BURHAN

Dipôle RC : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé 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 ?

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.

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.

4

En déduire la capacité C du condensateur.

INDICE

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

5

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

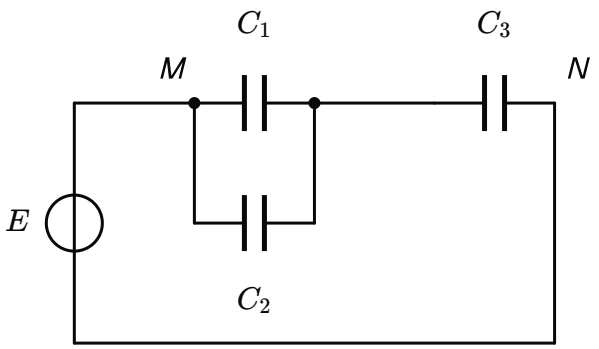
INDICE

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

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 ?

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.

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.

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.

Exercice 3

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

Un dipôle RC est formé d'un résistor de résistance $R = 5{,}6\,\mathrm{k\Omega}$ et d'un condensateur de capacité $C = 820\,\mathrm{nF}$, initialement déchargé. À $t = 0$, on le soumet à un échelon de tension de hauteur $E = 12\,\mathrm{V}$. 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.

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.

3

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

INDICE

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

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 $t \geq 0$.

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.

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

INDICE

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

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.

3

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

INDICE

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

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.

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.

6

Calculer τ et estimer la durée pratique de la décharge.

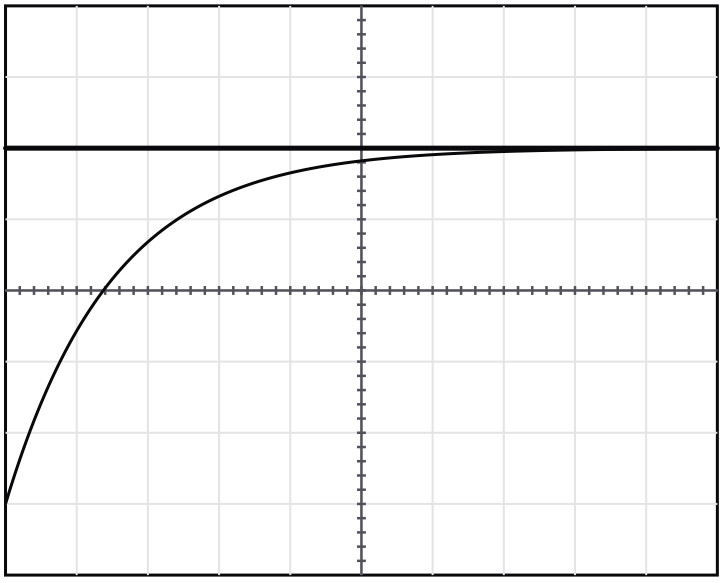
INDICE

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

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.

2

Lire la hauteur E de l'échelon.

INDICE

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

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.

4

En déduire la capacité C.

INDICE

Outil : $\tau = RC$.

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.

Exercice 6

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

Un condensateur de capacité $C = 560\,\mu\text{F}$, initialement déchargé, est chargé à travers un résistor sous un échelon de tension de hauteur $E = 20\,\text{V}$. 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 : $\left(v^2\right)' = 2\,v\,v'$.

2

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

INDICE

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

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.

4

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

INDICE

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

5

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

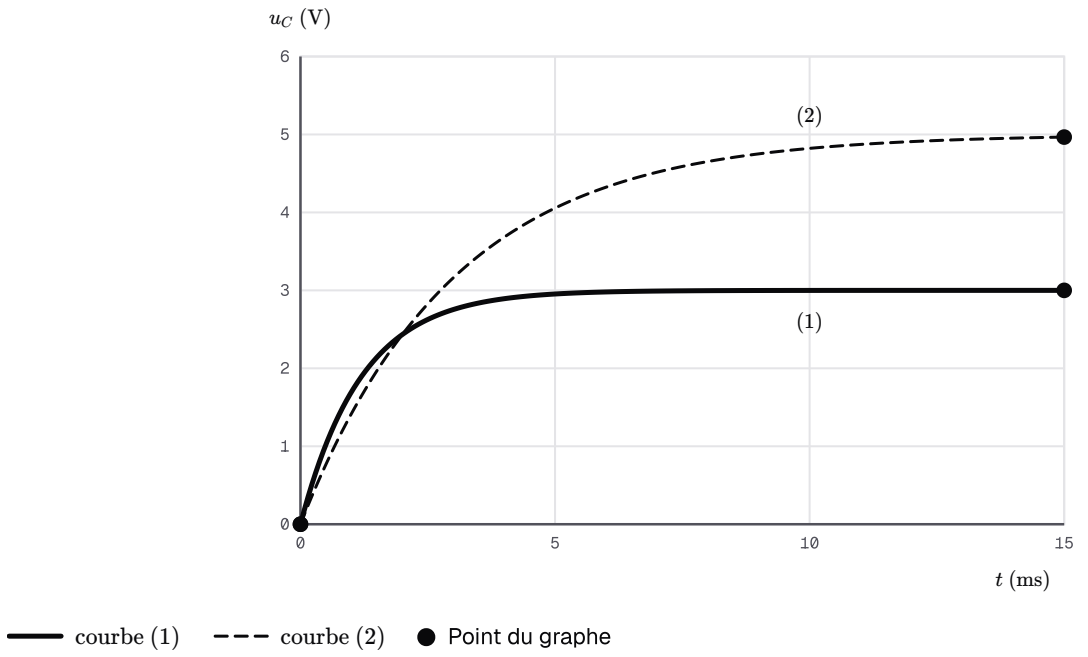
INDICE

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

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.

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.

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.

4

Calculer les résistances R_1 et R_2 utilisées.

INDICE

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

5

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

INDICE

Outil : l'expression de la constante de temps.