

P11. Régime transitoire dans un circuit RC Exercices

Exercice 1 : Charge d'un condensateur à intensité constante

Un condensateur de capacité $C = 3,3 \text{ mF}$ est chargé à l'aide d'un générateur de courant d'intensité constante $I = 0,20 \text{ mA}$.

1. Indiquer comment décharger au préalable complètement le condensateur.

A l'instant $t=0$, le condensateur est déchargé. On note $q_A = q$.

2. Donner la relation entre I et dq/dt .
3. En déduire la relation entre I , q et t .
4. Au bout d'une durée de charge de $4,0 \text{ min}$, déterminer :
 - les charges portées par les armatures
 - la tension u_{AB} .

La tension u_{AB} ne doit pas dépasser 40 V .

5. Déterminer la durée maximale t_{\max} de charge.

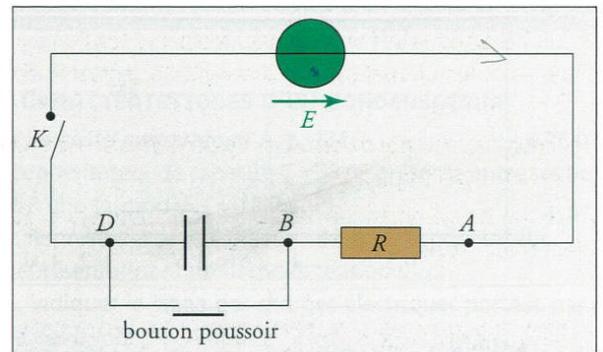
Exercice 2 : Equation différentielle d'une charge

On réalise la charge d'un condensateur de capacité $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$ selon le montage ci-contre.

Le générateur est une alimentation stabilisée délivrant une tension $E = 12,0 \text{ V}$. Le conducteur ohmique a une résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$.

A $t=0$, le condensateur est déchargé à l'aide du bouton poussoir puis on ferme l'interrupteur K .

On notera i le courant circulant dans le circuit et u la tension aux bornes du condensateur.



1. Trouver l'équation différentielle suivie par u .

Rappel : une équation différentielle est une équation avec une seule variable (ici, u) qui fait intervenir la variable et sa dérivée.

Cette équation différentielle admet comme solution : $u(t) = E \cdot (1 - e^{-t/RC})$

2. Montrer que cette expression de $u(t)$ est effectivement solution de l'équation différentielle trouvée au 1.

On appelle constante de temps $\tau = RC$.

3. Montrer que τ a pour unité des secondes.

4. Calculer la valeur de τ .

5. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$.

6. Exprimer littéralement, à l'instant $t=0 \text{ s}$, puis calculer les valeurs de :

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • u • du/dt | <ul style="list-style-type: none"> • i • di/dt |
|--|--|

7. Représenter sur une courbe l'allure de $u(t)$ puis sur une autre courbe l'allure de $i(t)$.

8. ☆ Déterminer la date t , notée $t_{1/2}$, pour laquelle le condensateur a atteint la moitié de sa charge finale :

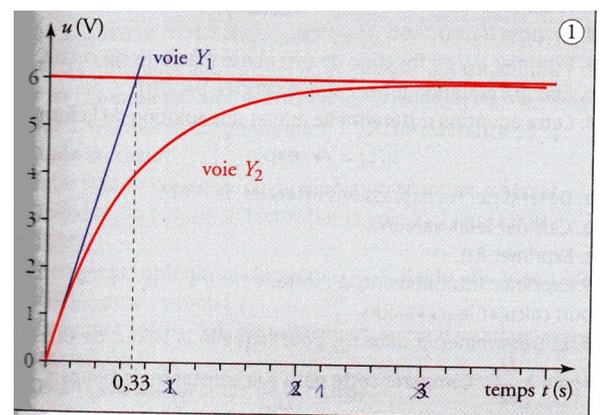
$$u(t_{1/2}) = E/2.$$

Exercice 3 : Charge d'un condensateur

Au cours de la charge d'un condensateur $C =$ branché en série avec une résistance $R = 992 \text{ }\Omega$, mesurée à l'ohmmètre, et avec un générateur de tension en créneaux, on a relevé les courbes ci-contre :

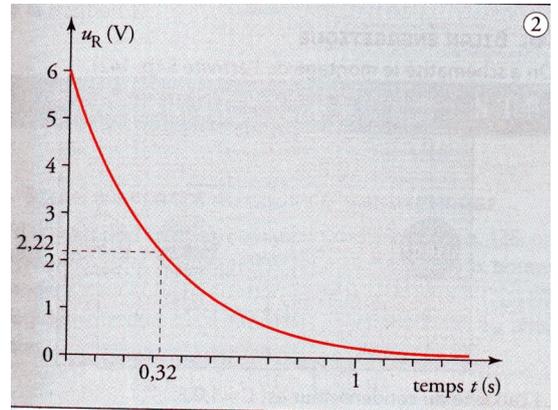
Sur le document 1, déterminer :

1. à quelles tensions correspondent les voies Y_1 et Y_2
2. la constante de temps τ
3. le pourcentage de la charge du condensateur à $t = \tau$ par rapport à sa charge finale.
4. Au bout de combien de temps peut-on considérer que le condensateur a atteint sa charge maximale ? Comparer cette durée à τ .



Le document 2 représente la tension aux bornes de la résistance.

5. Comment a-t-on pu obtenir cette courbe à partir des courbes du document 1 ?
6. Quelle est la valeur de l'intensité du courant à l'instant $t=0$?
7. Déterminer la constante de temps à partir de cette courbe. Est-elle identique à celle de la tension aux bornes du condensateur ?
8. Retrouver cette valeur par la méthode de la tangente.
9. Calculer la valeur de la capacité du condensateur.



Exercice 4 : Equation différentielle d'une décharge

On réalise la décharge d'un condensateur de capacité $C = 470 \mu\text{F}$.

Le conducteur ohmique a une résistance $R = 4,7 \text{ k}\Omega$.

A $t=0$ s, le condensateur est chargé : la tension u_{BA} à ses bornes est égale à $U_0 = 10,0 \text{ V}$ et on ferme l'interrupteur K .

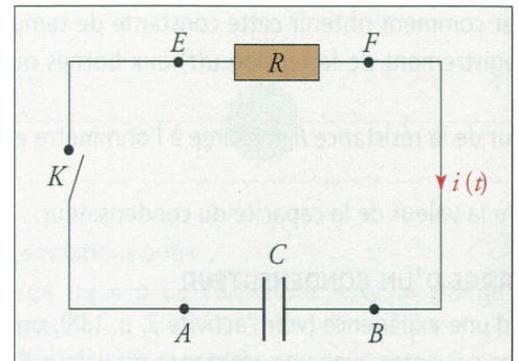
1. Quels sont les signes des charges q_A et q_B à $t = 0^+$?
2. Indiquer le sens du courant positif de décharge.
3. En déduire le signe de i au cours de la décharge.

On pose $q = q_B$ et $u = u_{BA}$.

4. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.

Cette équation admet une solution de la forme $u(t) = A e^{-t/\tau}$.

5. Donner l'expression de τ et calculer sa valeur.
6. Déterminer A à l'aide des conditions à $t = 0$.
7. Exprimer $i(t)$ et vérifier la cohérence de la réponse à la question 3.



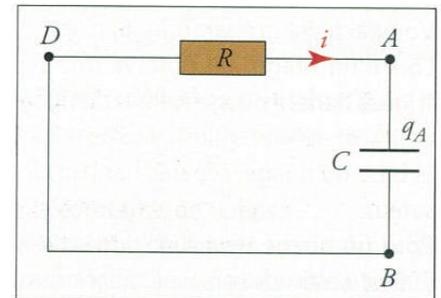
Exercice 5 : Décharge d'un condensateur

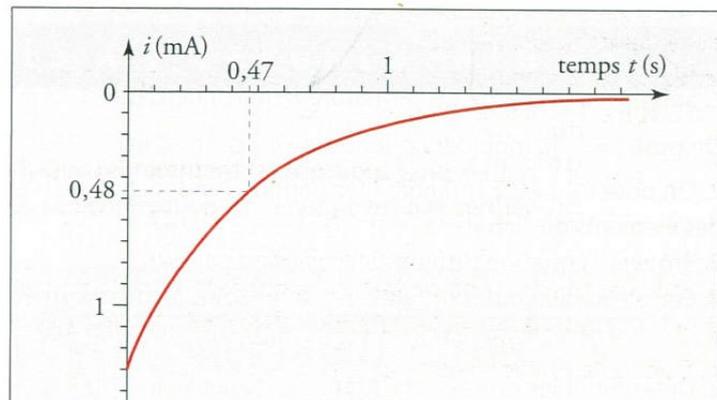
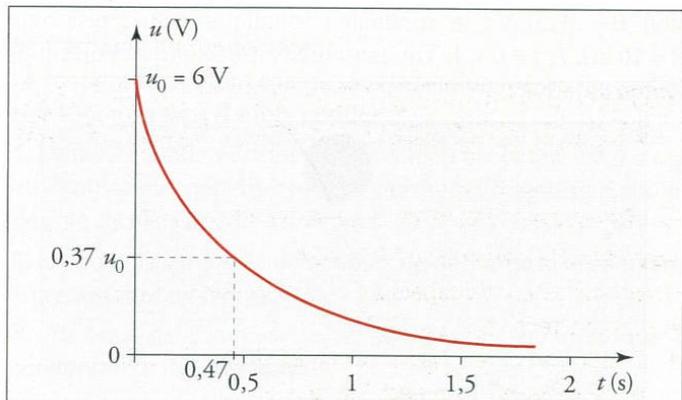
On effectue la décharge d'un condensateur dans une résistance R .

On trace à l'aide d'un logiciel l'évolution de la tension $u = u_{AB}$ aux bornes du condensateur et de l'intensité i .

1. Rappeler la relation entre i et du/dt .
2. A l'instant $t=0$, $u_{AB} > 0$. Quel est le signe de la charge q_A ?

On a obtenu les courbes ci-dessous :





3. A l'aide de ces courbes, déterminer :
 - à $t=0$, les tensions aux bornes de C et R
 - l'intensité du courant
 - la valeur de la constante de temps du circuit.
4. En déduire :
 - la valeur de la résistance R
 - la valeur de la capacité C du condensateur

Exercice 6 : Jour d'orage

Lors d'un orage, on observe une séparation des charges électriques dans le nuage : le bas du nuage est chargé négativement et la surface au sol est chargée positivement. Le sol et la base du nuage, séparés par l'air, forment un énorme condensateur.

Pour un nuage de 1 km^2 de surface, dont la base est située à 700 m d'altitude, on évalue la capacité du condensateur équivalente à $C = 13 \text{ nF}$.

1. Pour une tension $U = 100 \text{ MV}$ entre le sol et le nuage, calculer l'énergie emmagasinée dans ce condensateur.
2. Sait-on actuellement récupérer cette énergie ?
3. Comment expliquer le phénomène de la foudre ?

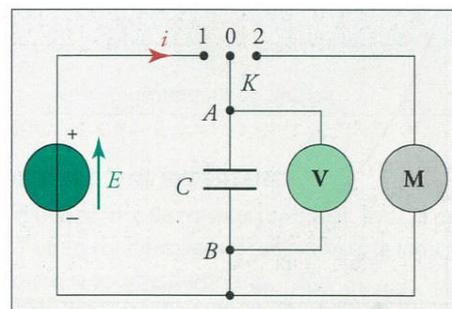
Exercice 7 : Bilan énergétique

On réalise le montage ci-contre.

Le condensateur a une capacité $C = 1,0 \text{ F}$. Il est branché en dérivation avec un moteur M , à l'aide d'un interrupteur K à 2 points (2 positions).

Lorsqu'on ouvre l'interrupteur, le voltmètre indique $U_1 = 7,0 \text{ V}$.

On bascule l'interrupteur sur la position 2. Le moteur tourne, provoquant la montée du solide S de masse 100 g . Lorsque l'intensité est trop faible, le moteur s'arrête : le solide est monté de $1,8 \text{ m}$. Le voltmètre indique alors $U_2 = 2,6 \text{ V}$.



1. Calculer l'énergie E_1 emmagasinée dans le condensateur au moment du basculement de K sur la position 2.
2. Décrire les transformations de l'énergie au cours de la montée du solide (sous quelle forme évolue l'énergie totale : cinétique, potentielle, électrique ... ?)
3. Calculer l'énergie E_2 qui reste emmagasinée dans le condensateur lorsque le moteur s'arrête.
4. Calculer le gain d'énergie potentielle du solide lors de son ascension.
5. Définir et calculer le rendement η de cette transformation d'énergie.