

QCM

QCM

8 B

9 A et C

10 C

11 A

12 B

13 A

14 A et B

15 C

16 B

17 A

18 A et B

19 B et C

20 B et C

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

hatier-clic.fr/pct549

Condensateurs

Cours 1 et 2 p. 542

		A	B	C
B	8 Un condensateur :	est constitué de deux plaques isolantes séparées par du métal.	peut accumuler des charges électriques à ses armatures.	a une tension à ses bornes indépendante de sa charge.
AC	9 Un condensateur de capacité C soumis à une tension u :	a une charge totale nulle.	a une charge totale $q = Cu$.	a sur ses armatures des charges opposées.
C	10 La charge q portée par une de ses armatures vérifie :	$u = \frac{C}{q}$	$u = Cq$	$u = \frac{q}{C}$
A	11 Il est parcouru par un courant d'intensité :	$i = \frac{dq}{dt}$	$i = \frac{du}{dt}$	$i = C \frac{dq}{dt}$
B	12 La capacité d'un condensateur augmente :	si l'espace entre les armatures augmente.	si l'aire des armatures augmente.	si la charge d'une armature augmente.

Dipôle RC en charge

Cours 3 p. 545

Pour les exercices 13 à 16, on considère un circuit contenant un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série, branchés sur un générateur de tension continue E . On note $u_C(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

A	13 Lors de la charge du condensateur :	la tension à ses bornes augmente.	la tension aux bornes du générateur augmente.	l'intensité du courant est constante.
AB	14 L'équation différentielle qui régit la charge peut s'écrire :	$RC \frac{du_C}{dt} = E - u_C$	$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$	$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = 0$
C	15 Le temps caractéristique τ du circuit :	vaut $\tau = \frac{R}{C}$.	est le temps au bout duquel 50 % de la charge est réalisée.	est tel que $R = \frac{\tau}{C}$.
B	16 Si $R = 20 \text{ k}\Omega$ et $C = 600 \text{ nF}$, alors :	$\tau = 1200 \text{ s}$	$\tau = 12 \text{ ms}$	$\tau = 0,12 \text{ s}$

Dipôle RC en décharge

Cours 4 p. 547

Pour les exercices 17 à 20, on considère un circuit contenant un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C ayant initialement une tension U_0 à ses bornes. À l'instant $t = 0 \text{ s}$, on ferme le circuit. On note $u_C(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

A	17 Lors de la décharge du condensateur :	la tension à ses bornes diminue.	sa capacité diminue.	l'intensité du courant est constante.
AB	18 L'équation différentielle qui régit la décharge peut s'écrire :	$\frac{du_C}{dt} = -\frac{u_C}{RC}$	$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = 0$	$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = U_0$
BC	19 Le temps caractéristique τ du circuit :	est la durée au bout de laquelle $u_C = 0,63U_0$.	est la durée au bout de laquelle $u_C = 0,37U_0$.	s'écrit $\tau = RC$.
BC	20 Si le temps caractéristique vaut $\tau = 50 \text{ ms}$, on peut considérer la décharge terminée au bout de :	0,050 s	0,250 s	250 ms

21 On étudie un condensateur électrolytique de capacité $C = 2\,200\ \mu\text{F}$ initialement chargé sous une tension $U_0 = 50\ \text{V}$.

- Calculer la charge électrique accumulée à son armature positive.
- On branche le condensateur en série avec un dipôle ohmique de résistance R . La tension aux bornes du condensateur au cours de sa décharge est enregistrée. Comment peut-on mesurer le temps caractéristique du circuit à l'aide de la courbe obtenue ?
- Au bout de combien de temps la décharge peut-elle être considérée comme complète si la résistance vaut $R = 45\ \Omega$?
- Ce temps est-il modifié si la tension initiale est de $25\ \text{V}$ au lieu de $50\ \text{V}$?



Analyser SES ERREURS

Définition

Il faut utiliser la définition du temps caractéristique pour donner un moyen de le mesurer.

Chiffres significatifs (a et c)

La tension U_0 et la résistance R n'ont que deux chiffres significatifs. Le résultat ne peut donc en avoir plus de deux.



Un exemple de mauvaise réponse

- $Q = CU_0 = 50 \times 2\,200 = 110\,000$
- $U = U_0 \times 0,37$
- La décharge est complète quand :
 $5\tau = 5RC = 5 \times 45 \times 2\,200 = 495\,000\ \text{s}$
- Non.

Cohérence des unités

Il faut convertir les μF en F pour obtenir la charge en coulombs et le temps caractéristique en secondes.

Justification

Il faut argumenter ses réponses à l'aide du cours.

Rédaction (a et c)

Chaque réponse doit être introduite par une phrase. Il faut répondre à la question à l'issue d'un calcul.

Acquérir LES BONS RÉFLEXES



Un exemple de bonne réponse

- La charge à l'armature positive est $Q = CU_0$ soit $Q = 2\,200 \times 10^{-6} \times 50 = 0,11\ \text{C}$.
- À l'aide de la courbe de la tension, on peut repérer l'instant auquel la tension n'est plus qu'à 37 % de sa valeur initiale, ou l'instant auquel la tangente à l'origine à la courbe de tension croise son asymptote horizontale. Cela correspond au temps caractéristique de décharge du dipôle RC .
- Le temps caractéristique s'écrit $\tau = RC$. On peut considérer la décharge comme complète au bout de :
 $5\tau = 5 \times 45 \times 2\,200 \times 10^{-6} = 0,50\ \text{s}$
- Le temps caractéristique ne dépend que de la résistance et de la capacité. Changer la tension initiale ne change pas ce temps.

Définition

Revoir la définition du temps caractéristique, ainsi que son expression théorique et les manières de le déterminer graphiquement.

→ Cours 3 p. 545 et 4 p. 547

Rédaction

Toujours introduire un calcul par une phrase qui dit ce que l'on calcule, et respecter les notations de l'énoncé.

22 Flash d'un appareil photo

Dans un appareil photo, le fonctionnement du flash nécessite l'utilisation d'un condensateur pour délivrer un courant de grande intensité à la lampe (doc. 1). Une notice indique que le condensateur a une capacité $C = 150 \mu\text{F} \pm 10 \%$.

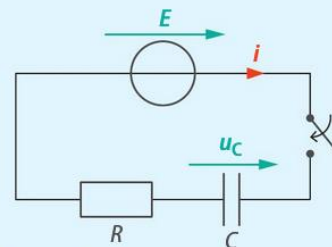
On cherche à vérifier cette valeur en incluant ce condensateur dans un circuit électrique où il est monté en série avec un dipôle ohmique de résistance $R = 0,25 \text{ M}\Omega$, un générateur de tension continue $E = 12 \text{ V}$ et un interrupteur ouvert (doc. 2).

À l'instant initial ($t = 0 \text{ s}$), on ferme l'interrupteur et on relève la tension u_C aux bornes du condensateur toutes les dix secondes.

t (en s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
u_C (en V)	0,0	3,1	5,2	6,8	8,2	9,1	9,7	10,4	10,8	11



Doc. 1 Les flashes d'appareil photo fonctionnent souvent grâce à un condensateur.



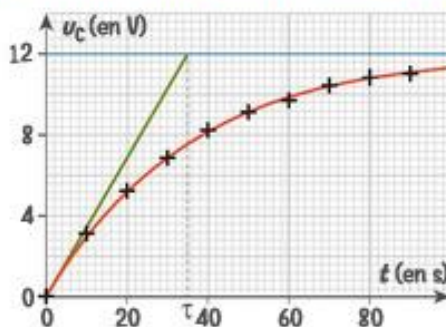
Doc. 2 Schéma du circuit.

- Tracer la courbe $u_C(t)$ et déterminer graphiquement la valeur du temps caractéristique τ du circuit.
- Exprimer la capacité C du condensateur en fonction de τ et R , puis calculer sa valeur.
- Le résultat est-il en accord avec les indications de la notice ?
- Dans l'appareil photo, ce condensateur est en série avec la lampe du flash, modélisée par un dipôle ohmique de résistance R' .

La durée du flash, durant lequel se produit la décharge, est voisine de la milliseconde. Déterminer un ordre de grandeur pour la valeur de R' .

- On place les points sur le graphique et on trace la courbe-modèle correspondante.

La tangente à l'origine croise l'asymptote horizontale à l'instant $\tau = 35 \text{ s}$.



- Le temps caractéristique s'écrit $\tau = RC$ donc on déduit :

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{35}{0,25 \times 10^6} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ F}$$

- La notice indique que $C = 150 \mu\text{F}$ à 10% près, c'est-à-dire que sa valeur réelle est comprise entre $135 \mu\text{F}$ et $155 \mu\text{F}$. La valeur mesurée est comprise dans cet intervalle.

La capacité mesurée est donc en accord avec la valeur attendue.

- Le temps caractéristique de la décharge du condensateur dans la lampe est $\tau' = R'C$.

La décharge se fait en une durée du même ordre de grandeur que τ' .

Si l'ordre de grandeur de C est 10^{-4} F et celui de τ' est 10^{-3} s ,

alors comme $R' = \frac{\tau'}{C}$ l'ordre de grandeur de R' est $\frac{10^{-3}}{10^{-4}} = 10 \Omega$.

Aide n° 1

Pour déterminer τ , tracer l'asymptote et la tangente à l'origine.

► Cours 3d p. 546

Aide n° 2

Attention aux unités de temps et de résistance pour le calcul de la capacité.

Aide n° 3

L'énoncé annonce une tolérance de 10% sur la valeur de la notice. Un résultat différent de l'énoncé n'est donc pas nécessairement incorrect.

Aide n° 4

La relation entre durée du flash et temps caractéristique n'est pas connue, mais on peut estimer qu'elles sont du même ordre de grandeur.

À votre tour

► Exercice 37 p. 555

23 Stockage d'énergie solaire

L'énergie lumineuse provenant du Soleil peut être captée par une cellule photovoltaïque qui la convertit en énergie électrique.

On considère que cette cellule se comporte comme un générateur qui débite un courant d'intensité constante $I = 270 \text{ mA}$ tant que la tension entre ses bornes reste inférieure à $U_{\max} = 2,25 \text{ V}$. Une fois cette tension atteinte, la cellule ne délivre plus aucun courant.

La cellule est branchée aux bornes d'un condensateur de capacité C (doc. 1) qu'on envisage pour stocker l'énergie issue de la conversion réalisée par la cellule. On estime que la capacité d'un tel condensateur est de l'ordre de $10^5 \mu\text{F}$.

On ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0 \text{ s}$, le condensateur étant initialement déchargé. L'évolution de la tension aux bornes du condensateur est donnée dans le doc. 2.

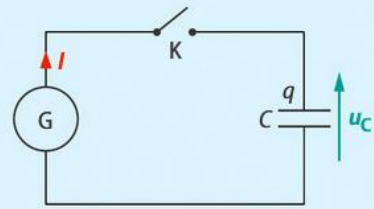
1 Phase de charge à courant constant

- Identifier les deux régimes qui apparaissent sur le doc. 2.
- Montrer que pendant la charge, la tension u_C aux bornes du condensateur a pour expression $u_C = \frac{It}{C}$.
- En utilisant une mesure sur le graphique du doc. 2, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
- Ce condensateur convient-il aux critères choisis pour le stockage d'énergie solaire ?

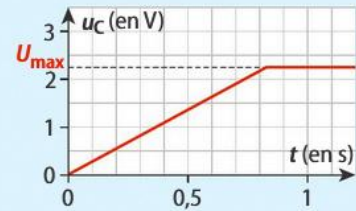
2 Phase de fonctionnement de la lampe

Une fois le condensateur entièrement chargé sous la tension $U_{\max}$, on utilise l'énergie qu'il a stockée dans un circuit électrique. Il est branché à une lampe que l'on assimile à un conducteur ohmique de résistance R . La lampe fonctionne correctement tant que la tension à ses bornes est supérieure à $1,0 \text{ V}$.

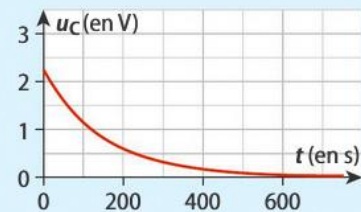
- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension aux bornes du condensateur s'écrit : $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = 0$
- Vérifier que $u_C = Ae^{-t/RC}$ est une solution de cette équation différentielle, quelle que soit la valeur de A .
Déterminer la valeur de A à partir des conditions initiales.
- À l'aide du doc. 3, déterminer en expliquant clairement la méthode, la valeur du temps caractéristique τ du circuit.
- Combien de temps la lampe peut-elle fonctionner correctement ?



Doc. 1 Schéma électrique de la cellule photovoltaïque reliée au condensateur.



Doc. 2 Tension aux bornes du condensateur pendant la charge.



Doc. 3 Tension aux bornes du condensateur pendant la décharge.

- Pendant la charge, la tension augmente linéairement avec le temps. C'est le régime transitoire. Une fois le chargement terminé, la tension est constante ; c'est le régime permanent.

b. La relation intensité-tension du condensateur est $i = C \frac{du_C}{dt}$.

Le courant étant d'intensité I constante, on peut écrire $\frac{du_C}{dt} = \frac{I}{C}$.

En cherchant la primitive de chaque membre de cette égalité, on obtient :

$$u_C(t) = \frac{I}{C}t + b$$

Conditions initiales : avant $t = 0 \text{ s}$, le condensateur est déchargé donc u_C est nulle. Comme c'est une fonction continue du temps, on en déduit que $u_C(0) = 0 \text{ V}$, donc $b = 0 \text{ V}$.

Finalement, $u_C(t) = \frac{It}{C}$.

Aide n° 1

Graphiquement, on reconnaît qu'il y a deux allures distinctes pour la tension.

► Cours 3c p. 545

Aide n° 2

Le condensateur étant étudié, il faut utiliser les relations qui y sont associées. La relation intensité-tension semble adaptée à la question.

► Cours 2d p. 543

c. Graphiquement, on trouve que la tension atteint la valeur $U_{\max}$ à l'instant $t_f = 0,82$ s. On en déduit la capacité :

$$C = \frac{I t_f}{U_{\max}} = \frac{270 \times 10^{-3} \times 0,82}{2,25} = 0,098 \text{ F}$$

d. La valeur obtenue est cohérente avec ce qui est proposé dans l'énoncé car $10^5 \mu\text{F} = 0,1 \text{ F}$.

2 a. On fait un schéma de la situation.

D'après la loi des mailles, on a $u_c + u_R = 0$.

D'après la loi d'Ohm, on a $u_R = Ri$.

Par la relation courant-tension du condensateur,

on a $i = C \frac{du_c}{dt}$. On en déduit ainsi :

$$u_c + RC \frac{du_c}{dt} = 0 \text{ ou encore } \frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{RC} = 0.$$

b. On calcule la dérivée de la solution proposée : $\frac{du_c}{dt} = -\frac{A}{RC} e^{-t/RC}$ et en

remplaçant $\frac{du_c}{dt}$ et u_c dans l'équation différentielle, on obtient bien :

$$-\frac{A}{RC} e^{-t/RC} + \frac{Ae^{-t/RC}}{RC} = 0$$

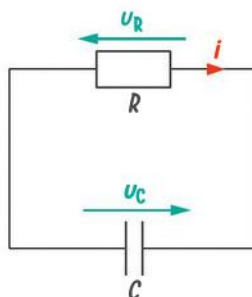
Donc $u_c = Ae^{-t/RC}$ est bien une solution de cette équation différentielle, quelle que soit la valeur de A .

D'après les conditions initiales, $u_c(0) = U_{\max}$ et d'après l'expression de la solution, fournie dans la question, $u_c(0) = Ae^0 = A$ donc $A = U_{\max}$.

c. Lors de la décharge, la valeur de la tension atteint 37% de la valeur initiale au bout du temps τ .

$0,37U_{\max} = 0,83 \text{ V}$, ce qui est atteint graphiquement pour $t = \tau = 1,5 \times 10^2 \text{ s}$.

d. Lors de la décharge, la valeur de la tension 1,0 V est atteinte au bout de $1,2 \times 10^2 \text{ s}$ environ. La lampe peut donc fonctionner pendant approximativement 2 minutes.



Aide n° 3

La lecture se fait sur le graphique. Attention aux conversions pour le calcul.

Aide n° 4

On doit comparer le résultat aux données proposées dans l'énoncé. Attention à la conversion.

Aide n° 5

Faire un schéma du circuit électrique pour définir les tensions et le sens du courant en faisant attention aux conventions (générateur, récepteur).

Aide n° 6

Il faut remplacer l'expression proposée dans l'équation différentielle. Si elle est vérifiée, l'expression proposée convient.

► Équation différentielle p. 28 à 31

Aide n° 7

La lecture se fait sur le graphique. Une lecture approximative limite les chiffres significatifs.