BURHAN

Dipôle RC : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/dipole-rc/exercices/examen

Chapitre	Palier	Exercices
Dipôle RC	Niveau examen	5

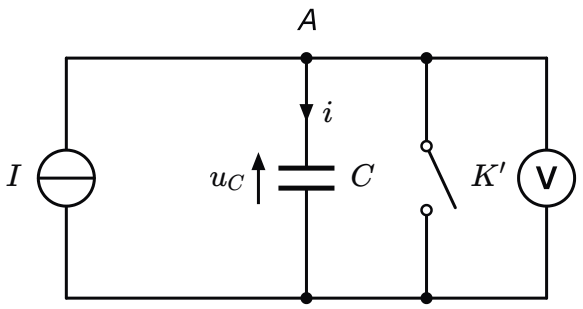
Exercice 1 5 pts

Condensateur de sauvegarde : courant constant puis échelon

Une horloge électronique fictive garde l'heure pendant une coupure de courant grâce à un condensateur. On étudie ce condensateur dans deux parties indépendantes. Les données sont fictives.

1 0,75 pts

Partie 1 : mesure de la capacité à courant constant. On réalise le montage schématisé ci-dessous : le générateur idéal de courant débite $I = 12\,\mu\text{A}$, et l'interrupteur K' est ouvert à $t = 0$, le condensateur étant alors déchargé. Montrer que $u_C = \dfrac{I}{C}\,t$.



Charge sous intensité constante : le générateur idéal de courant alimente le condensateur, que K' permet de décharger ; un voltmètre mesure u_C.

INDICE

Outil : $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ avec une intensité constante, puis $q = C\,u_C$.

2 0,75 pts

On relève la tension u_C au cours de la charge :

t (s)	u_C (V)
0	0
10	0,48
20	0,97
30	1,43
40	1,92
50	2,41

Déterminer le coefficient directeur k de la droite qui modélise $u_C(t)$.

INDICE

Début : vérifier que le rapport $\dfrac{u_C}{t}$ est pratiquement le même pour toutes les mesures.

3 0,5 pts

En déduire la capacité C du condensateur.

INDICE

Outil : identifier k à $\dfrac{I}{C}$.

4 0,5 pts

Partie 2 : charge sous un échelon de tension. Le condensateur, de capacité $C = 250\,\mu\text{F}$ et déchargé, est maintenant chargé à travers un résistor de résistance R inconnue sous un échelon de tension de hauteur $E = 3{,}6\,\text{V}$, appliqué à $t = 0$. Le courant est orienté vers l'armature A. Indiquer comment flécher u_R et u_C en convention récepteur, puis exprimer u_R en fonction de i.

INDICE

Outil : en convention récepteur, la flèche de tension est de sens opposé à la flèche du courant.

5 0,75 pts

Montrer que $RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$ pour $t \geq 0$, en nommant les lois utilisées.

INDICE

Outil : loi d'additivité des tensions, loi d'Ohm, $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$.

6 0,75 pts

La solution s'écrit $u_C(t) = A\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$. Déterminer les constantes A et τ.

INDICE

Début : dériver, remplacer, puis séparer le terme en exponentielle du terme constant.

7 0,25 pts

Un enregistrement montre que u_C atteint $2{,}3\,\text{V}$ à l'instant $t_1 = 11\,\text{s}$. Montrer que t_1 est pratiquement égal à τ.

INDICE

Outil : à l'instant τ, $u_C \approx 0{,}63\,E$.

8 0,75 pts

En déduire la résistance R, puis la durée au bout de laquelle le condensateur est pratiquement chargé.

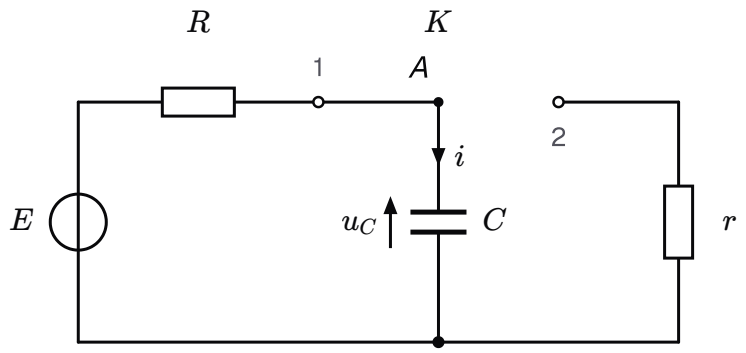
INDICE

Outil : $\tau = RC$, puis durée du régime transitoire.

Exercice 2 5,25 pts

Flash : charge lente, décharge rapide et puissance de l'éclair

Dans un flash d'appareil photo fictif, un condensateur de capacité $C = 160\,\mu\text{F}$ est chargé sous la tension $E = 300\,\text{V}$ à travers un résistor de résistance $R = 10\,\text{k}\Omega$ (position 1 de l'interrupteur K), puis se décharge dans la lampe du flash, modélisée par un résistor de résistance $r = 2{,}0\,\Omega$ (position 2). Le courant est orienté vers l'armature A dans les deux phases. Les données sont fictives.



Circuit du flash : en position 1, charge à travers R ; en position 2, décharge dans la lampe modélisée par r.

1 0,75 pts

Partie 1 : charge du condensateur. L'interrupteur est placé en position 1 à $t = 0$, le condensateur étant déchargé. Montrer que u_C vérifie $RC\,\dfrac{\text{d}u_C}{\text{d}t} + u_C = E$.

INDICE

Outil : la maille de charge comprend le générateur, le résistor R et le condensateur.

2 0,75 pts

Calculer la constante de temps de la charge et la durée au bout de laquelle le flash est prêt.

INDICE

Outil : $\tau = RC$; la charge est pratiquement terminée au bout de 5τ.

3 0,5 pts

Calculer l'intensité du courant juste après la mise en position 1.

INDICE

Point délicat : quelle grandeur est continue en $t = 0$?

4 0,5 pts

Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur en fin de charge.

INDICE

Outil : $\mathcal{E}_e = \dfrac{1}{2}\,C\,u_C^2$ avec $u_C = E$.

5 0,5 pts

Sans utiliser les valeurs de R et de C, décrire comment déterminer expérimentalement la constante de temps de la charge à l'aide d'un système d'acquisition.

INDICE

Ensuite : préciser la tension à enregistrer, les branchements, puis la lecture faite sur la courbe obtenue.

6 0,5 pts

Partie 2 : décharge dans la lampe. À un nouvel instant $t = 0$, le condensateur chargé sous $300\,\mathrm{V}$ est basculé en position 2. Donner u_C, puis calculer l'intensité i juste après le basculement ; commenter son signe.

INDICE

Outil : continuité de u_C, puis $u_r + u_C = 0$ avec $u_r = r\,i$.

7 0,5 pts

Montrer que la constante de temps de la décharge vaut $\tau' = rC$, puis calculer sa valeur.

INDICE

Début : écrire l'équation de la décharge dans la lampe et la comparer à celle d'un dipôle RC.

8 0,75 pts

Le condensateur chargé sous $300\,\mathrm{V}$ emmagasine une énergie de $7{,}2\,\mathrm{J}$. On admet que l'éclair dure $5\tau'$ et que toute cette énergie est cédée à la lampe pendant cette durée. Calculer la puissance moyenne reçue par la lampe.

INDICE

Outil : puissance moyenne = énergie / durée.

9 0,5 pts

La charge du condensateur, qui apporte ces $7{,}2\,\mathrm{J}$, dure pratiquement $8{,}0\,\mathrm{s}$. Calculer la puissance moyenne reçue par le condensateur pendant la charge, prise égale à l'énergie emmagasinée divisée par cette durée. Conclure sur l'intérêt du condensateur dans un flash.

INDICE

Ensuite : comparer les deux puissances moyennes.

Exercice 3 — 4,25 pts

Temporisation réglée par une association de condensateurs

Pour régler la constante de temps d'un circuit de clignotement fictif, on associe deux condensateurs de capacités $C_1 = 1{,}2\,\mu\text{F}$ et $C_2 = 3{,}6\,\mu\text{F}$, initialement déchargés, puis on charge l'association à travers un résistor de résistance $R = 830\,\Omega$. Les données sont fictives.

1 — 0,5 pts

Partie 1 : capacité de l'association. Calculer la capacité équivalente C_{p} des deux condensateurs montés en parallèle.

INDICE

Outil : en parallèle, les capacités s'ajoutent.

2 — 0,5 pts

Calculer la capacité équivalente C_{s} des deux condensateurs montés en série.

INDICE

Outil : en série, $C_{\text{s}} = \dfrac{C_1\,C_2}{C_1 + C_2}$ pour deux condensateurs.

3 — 0,5 pts

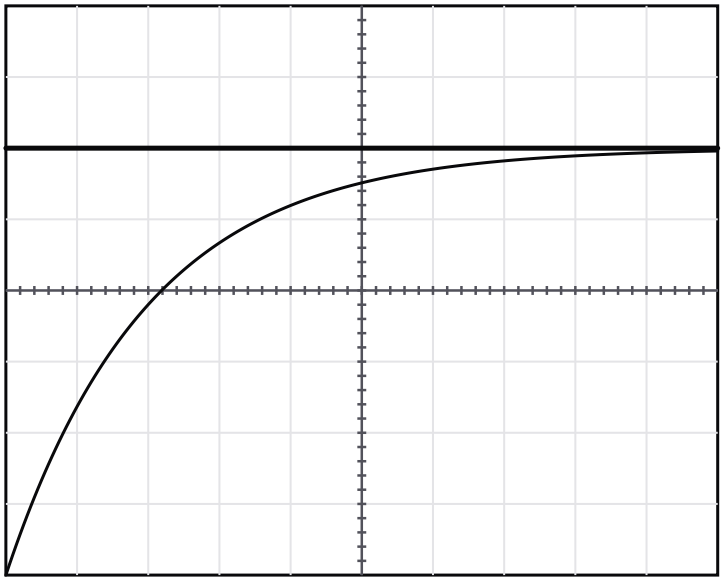
Avec ce résistor, quel montage donne la plus grande constante de temps ? Justifier.

INDICE

Outil : $\tau = R\,C_{\text{eq}}$ avec R fixé.

4 0,5 pts

Partie 2 : lecture d'un oscillogramme. On rappelle les capacités équivalentes des deux montages : $C_{\mathrm{p}} = 4{,}8\,\mu\mathrm{F}$ en parallèle et $C_{\mathrm{s}} = 0{,}90\,\mu\mathrm{F}$ en série. À $t = 0$, on applique un échelon de tension au dipôle formé du résistor et de l'une des deux associations. L'oscillogramme ci-dessous a été obtenu avec un balayage de $2\,\mathrm{ms/div}$ et une sensibilité de $0{,}5\,\mathrm{V/div}$ sur les deux voies, dont le zéro est placé quatre divisions sous le centre. Identifier la voie qui visualise u_C, puis lire la hauteur E de l'échelon.



Voie Y_1 : 0,5 V/div, zéro 4 divisions au-dessous du centre

Voie Y_2 : 0,5 V/div, zéro 4 divisions au-dessous du centre Balayage : 2 ms/div

Oscillogramme de la charge de l'association : voies Y1 et Y2 à partir de l'application de l'échelon.

INDICE

Outil : la tension du condensateur part de 0 et croît ; celle du générateur est constante.

5 0,5 pts

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

INDICE

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

6 0,5 pts

Nommer les deux régimes visibles sur l'oscillogramme et estimer la durée du premier.

INDICE

Outil : le régime transitoire dure environ 5τ.

7 0,75 pts

Montrer que l'association utilisée est le montage en parallèle.

INDICE

Outil : calculer la capacité équivalente qui correspond à la constante de temps lue.

8 0,5 pts

On veut visualiser une tension proportionnelle à l'intensité i du courant. Quelle tension faut-il observer ? Justifier.

INDICE

Outil : la loi d'Ohm relie une tension à l'intensité.

Exercice 4 4,75 pts

Intensité de charge exploitée par la tangente à l'origine

Pour caractériser le circuit d'entrée d'un appareil de mesure fictif, on charge un condensateur de capacité C, déchargé, à travers un résistor de résistance R, sous un échelon de tension de hauteur $E = 10\,\mathrm{V}$ appliqué à $t = 0$. Le courant d'intensité i est orienté vers l'armature A, de charge q, et les tensions sont fléchées en convention récepteur. Les données sont fictives.

1 0,75 pts

Partie 1 : équation en charge et intensité. Montrer que, pour $t \geq 0$, la charge vérifie $R\,\dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} + \dfrac{q}{C} = E$.

INDICE

Outil : loi d'additivité des tensions, avec $u_R = R\,i$, $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $u_C = \dfrac{q}{C}$.

2 0,5 pts

Vérifier que $q(t) = C\,E\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$, avec $\tau = RC$, est solution et vérifie $q(0) = 0$.

INDICE

Début : dériver $q(t)$, puis calculer séparément $R\,\dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $\dfrac{q}{C}$.

3 0,5 pts

En déduire que $i(t) = \dfrac{E}{R}\,e^{-t/\tau}$ pour $t > 0$.

INDICE

Outil : quelle relation relie i et q ?

4 0,5 pts

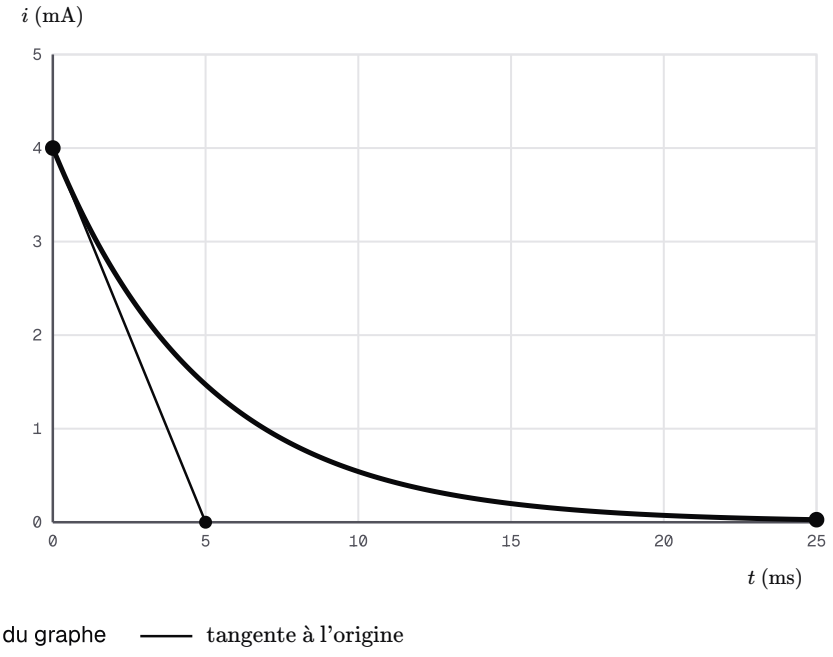
Comparer i juste avant et juste après $t = 0$, puis faire de même pour u_C. Conclure.

INDICE

Point délicat : avant $t = 0$, aucun courant ne circule et le condensateur est déchargé.

5 0,5 pts

Partie 2 : exploitation de l'acquisition. Pour $t > 0$, l'intensité vaut $i = I_0\, e^{-t/\tau}$, avec $I_0 = \dfrac{E}{R}$. La courbe ci-dessous donne l'intensité i enregistrée pour $t \geq 0$, avec la tangente à l'origine tracée par le logiciel. Lire l'intensité I_0 juste après $t = 0$ et en déduire R.



Acquisition de l'intensité i lors de la charge, avec la tangente à l'origine tracée par le logiciel.

Demi-tangente calculée en x = 0 : coefficient directeur ≈ −0,8 ; elle coupe la droite y = 0 en x ≈ 5.

INDICE

Outil : juste après $t = 0$, $i = \dfrac{E}{R}$.

6 0,5 pts

Utiliser la tangente à l'origine pour déterminer τ. Justifier la méthode.

INDICE

Début : écrire l'équation de la tangente en $t = 0$ à la courbe de $i = I_0\, e^{-t/\tau}$.

7 0,5 pts

En déduire la capacité C.

INDICE

Outil : $\tau = RC$.

8 0,5 pts

Calculer la charge Q de l'armature A en fin de charge.

INDICE

Outil : en régime permanent, $q = C\,E$.

9 0,5 pts

Quel régime l'acquisition montre-t-elle lorsque i est devenue pratiquement nulle ? Que vaut alors u_C ? Estimer l'instant à partir duquel ce régime est atteint.

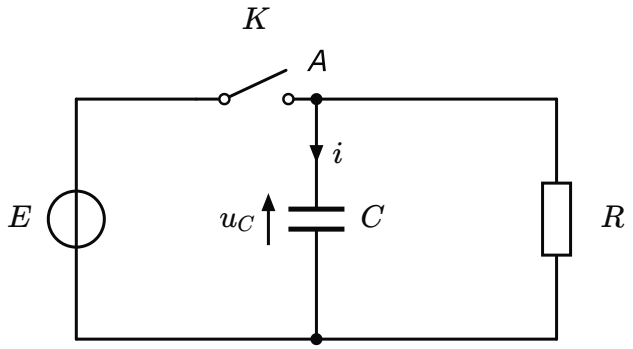
INDICE

Outil : une intensité nulle signifie que la charge ne varie plus.

Exercice 5 5 pts

Minuterie d'éclairage : durée de temporisation et énergie

Dans une minuterie d'escalier fictive, un appui sur le bouton-poussoir K charge très rapidement un condensateur de capacité $C = 2{,}2\,\mathrm{mF}$ sous la tension $E = 24\,\mathrm{V}$: la charge se fait à travers la faible résistance du générateur et des fils, et le bouton est maintenu assez longtemps pour que u_C atteigne E. Au relâchement, à l'instant $t = 0$, le condensateur se décharge dans un résistor de résistance $R = 47\,\mathrm{k\Omega}$. Un module électronique, qui ne prélève aucun courant et n'est pas représenté, garde la lampe allumée tant que $u_C \geq U_s$, avec $U_s = 8{,}0\,\mathrm{V}$. On donne $\ln 3 \approx 1{,}10$. Les données sont fictives.



Minuterie : le bouton-poussoir K charge le condensateur, qui se décharge ensuite dans le résistor R.

1 0,75 pts

Partie 1 : durée d'éclairage. Le bouton étant relâché, montrer que, pour $t \geq 0$, $RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$.

INDICE

Outil : bouton ouvert, la maille ne contient plus que le condensateur et le résistor.

2 0,5 pts

La solution s'écrit $u_C(t) = E\,e^{-t/\tau}$, avec $\tau = RC$. Justifier la valeur $u_C(0) = E$, puis calculer τ.

INDICE

Outil : la tension aux bornes du condensateur juste avant le relâchement, puis $\tau = RC$ en unités du système international.

3 0,25 pts

Pour contrôler cette valeur, on enregistre $u_C(t)$ pendant la décharge avec un système d'acquisition. Indiquer où relier la voie et la masse, puis comment lire τ sur l'enregistrement.

INDICE

Ensuite : en décharge, chercher la fraction de E atteinte à l'instant τ, ou l'endroit où la tangente à l'origine coupe un axe.

4 0,75 pts

Montrer que la lampe s'éteint à l'instant $t_s = \tau \, \ln\left(\dfrac{E}{U_s}\right)$.

INDICE

Outil : pour $y > 0$, l'équation $e^{x} = y$ a pour seule solution $x = \ln y$.

5 0,5 pts

Calculer la durée d'éclairage t_s.

INDICE

Outil : comparer E et U_s avant d'utiliser la valeur donnée du logarithme.

6 0,5 pts

Partie 2 : bilan d'énergie. Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur au début de la décharge.

INDICE

Outil : $\mathcal{E}_e = \dfrac{1}{2}\, C\, u_C^2$ avec $u_C = E$.

7 0,75 pts

Calculer l'énergie emmagasinée à l'extinction de la lampe, puis l'énergie dissipée dans le résistor pendant l'éclairage.

INDICE

Outil : l'énergie perdue par le condensateur est dissipée dans le résistor.

8 1 pts

Synthèse. On rappelle que la durée d'éclairage vaut $t_s = RC \, \ln\left(\dfrac{E}{U_s}\right)$. On souhaite la doubler sans changer E, U_s ni le condensateur. Proposer une nouvelle valeur de R, puis dire si l'énergie dissipée dans le résistor pendant l'éclairage change. Justifier chaque réponse.

INDICE

Outil : relier t_s à R, puis regarder de quelles grandeurs dépend l'énergie dissipée.