

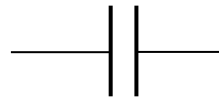
Niveau : 1^{ère} C	<u>OG</u> : ANALYSER LE FONCTIONNEMENT DE QUELQUES COMPOSANTS ELECTRONIQUES.	
<u>TITRE 8:</u> LE CONDENSATEUR		<u>Durée</u> : 6 H
<u>Objectifs</u> <u>spécifiques</u> :		
<u>OS 1</u> : Déterminer les caractéristiques d'un condensateur. <u>OS 2</u> : Appliquer les lois d'association des condensateurs. <u>OS 3</u> : Connaître l'expression de l'énergie stockée par un condensateur.		
<u>Moyens</u> :		
<u>Vocabulaire spécifique</u> :		
<u>Documentation</u> : Livres de Physique AREX Première C et D, Eurin-gié Première S et E. Guide pédagogique et Programme.		
<u>Amorce</u> :		
<u>Plan du cours</u> : I) Généralités 1° Définition 2° Symbole de différents types de condensateur II) Charge et décharge d'un condensateur 1° Dispositif expérimental 2° Charge du condensateur : K en position 1 2.1° Observations 2.2° Interprétations 2.3° Conclusion 3° Décharge du condensateur : K en position 2 3.1° Observations 3.2° Interprétations 3.3° Conclusion		III) Capacité d'un condensateur 1° Expérience 2° Exploitation des résultats 2.1° Courbe $Q = f(U_C)$ 2.2° Interprétations 2.3° Conclusion 3° Capacité d'un condensateur plan IV) Association de condensateurs 1° Association en parallèle 2° Association en série V) Energie emmagasinée dans un condensateur 1° Mise en évidence expérimentale 2° Expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur

I) Généralités

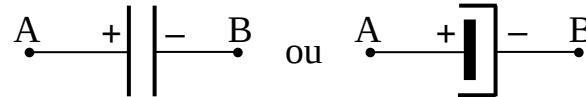
1° Définition

Un condensateur est un ensemble de deux conducteurs dont les surfaces en regard sont proches et séparées par un isolant appelé **diélectrique**. Le diélectrique peut être de l'air.

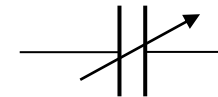
2° Symbole de différents types de condensateur



Condensateur
non polarisé



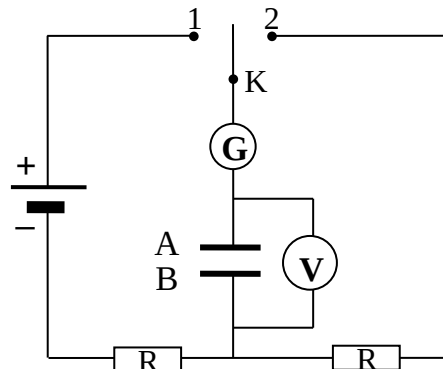
Condensateur polarisé
(condensateur électrochimique)



Condensateur à
capacité variable

II) Charge et décharge d'un condensateur

1° Dispositif expérimental



Le générateur utilisé a une
tension nominale 6 V.

2° Charge du condensateur : K en position 1

2.1° Observations

- L'aiguille du galvanomètre dévie vers la droite et revient à sa position initiale ;

- la tension aux bornes du condensateur passe de 0 à la valeur 6 V.

2.2° Interprétations

Le mouvement de l'aiguille du galvanomètre indique le passage d'un **courant transitoire** d'intensité **i positive ($i > 0$)**, qui circule de A vers B, appelé **courant de charge**. Des électrons quittent alors l'armature A qui se charge positivement (Q_A) et arrivent sur l'armature B qui se charge négativement (Q_B).

La tension aux bornes du condensateur reste constante (6 V) : le condensateur est dit **chargé**.

2.3° Conclusion

Les charges électriques portées par les armatures A et B d'un condensateur chargé sont de signes opposés et égales en valeur absolue ($Q_A = -Q_B$).

3° Décharge du condensateur : K en position 2

3.1° Observations

- L'aiguille du galvanomètre dévie maintenant vers la gauche et revient à sa position initiale ;
- la tension aux bornes du condensateur passe de 6 V à la valeur 0.

3.2° Interprétations

Le mouvement de l'aiguille du galvanomètre indique le passage d'un **courant transitoire** d'intensité **i négative ($i < 0$)**, qui circule de B vers A, appelé **courant de décharge**. Les électrons décrivent un mouvement inverse au cas précédent et les armatures redeviennent neutres ($Q_A = Q_B = 0$).

La tension aux bornes du condensateur devient nulle (0 V) : le condensateur est dit **déchargé**.

3.3° Conclusion

Un condensateur peut accumuler des charges ou les restituer. On appelle **charge** d'un condensateur la **quantité d'électricité** portée par l'**armature positive** :

$$Q = Q_A = - Q_B$$

Lors de la charge (ou de la décharge) du condensateur on observe un courant transitoire qui s'annule lorsque le condensateur est chargé (ou déchargé).

III) Capacité d'un condensateur

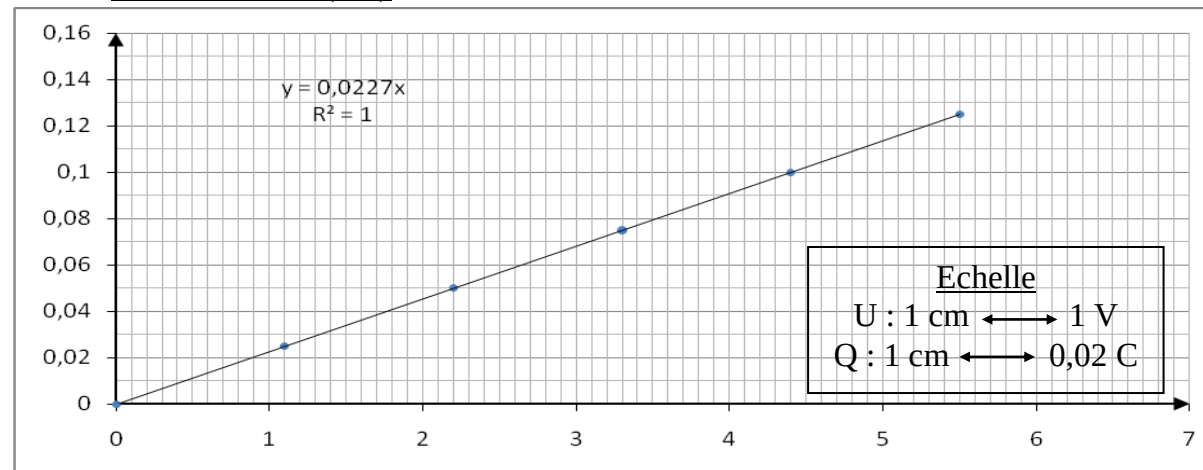
1° Expérience

On charge un condensateur avec un générateur de courant constant et on relève les valeurs de tension à ses bornes au cours du temps. L'intensité du courant est fixée à $I = 0,5 \text{ mA}$.

t(s)	5	10	15	20	25
U_C	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5
$Q = I \times t$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$12,5 \cdot 10^{-3}$

2° Exploitation des résultats

2.1° Courbe $Q = f(U_C)$



2.2° Interprétations

La courbe obtenue est une droite passant par l'origine. La charge Q d'un condensateur est donc une fonction linéaire de la tension à ses bornes, d'où : $Q = k \times U$.

$$k = \frac{\Delta Q}{\Delta U} \quad \text{AN: } k = \frac{(10 - 5) \cdot 10^{-3}}{4,4 - 2,2} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$$

La pente k de la droite est **caractéristique** du condensateur. Elle ne dépend pas de la durée de charge ni de la tension appliquée entre les armatures.

2.3° Conclusion

La charge de l'armature positive d'un condensateur est proportionnelle à chaque instant à la tension à ses bornes. Le facteur de proportionnalité noté C est appelé **capacité** du condensateur.

$$Q_A = C \cdot U_{AB} \Rightarrow \boxed{C = \frac{Q_A}{U_{AB}}}$$

La capacité s'exprime en **Farad (F)**.

On utilise couramment le **microfarad** ($1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$) et le **nanofarad** ($1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$).

3° Capacité d'un condensateur plan

Un condensateur est plan lorsque ses armatures sont planes. Sa capacité est proportionnelle à la surface S commune aux armatures en regard et inversement proportionnelle à la distance d qui les sépare.

$$* \text{ Si le diélectrique est le vide on a : } C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad \epsilon_0 : \text{constante diélectrique ou permittivité du vide}$$

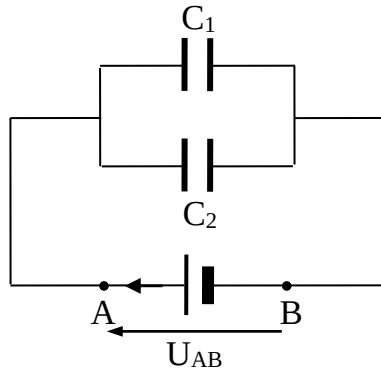
$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \approx 8,84 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}.$$

$$* \text{ Pour un diélectrique quelconque : } C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} \quad \epsilon_r : \text{permittivité relative du diélectrique}$$

Remarque : Sur un condensateur, il est toujours indiqué la valeur de la capacité et la tension maximale d'usage appelée **tension de rupture** ou **de claquage**. Lorsque le condensateur est soumis à cette tension, le champ qui règne entre les armatures est appelé **champ disruptif**.

IV) Association de condensateurs

1° Association en parallèle



$$\text{On a : } Q_1 = C_1 U_{AB} \quad \text{et} \quad Q_2 = C_2 U_{AB}$$

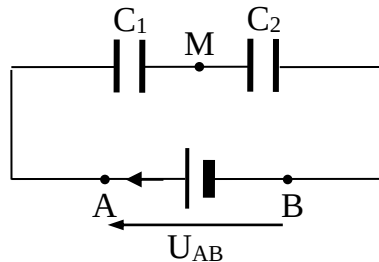
Le condensateur équivalent (\$C_{\text{éq}}\$) porte la charge \$Q\$ telle que :

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1 U_{AB} + C_2 U_{AB} = (C_1 + C_2) U_{AB}$$

$$\text{or } Q = C_{\text{éq}} U_{AB} \quad \Rightarrow \quad C_{\text{éq}} = C_1 + C_2$$

$$\text{Pour } n \text{ condensateurs en dérivation, on a : } C_{\text{éq}} = \sum_i^n C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

2° Association en série



$$\text{On a : } U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

Circuit série $\Rightarrow I = \text{cte}$ d'où $Q_1 = Q_2$

$$\Rightarrow U_{AB} = Q_1 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

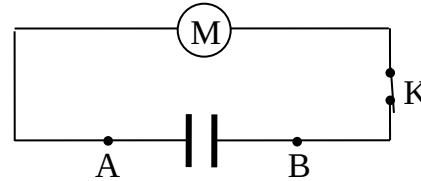
$$\text{Le condensateur équivalent } (C_{\text{éq}}) \text{ porte la charge } Q : U_{AB} = \frac{Q}{C_{\text{éq}}}$$

$$\text{comme } Q = Q_1 = Q_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{soit} \quad C_{\text{éq}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Pour n condensateurs en série, on a : $\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_i^n \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

V) Energie emmagasinée dans un condensateur

1° Mise en évidence expérimentale



Condensateur initialement chargé

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K, le moteur se met en marche. Il reçoit donc de l'énergie provenant du condensateur chargé : Un condensateur chargé emmagasine de l'énergie.

2° Expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur

L'énergie stockée dans un condensateur chargé de capacité C et de charge Q est donnée par l'expression :

$$\text{Joule (J)} \leftarrow W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Coulomb (C)
Farad (F)

$$\text{Comme } Q = CU \Rightarrow W = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2.$$