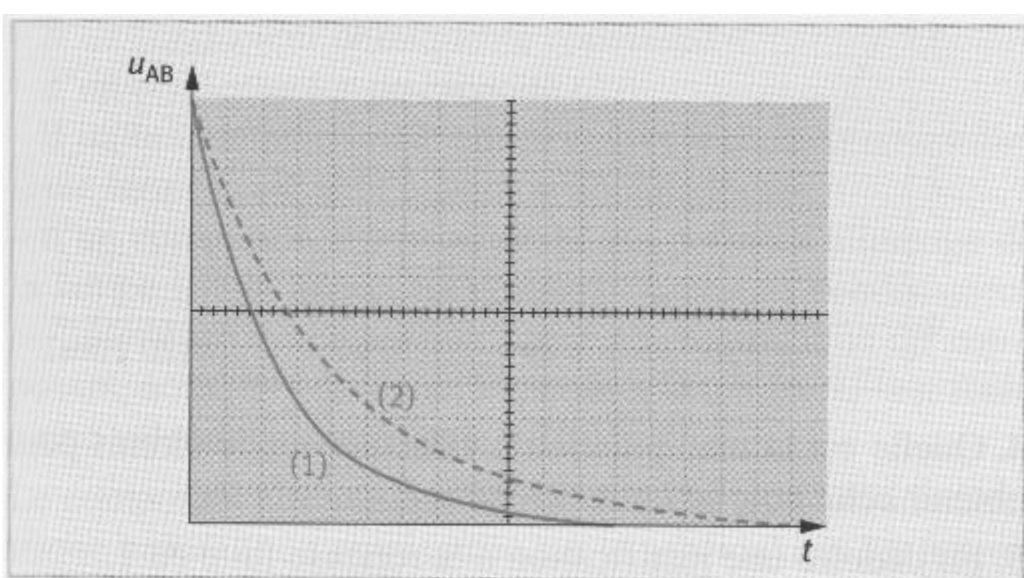
Un condensateur de capacité C = 5,0 µF est initialement chargé sous une tension $U_{AB} > 0$, notée U_0. Le condensateur est branché dans un circuit représenté sur le schéma ci-après.



Les réglages de l'acquisition de la tension U_{AB} sont les suivants :
- base de temps : 1 ms/div. ;
- sensibilité verticale : 1 V/div.

A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur.
1) Etablir l'équation différentielle du circuit vérifiée par la tension U_{AB} aux bornes du condensateur. Indiquer quelle est la condition initiale sur la tension U_{AB}.

2) Avec un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 500\ \Omega$, on obtient la courbe 1 représentée sur le graphe ci-dessous. En effectuant la même opération avec un conducteur ohmique de résistance R_2, on obtient la courbe 2 du graphe.
a) Indiquer la valeur de U_0.
b) Déduire de l'examen des deux courbes quelle résistance est la plus grande.
Proposer une méthode de détermination de R_2. Calculer sa valeur numérique.



3-a) Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur lors de sa charge.

3-b) En déduire la valeur de l'énergie dissipée par effet Joule dans le conducteur de résistance R_1 lorsque la décharge du condensateur est terminée.

3-c) Cette énergie est-elle différente avec la résistance R_2 ? Justifier la réponse.

4-a) Calculer la valeur de l'énergie dissipée par effet Joule dans le conducteur de résistance R_2 à la date t = 7,0 ms.

4-b) Cette énergie est-elle différente avec la résistance R_1 ? Si oui, est-elle plus grande ou plus petite qu'avec la résistance R_2 ?

EXERCICE 3

Un générateur de tension, de force électromotrice E, alimente un conducteur ohmique de résistance R= 100Ω et un condensateur de capacité C, associés selon le schéma représenté sur la figure 1 ci-dessous. Un oscilloscope numérique est utilisé pour suivre l'évolution temporelle de 2 tensions du circuit (en voie 1 et en voie 2). L'appareil n'est pas à entrées différentielles, la masse est donc commune aux deux voies.

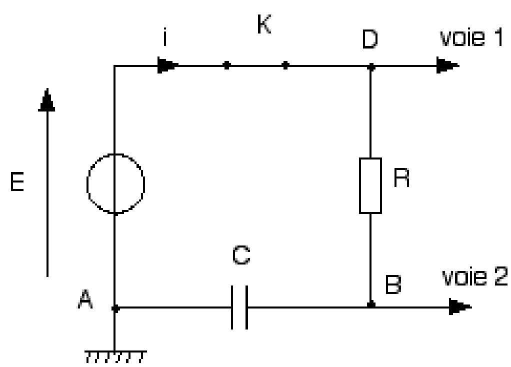


Figure 1.

A la date t_0 = 0 s , le condensateur étant préalablement déchargé, on ferme l'interrupteur K et l'oscilloscope enregistre les tensions dont les évolutions temporelles sont traduites par les courbes données figure 2.

1. Préciser les tensions (avec des lettres en indice), mesurées dans ce montage ; Indiquer sur le schéma la flèche-tension représentant en convention récepteur, la tension u_c aux bornes du condensateur.
2. Des courbes a et b de la figure 2, quelle est celle qui correspond à la tension aux bornes du condensateur ? Justifier la réponse.
3. Evaluer, à partir de la figure 2, la durée Δt nécessaire pour charger complètement le condensateur.
4. Faut-il augmenter ou diminuer la valeur de R pour charger plus rapidement le condensateur ? Justifier la réponse par une argumentation d'ordre pratique et non théorique.
5. A partir de l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'équation différentielle du circuit, en uc (tension aux bornes du condensateur).
6. Montrer que $u_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle si τ correspond à une expression que l'on déterminera.
7. Calculer la valeur du rapport u_c /E lorsque t = τ ; utiliser ce résultat pour déterminer sur la figure 2 la valeur de τ et calculer la valeur de la capacité C du condensateur.
8. Calculer la valeur du rapport u_c /E lorsque t = 5τ ; comparer ce résultat à celui de la question 3 et conclure.

9. En respectant l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'expression de i(t). En déduire l'allure de la courbe i = f(t) en précisant sa valeur initiale i_0 à l'instant t = 0.
L'allure de cette courbe pourrait être fournie par une tension ; laquelle ? cette tension est-elle observable avec le montage proposé ? Refaire un schéma modifié, permettant d'observer cette tension et la tension aux bornes du circuit RC, en précisant les branchements (voies 1, 2 et masse) de l'oscilloscope.
10. Lorsque le condensateur est totalement chargé, on ouvre l'interrupteur K et on court-circuite le circuit RC en reliant par un fil les points A et D. En conservant l'orientation du courant de la fig.1, indiquer l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de u_C pendant la décharge, puis sur un autre graphique, l'allure de la courbe montrant l'évolution temporelle de l'intensité i(t), en justifiant leur signe.
Des deux grandeurs u_C (t) et i(t), quelle est celle qui n'est pas une fonction continue du temps ?

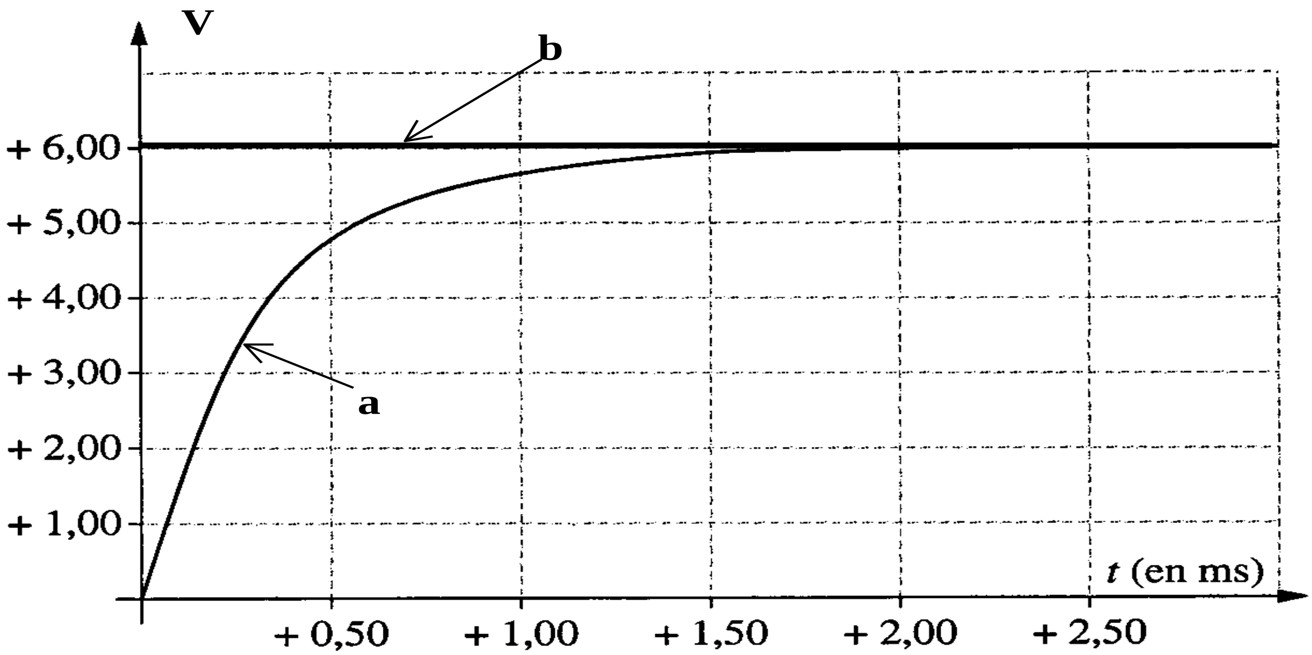


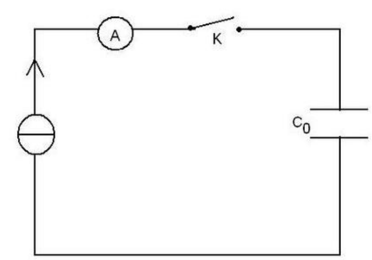
Figure 2

EXERCICE 4

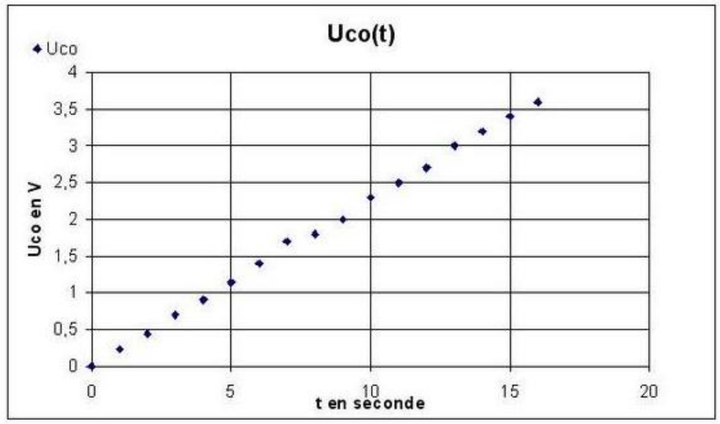
Partie1:

On veut déterminer la capacité C_0 d'un condensateur, pour cela on réalise sa charge avec un générateur de courant. Ce générateur débite un courant d'intensité I = 0,5 mA. On réalise la saisie automatique de la tension U_C aux bornes du condensateur en fonction du temps. Le montage utilisé est schématisé ci-dessous :

1-Refaire le schéma du montage ; représenter U_{C0}, q (q>0) , la voie Y et la masse de l'oscilloscope afin que l'on puisse visualiser U_{C0}.



2-A l'instant t = 0 on ferme l'interrupteur K. Donner la relation entre I, C_0, U_{C0} et t.



3-On obtient la courbe U_{C0} (t): (***voir document ci-contre).*** A l'aide de la courbe, déterminer la valeur de la capacité C_0 du condensateur.

Partie 2 :

Etude de la charge d'un condensateur au travers d'une résistance. On étudie la charge d'un condensateur au travers d'une résistance. On utilise alors un générateur de tension idéal de force électromotrice E. On effectue une saisie automatique de la tension $u_c(t)$. Le montage est schématisé ci-dessous.

A l'instant initial, le condensateur est déchargé, on bascule alors l'interrupteur en position K_2.

1-Refaire le schéma du montage et représenter les tensions E, U_c, et U_R ainsi que le sens de i , la voie Y et la masse permettant de visualiser la courbe du document ci-dessous. Donner la relation entre E, U_C et U_R.

2-Montrer que le produit R.C est homogène à un temps.

3-Déduire de la courbe la constante de temps τ du dipôle. Calculer la résistance R sachant que C = 1 µF.

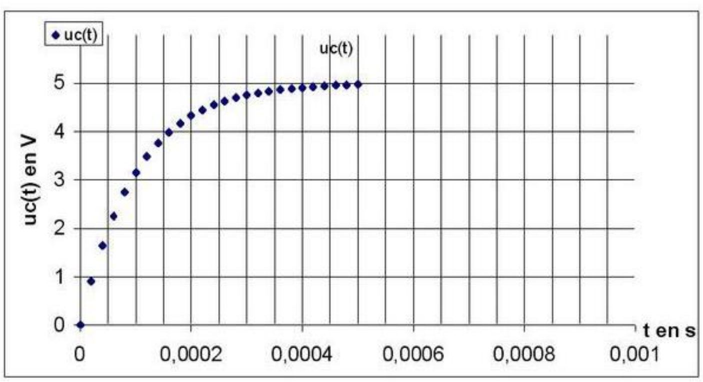
4-Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait u_c.

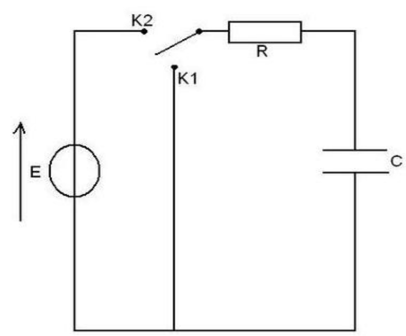
5-Déterminer la valeur de la force électromotrice E du générateur. Justifier

6-Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t = 0. Justifier.

7-Déterminer la valeur de l'intensité i dans le circuit pour t > 5 T. Justifier.

8-Montrer que $dU_C/dt = 10^4 (5-U_C)$. Tracer la courbe du_c/dt en fonction du temps.

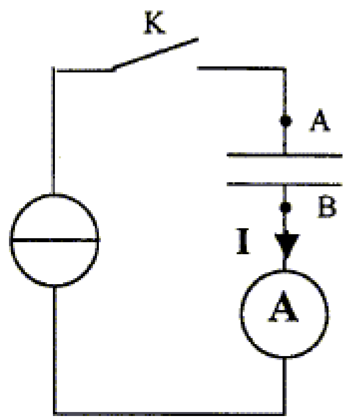




EXERCICE 5

1ère partie :

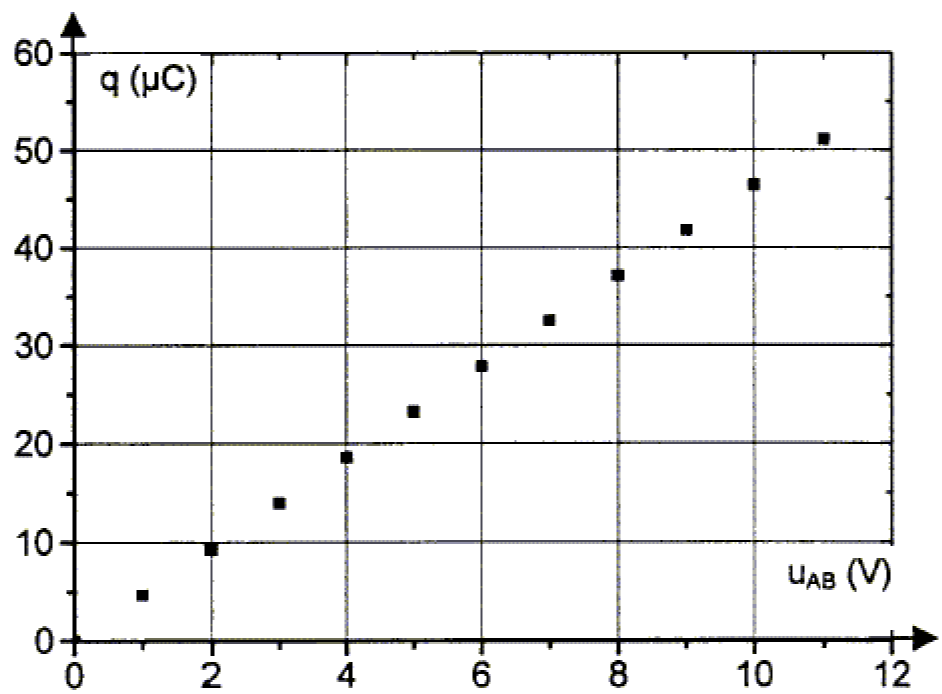
On réalise le circuit ci- dessous constitué d'un générateur de courant, d'un condensateur, d'un ampèremètre, et d'un interrupteur. Le condensateur est préalablement déchargé, et à la date t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. L'ampèremètre indique alors une valeur constante pour l'intensité I = 12 mA.



Un ordinateur muni d'une interface (non représenté) relève, à intervalles de temps réguliers, la tension u_{AB} aux bornes du condensateur.

t (s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
u_{AB}(V)	0,00	1,32	2,64	4,00	5,35	6,70	7,98	9,20	10,6

1. Rappeler la relation permettant de calculer la charge q du condensateur en fonction de I. Calculer q à la date t = 3,0 s.
2. On a représenté la courbe donnant la charge q du condensateur en fonction de u_{AB}. Déterminer à partir de cette dernière, par une méthode que l'on explicitera, la valeur de la capacité C du condensateur.



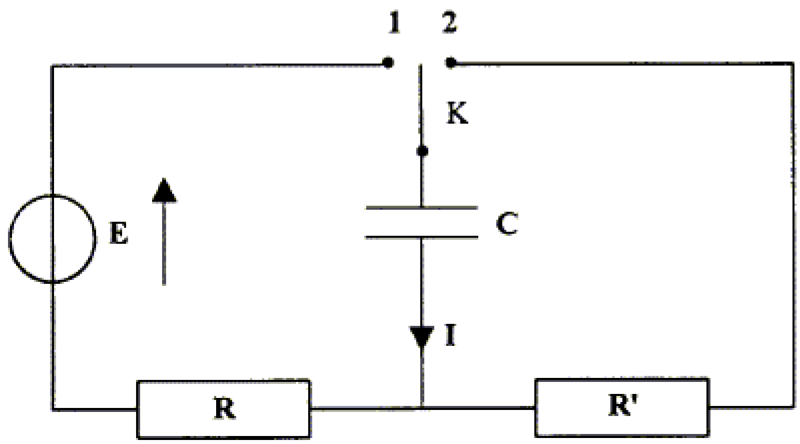
3. La valeur indiquée par le constructeur est C = 4,7 µF à 10 % près. La valeur obtenue est-elle en accord avec la tolérance du constructeur ?

2ème partie :

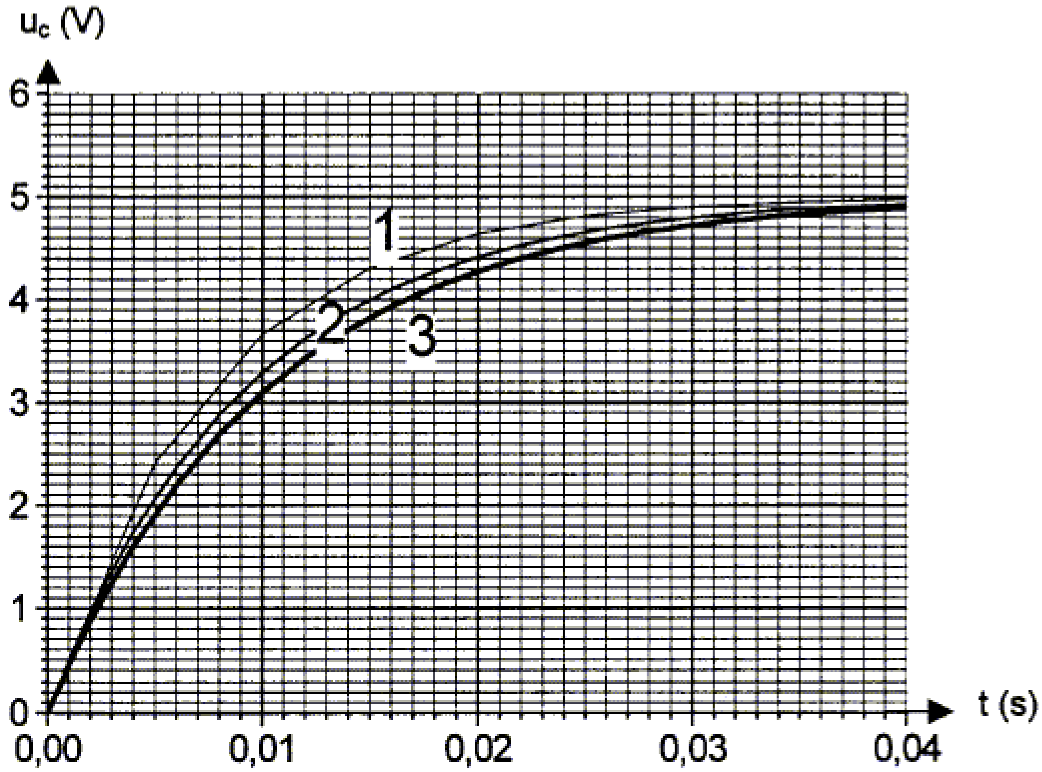
On étudie maintenant la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique. Pour cela, on réalise le montage suivant :

Le condensateur est initialement déchargé, et à la date t = 0 s, on bascule l'interrupteur en position 1.

Données : R = 2,2 kΩ ; C = 4,7 μF ; R' = 10 kΩ



1. Établir l'équation différentielle $E = RC\,du_C/dt + u_C$ vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur pendant la phase de charge.
2. La solution analytique de cette équation est de la forme : $u_C = A(1 - exp(- a.t))$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur. En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et a en fonction de E, R, C.
3. À partir graphe ci-dessous, déterminer la valeur E.



4. La méthode d'Euler permet de calculer, pas à pas, les valeurs de u_C et de du_C/dt à intervalles de temps réguliers choisis Δt. Si Δ t est considéré comme suffisamment petit dans le cadre de l'expérience, on peut écrire : $u_C(t + \Delta t) = u_C(t) + [du_C/dt]_t \, \Delta t$. On choisit Δ t = 1 ms.
   - A l'aide de l'équation différentielle, déterminer la valeur initiale de la dérivée notée :$[du_C/dt]_0$
   - En appliquant la méthode d'Euler, compléter le tableau suivant :

t(ms)	0	1	2	3
$u_C(t)$ (....)	0			
$[du_C/dt]$ (....)				

5. Sur le graphe, on a représenté trois courbes :
   Courbe n°1 : courbe obtenue par la méthode d'Euler avec un pas Δt = 5 ms,
   Courbe n°2 : courbe obtenue par la méthode d'Euler avec un pas Δ t = 2 ms,
   Courbe n°3 : représentation de la solution analytique de l'équation différentielle.
   - Quelle est l'influence du pas Δ t, utilisé dans la méthode d'Euler ?
   - Quels sont les avantages et les inconvénients d'avoir un Δ t très grand ou très petit ?
   - Qu'entend-on par "Si Δ t est considéré comme suffisamment petit dans le cadre de l'expérience" ?
6. Définir la constante de temps du circuit. Déterminer sa valeur à partir du graphe par une méthode que l'on explicitera. En déduire une nouvelle valeur expérimentale de C et la comparer à la valeur nominale.
7. On bascule alors l'inverseur en position 2. En justifiant, répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :
   - La durée de la décharge du condensateur est supérieure à celle de la charge.
   - La constante de temps du circuit lors de la décharge est égale à (R + R')C.