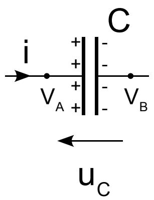
T.D Charge d'un condensateur à courant constant

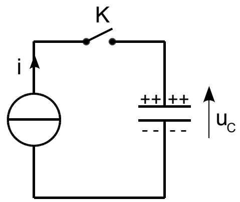
Présentation :



Un condensateur est constitué de 2 armatures métalliques séparées entre-elles par un isolant.

Un condensateur accumule des charges sur chacune de ses armatures. Si une armature porte la charge +q, l'autre armature porte la charge -q.
On appelle q la charge portée par le condensateur et $q = |+q| = |-q|$.
La charge q s'exprime en coulombs [C]
La tension u_C s'exprime en [V]
On appelle C, la capacité du condensateur qui a pour unité le Farad [F]. Le farad étant une grande unité, on utilise souvent ses sous-multiples le µF = 10^{-6} F ou le nF = 10^{-9} F.

Etude de la charge d'un condensateur à courant constant.



La source de courant délivre une intensité constante i = 40 µA.
A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K et on relève dans un tableau l'évolution de la tension u_C au cours du temps.
On réalise cette expérience deux fois avec dans un premier temps un condensateur de capacité C_1 = 4700 µF et un deuxième condensateur de capacité C_2 = 1000 µF.

1- Que peut-on dire de l'évolution de la tension aux bornes d'un condensateur chargé à courant constant ? ....
....

On rappelle que la charge q portée par le condensateur est donné par la formule

$$\boxed{q=i\cdot t} \quad \text{avec} \quad \begin{bmatrix} q \text{ en [C]} \\ i \text{ en [A]} \\ t \text{ en [s]} \end{bmatrix}$$

On trace sur un même graphique les courbes q_1 (u_1) et q_2 (u_2).
Les courbes sont représentées page 4 ou 5/ 6.

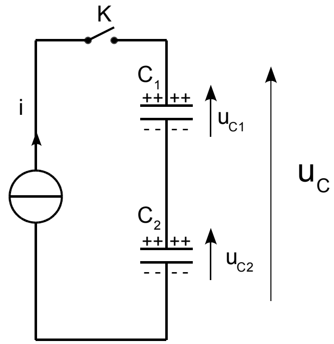
2- Pour chacune des courbes, déterminer la valeur de la pente et comparer cette pente à la valeur de la capacité du condensateur.

Condensateur C_1 : la pente est .... ce qui correspond à ....

Condensateur C_2 : la pente est .... ce qui correspond à ....

3- En déduire la relation entre la charge q portée par le condensateur en fonction de la tension u_C et de la capacité C.

Association de deux condensateurs en série :



La source de courant délivre une intensité constante i = 40 µA.

A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K et on relève dans un tableau l'évolution de la tension u_C au cours du temps.
Le condensateur C_1 a pour capacité C_1 = 4700 µF et le deuxième condensateur C_2 a pour capacité C_2 = 1000 µF.
On représente sur un même graphe les courbes $q(u_{C1})$, $q(u_{C2})$ et $q(u_C)$ page 4 /6.

4- Déterminer le coefficient directeur de la courbe $q(u_C)$. .
....

5- Comparer ce résultat avec $\frac{C_1 \cdot C_2}{C_1+C_2}$ . ...

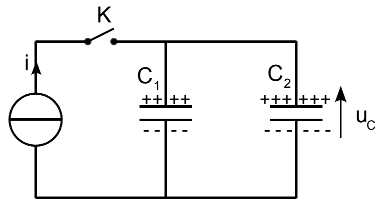
6- ***A retenir*** : La capacité équivalente C_{EQ} de deux condensateurs C_1 et C_2 branchés en série est :

$$\boxed{C_{EQ}=\frac{C_1 \cdot C_2}{C_1+C_2}}$$

La capacité équivalente C_{EQ} de N condensateurs C_1 , C_2 ,... C_N en série est :

$$\boxed{\frac{1}{C_{EQ}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+ \ldots +\frac{1}{C_N}}$$

Association parallèle de deux condensateurs :



La source de courant délivre une intensité constante i = 40 µA.
A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K et on relève dans un tableau l'évolution de la tension u_C au cours du temps.
Le condensateur C_1 a pour capacité C_1 = 4700 µF et le deuxième condensateur C_2 a pour capacité C_2 = 1000 µF.

On représente sur un même graphe les courbes
$q_1(u_C)$, $q_2(u_C)$ et $q(u_C)$ page 5 /6.

5- Déterminer le coefficient directeur de la courbe $q(u_C)$. ....

6- Comparer ce résultat à C_1+C_2 : ....

7- ***A retenir*** : La capacité équivalente C_{EQ} de deux condensateurs C_1 et C_2 branchés en parallèle est :

$$\boxed{C_{EQ}=C_1+C_2}$$

Pour N condensateurs en série : $\boxed{C_{EQ}=C_1+C_2+ \ldots +C_N}$

Énergie emmagasinée par un condensateur :

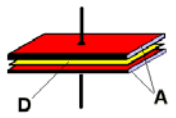
On considère un condensateur de capacité C. A l'instant t = 0, le condensateur est déchargé et la tension à ses bornes est $u_C = 0$.

On bout d'une durée t_F, le condensateur est charge et porte la charge Q et la tension à ses bornes est $u_C = U$.

On montre que l'énergie W stockée par le condensateur est :

$$\boxed{W = Q \cdot U} \text{ ou } \boxed{W = \frac{1}{2} C \cdot U^2} \text{ avec } \begin{bmatrix} W & \text{en [J]} \\ Q & \text{en [C]} \\ C & \text{en [F]} \\ U & \text{en [V]} \end{bmatrix}$$

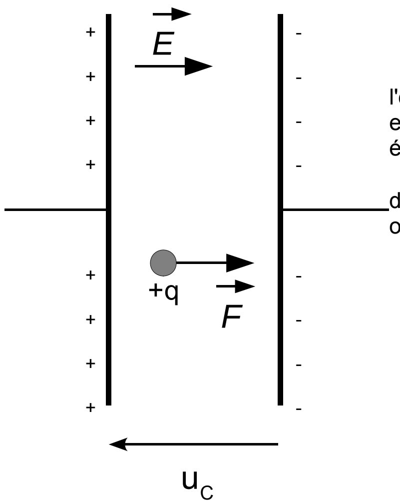
Capacité d'un condensateur plan :



S : surface de la plus petite des armatures en [m²]
e : épaisseur du diélectrique en [m].
ε_o est la permittivité du vide et
ε_r est la permittivité ou constante diélectrique de l'isolant. $\varepsilon_r = 1$ pour l'air.
En pratique on prendra $\varepsilon_o = 8{,}85.10^{-12}$ (S.I)

La capacité C d'un condensateur plan est donnée par la relation : $\boxed{C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \cdot \frac{S}{e}}$

Champ électrique entre deux armatures :



On définit le vecteur champ électrique $\vec{E}$ l'ensemble des ligne de champs électriques comprises entre les deux armatures du condensateur séparée d'une épaisseur e en [m].

Le vecteur champ électrique $\vec{E}$ est toujours orienté du potentiel croissant vers le potentiel décroissant (son orientation est inversée par rapport à la tension u_C).

L' intensité du champ électrique noté E est :

$\boxed{E = \frac{U_C}{e}}$ et s'exprime en [V/m]

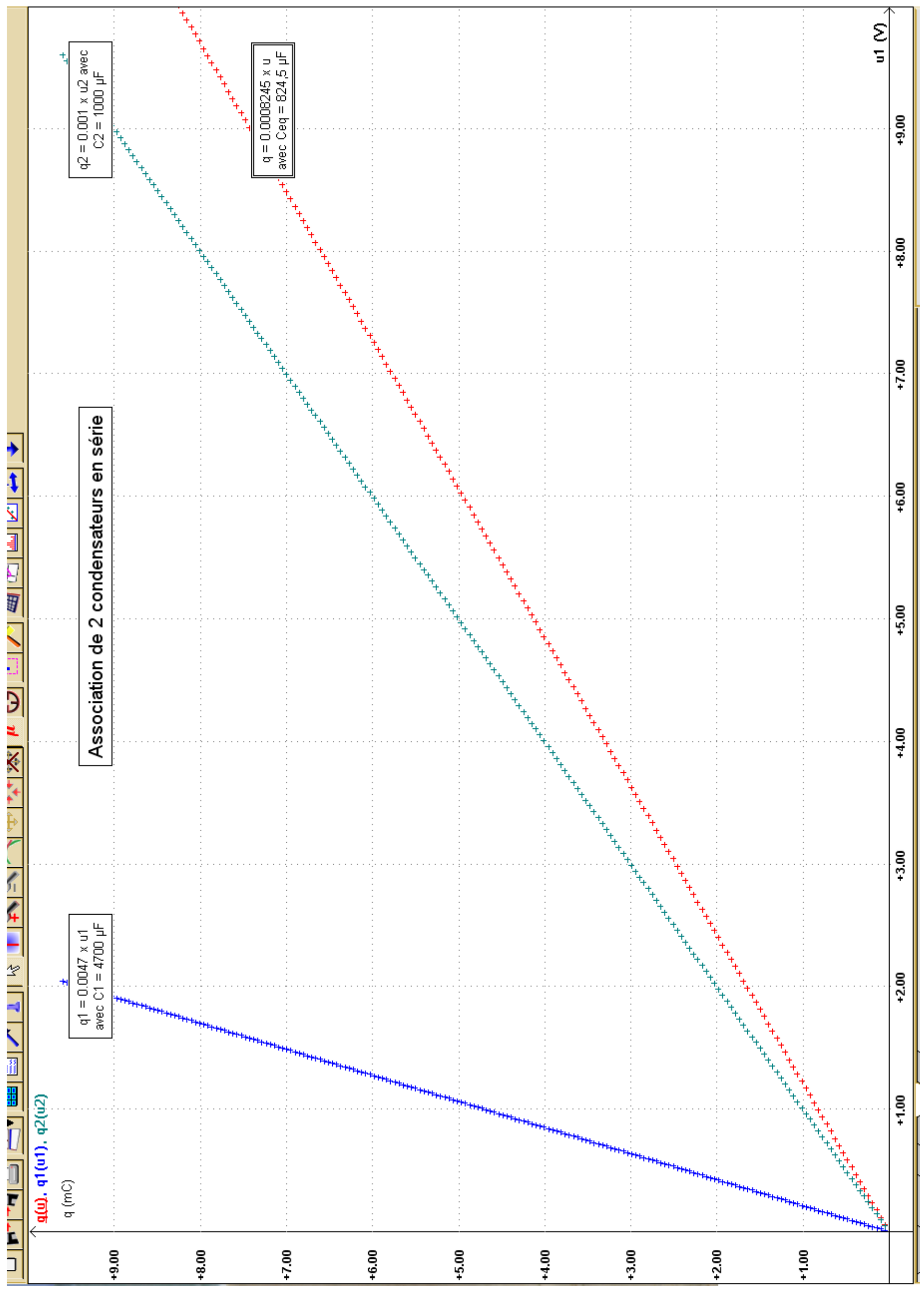
Force sur une particule chargée :

Si on place une particule chargée +q dans une région de l'espace ou règne un champ électrique $\vec{E}$, cette particule est alors soumise à une force $\vec{F}$ telle que $\boxed{\vec{F} = q \cdot \vec{E}}$.

Si la particule est chargée positivement, la force $\vec{F}$ et le champ électrique $\vec{E}$ sont orientés dans le même sens.

Si la particule est chargée négativement, la force $\vec{F}$ est orientée dans le sens contraire de celui du champ électrique $\vec{E}$.

Caractéristiques de deux condensateurs C_1 et C_2 branchés en série :



Caractéristiques de deux condensateurs C_1 et C_2 branchés en parallèle :