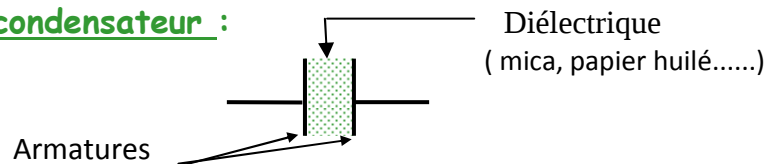
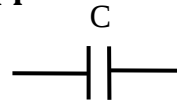


I / Description:**1) Schéma de principe d'un condensateur :****2) Définition d'un condensateur :**

Un condensateur est un dipôle, constitué de deux armatures conductrices en regard séparées par une mince couche isolante appelée diélectrique.

3) Symbole d'un condensateur :**Remarques :**

- On retrouve des modèles de condensateurs de forme et de dimensions diverses.
- Dans le cas, où les armatures sont planes et parallèles, le **condensateur** est dit **plan**.
- Le **diélectrique (l'isolant)** peut être: L'air, une feuille de papier paraffinée, céramique, du mica, du téflon, de l'alumine...

4) Condensateurs polarisés - condensateurs non polarisés :**a) Condensateurs non polarisés :**

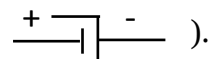
Ils sont symétriques, ils peuvent être utilisés en courant alternatif (et en courant continu). Un condensateur non polarisé permet le passage de courant dans les deux sens.

b) Condensateurs polarisés : (bornes + et -)

Ils sont non symétriques, ils ne peuvent être utilisés qu'en courant continu.

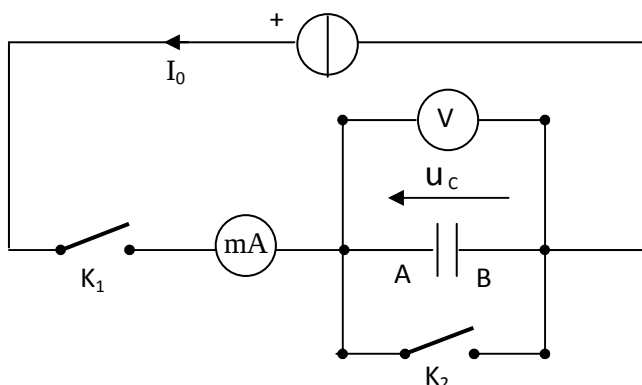
Exemple: les condensateurs électrochimiques

(représentés aussi par le symbole :



II / Etude expérimentale de la charge d'un condensateur par un courant constant:

1) Montage :



Avant toute mesure, on ferme l'interrupteur K_2 (pendant quelques secondes) ;

Puis on l'ouvre et on le maintient ainsi durant toute l'expérience (noter la valeur de u_C).

Simultanément, on ferme l'interrupteur K_1 et on déclenche un **chronomètre**.

2) Tableau de mesures :

L'intensité de courant fourni par le générateur de courant est constante et elle vaut $I_0 = \dots\dots\dots$

On mesure toutes les 5 secondes (ou 10 s) la tension u_C (signifie u_{AB}) et on la note dans le tableau ci-dessous.

On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

t (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
u_C (V)											
q (.....)											

3) Interprétation :

1/ Avant de commencer les mesures, on ferme K_2 (en laissant K_1 ouvert) ; Que se passe-t-il au condensateur quand on ferme K_2 ?

.....

2/ Avant de fermer K_2 (K_1 ouvert), le voltmètre **peut** indiquer une tension non nulle. Expliquer cette possibilité.

.....

3/ Rappel : en courant constant : $I = \frac{Q}{t}$.

Dans le cas de notre montage, a une date t, $Q = q_A = q$ (a cause de sens de I_0).

Donc la charge q du condensateur pendant la durée t est donnée par la relation: $q = I_0 \cdot t$.

Compléter la 3^{ème} ligne de tableau de mesures.

4/ D'après le tableau de mesures, déduire comment varie la charge q lorsque u_C augmente.

.....
 5/a) Représenter sur un papier millimétré la courbe d'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction de la durée de charge t (signifie $u_C = f(t)$).

b) Commenter la courbe obtenue, rechercher le coefficient directeur de la droite. (unité ?)

.....

6/a) Montrer que la relation entre la charge q du condensateur et la tension u_C à ses bornes est sous la forme $q = C \cdot u_C$; avec C est **la capacité du condensateur**, elle s'exprime en farad **F**.

b) Calculer la capacité C de ce condensateur.

c) La comparer avec la valeur indiquée par le constructeur.

7/ **Autre méthode pour déterminer la valeur de C :**

- Représenter la courbe $q = f(u_C)$ sur un autre papier millimétré;
- Commenter la courbe obtenue.

c) Déterminer la pente de la droite et la comparer avec C précédente.

4) Conclusion : Définition de la capacité d'un condensateur :

Remarques : *

* Le farad est une grande unité de capacité; Les sous multiples du farad sont :

Le milli farad: $1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$	Le microfarad: $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
Le nanofarad: $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$	Le picofarad: $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

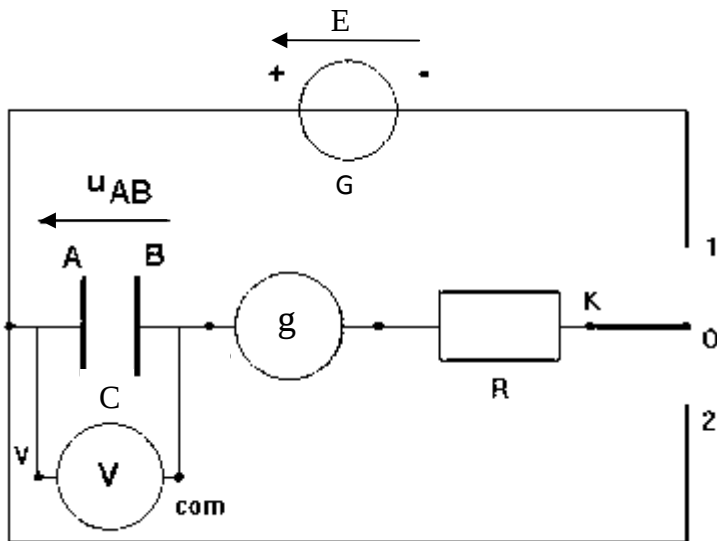
* **La capacité C d'un condensateur dépend de ces dimensions géométriques et de la nature de diélectrique à son intérieur.**

* Quelques ordres de grandeurs de la capacité C d'un condensateur:

Type du condensateur	Ordre de grandeur de C
Condensateur électrochimique	$\mu\text{F} \rightarrow \text{F}$
Condensateur au mica, céramique	$\text{pF} \rightarrow \text{nF}$
Condensateur au papier	μF
Condensateur au tantale	$0,1 \mu\text{F} \rightarrow 0,01 \mu\text{F}$
Condensateur au polypropylène	$\text{nF} \rightarrow \mu\text{F}$

III / Phénomènes de Charge et de décharge d'un condensateur par un générateur idéal de tension continue:

1) Montage et observations:



G est un générateur de tension continue de f.é.m : E et de résistance interne négligeable (*générateur idéal de tension continue*).

g est un galvanomètre à zéro central (il permet de mesurer de faibles intensités de courants et il indique le sens de courant).

E est la f.é.m. de générateur idéal de tension continue ($E = U_G = \text{constante}$).

K est un commutateur (interrupteur à double positions).

Initialement le condensateur est déchargé. Le voltmètre mesure la tension u_{AB} .

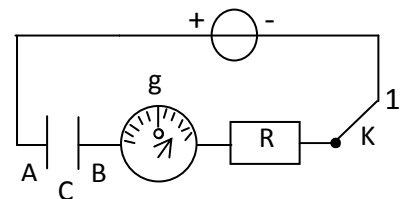
- On ferme l'interrupteur K en position « 1 » ; observer simultanément le galvanomètre et le voltmètre ;

On observe que la tension u_{AB} **augmente** rapidement de 0 jusqu'à atteindre une valeur pratiquement égale à E , et pour cette valeur, u_{AB} reste pratiquement **constante**.

.....

Le courant **réel** circule dans la partie ci-contre de montage et dans le sens indiqué par le galvanomètre:

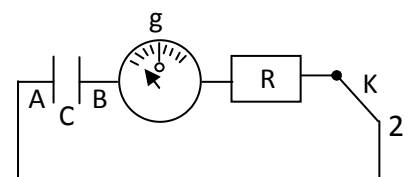
L'**intensité** de courant **diminue** à partir d'une valeur I_0 (positive dans ce cas) jusqu'à **zéro**



- On bascule maintenant l'interrupteur K en position « 2 » ; observer simultanément le galvanomètre et le voltmètre ;

On observe que la tension u_{AB} **diminue** rapidement de E jusqu'à **s'annuler**.

L'**intensité** de courant **augmente** à partir d'une valeur $-I_0$ (négative dans ce cas) jusqu'à **zéro**



Activité : schématiser un autre montage expérimental qui permet de vérifier le caractère algébrique de l'intensité de courant au cours de la charge et de la décharge d'un condensateur en s'aidant des diodes LED (sans utiliser un galvanomètre).

2) Interprétation :

- Quand l'interrupteur est en position « 1 », Dans quelle maille de circuit y-a-t-il circulation de courant ?

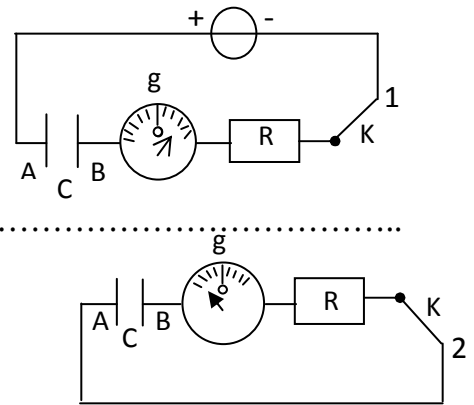
Le condensateur se Des électrons s'accumulent sur l'armature qui se charge et à distance, ils ceux de l'autre armature qui se charge (l'armature ...se charge par)

Les charges des armatures ont la même et un signe

• **Quand l'interrupteur est en position « 2 »:**

Le condensateur se

A la fin de la q_A et q_B



3) Conclusions :

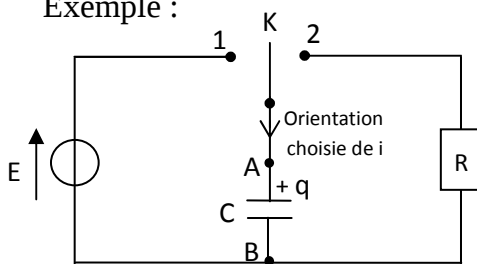
✓ A tout instant t , la charge q_A et q_B de chacune des armatures respectivement A et B sont de mêmes valeurs absolues $|q_A| = |q_B|$ mais de signes opposés : $q_A = -q_B$.

Ces charges sont responsables de la tension aux bornes du condensateur.

L'intensité (instantanée) i de courant électrique est une grandeur

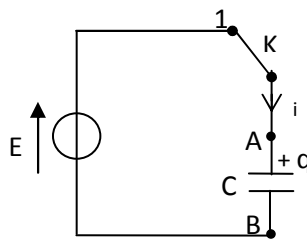
✓ Pour cela, on oriente le circuit, on choisit un sens positif du courant et on l'indique par une flèche sur le circuit. Si le courant circule dans le sens positif choisi, son intensité i est comptée si non elle sera comptée

Exemple :

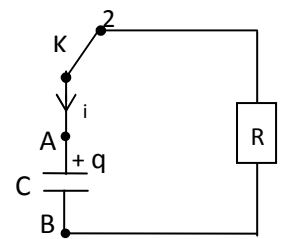


Orientation arbitraire d'un circuit

Lorsque K est sur la position 1

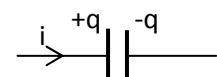


Lorsque K est sur la position 2



✓ Définition de la charge q d'un condensateur :

On appelle charge q d'un condensateur, {par convention}



la charge de l'armature vers laquelle est orienté le sens positif du courant.

✓ Relation entre l'intensité i du courant et la charge q d'un condensateur

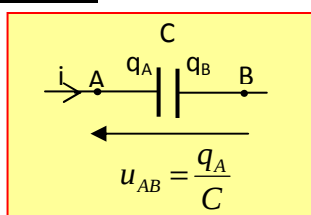
L'intensité instantanée i de courant et la charge q de condensateur sont reliées par la relation :

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \text{donc} \quad i(t) = \frac{dq}{dt} \quad \text{à la date } t \text{ considérée.}$$

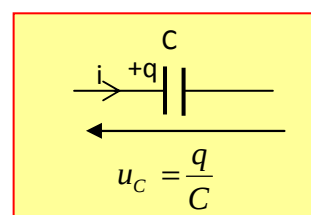
On déduit alors que la charge q est la primitive de i :

$$q(t) = \int i(t) dt$$

✓ Représentation de la tension aux bornes d'un condensateur : {Convention récepteur}



ou aussi



✓ Au cours de la charge et de la décharge d'un condensateur : u_C , q et i varient au cours de temps.

✓ On a vu que $q(t) = C \cdot u_C(t)$

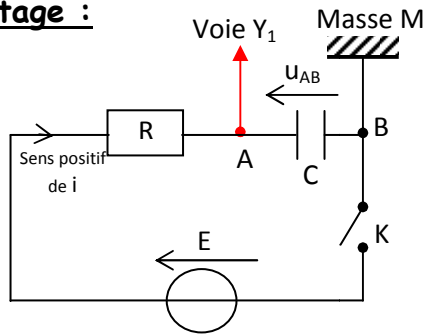
Or $i(t) = \frac{dq}{dt}$ donc $i(t) = \frac{d(C.u_C)}{dt}$ on peut alors écrire : $i(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt}$.

Remarques :

- o Au cours de la charge condensateur { K sur « 1 » }, q_A augmente au cours de temps, donc $\frac{dq_A}{dt} > 0$ alors $i > 0$; ce qui confirme que le courant circule dans le sens positif choisi.
- o Au cours de la décharge condensateur { K sur « 2 » }, q_A diminue au cours de temps, donc $\frac{dq_A}{dt} < 0$ alors $i < 0$; ce qui confirme que le courant circule dans le sens contraire à l'orientation choisi.

IV / Variation de $u_C(t)$ et de $q(t)$ au cours de la charge d'un condensateur :

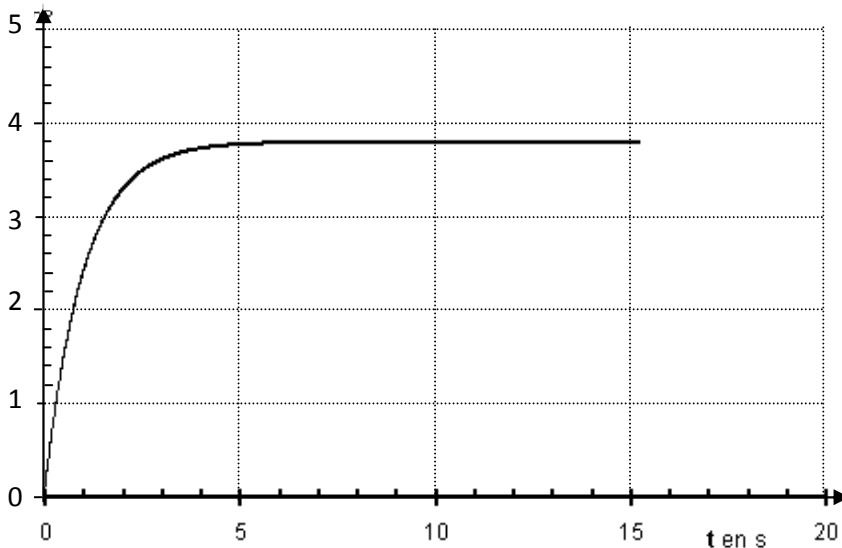
Montage :



$R = 1 \text{ k}\Omega$; $E = 3,8 \text{ V}$; $C = 1000 \text{ }\mu\text{F}$,
initialement le condensateur est déchargé.
Les points A et B sont reliés respectivement à la voie Y₁ et la
mass électrique M d'un oscilloscope à mémoire.
Après la fermeture de l'interrupteur K ; Préciser la
tension visualisée par l'oscilloscope ?

u_{AB} en V

Courbe de $u_{AB} = f(t)$

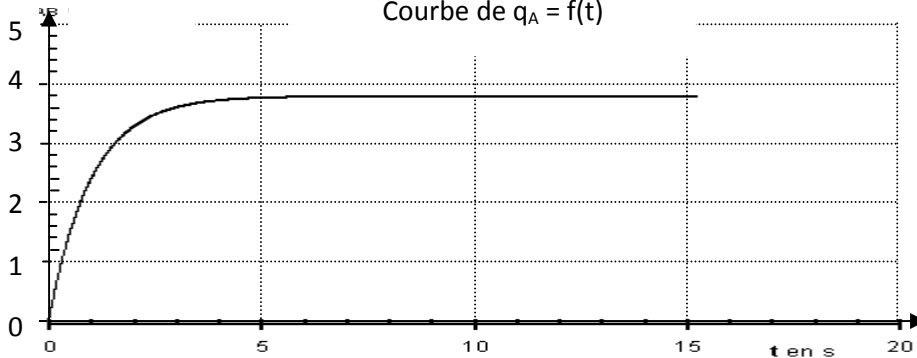


Interprétation :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

q_A en mC

Courbe de $q_A = f(t)$



Remarque : A partir de la relation $q_A(t) = C.u_{AB}(t)$ et de la courbe précédente, on peut représenter $q_A(t)$ au cours de la charge de condensateur par une source idéale de tension continue.

Interprétation :

.....
.....
.....

V / Energie emmagasinée par un condensateur :

Expérience : On place le commutateur K sur la position 1 (pour une longue durée), puis on le bascule sur la position 2, le moteur se met à tourner, puis s'arrête.

Conclusion : Le condensateur chargé est un réservoir d'énergie potentielle électrique (ou électrostatique).

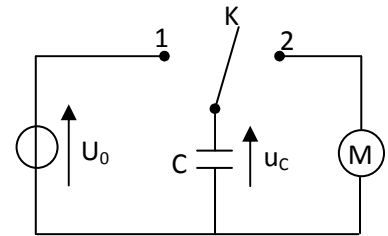
Expression de l'énergie emmagasinée :

L'énergie électrostatique E_C emmagasinée (stockée) par un condensateur de capacité C , lorsque la tension entre ces bornes est u_C , s'exprime par : $E_C = \frac{1}{2} C u_C^2$.

Unités dans le S.I : C en F, u_C en V et E_C en joule J.

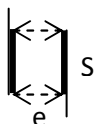
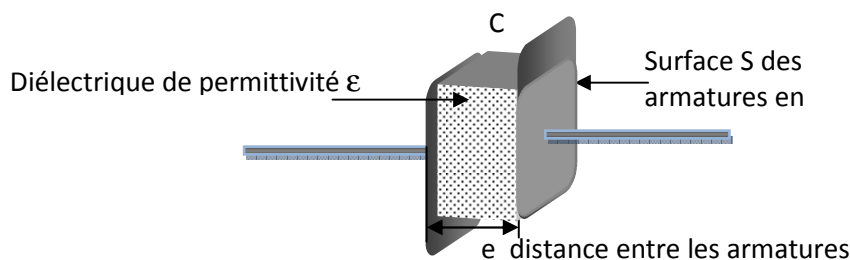
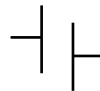
Activité : Dédurre deux autres expressions de E_{cond} .

Correction :



VI / Capacité d'un condensateur plan:

On considère le condensateur plan ci-contre :



e : épaisseur de la couche de diélectrique : écart entre les deux armatures (en m).
 S : la surface en regard de deux armatures (en m^2).

La capacité C d'un condensateur plan, est donnée par la relation : $C = \epsilon \frac{S}{e}$.

Le facteur de proportionnalité ϵ est une constante qui ne dépend que de la nature du diélectrique, on l'appelle permittivité absolue du diélectrique. Dans le S.I. ϵ s'exprime en $F.m^{-1}$.

La permittivité ϵ_0 du vide est $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} F.m^{-1}$. (approximation : $\epsilon_{\text{air}} \approx \epsilon_0$.)

On définit la permittivité relative ϵ_r d'un diélectrique par la relation : $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ d'où $C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{e}$.

Exemples de valeurs de la permittivité absolue ϵ et de la permittivité relative ϵ_r :

Diélectrique	ϵ_r	$\epsilon (10^{-11} F.m^{-1})$
Vide, air	1	0,885
Papier paraffiné	2 $\rightarrow$ 2,5	1,8 $\rightarrow$ 2,2
Polystyrène	2 $\rightarrow$ 3	1,8 $\rightarrow$ 2,7
Verre	4 $\rightarrow$ 7	3,5 $\rightarrow$ 6,2
Mica	5 $\rightarrow$ 8	4,4 $\rightarrow$ 7,1
céramique	15 $\rightarrow$ 2500	13,2 $\rightarrow$ 2200

VII / Tension de claquage et tension de service d'un condensateur:

Le constructeur indique généralement : la capacité C et deux valeurs différentes de tensions : l'une est la tension de claquage et l'autre est la tension de service.

- Définition : On appelle tension de claquage d'un condensateur la plus petite tension (en valeur absolue) faisant jaillir une étincelle entre les armatures du condensateur.
- Autrement, la tension de claquage est la tension maximale qui peut supporter un condensateur. Si on lui applique une tension supérieure à celle de claquage, il se détruit (des électrons traversent le diélectrique qui donc se détruit).
- La tension de service d'un condensateur est la tension nominale (préférée) de fonctionnement.
- La tension de service est inférieure à la tension de claquage d'un condensateur.

Exercice d'application :

1/ Un condensateur, de capacité $C_1 = 3 \text{ mF}$, a été chargé par un courant constant de $2 \mu\text{A}$ pendant 2,5 minutes. La tension aux bornes de ce condensateur est-elle alors de 1 V; 0,1 V ; 1,66 V; 10 V ou 10 mV ? Justifier.

2/ Un condensateur plan est constitué de deux armatures métalliques A et B, de surface en regard (commune) $S = 1 \text{ dm}^2$, séparées par de l'air et distantes de 1 cm.

On donne: pour l'air : $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ et $\epsilon_r = 1$. (1 pico: $1 \text{ p} = 10^{-12}$).

Calculer la valeur de la capacité C_2 du condensateur.

3/ Le flash d'un appareil photo fonctionne grâce à la décharge d'un condensateur de capacité $C_3 = 4 \text{ mF}$ chargé sous une tension de 4,5 V.

La décharge complète du condensateur s'effectue en 0,1 ms.

Quelle est la valeur de l'énergie stockée par le condensateur initialement chargé?

Correction: