

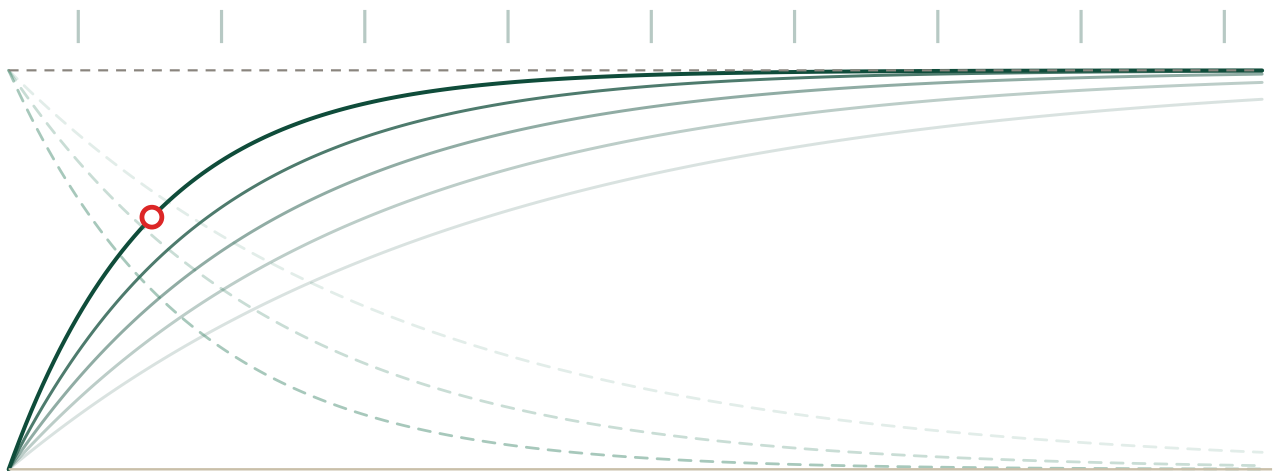


TERMINALE · SPÉCIALITÉ PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX

Le condensateur et le circuit RC

régime transitoire & temps caractéristique

Dix exercices progressifs, entièrement corrigés, pour installer une méthode unique : établir l'équation différentielle, la résoudre, exploiter le temps caractéristique. Des capteurs capacitifs jusqu'au neurone. Exactement le niveau attendu le jour du baccalauréat.



10

EXERCICES
CORRIGÉS

16

CARTES
FORMULES

3

NIVEAUX
PROGRESSIFS

100 %

DU PROGRAMME
OFFICIEL

Programme d'enseignement de spécialité physique-chimie, classe terminale de la voie générale · Thème « Ondes et signaux », partie 3 « Étudier la dynamique d'un système électrique » · Toutes les capacités exigibles du chapitre sont couvertes.



POUR COMMENCER

Comment travailler ce cahier	3
Le programme, capacité par capacité	3
Mémo de cours · 16 cartes formules	5
Quiz de positionnement · 16 questions	13
Corrigé du quiz & par où commencer	14

NIVEAU ★ · DÉCOUVERTE

01 Le condensateur	VRAI/FAUX · QCM	15
02 Charge, courant et continuité	GUIDÉ	16
03 La démonstration de référence	À TROUS	17
04 Lire un oscillogramme	GRAPHIQUE	18

NIVEAU ★★ · MAÎTRISE

05 La décharge, par deux chemins	ÉNERGIE	21
06 Le capteur de niveau de cuve	CAPTEUR	22
07 Acquisition & exploitation	EXPÉ · PYTHON	23

NIVEAU ★★★ · TYPE BAC

08 Le flash de l'appareil photo	ANALYSE CRITIQUE	25
09 L'écran tactile capacitif	MODÉLISATION	26
10 Le neurone, un circuit RC	LE DÉFI	27

CORRIGÉS DÉTAILLÉS

Exercices 01 à 04	30
Exercices 05 à 07	35
Exercices 08 à 10	39

POUR FINIR

Fiche synthèse — tout le chapitre en 1 page	44
---	----

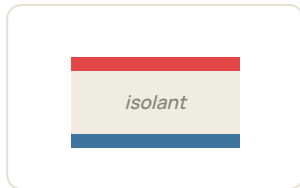
TROIS NIVEAUX, UNE PROGRESSION

★ **DÉCOUVERTE** Une notion à la fois, énoncés guidés, formats variés (vrai/faux, QCM, démonstration à trous, lecture graphique). Objectif : installer les automatismes.

★★ **MAÎTRISE** Plusieurs étapes enchaînées, approche énergétique, données expérimentales réelles, script Python.

★★★ **TYPE BAC** Format et exigences de l'épreuve : modélisation, calcul, esprit critique sur le modèle. Le n° 10 est volontairement plus dur que tout le reste.

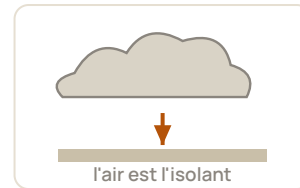
condensateur plan



câble coaxial



nuage et sol



Trois situations, un seul modèle : deux conducteurs en regard séparés par un isolant.

DONNÉES

Un condensateur plan est formé de deux armatures carrées de côté $a = 12 \text{ cm}$, séparées par une feuille de mica d'épaisseur $e = 0,10 \text{ mm}$ et de permittivité relative $\epsilon_r = 5,0$. On le charge sous une tension $U = 24 \text{ V}$.

Permittivité du vide : $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ · capacité d'un condensateur plan : $C = \frac{\epsilon S}{e}$ avec $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$.

11. Pour chacune des trois situations de la figure, préciser quels sont les **deux conducteurs** en regard et quel est l'**isolant** qui les sépare.
12. Calculer la surface S en regard, en mètres carrés, puis la capacité C du condensateur plan. **Préciser l'unité et l'exprimer avec un préfixe adapté.**
13. En déduire la charge q portée par l'armature positive.
14. On remplace la feuille de mica par une feuille de même nature mais **deux fois plus épaisse**. Que deviennent C , puis q à tension constante ? **Répondre sans calcul.**
15. Quelle surface faudrait-il pour obtenir une capacité de $1,0 \text{ F}$ avec ce même isolant et cette même épaisseur ? Convertir en kilomètres carrés et commenter.

02 Charge, courant et continuité

Relier l'intensité au débit de charges · établir $i = C du_C/dt$ · justifier la continuité de u_C

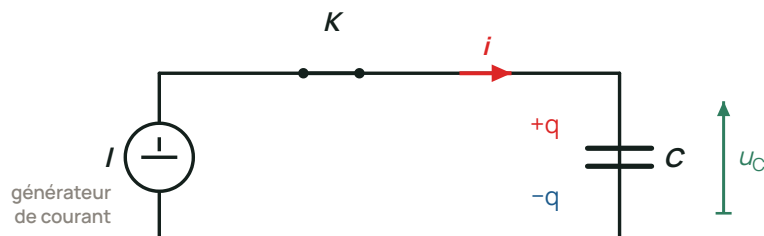
★ □
20 min

La continuité de u_C est la propriété la plus utile du chapitre : c'est elle qui fournit la condition initiale dans **tous** les exercices qui suivent. Elle se démontre en trois lignes, à partir de la seule définition de l'intensité.

A • Charger à courant constant

SITUATION

Un condensateur de capacité $C = 22 \mu\text{F}$, initialement déchargé, est chargé par un **générateur de courant** qui impose une intensité constante $I = 50 \mu\text{A}$ pendant une durée $\Delta t = 2,0 \text{ s}$. L'intensité est orientée vers l'armature portant la charge q .



Charge à courant constant imposé : la tension croît linéairement.

L'égalité est vérifiée pour toute date : l'expression est bien solution. On vérifie de plus $u_C(0) = 0$, ce qui garantit que c'est la solution du problème.

- 6 On cherche t tel que $u_C(t) = 0,99 E$, soit $1 - e^{-t/\tau} = 0,99$, donc $e^{-t/\tau} = 0,01$ et $t = \tau \ln(100)$. Numériquement $t = 4,70 \times 10^{-2} \times 4,61$, soit $t = 0,216 \text{ s} = 216 \text{ ms}$. C'est bien un peu moins que $5\tau = 235 \text{ ms}$: cohérent, puisque à 5τ on a dépassé 99 %.

LE RÉFLEXE DU JOUR J

Cette démonstration est le cœur du chapitre. Entraîne-toi à l'écrire en moins de cinq minutes, conditions initiales comprises : elle sert de point de départ à presque tous les autres exercices, y compris ceux qui parlent de capteurs ou de biologie.

04 Lire un oscillogramme



A · Une décharge à l'oscilloscope

- 1 Il s'agit d'une **décharge** : la tension part d'une valeur maximale à $t = 0$ et décroît en tendant vers zéro. Une charge partirait de zéro pour croître vers E .
- 2 La courbe démarre à six divisions au-dessus de l'axe, à raison de 1 V par division : $U_0 = 6,0 \text{ V}$.
- 3 **Méthode des 37 %**. On calcule d'abord l'ordonnée cherchée : $0,37 \times U_0 = 0,37 \times 6,0 = 2,2 \text{ V}$. On repère cette valeur sur l'axe vertical, on rejoint la courbe horizontalement, puis on lit l'abscisse : deux divisions, soit $\tau = 2,0 \text{ ms}$.
- 4 **Méthode de la tangente à l'origine**. On trace la tangente à la courbe au point de départ ; elle coupe l'axe des temps à deux divisions, soit $\tau = 2,0 \text{ ms}$ (F13). Les deux lectures sont **compatibles**. C'est une vérification qu'il faut prendre l'habitude de faire : deux méthodes indépendantes qui concordent, c'est un résultat sûr.
- 5 De $\tau = RC$ on tire $C = \frac{\tau}{R} = \frac{2,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^3}$, soit $C = 2,0 \times 10^{-6} \text{ F} = 2,0 \mu\text{F}$. Une valeur tout à fait courante.
- 6 Le régime transitoire dure environ 5τ , soit $5\tau = 10 \text{ ms}$. C'est cohérent avec l'oscillogramme : à partir de la dixième division, la courbe est confondue avec l'axe. Il y reste pourtant $0,7 \% \times 6,0 = 0,04 \text{ V}$ — indétectable à cette échelle, mais non nul.

B · Série 1 — la résistance varie

- 7 **Raisonnement**. La capacité étant la même pour les trois décharges, $\tau = RC$ est **proportionnel à R** : la plus grande résistance donne la décharge la plus lente. Il suffit donc de classer les courbes de la plus rapide à la plus lente. Le calcul confirme :

COURBE	RÉSISTANCE	$\tau = RC$	ASPECT
(a)	0,50 kΩ	1,0 ms	la plus raide
(b)	1,0 kΩ	2,0 ms	intermédiaire
(c)	2,0 kΩ	4,0 ms	la plus étalée

- 8 Plus R est grande, plus la décharge est **lente**. **Explication physique** : à chaque instant, l'intensité vaut $i = u_C/R$. Une résistance plus grande limite davantage le débit de charges : il faut plus de temps pour évacuer la même quantité de charges des armatures. La résistance joue le rôle d'un robinet plus ou moins ouvert ; le condensateur, celui du réservoir.

C · Série 2 — la capacité varie

- 9 Cette fois R est fixée, donc τ est **proportionnel à C** : on classe encore par durée croissante.

