

CLASSE : Terminale

EXERCICE C : au choix du candidat (5 points)

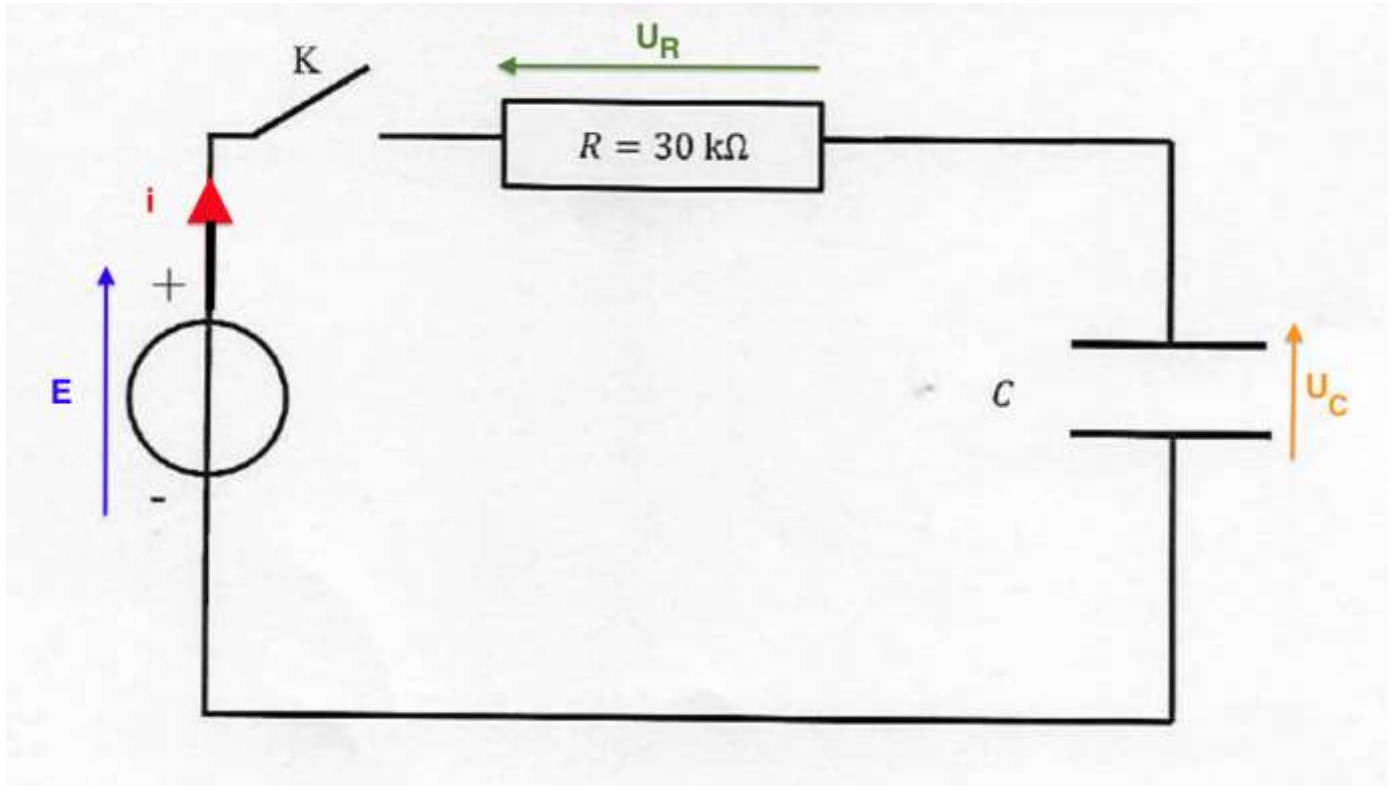
VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE C Anatomie d'un condensateur (5 points)
au choix du candidat

Partie A : Détermination de la capacité d'un condensateur au polycarbonate**A.1.****A.2.**

D'après la loi d'additivité des tensions ou loi des mailles :

$$U_C(t) + U_R(t) = E$$

A.3.

$$q(t) = C \times U_C(t)$$

A.4.

$$U_C(t) + U_R(t) = E$$

$$\text{or } U_R(t) = R \times i$$

$$U_C(t) + R \times i = E$$

$$\text{Or } i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$U_C(t) + R \times \frac{dq(t)}{dt} = E$$

$$\text{Or } q(t) = C \times U_C(t)$$

$$U_C(t) + R \times \frac{dC \times U_C(t)}{dt} = E$$

$$U_C(t) + RC \frac{dU_C(t)}{dt} = E$$

$$\frac{U_C(t)}{RC} + \frac{RC}{RC} \frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{U_C(t)}{RC} + \frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{RC} = \frac{E}{RC}$$

L'équation différentielle, dont la tension aux bornes du condensateur est une solution, s'écrit sous la forme :

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

Avec, par identification :

$$\tau = RC$$

A.5.

τ : constante de temps caractéristique du circuit.

$$\tau = RC$$

Analyse dimensionnelle :

$$[\tau] = [R][C]$$

Avec

$$[R] = \frac{[U]}{[i]}$$

Et

$$[C] = \frac{[q]}{[U]}$$

$$[\tau] = \frac{[U]}{[i]} \frac{[q]}{[U]}$$

$$[\tau] = \frac{[q]}{[i]}$$

$$\text{Avec } [i] = \frac{[q]}{[T]}$$

$$[\tau] = \frac{[q]}{\frac{[q]}{[T]}}$$

$$[\tau] = [T]$$

$$[\tau] = s$$

La constante τ a la dimension d'une durée.

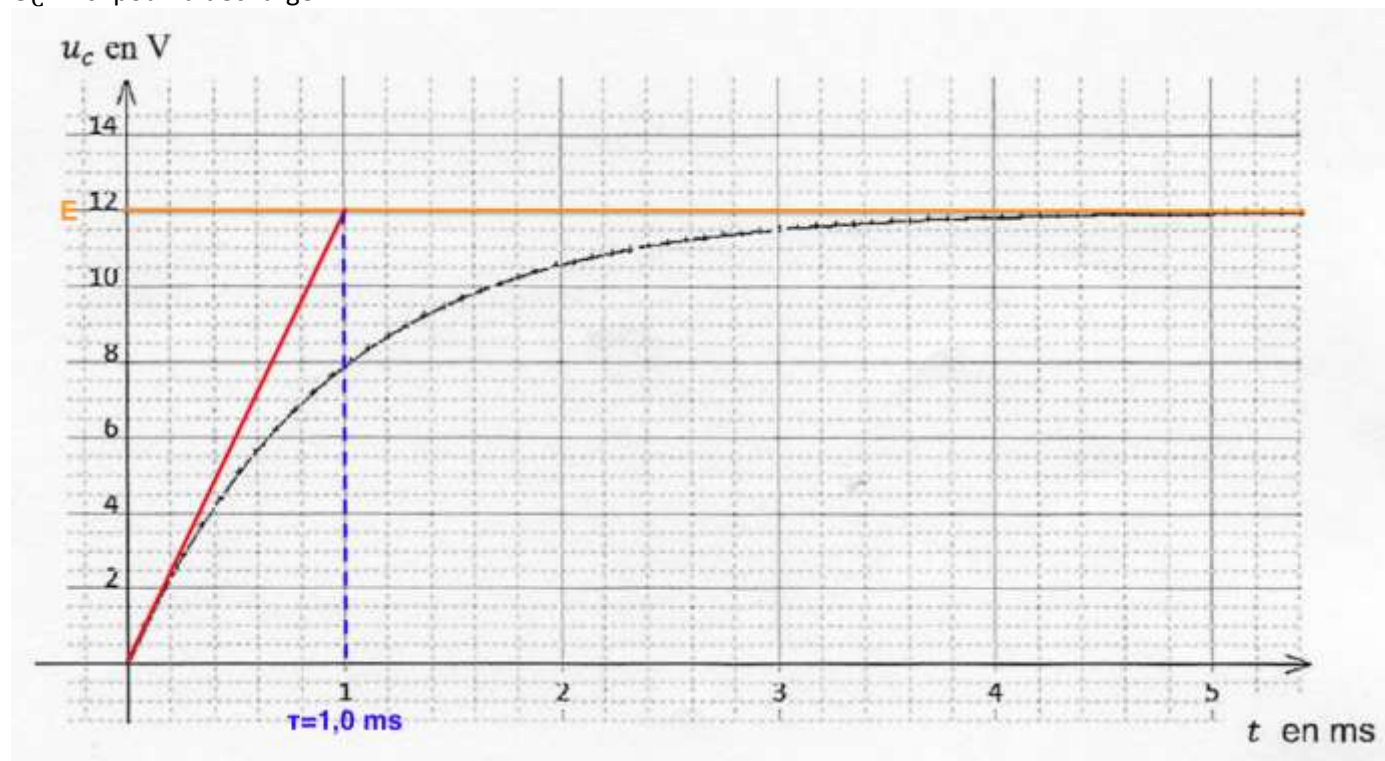
A.6.

A.6.1.

Pour déterminer τ graphiquement :

On trace la tangente à la courbe à $t=0$

On regarde l'abscisse du point d'intersection entre cette tangente et l'asymptote $U_C = E$ pour la charge, et $U_C = 0$ pour la décharge.



$$\tau = 1,0 \text{ ms}$$

A.6.2.

$$\tau = RC$$

$$RC = \tau$$

$$C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^3}$$

$$C = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ F}$$

Partie B : Anatomie d'un condensateur au polycarbonate

B.1.

$$C_0 = \frac{\epsilon \times S}{a}$$

C_0 est proportionnel à la surface S . Ainsi, lorsque S augmente, la capacité C_0 augmente.

C_0 est inversement proportionnel à l'épaisseur d'isolant a . Ainsi, lorsque a augmente, la capacité C_0 diminue.

B.2.

B.2.1.

$$C = n \times C_0$$

Or

$$C_0 = \frac{\epsilon \times S}{a}$$

$$C = n \times \frac{\epsilon \times S}{a}$$

Or

$$S = L \times h$$

$$C = n \times \frac{\epsilon \times L \times h}{a}$$

Or

$$e = n \times a$$

$$a = \frac{e}{n}$$

$$C = n \times \frac{\epsilon \times L \times h}{\frac{e}{n}}$$

$$C = n \times \epsilon \times L \times h \times \frac{n}{e}$$

$$C = n^2 \times \frac{\epsilon \times L \times h}{e}$$

B.2.2.

$$C = n^2 \times \frac{\epsilon \times L \times h}{e}$$

$$n^2 \times \frac{\epsilon \times L \times h}{e} = C$$

$$n^2 = C \times \frac{e}{\epsilon \times L \times h}$$

$$n = \sqrt{C \times \frac{e}{\epsilon \times L \times h}}$$

Pour $C = 33 \text{ nF}$

- $L = 11,0 \text{ mm}$
- $h = 9,0 \text{ mm}$
- $e = 6,0 \text{ mm}$

Capacité $C \pm 2\%$ (nF)	$L \pm 0,5$ (mm)	$h \pm 0,5$ (mm)	$e \pm 0,5$ (mm)
33,0	11,0	9,0	6,0
47,0	11,0	10,0	6,0
68,0	14,0	10,0	7,0

$$n = \sqrt{33 \cdot 10^{-9} \times \frac{6,0 \cdot 10^{-3}}{2,57 \cdot 10^{-11} \times 11,0 \cdot 10^{-3} \times 9,0 \cdot 10^{-3}}}$$

$$n = 279$$

B.2.3.

Le fabricant indique que le condensateur au polycarbonate étudié est constitué de 300 armatures métalliques. Ce nombre est cohérent avec celui trouvé à la question B.2.2.

La différence peut s'expliquer par les approximations faites :

- $e = n \times a$ au lieu de $e = (n + 2) \times a$ (+2 pour prendre en compte les deux plaques d'isolants au dessus et en dessous du condensateur étudié)
- il aurait fallu prendre en compte l'épaisseur des plaques métalliques dans l'empilement.