

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 22



R. RINGUET · 2026 – 2027

Exercices 1 Dynamique du circuit RC

Les bases : intensité et charge, capacité, équations de charge et de décharge, temps caractéristique, capteur capacitif

9 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Relier intensité et charge ($i = dq/dt$), charge et tension ($q = C u_C$); connaître les ordres de grandeur des capacités.
- Établir l'équation différentielle de la charge ou de la décharge d'un circuit RC série, vérifier une solution, en déduire $i(t)$.
- Justifier par l'analyse dimensionnelle que $\tau = RC$ est une durée, déterminer τ graphiquement; exploiter l'expression $C = \varepsilon S/e$ d'un capteur capacitif.

■ RAPPEL — Le formulaire du chapitre

- **Intensité en régime variable** : $i = \frac{dq}{dt}$ (i en A, q en C, t en s); si $i = I$ est constante, q varie de $I \Delta t$ pendant Δt .
- **Condensateur** : $q = C u_C$ (C en farads, F); en convention récepteur, $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$. Condensateur plan : $C = \frac{\varepsilon S}{e}$, avec $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$ et $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$.
- **Charge sous E (départ déchargé)** : $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$; $u_C(t) = E (1 - e^{-t/\tau})$; $i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$.
- **Décharge (départ à E)** : $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$; $u_C(t) = E e^{-t/\tau}$; $i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau}$.
- **Temps caractéristique $\tau = RC$** : à $t = \tau$, u_C vaut 63 % de E (charge) ou 37 % de E (décharge); la tangente à l'origine coupe l'asymptote à la date τ ; le régime permanent est atteint au bout d'environ 5τ .

Exercice 1 Intensité et charge

●○○

Un générateur de courant charge puis décharge un condensateur de capacité $C = 12 \mu\text{F}$. La figure 1 représente la charge q de l'armature vers laquelle le courant i est orienté (sens positif choisi).

- 1.1 Rappeler la relation entre i et q . Comment lit-on la valeur de i à une date donnée sur la courbe $q(t)$?
- 1.2 Calculer l'intensité i pendant chacune des trois phases : de 0 à 4 s, de 4 à 6 s, de 6 à 8 s. Interpréter le signe obtenu pendant la troisième phase.
- 1.3 Calculer la tension maximale atteinte aux bornes du condensateur.

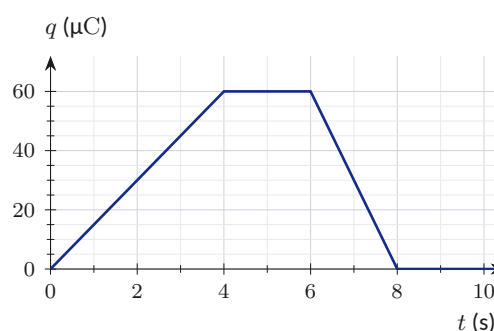


Figure 1 — Charge du condensateur

Exercice 2 Le produit RC est une durée

●○○

- 2.1 À partir de la loi d'Ohm, exprimer l'ohm en fonction du volt et de l'ampère. À partir de $q = C u_C$, exprimer le farad en fonction du coulomb et du volt. À partir de $i = dq/dt$, exprimer le coulomb en fonction de l'ampère et de la seconde.

- 2.2** En déduire que le produit RC s'exprime en secondes.
- 2.3** Calculer $\tau = RC$ dans chacun des cas suivants, puis la durée au bout de laquelle la charge peut être considérée comme terminée.
- a) $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $C = 1,0 \text{ }\mu\text{F}$; b) $R = 47 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$;
- c) $R = 10 \text{ M}\Omega$ et $C = 10 \text{ pF}$; d) $R = 2,2 \text{ k}\Omega$ et $C = 470 \text{ nF}$.

Exercice 3 Des capacités de toutes tailles



Le tableau ci-dessous rassemble quatre condensateurs et la tension à laquelle chacun est utilisé.

composant	électrode d'écran tactile	condensateur électrochimique	super-condensateur	condensateur céramique
capacité C	2 pF	2 200 μF	3 000 F	100 nF
tension d'utilisation U	3,3 V	25 V	2,7 V	5,0 V

- 3.1** Convertir chaque capacité en farads (écriture scientifique), puis classer les quatre composants par capacité croissante.
- 3.2** Calculer la charge q stockée par chacun d'eux sous sa tension d'utilisation.
- 3.3** Une batterie de téléphone stocke une charge de 3 000 mA·h. Convertir cette charge en coulombs et la comparer à celle du supercondensateur. Pourquoi le supercondensateur n'est-il pourtant pas un bon remplaçant de la batterie ? (Penser à la tension.)

Exercice 4 Établir l'équation de la charge



Dans le montage de la figure 2, le condensateur est initialement déchargé. À la date $t = 0$, on bascule l'interrupteur K en position 1. Les tensions et l'intensité sont orientées comme sur le schéma.

- 4.1** Écrire la loi des mailles, puis exprimer u_R en fonction de i et i en fonction de $\frac{du_C}{dt}$.
- 4.2** En déduire l'équation différentielle $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$.
- 4.3** Mettre cette équation sous la forme $\frac{du_C}{dt} = a u_C + b$ en précisant a et b . Quelle est la valeur de $u_C(0)$?
- 4.4** En régime permanent, u_C ne varie plus. Que valent alors i et u_C ?

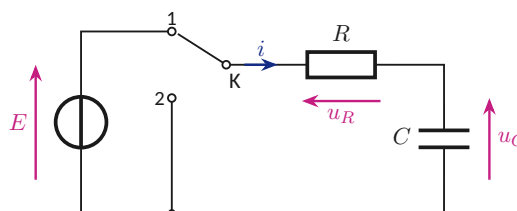


Figure 2 — K en position 1 : charge

Exercice 5 Vérifier la solution de la décharge



Dans le montage de la figure 2, avec $E = 12,0 \text{ V}$, $R = 100 \text{ k}\Omega$ et $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, le condensateur est chargé ; à la date $t = 0$, on bascule K en position 2.

- 5.1** Quel est le nouveau circuit parcouru par le courant ? Montrer que u_C vérifie désormais $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$.
- 5.2** Vérifier que $u_C(t) = E e^{-t/\tau}$, avec $\tau = RC$, est solution de cette équation et respecte la condition initiale. Calculer τ .
- 5.3** Calculer u_C aux dates τ , 2τ et 5τ , puis le pourcentage de la tension initiale restant à chacune de ces dates.

Exercice 6 L'intensité pendant la charge

●●○

On charge un condensateur de capacité $C = 22 \mu\text{F}$, initialement déchargé, sous la tension $E = 9,0 \text{ V}$, à travers une résistance $R = 1,5 \text{ k}\Omega$ (montage de la figure 2, K en position 1).

- 6.1 À partir de $u_C(t) = E \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ et de $i = C \frac{du_C}{dt}$, établir l'expression $i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$.
- 6.2 Calculer τ , puis l'intensité $i(0)$. Retrouver cette valeur avec la loi des mailles, sachant que $u_C(0) = 0$.
- 6.3 Calculer l'intensité à la date $t = 50 \text{ ms}$. Justifier qu'en fin de charge le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.
- 6.4 Pendant la décharge qui suit (K en position 2), l'intensité s'écrit $i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau}$. Que signifie le signe moins ?

Exercice 7 Déterminer τ sur une courbe de décharge

●●○

La figure 3 représente la décharge d'un condensateur de capacité C inconnue dans un conducteur ohmique de résistance $R = 680 \Omega$. La droite rose est la tangente à la courbe à l'origine des dates.

- 7.1 Lire la tension initiale E .
- 7.2 Calculer 37 % de E , puis en déduire graphiquement la valeur de τ .
- 7.3 Vérifier ce résultat par la méthode de la tangente à l'origine.
- 7.4 En déduire la valeur de C .
- 7.5 À quelle date peut-on considérer le condensateur comme déchargé ?

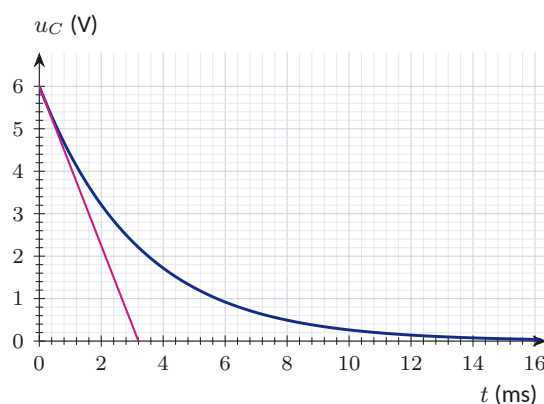


Figure 3 — Décharge du condensateur

Exercice 8 La touche d'un clavier capacitif

●○○

Sous chaque touche d'un clavier capacitif, deux armatures métalliques planes de surface $S = 1,0 \text{ cm}^2$, séparées par de l'air ($\varepsilon \approx \varepsilon_0$), forment un condensateur. Au repos, elles sont distantes de $e_1 = 4,0 \text{ mm}$; touche enfoncée, de $e_2 = 2,0 \text{ mm}$.

- 8.1 D'après l'expression $C = \frac{\varepsilon S}{e}$, comment varie la capacité quand on augmente la surface des armatures ? quand on les rapproche ?
- 8.2 Calculer la capacité de la touche au repos puis enfoncée. Par quel facteur a-t-elle été multipliée ?
- 8.3 L'électronique du clavier détecte l'appui lorsque la capacité dépasse $0,35 \text{ pF}$. Déterminer l'écartement à partir duquel l'appui est détecté, puis la course de la touche nécessaire depuis sa position de repos.

Exercice 9 La minuterie de cuisine

●●○

Une minuterie électronique charge un condensateur de capacité $C = 100 \mu\text{F}$, initialement déchargé, sous la tension $E = 9,0 \text{ V}$ à travers une résistance R . La sonnerie se déclenche lorsque u_C atteint la tension de seuil $U_s = \frac{2}{3} E$.

- 9.1 Calculer U_s . Montrer que la sonnerie se déclenche à la date $t_s = \tau \ln 3$.
- 9.2 Calculer t_s pour $R = 220 \text{ k}\Omega$.
- 9.3 Quelle valeur faut-il donner à R pour que la minuterie sonne au bout d'une minute ? Faut-il modifier E pour changer la durée ? Justifier.