BURHAN

Dipôle RC : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Version en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/dipole-rc/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Dipôle RC	Entraînement	7

Exercice 1

Capacité déduite de la pente d'une charge à courant constant

Pour mesurer la capacité C d'un condensateur, on le charge avec un générateur idéal de courant qui débite $I = 50\,\mu\text{A}$. Un interrupteur K', monté en parallèle sur le condensateur, est fermé puis ouvert à l'instant $t = 0$. On relève la tension u_C toutes les deux secondes.

t (s)	u_C (V)
0	0
2	0,84
4	1,66
6	2,51
8	3,32
10	4,17
12	5,01

1

Pourquoi ferme-t-on puis ouvre-t-on l'interrupteur K' à $t = 0$? Comment branche-t-on le voltmètre ?

INDICE

Outil : que vaut la tension aux bornes d'un interrupteur fermé ?

CORRIGÉ

Fermer K' relie les deux armatures : le condensateur se décharge entièrement, et $q(0) = 0$. En l'ouvrant à $t = 0$, on lance la charge à cet instant précis. Le voltmètre se branche en dérivation aux bornes du condensateur, pour mesurer u_C.

2

Montrer que $u_C = \dfrac{I}{C}\,t$.

INDICE

Début : relier l'intensité constante au débit de charge, puis la charge à la tension.

CORRIGÉ

L'intensité I est constante et $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$: la charge augmente de I coulombs par seconde. Partant de $q(0) = 0$, elle vaut $q = I\,t$. Avec $u_C = \dfrac{q}{C}$, on obtient $u_C = \dfrac{I}{C}\,t$: la tension est proportionnelle au temps.

3

Représenter u_C en fonction de t, modéliser les points par une droite passant par l'origine et déterminer son coefficient directeur k.

INDICE

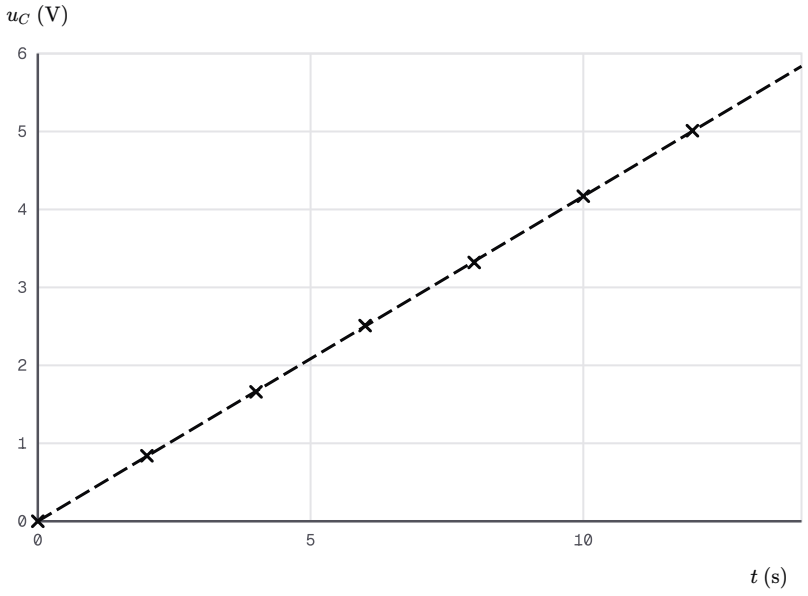
Outil : trace une droite par l'origine, au plus près des points mesurés ; sa pente se lit sur deux points éloignés de la droite.

CORRIGÉ

Les points sont alignés avec l'origine : on les modélise par une droite d'équation $u_C = k\,t$ (figure ci-dessous). Son coefficient directeur vaut :

$$k \approx 0{,}42\ \mathrm{V\cdot s^{-1}}$$

La tension croît d'environ $0{,}42\ \mathrm{V}$ chaque seconde.



Points relevés pendant la charge sous intensité constante, avec la droite issue de l'origine ajustée au plus près.

Droite de modélisation calculée par moindres carrés sur 7 points : y = a x, avec a ≈ 0,4169.

4

En déduire la capacité C du condensateur.

INDICE

Outil : par identification, $k = \dfrac{I}{C}$.

CORRIGÉ

$$\begin{aligned} C &= \frac{I}{k} \\ &= \frac{50 \times 10^{-6}\,\mathrm{A}}{0{,}42\,\mathrm{V \cdot s^{-1}}} \\ &= 1{,}2 \times 10^{-4}\,\mathrm{F} \end{aligned}$$

La capacité vaut environ $1{,}2 \times 10^{2}\ \mu\mathrm{F}$.

5

La notice du condensateur interdit de dépasser $9{,}0\,\mathrm{V}$. Pendant combien de temps peut-on prolonger la charge à courant constant ?

INDICE

Ensuite : isoler t dans $u_C = \dfrac{I}{C}\,t$ avec la capacité trouvée.

CORRIGÉ

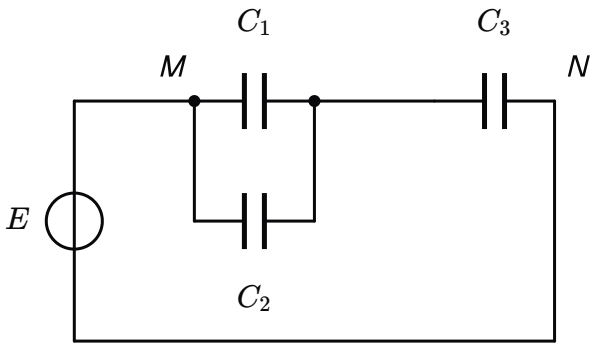
$$\begin{aligned} t_{\max} &= \frac{C\,U}{I} \\ &= \frac{1{,}2 \times 10^{-4}\,\mathrm{F}}{50 \times 10^{-6}\,\mathrm{A}} \\ &\quad \times 9{,}0\,\mathrm{V} \\ &= 22\,\mathrm{s} \end{aligned}$$

Il faut arrêter la charge avant $22\,\mathrm{s}$ environ.

Exercice 2

Obtenir une capacité donnée en associant des condensateurs

Le schéma ci-dessous représente trois condensateurs initialement déchargés, de capacités $C_1 = 6{,}8\,\mu\text{F}$, $C_2 = 3{,}3\,\mu\text{F}$ et $C_3 = 10\,\mu\text{F}$, associés entre les points M et N et alimentés par un générateur de tension.



Association de trois condensateurs alimentée entre les points M et N par un générateur de tension.

1

Calculer la capacité C_{12} de l'association de C_1 et de C_2.

INDICE

Début : les condensateurs C_1 et C_2 sont-ils branchés entre les mêmes points ?

CORRIGÉ

Les condensateurs C_1 et C_2 ont les mêmes bornes : ils sont en parallèle.

$$\begin{aligned} C_{12} &= C_1 + C_2 \\ &= 6{,}8\,\mu\text{F} + 3{,}3\,\mu\text{F} \\ &= 10{,}1\,\mu\text{F} \\ &\approx 10\,\mu\text{F} \end{aligned}$$

À deux chiffres significatifs, comme les données, l'association de C_1 et C_2 équivaut à un condensateur d'environ $10\,\mu\text{F}$; on garde $10{,}1\,\mu\text{F}$ dans la suite du calcul pour ne pas cumuler les arrondis.

2

En déduire la capacité équivalente C_{eq} de l'association entre M et N.

INDICE

Ensuite : le dipôle de capacité C_{12} et le condensateur C_3 sont traversés par le même courant.

CORRIGÉ

Le dipôle de capacité C_{12} est en série avec C_3 :

$$\begin{aligned} C_{\text{eq}} &= \frac{C_{12}\,C_3}{C_{12}+C_3} \\ &= \frac{10{,}1 \times 10}{20{,}1}\,\mu\text{F} \\ &= 5{,}0\,\mu\text{F} \end{aligned}$$

L'association entre M et N équivaut à un condensateur de $5{,}0\,\mu\text{F}$, moins que C_{12} et que C_3.

3

On ne dispose plus que de condensateurs de capacité $6{,}8\,\mu\text{F}$. Comment en associer deux pour obtenir $3{,}4\,\mu\text{F}$? Et pour obtenir $13{,}6\,\mu\text{F}$?

INDICE

Début : pour deux condensateurs identiques, écrire la capacité équivalente de chaque montage en fonction de C.

CORRIGÉ

En série, deux condensateurs identiques donnent la moitié de leur capacité : $\dfrac{6{,}8}{2} = 3{,}4\,\mu\text{F}$. En parallèle, ils en donnent le double : $2 \times 6{,}8 = 13{,}6\,\mu\text{F}$. On monte donc les deux condensateurs en série pour obtenir $3{,}4\,\mu\text{F}$, en parallèle pour obtenir $13{,}6\,\mu\text{F}$.

4

Chaque condensateur supporte au plus $20\,\text{V}$. Deux condensateurs de $6{,}8\,\mu\text{F}$ montés en série sont soumis à $30\,\text{V}$. Montrer que chacun reçoit $15\,\text{V}$, puis conclure sur l'intérêt du montage en série.

INDICE

Point délicat : en série, les deux condensateurs, déchargés au départ, portent la même charge.

CORRIGÉ

En série, les deux condensateurs portent la même charge q ; leurs capacités étant égales, $u_1 = \dfrac{q}{C} = u_2$. La loi d'additivité des tensions donne $u_1 + u_2 = 30\,\text{V}$, donc $u_1 = u_2 = 15\,\text{V}$. Chacun reste sous $20\,\text{V}$: le montage en série supporte une tension qu'un condensateur seul ne supporterait pas.

Exercice 3

Établir l'équation différentielle de la charge et vérifier sa solution

Un dipôle RC est formé d'un résistor de résistance $R = 5{,}6\,\text{k}\Omega$ et d'un condensateur de capacité $C = 820\,\text{nF}$, initialement déchargé. À $t = 0$, on le soumet à un échelon de tension de hauteur $E = 12\,\text{V}$. Le courant d'intensité i est orienté vers l'armature A, de charge q.

1

Schématiser le circuit pendant la charge, puis y flécher les tensions u_R et u_C en convention récepteur.

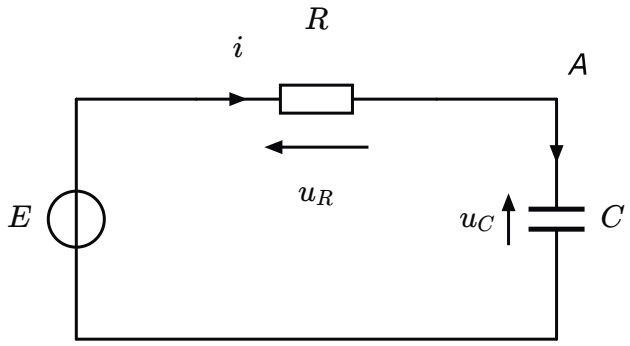
INDICE

Outil : en convention récepteur, la flèche de tension d'un dipôle et la flèche du courant qui le traverse sont de sens opposés.

CORRIGÉ

Le générateur, le résistor et le condensateur forment une seule maille ; le courant orienté traverse le résistor puis entre dans le condensateur par l'armature A (figure ci-dessous).

Pour chaque dipôle passif, la flèche de tension pointe vers la borne par laquelle entre le courant orienté : la flèche de u_C pointe vers A, celle de u_R vers la borne du résistor reliée au générateur. Les deux flèches sont de sens opposé à celui de i.



Dipôle RC soumis à l'échelon : sens du courant choisi et tensions u_R et u_C fléchées en convention récepteur.

2

Montrer que, pour $t \geq 0$, la tension u_C vérifie $RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$.

INDICE

Outil : loi d'additivité des tensions, puis loi d'Ohm et relation entre intensité et tension du condensateur.

CORRIGÉ

Loi d'additivité des tensions. Pour $t \geq 0$, la tension aux bornes du dipôle vaut E :

$$u_R + u_C = E$$

Loi d'Ohm. En convention récepteur, $u_R = R\,i$.

Condensateur. $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $q = C\,u_C$, donc $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$.

En remplaçant u_R :

$$RC\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$$

C'est l'équation demandée.

3

En déduire l'équation différentielle vérifiée par la charge q.

INDICE

Outil : remplacer u_C par $\dfrac{q}{C}$.

CORRIGÉ

Avec $u_C = \dfrac{q}{C}$, on a $C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$. L'équation devient :

$$R\,\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} + \frac{q}{C} = E$$

La charge vérifie une équation de même forme que la tension.

4

On propose $u_C(t) = A + B\,e^{-t/\tau}$, où A, B et τ sont des constantes. Déterminer A et τ en fonction de E, R et C, puis B grâce à la condition initiale.

INDICE

Début : dériver, remplacer dans l'équation, puis écrire que l'égalité est vraie pour tout $t \geq 0$.

CORRIGÉ

Dérivée. $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{B}{\tau}\,e^{-t/\tau}$.

Substitution. Pour tout $t \geq 0$:

$$B\left(1 - \frac{RC}{\tau}\right)e^{-t/\tau} + A = E$$

Identification. Le terme en exponentielle varie avec t alors que $E - A$ est constant : il est nul, donc $\tau = RC$ et $A = E$.

Condition initiale. Le condensateur est déchargé et u_C est continue : $u_C(0) = 0$, soit $A + B = 0$ et $B = -E$.

La solution est $u_C(t) = E\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ avec $\tau = RC$.

5

Calculer τ, puis la charge Q du condensateur en régime permanent.

INDICE

Outil : en régime permanent, $u_C = E$; convertir d'abord en ohms et en farads.

CORRIGÉ

Conversions : $R = 5{,}6 \times 10^{3}\,\Omega$ et $C = 8{,}20 \times 10^{-7}\,\mathrm{F}$.

$$\begin{aligned}\tau &= R\,C \\ &= 5{,}6 \times 10^{3}\,\Omega \\ &\quad \times 8{,}20 \times 10^{-7}\,\mathrm{F} \\ &= 4{,}6 \times 10^{-3}\,\mathrm{s}\end{aligned}$$

En régime permanent, $u_C = E$:

$$\begin{aligned}Q &= C\,E \\ &= 8{,}20 \times 10^{-7}\,\mathrm{F} \times 12\,\mathrm{V} \\ &= 9{,}8 \times 10^{-6}\,\mathrm{C}\end{aligned}$$

La constante de temps vaut environ $4{,}6\,\mathrm{ms}$ et la charge finale environ $9{,}8\,\mu\mathrm{C}$.

Exercice 4

Décharge dans un résistor : équation, solution et sens réel du courant

Un condensateur de capacité $C = 47\,\mu\text{F}$, chargé sous la tension $E = 8{,}0\,\text{V}$, se décharge à partir de $t = 0$ dans un résistor de résistance $R = 33\,\text{k}\Omega$. On garde l'orientation de la charge : courant i orienté vers l'armature A, tensions u_R et u_C en convention récepteur.

1

Montrer que $RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$ pour $t \geq 0$.

INDICE

Outil : le générateur ne fait plus partie de la maille.

CORRIGÉ

Le circuit ne comporte plus que le résistor et le condensateur. La loi d'additivité des tensions s'écrit :

$$u_R + u_C = 0$$

Avec la loi d'Ohm $u_R = R\,i$ et $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, on obtient $RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$, l'équation annoncée.

2

Vérifier que $u_C(t) = E\,e^{-t/\tau}$, avec $\tau = RC$, est solution de cette équation et respecte la condition initiale.

INDICE

Début : dériver u_C, multiplier par RC et comparer à u_C.

CORRIGÉ

Pour $t \geq 0$, $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau}$, donc :

$$RC\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = -E\,e^{-t/\tau}$$

C'est l'opposé de u_C : la somme est nulle pour tout $t \geq 0$. De plus, $u_C(0) = E$: c'est la tension juste avant le basculement, que la continuité de u_C conserve. La fonction proposée est bien la solution.

3

Exprimer $i(t)$ pour $t > 0$, puis calculer l'intensité juste après le basculement.

INDICE

Outil : $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ et $RC = \tau$.

CORRIGÉ

$$\begin{aligned} i &= -\frac{E}{R}\,e^{-t/\tau} \\ i(0^+) &= -\frac{E}{R} \\ &= -\frac{8{,}0\ \mathrm{V}}{33\times 10^{3}\ \Omega} \\ &= -2{,}4\times 10^{-4}\ \mathrm{A} \end{aligned}$$

Juste après le basculement, l'intensité vaut environ $-0{,}24\ \mathrm{mA}$.

4

Représenter l'allure de la courbe de $i(t)$ pour $t \geq 0$, en indiquant sa valeur juste après le basculement et sa limite.

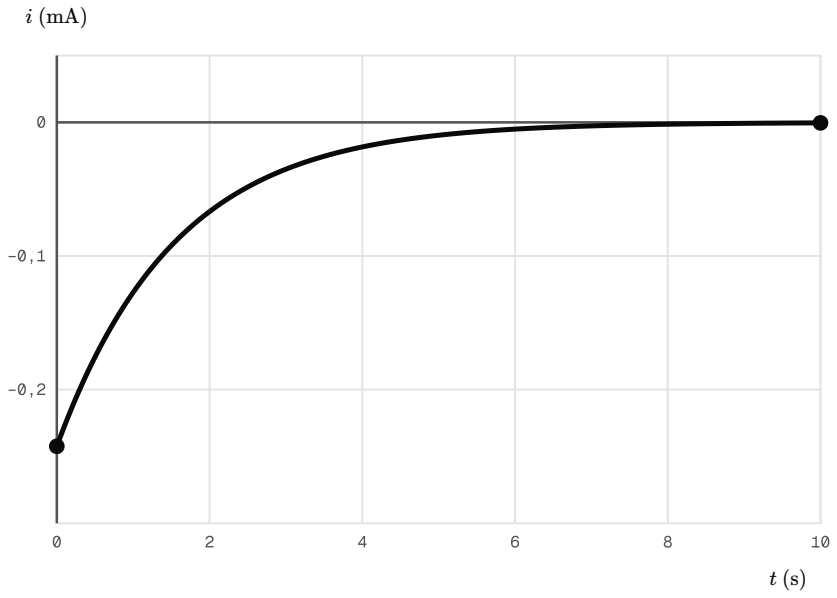
INDICE

Début : chercher le signe de i, sa valeur en $t = 0^+$, puis ce que devient $e^{-t/\tau}$ quand t devient grand devant τ.

CORRIGÉ

L'intensité est négative pour tout $t > 0$; elle vaut $-0{,}24\,\mathrm{mA}$ juste après le basculement, puis sa valeur absolue diminue, car $e^{-t/\tau}$ décroît vers 0. La courbe reste donc sous l'axe des temps et remonte vers 0, qu'elle atteint pratiquement au bout de quelques constantes de temps (figure ci-dessous).

Avant le basculement, aucun courant ne circule dans le résistor : l'intensité passe brusquement de 0 à sa valeur négative.



Allure de l'intensité i lors de la décharge, avec le sens orienté de la charge.

5

Dans quel sens le courant circule-t-il réellement ? Que devient la charge de l'armature A ?

INDICE

Outil : comparer le signe de i au sens de la flèche du courant.

CORRIGÉ

L'intensité i est négative pour tout $t > 0$: le courant circule en réalité à contresens de la flèche du courant, il sort de l'armature A. La charge $q = C\,u_C$ de cette armature diminue et tend vers 0.

6

Calculer τ et estimer la durée pratique de la décharge.

INDICE

Outil : la décharge est pratiquement terminée au bout de 5τ.

CORRIGÉ

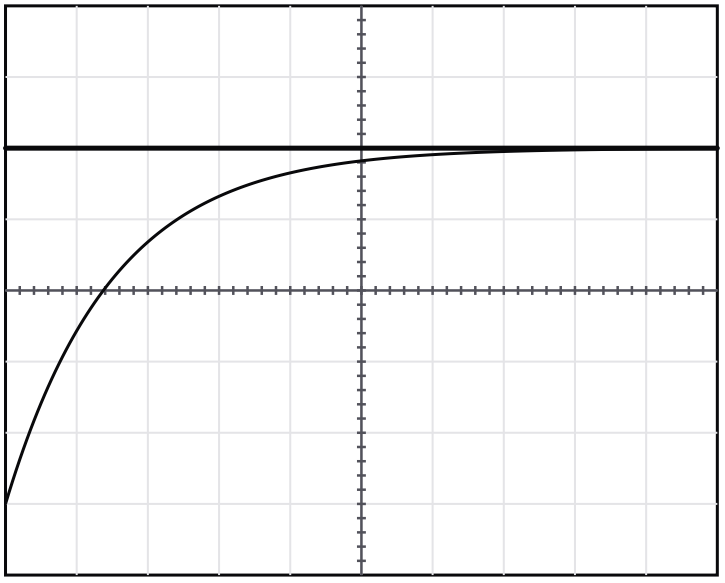
$$\begin{aligned}\tau &= R\,C \\ &= 33\times10^{3}\,\Omega \\ &\quad\times 47\times10^{-6}\,\mathrm{F} \\ &= 1{,}6\,\mathrm{s}\end{aligned}$$

Avec la valeur non arrondie $\tau \approx 1{,}55\,\mathrm{s}$, la décharge est pratiquement terminée au bout de $5\tau \approx 5 \times 1{,}55\,\mathrm{s} \approx 7{,}8\,\mathrm{s}$.

Exercice 5

Exploiter un oscillogramme de charge pour déterminer une capacité

À l'instant $t = 0$, un générateur de tension idéal applique un échelon de tension à un dipôle formé d'un résistor de résistance $R = 680\,\Omega$ et d'un condensateur déchargé, de capacité C inconnue, montés en série. Le résistor est relié à la borne positive du générateur, le condensateur à sa borne négative. Un oscilloscope à mémoire enregistre deux tensions. Réglages : balayage $1\,\mathrm{ms/div}$, sensibilité $1\,\mathrm{V/div}$ sur chaque voie, zéro des deux voies placé trois divisions sous le centre de l'écran.



Voie Y_1 : 1 V/div, zéro 3 divisions au-dessous du centre

Voie Y_2 : 1 V/div, zéro 3 divisions au-dessous du centre Balayage : 1 ms/div

Oscillogramme de la charge : voie Y1 et voie Y2, enregistrées à partir de l'instant où l'échelon est appliqué.

1

Quelle tension chaque voie visualise-t-elle ? Où relier la masse de l'oscilloscope ?

INDICE

Outil : la tension du générateur est constante dès $t = 0$; celle du condensateur part de 0.

CORRIGÉ

La voie Y_1 montre une tension constante dès $t = 0$: c'est la tension E aux bornes du générateur. La voie Y_2 montre une tension qui croît progressivement à partir de 0 : c'est u_C. La masse, commune aux deux voies, est reliée au point commun au générateur et au condensateur, de sorte que les deux tensions aient la même référence.

2

Lire la hauteur E de l'échelon.

INDICE

Outil : tension = nombre de divisions au-dessus du zéro × sensibilité.

CORRIGÉ

Sur la voie Y_1, le trait est cinq divisions au-dessus du zéro :

$$\begin{aligned} E &= 5 \times 1\,\mathrm{V} \\ &= 5{,}0\,\mathrm{V} \end{aligned}$$

La hauteur de l'échelon vaut $5{,}0\,\mathrm{V}$.

3

Déterminer la constante de temps τ par la lecture à 63 % de E.

INDICE

Début : calculer $0{,}63\,E$, le convertir en divisions, puis lire l'instant correspondant sur la voie Y_2.

CORRIGÉ

$0{,}63\,E \approx 3{,}2\,\mathrm{V}$, soit $3{,}2$ divisions au-dessus du zéro. La voie Y_2 atteint ce niveau après environ $1{,}5$ division :

$$\tau \approx 1{,}5\,\mathrm{ms}$$

La constante de temps vaut environ $1{,}5\,\mathrm{ms}$.

4

En déduire la capacité C.

INDICE

Outil : $\tau = RC$.

CORRIGÉ

$$\begin{aligned} C &= \frac{\tau}{R} \\ &= \frac{1{,}5 \times 10^{-3}\,\mathrm{s}}{680\,\Omega} \\ &= 2{,}2 \times 10^{-6}\,\mathrm{F} \end{aligned}$$

La capacité vaut environ $2{,}2\,\mu\mathrm{F}$.

5

Quelle durée faut-il pour que le condensateur soit pratiquement chargé ? Le balayage choisi permet-il de l'observer ?

INDICE

Ensuite : comparer 5τ à la largeur de l'écran, en divisions.

CORRIGÉ

La charge est pratiquement terminée après $5\tau \approx 7{,}5\,\text{ms}$, soit $7{,}5$ divisions. L'écran, large de 10 divisions, montre donc la fin du régime transitoire et le début du régime permanent.

Exercice 6

Énergie d'un condensateur pendant la charge et lors d'une décharge partielle

Un condensateur de capacité $C = 560\,\mu\mathrm{F}$, initialement déchargé, est chargé à travers un résistor sous un échelon de tension de hauteur $E = 20\,\mathrm{V}$. On donne $1 - e^{-1} \approx 0{,}632$.

1

La puissance électrique reçue par le condensateur vaut $p = u_C\, i$. Montrer que p est la dérivée par rapport au temps de $\dfrac{1}{2}\,C\,u_C^2$. En déduire l'énergie reçue par le condensateur, parti de l'état déchargé, lorsque sa tension vaut u_C.

INDICE

Début : remplacer i par $C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, puis dériver u_C^2 comme le carré d'une fonction : $\left(v^2\right)' = 2\,v\,v'$.

CORRIGÉ

Puissance. Avec $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$:

$$p = C\,u_C\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$$

Dérivée. La règle du carré donne :

$$\begin{aligned}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{1}{2}\,C\,u_C^2\right) &= \frac{1}{2}\,C \times 2\,u_C\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} \\ &= C\,u_C\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}\end{aligned}$$

Les deux expressions coïncident : p est la dérivée de $\dfrac{1}{2}\,C\,u_C^2$.

Énergie. L'énergie reçue est la grandeur dont la dérivée est p et qui est nulle quand le condensateur est déchargé. La fonction $\dfrac{1}{2}\,C\,u_C^2$ remplit ces deux conditions, puisqu'elle vaut 0 pour $u_C = 0$: l'énergie reçue, emmagasinée par le condensateur, vaut $\mathcal{E}_e = \dfrac{1}{2}\,C\,u_C^2$.

2

Calculer l'énergie $\mathcal{E}_{\max}$ emmagasinée en fin de charge.

INDICE

Outil : en régime permanent, $u_C = E$.

CORRIGÉ

En régime permanent, $u_C = E$; on convertit $C = 5{,}60 \times 10^{-4}\,\mathrm{F}$.

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_{\max} &= \frac{1}{2}\,C\,E^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 5{,}60 \times 10^{-4}\,\mathrm{F} \\ &\quad \times (20\,\mathrm{V})^2 \\ &= 0{,}11\,\mathrm{J}\end{aligned}$$

En fin de charge, le condensateur emmagasine environ $0{,}11\,\mathrm{J}$.

3

Calculer l'énergie emmagasinée à l'instant $t = \tau$. Quelle fraction de $\mathcal{E}_{\max}$ représente-t-elle ?

INDICE

Point délicat : à $t = \tau$, c'est la tension qui vaut 63 % de E, pas l'énergie.

CORRIGÉ

À $t = \tau$, $u_C = 0{,}632\,E \approx 12{,}64\,\mathrm{V}$.

$$\begin{aligned}\mathcal{E}(\tau) &= \frac{1}{2}\,C\,u_C^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 5{,}60 \times 10^{-4}\,\mathrm{F} \\ &\quad \times (12{,}64\,\mathrm{V})^2 \\ &= 4{,}5 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}\end{aligned}$$

Le rapport vaut $0{,}632^2 \approx 0{,}40$: à $t = \tau$, le condensateur ne possède qu'environ 40 % de son énergie finale, alors que sa tension a atteint 63 % de E.

4

Le condensateur, chargé sous $20\,\mathrm{V}$, se décharge partiellement jusqu'à $8{,}0\,\mathrm{V}$. Calculer l'énergie qu'il cède.

INDICE

Outil : l'énergie cédée est la différence entre les énergies emmagasinées avant et après.

CORRIGÉ

$$\begin{aligned}\Delta\mathcal{E} &= \frac{1}{2}\,C\left(E^2 - u^2\right) \\ &= \frac{1}{2} \times 5{,}60 \times 10^{-4}\,\mathrm{F} \\ &\quad \times (400 - 64)\,\mathrm{V}^2 \\ &= 9{,}4 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}\end{aligned}$$

Le condensateur cède environ $9{,}4 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$.

5

Cette décharge partielle dure $0{,}25\,\mathrm{s}$. Calculer la puissance moyenne cédée.

INDICE

Outil : une puissance moyenne est une énergie divisée par une durée.

CORRIGÉ

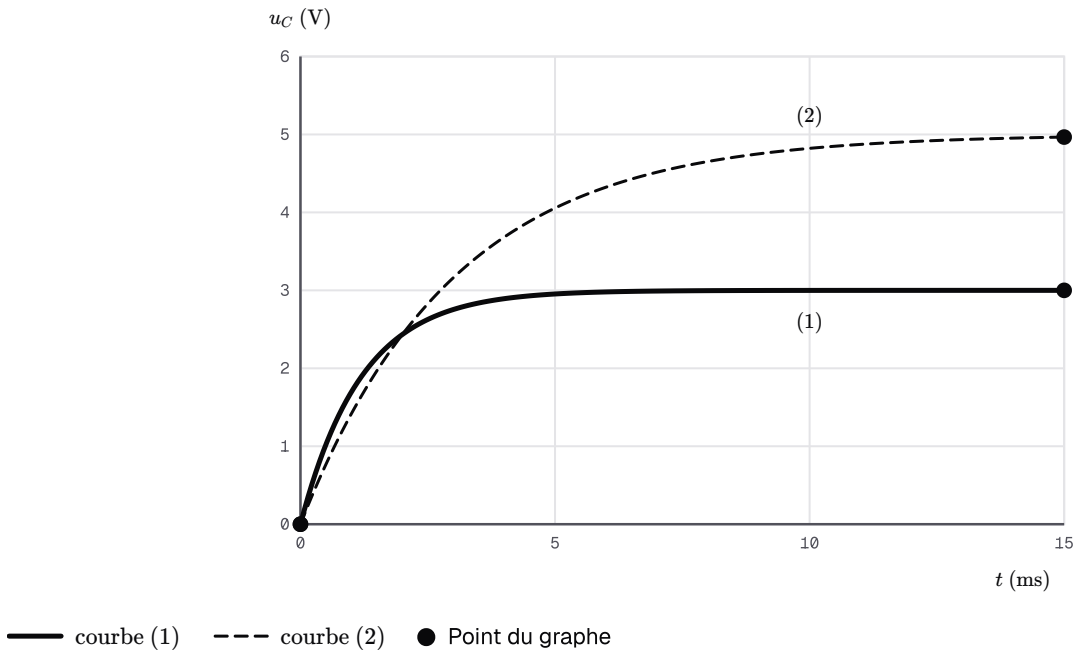
$$\begin{aligned} P_{\text{moy}} &= \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta t} \\ &= \frac{9{,}4 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}}{0{,}25\,\mathrm{s}} \\ &= 0{,}38\,\mathrm{W} \end{aligned}$$

La puissance moyenne cédée vaut environ $0{,}38\,\mathrm{W}$.

Exercice 7

Influence de la résistance et de la tension sur la charge d'un condensateur

Un élève charge le même condensateur, de capacité $C = 0{,}68\ \mu\text{F}$, lors de deux expériences : entre les deux, il a modifié la résistance R du résistor et la hauteur E de l'échelon. Un système d'acquisition donne les courbes (1) et (2) de u_C en fonction du temps.



Charge du même condensateur dans deux expériences : courbes (1) et (2) de u_C en fonction du temps.

1

Proposer le schéma d'un montage qui permet d'enregistrer $u_C(t)$ lors de la charge sous un échelon de tension, en indiquant où relier la masse et les deux voies du système d'acquisition.

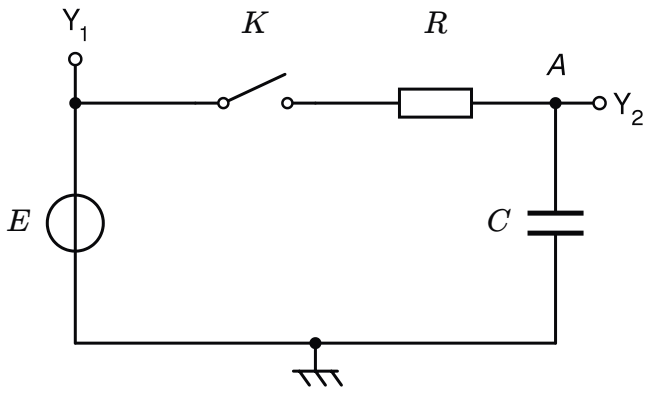
INDICE

Début : placer en série le générateur, un interrupteur, le résistor et le condensateur ; les deux voies mesurent une tension par rapport à la masse.

CORRIGÉ

Le générateur, un interrupteur K, le résistor et le condensateur sont montés en série : fermer K à $t = 0$ applique l'échelon (figure ci-dessous).

La masse est reliée au fil commun au générateur et au condensateur. La voie Y_1, reliée à la borne haute du générateur, enregistre la tension E ; la voie Y_2, reliée à l'armature A, enregistre u_C. Avant chaque essai, on décharge le condensateur en reliant ses deux armatures par un fil.



Montage proposé pour enregistrer la charge : interrupteur, résistor et condensateur en série avec le générateur, masse et deux voies.

2

Proposer un protocole pour étudier l'influence de la seule résistance R sur la charge.

INDICE

Outil : pour attribuer un effet à un paramètre, on ne modifie que lui.

CORRIGÉ

On garde le même condensateur et la même hauteur d'échelon E, et l'on ne change que R. Pour chaque valeur de R, on décharge d'abord le condensateur, on applique l'échelon à $t = 0$ et l'on enregistre $u_C(t)$ avec le même système d'acquisition. Les constantes de temps relevées sur chaque enregistrement sont alors comparées : ne changer qu'un paramètre à la fois permet de lui attribuer l'effet observé.

3

Lire, pour chaque courbe, la hauteur de l'échelon et la constante de temps.

INDICE

Début : lire la valeur finale de u_C, puis l'instant où u_C atteint 63 % de cette valeur.

CORRIGÉ

En régime permanent, $u_C = E$: on lit $E_1 = 3{,}0\,\text{V}$ et $E_2 = 5{,}0\,\text{V}$. À 63 % : $0{,}63\,E_1 \approx 1{,}9\,\text{V}$, atteint vers $\tau_1 \approx 1{,}2\,\text{ms}$; $0{,}63\,E_2 \approx 3{,}2\,\text{V}$, atteint vers $\tau_2 \approx 3{,}0\,\text{ms}$. La courbe (2) monte plus haut et plus lentement que la courbe (1).

4

Calculer les résistances R_1 et R_2 utilisées.

INDICE

Outil : $R = \dfrac{\tau}{C}$, avec τ en secondes et C en farads.

CORRIGÉ

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{\tau_1}{C} \\ &= \frac{1{,}2 \times 10^{-3}\,\text{s}}{0{,}68 \times 10^{-6}\,\text{F}} \\ &= 1{,}8 \times 10^{3}\,\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{\tau_2}{C} \\ &= \frac{3{,}0 \times 10^{-3}\,\text{s}}{0{,}68 \times 10^{-6}\,\text{F}} \\ &= 4{,}4 \times 10^{3}\,\Omega \end{aligned}$$

L'élève a utilisé $R_1 \approx 1{,}8\,\text{k}\Omega$ puis $R_2 \approx 4{,}4\,\text{k}\Omega$.

5

La hauteur E de l'échelon influence-t-elle la constante de temps ? Justifier.

INDICE

Outil : l'expression de la constante de temps.

CORRIGÉ

Non : $\tau = RC$ ne dépend que de R et de C. La hauteur E fixe la valeur finale de u_C, mais pas la rapidité de la charge. Ici, la constante de temps a augmenté parce que R a augmenté.