



Taki Academy
www.takiacademy.com

Sciences physiques

Classe : 4^{ème} Math

Cours physique :

Le Condensateur

Prof : Karmous Med



📍 Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /
Gabes / Djerba / Jendouba / Sidi Bouzid / Siliana / Béja / Zaghouan



www.takiacademy.com



73.832.000



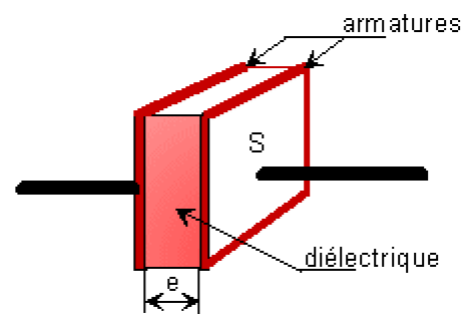
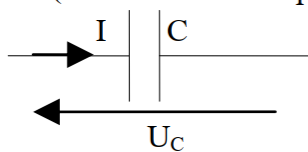
Le Condensateur

I- Description sommaire d'un condensateur :

1-Définition d'un condensateur :

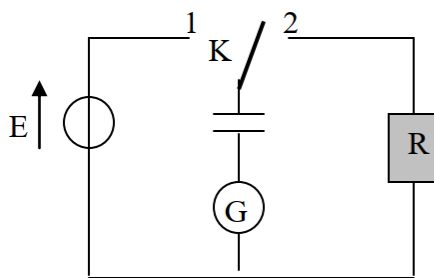
Un condensateur est constitué de deux plaques conductrices (étain, cuivre, aluminium...) appelées **armatures**, placées en regard l'une de l'autre, et séparées par un isolant d'épaisseur variable appelé **diélectrique**. Les diélectriques les plus utilisés sont l'air, le mica, le papier, le mylar, le plastique, le verre, etc...Il se caractérise par sa capacité C qui est la constante de proportionnalité entre la charge (ou quantité d'électricité) qu'il acquiert et la tension U appliquée à ses bornes.

2-Symbole (Convention récepteur : $I > 0$)



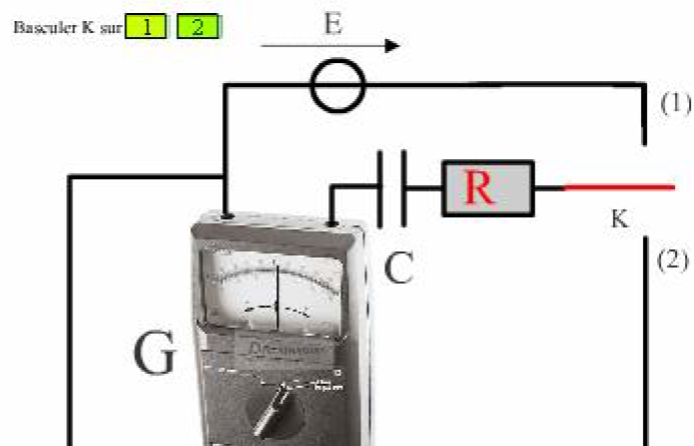
II- Etude qualitative de la charge et décharge d'un condensateur

On réalise le montage ci-dessous



K : Commutateur

G : Galvanomètre



1-a-Expérience1 (La charge d'un condensateur)

On place le commutateur K en position 1

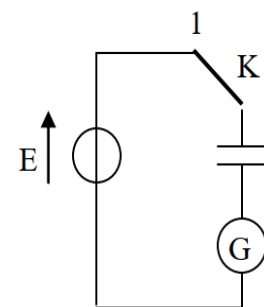
b- Constatation :

L'aiguille du galvanomètre dévie d'un angle α dans un sens
Puis revient rapidement à sa position initiale.

c- Interprétation

La déviation de l'aiguille du galvanomètre prouve le passage d'un courant dans le circuit malgré la présence de l'isolant entre les armatures de C. Le courant bref s'explique par le fait que les électrons qui sortent du pôle négatif du générateur s'accumulent sur l'armature B (Une charge accumulée $q_B < 0$) du condensateur et repousse les électrons de l'autre armature ce phénomène s'arrête lorsque $V_A - V_B = E$

d- Remarque : si on ouvre K et on le place de nouveau en position 1, rien ne se passe

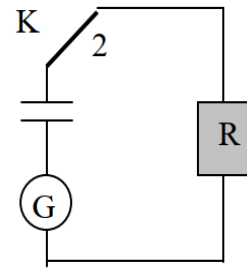


2-a-Expérience2 (La décharge d'un condensateur)

Le condensateur est chargé, on place K en position 2

b- Constatation :

L'aiguille du galvanomètre dévie du même angle α mais dans le sens contraire



c- Interprétation

La déviation de l'aiguille du galvanomètre dans le sens contraire prouve que les électrons accumulés en B quitte cette armature et passe en A. cette circulation cesse lorsque le condensateur est totalement déchargé ($V_A = V_B$)

3-Conclusion

Le condensateur est un composant électrique capable de stocker des charges électriques

III- Charge d'un condensateur et intensité du courant

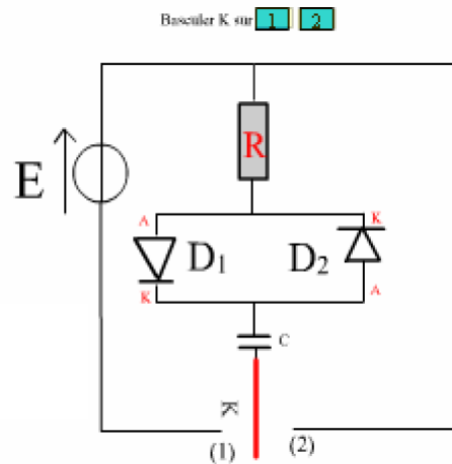
1- Caractère algébrique du courant

Instruction

A l'aide de la souris appuyer sur le bouton (vert) 1 puis sur le bouton (vert) 2

$R = 1k\Omega$
 $C = 1000 \mu F$

Rappel : La diode n'est passante que lorsque le courant entre par l'anode



a- Expérience

D_1 et D_2 : Deux diodes en tête-bêche

b- Constatation :

Lorsqu'on place K sur la position (1) :

Le condensateur se charge et seulement la diode D_1 qui s'allume (passante)

Lorsqu'on place K sur la position (2) :

Le condensateur se décharge et seulement la diode D_2 qui s'allume (passante)

c- Interprétation :

Lors de la charge du condensateur, le courant qui circule est celui débité par le générateur et dont le sens qui sera positif. Ce courant allume D_1 seulement (D_1 passante)

Lors de la décharge du condensateur le courant et de sens contraire (sens (-)) ce qui explique l'allumage de D_2 .

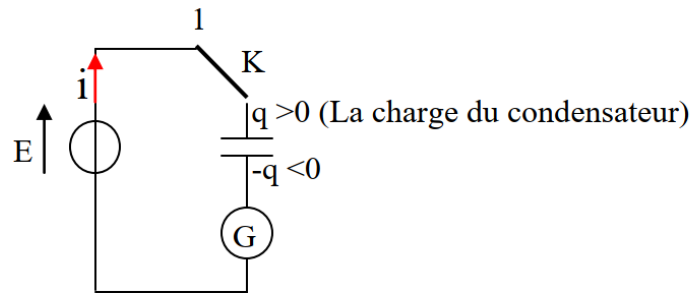
d- Conclusion :

L'intensité du courant est une grandeur algébrique :
 $I > 0$ si le courant circule dans le sens (+) choisi
 $I < 0$ si le courant circule dans le sens contraire au sens (+) choisi

Remarque : Le courant de charge du condensateur est choisi comme étant le courant positif

2-La charge q d'un condensateur :

On appelle la charge q d'un condensateur, la charge portée par son armature liée à la borne (+) du générateur ($q > 0$)



3- Relation entre l'intensité du courant et la charge portée par un condensateur

$$i = \frac{dq}{dt}$$

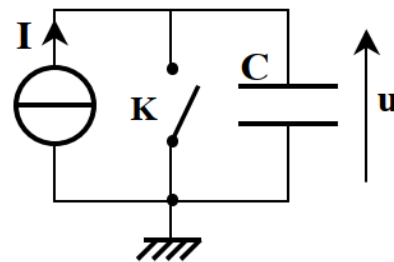
Remarque : lorsqu'il s'agit d'un courant constant I , on peut écrire $I = \frac{q}{t}$ ou $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

IV- Capacité d'un condensateur $C = \frac{q}{u_C}$

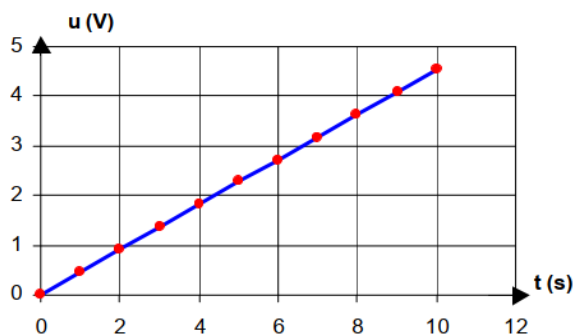
■ Montage expérimental

Il s'agit de faire circuler un courant constant $I = 1\text{mA}$ dans un condensateur et de relever l'évolution de la tension :

Initialement, l'interrupteur K est fermé et à partir de l'instant $t = 0$, K est ouvert.



■ Chronogramme $u(t)$ et tableau de valeurs



t (s)	u (V)
0	0,00
1	0,45
2	0,91
3	1,36
4	1,82
5	2,27
6	2,73
7	3,18
8	3,64
9	4,09
10	4,55

Observation : La tension augmente linéairement au cours du temps.

2- Capacité d'un condensateur

Reprenons l'expérience de charge à courant constant :

- Le condensateur reçoit une quantité d'électricité $q = I.t$, donc q augmente linéairement au cours du temps.
- La tension u aux bornes du condensateur augmente linéairement elle aussi, il y a donc proportionnalité entre q et u . On peut dire que $q = \text{"constante"} \times u$.

Définition : La capacité C d'un condensateur est définie par la relation :

$$q = C.u$$

coulomb (C)
farad (F)
volt (V)

Ordre de grandeur et sous-multiples :

- électronique : pF (10^{-12} F) ; nF (10^{-9} F) et μ F (10^{-6} F)
- électrotechnique : μ F (10^{-6} F) ; mF (10^{-3} F) et F .

Remarque (uniquement pour la charge à courant constant):

On a $u = \frac{q}{C}$ avec $q = I.t$ donc $u = \frac{I}{C}.t$ (droite de coefficient directeur $\frac{I}{C}$).

Dans l'expérience, le coeff. directeur de la droite est $\frac{4,55 - 0}{10 - 0} \approx 0,455 \text{ V.s}^{-1}$ et ce résultat

est aussi égal à $\frac{I}{C}$. Donc $C = \frac{I}{0,455} = \frac{1.10^{-3}}{0,455} \approx 2,2 \text{ mF}$ ou **$C = 2200 \mu\text{F}$** .

Application

Le circuit de la figure suivante comprend :

- Un générateur G de courant d'intensité constante $I = 0,5 \text{ mA}$
- Un résistor de résistance $R_0 = 30 \Omega$
- Un interrupteur K
- Un condensateur de capacité C

On ferme l'interrupteur K à l'instant choisi comme origine des temps et on constate qu'à l'instant $t_1 = 1 \text{ min}$, la tension aux bornes du condensateur est $u_C = 3 \text{ V}$

- 1- Déterminer à cet instant t_1 la charge q du condensateur et préciser par quelle armature est portée cette charge ?
- 2- Déterminer la capacité C du condensateur
- 3- Déterminer la tension u_R aux bornes du résistor et préciser en le justifiant si elle peut changer au cours du temps
- 4- Déterminer à l'instant t_1 l'énergie électrique E_C emmagasinée par le condensateur

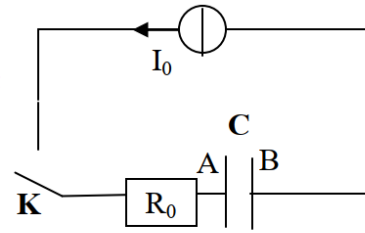
Corrigé

1- $q = I \cdot t$ Puisque le courant qui circule dans le circuit est constant

AN : $q = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ C} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ C}$

Cette charge est portée par l'armature à laquelle arrive le courant du générateur

2- $u_c = \frac{q}{C} = \frac{I \cdot t}{C} \Rightarrow C = \frac{q}{u_c} = \frac{I \cdot t}{u_c} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{3} = 10^{-2} \text{ F} = 10 \text{ mF}$



3- La tension $u_R = R_0 \cdot I = 30 \Omega \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ V}$. Cette tension reste constante puisque le courant qui circule dans le circuit est constant

4- $E_c = \frac{1}{2} C \cdot u_c^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \text{ F} \cdot 3^2 \text{ V}^2 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

VI-Capacité d'un capacite plan

La capacité C d'un condensateur plan dépend de sa géométrie :

→ C est proportionnelle à la surface S d'une armature.

→ C est inversement proportionnelle à l'épaisseur e du diélectrique.

La capacité C d'un condensateur plan dépend aussi de la nature du diélectrique :

→ C est proportionnelle à ϵ (permittivité du diélectrique).

Remarque : on pose $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ avec $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ permittivité du vide (air)

et ϵ_r permittivité relative du diélectrique

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e}$$

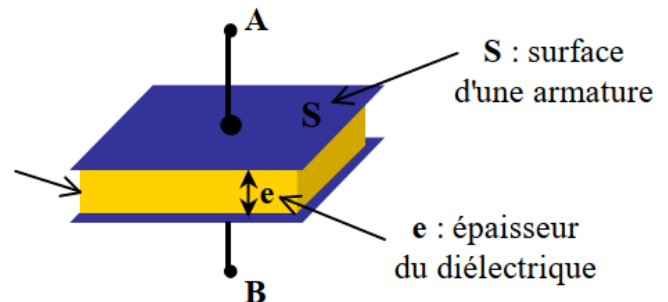
unités : S en mètres carrés (m^2)

ϵ_0 en $\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$

ϵ_r sans unités

e en mètres.

ϵ : permittivité
du diélectrique



Exemple : Calculons la capacité C d'un condensateur dont les caractéristiques sont :

- surface $S = 10 \text{ dm}^2$

- épaisseur de l'isolant $e = 100 \mu\text{m}$

- permittivité relative $\epsilon_r = 7$ (condensateur au micas).

$$C = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \times 7 \times \frac{10 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 10^{-6}} \approx 62 \text{ nF}.$$