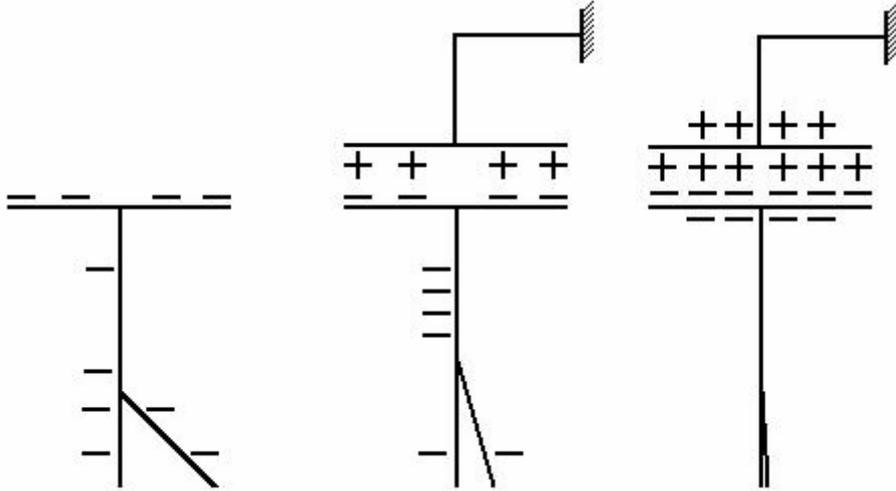


Condensateur

I. Etude d'un condensateur plan

A. Condensation des charges



On charge un électroscope négativement.

On approche un conducteur métallique tenu à la main (donc relié à la terre) initialement neutre.

Il se charge positivement par influence (répulsion des charge négatives vers la terre)

Plus on l'approche près de l'électroscope, plus la déviation de l'électroscope diminue : la charge de la partie inférieure de l'électroscope diminue.

Les charge négatives de l'électroscope s'accumulent sur le plateau : on dit qu'il y a condensation des charges au niveau du plateau. Si les deux plateaux sont très proches, toutes les charge se condensent au niveau du plateau.

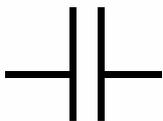
L'ensemble de deux plaques métalliques et de l'air qui les sépare constitue un condensateur.

1. Définition d'un condensateur

Un condensateur est constitué par deux conducteur séparé par un isolant.



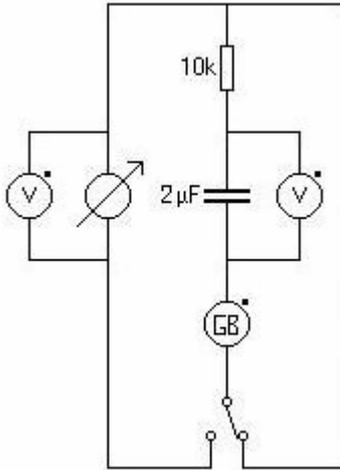
Les deux conducteur AB, s'appelle les armature du condensateur
L'isolant s'appelle le diélectrique du condensateur



Remarque : Condensateur courant : feuille d'aluminium séparé par une mince feuille de matière plastique. (< 0.1 mm d'épaisseur)

II. Charge et décharge d'un condensateur

1. Charge décharge montage



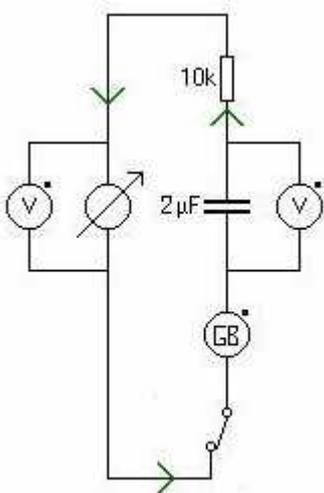
GB : Galvanomètre Balistique : il permet de mesurer la quantité d'électricité Q qui traverse un circuit à la première déviation d est proportionnel à Q : $Q = d \times k$

2. Observation

- plaçons K en 1
- chaque une des armatures sont relié respectivement AB au + -
- le GB dévie vers la droite
- bien que le circuit soit interrompu par le diélectrique du condensateur, des charges ont circulé dans le reste du circuit.
- Les 2 voltmètres indiquent la même valeur
- Le condensateur est chargé, une tension est apparue à ces bornes
- Plaçons K en 2
- Le GB dévie à nouveau mais vers la gauche (les déviations ont même amplitude) c'est le condensateur qui est à l'origine de la déviation.
- La tension aux bornes du condensateur diminue et s'annule, le condensateur est déchargé.

3. Interprétation de la charge et de la décharge d'un condensateur

a. Charge



Lorsque l'on ferme K, les électrons en excès au pôle - du générateur s'écoulent vers l'armature B.

Durant le même temps, le pôle

du générateur attire une quantité égale d'électrons de l'armature A.

Il en résulte que :

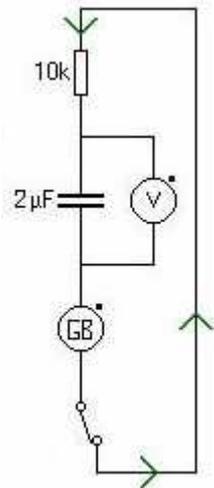
- Un courant circule dans le circuit
- Le GB est traversé par un courant électrique.
- Une charge $+Q$ apparaît sur A
- Une charge $-Q$ apparaît sur B

⇒ Le condensateur est chargé : on dit que sa charge

est égale a Q

⇒ Le courant cesse de circuler quand la tension du condensateur est égale à celle du générateur

b. Décharge



Lorsque l'on ferme K, les électrons en excès sur B s'écoulent vers A jusqu'à neutralisation.

Il en résulte que :

- Le condensateur se décharge
- Un courant circule dans le circuit
- Le courant s'annule en même temps que la tension aux bornes du condensateur.

c. Conclusion

La présence d'un condensateur avec isolant dans un circuit n'interdit pas la circulation de courant électrique dans la circulation. La durée de ces courants est cependant limitée.

III. Capacité d'un condensateur

1. Etude expérimentale

On reprend le même montage que précédemment

On fait varier U, on note la déviation d (cm) du GB

U en volt	2	4	6	8	10
d en cm	1.2	2.5	3.7	5	6.4

Conclusion :

- La déviation du GB, et donc proportionnel à la charge du condensateur et à la tension U

$$Q = k \times U$$

$$Q = C \times U$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

Définition

On appelle capacité C d'un condensateur, contient de charge du condensateur par la tension a ces bornes

Q = Coulomb C
 C = Farad F
 U = Volt = V

Le farad est une unité énorme. Les condensateur usuel on des capacité de l'ordre de grandeur du pF (10^{-12}) et du uF (10^{-6})

2. Calcul d'un condensateur plan

Un condensateur plan est constitué de 2 surfaces conductrices plane et il et séparés par un isolant.

Si l'isolant est vide : $C = \xi_0 \times \frac{S}{e}$

$$\xi_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Permetivité du vide (F/M)}$$

e : épaisseur du diélectrique (m)
 s : surface des armatures (m²)

Si l'isolant et quelconque : $C = \xi_0 \times \xi_{rr} \times \frac{S}{e}$ $\xi_{rr} \phi 1$: permetivité du matériaux

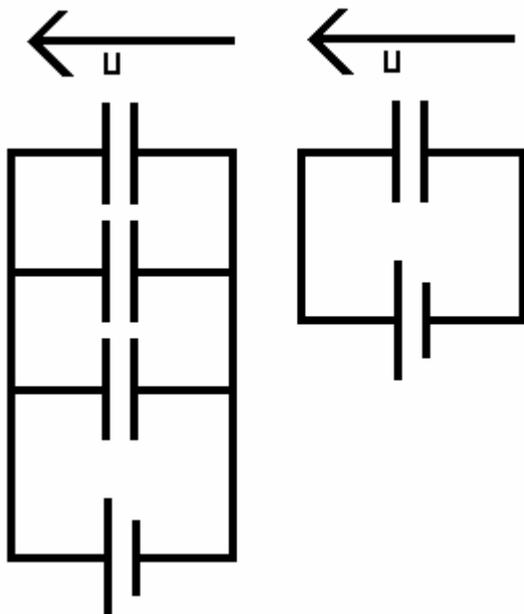
Quelque valeur de ξ_{rr} : air - 1 ; papier - 3 ; mica - 8 ; céramique - 100-200 ;

Calcul de la capacité d'un condensateur plan dont l'armature a pour surface $S = 1 \text{ dm}^2$ séparé par l'air et $e = 1 \text{ mm}$

$$C = \xi_0 \times \xi_{rr} \times \frac{S}{e} = 8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times \frac{0.01}{0.001} = 8.85 \times 10^{-11} \text{ F} = 88.5 \text{ pF}$$

La capacité reste faible malgré la taille. Pour augmenter la capacité il faut associé les condensateur de manière judicieuse.

IV. Association de condensateur



1. Capacité équivalente

Le condensateur équivalent à une batterie de condensateur et celui qui est soumis à la même tension, que la batterie accumule la même charge Q de la batterie. $C_{eq} = \frac{Q}{U}$

2. Association en parallèle

Calcul de C_{eq} avec 3 condensateur en parallèle.

Soit Q , la charge emmagasiné par le condensateur équivalent

$$Q = C_{eq} \times U$$

$$Q_1 = C_1 \times U$$

$$Q_2 = C_2 \times U$$

$$Q_3 = C_3 \times U$$

où $Q_1 - Q_2 - Q_3$ sont les charge des 3 condensateurs

En parallèle, les charge des condensateur s'ajoute.

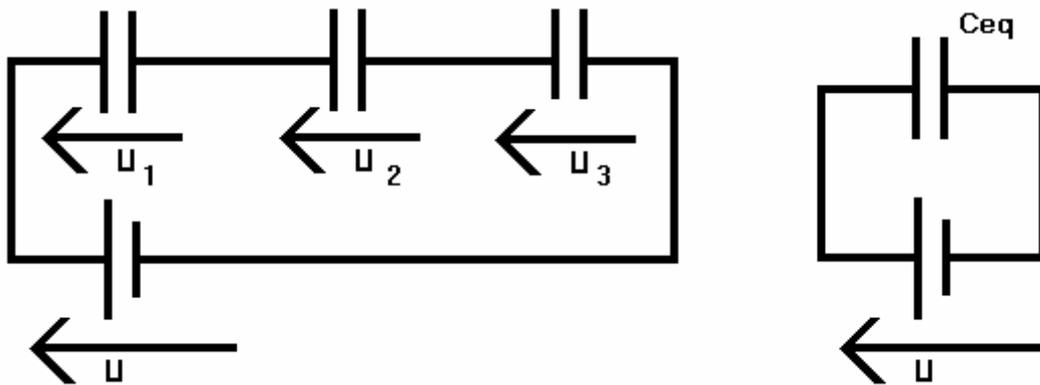
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = C_1U + C_2U + C_3U = U(C_1 + C_2 + C_3) \Leftrightarrow \frac{Q}{U} = C_1 + C_2 + C_3 \text{ or}$$

$$\frac{Q}{U} = C_{eq}$$

Donc $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

En parallèle les capacités s'ajoutent

3. Association en série



On appelle Q_1, Q_2, Q_3 les 3 charges des condensateurs. $-Q_1 + Q_2 = 0$ donc $Q_2 = Q_1$, ensemble neutre au départ, il reste neutre de même que $Q_3 = Q_2$ donc $Q_1 = Q_2 = Q_3$. En série les charges des condensateurs sont identique $Q = C_{eq} \times U$.

Lois des branche $U = U_1 + U_2 + U_3$ or $Q = C_1 \times U; C_2U_2 = C_3U_3$

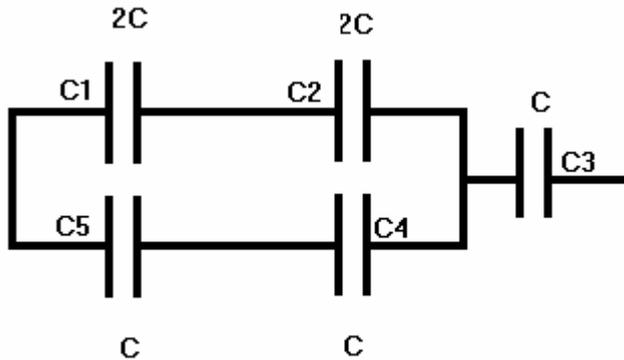
$$U_1 = \frac{Q}{C_1}; U_2 = \frac{Q}{C_2}; U_3 = \frac{Q}{C_3}$$

$$U = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right) = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{eq}} \times Q \text{ or } U = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$$

$$\text{donc } \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

En série l'inverse de la capacité équivalente est égale à la somme des inverses des capacités

Exercice



$$C = 1 \text{ uF}$$

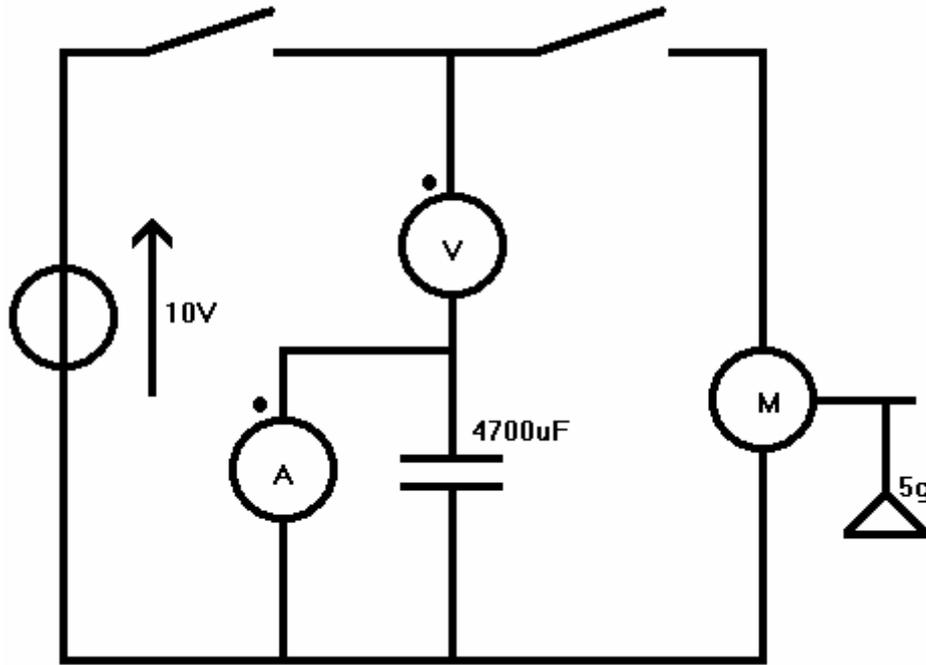
$$C_{12} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C}{2}$$

$$C_{45} = \frac{C_4 \times C_5}{C_4 + C_5} = \frac{C}{2}$$

$$C_{1245} = \frac{2C}{3} + \frac{C}{2} = \frac{7C}{6}$$

$$C_{eq} = \frac{C_{1245} \times C_3}{C_{1245} + C_3} = \frac{7C}{13} = \frac{7 \times 1}{13} = \frac{7}{13} \mu F \approx 0.538 \mu F$$

V. Energie d'un condensateur chargé



On place la masse dans la position la plus basse possible, on ferme K1

On ouvre K2 puis on ferme K2

L'énergie fournie par le condensateur au moteur a permis de faire monter la masse d'une certaine hauteur.

1. Expression de l'énergie stocker

Lorsque le condensateur se charge, la tension a ces bornes varie de 0 à U.

L'énergie total stockée est : $W = \frac{1}{2}UQ = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$.

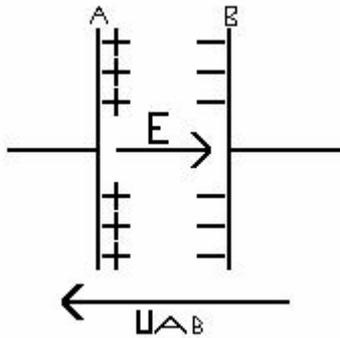
Q en Coulomb C, W en Joules J, U en Volt V, C en Farad F

Exemple : Condensateur 470µF (U=100V) décharge 2ms -> P=1175W

IV. Champ électrique et force électrostatique

1. Champ électrique entre les armatures d'un condensateur

Il existe entre les armatures d'un condensateur chargé un champ électrique uniforme \vec{E} dirigé de l'armature positive vers l'armature négative



$$E = \frac{U_{ab}}{e} = \frac{V_a - V_b}{e}$$

e : distance entre les armatures : m
 E : volt/metre : V/m

2. Champ disruptif (maximal)

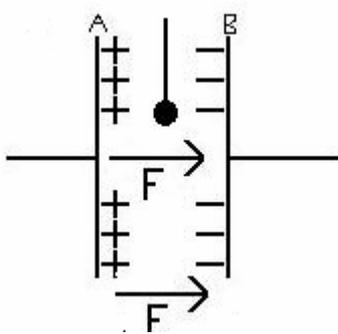
Si on augmente la tension entre les armatures, le champ électrique augmente jusqu'au moment où un arc s'amorce entre les deux plaques : l'isolant devient conducteur. Le condensateur est détruit.

$$E_{\max} = \frac{U_{ab \max}}{e} ; E_{\max} : \text{champ disruptif de claquage} ; U_{ab \max} \text{ tension disruptive}$$

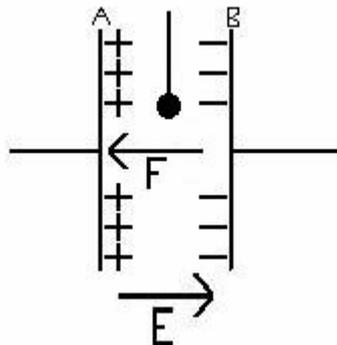
3. Force électrostatique

Une charge électrique q placée dans un champ électrique \vec{E} , est soumise à une force électrostatique \vec{F} tel que $\vec{F} = Q \times \vec{E}$

F en Neuton (N) ; E en volt par metre (V/m) ; Q en Coulomb (C)



$q > 0$



$q < 0$

le sens de la force électrostatique dépend du signe de la charge q