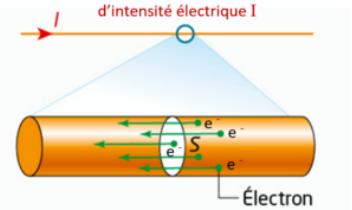
Dynamique d'un système électrique

Révisions et échauffements pages 536 et 537

I. Le modèle du condensateur

1. Intensité électrique



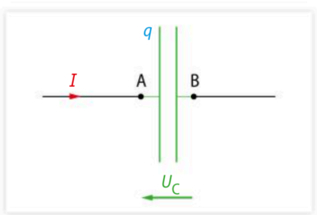
Débit d'électrons en déplacement dans un fil électrique

L'intensité du courant électrique correspond au débit de charges électriques, c'est-à-dire à la charge électrique qui traverse la surface S du conducteur par seconde.
En courant continu, l'intensité I est constante. En courant variable, l'intensité varie à chaque instant, c'est une fonction du temps notée $i(t)$, ou simplement i.
L'intensité du courant électrique $i(t)$ est la dérivée par rapport au temps de la charge électrique $q(t)$ qui traverse une section du conducteur.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

i(t) en ampère (A), q(t) en coulomb (C) et dt en seconde (s).

2. Modèle du condensateur



Représentation symbolique d'un condensateur.

Un **condensateur** est un ensemble de deux conducteurs placés l'un en face de l'autre et séparés par un isolant.
Les deux conducteurs sont appelés **armatures** du condensateur.
Les armatures d'un condensateur portent des charges égales en valeur absolue mais de signes opposés.

3. Capacité du condensateur

La charge q portée par les armatures du condensateur est proportionnelle à la tension u(t) entre les armatures. Le coefficient de proportionnalité, est la **capacité du condensateur** notée C.

$$q(t) = C \times u(t) \text{ souvent noté}$$
$$q = C \times u$$

La charge q(t) est en coulomb (C), le capacité C en farad (F) et la tension u(t) en volt (V)

La capacité d'un capteur capacitif dépend de sa géométrie et de l'isolant entre ses armatures. Cette propriété est utilisée dans de nombreux capteurs que nous croiserons en activité expérimentale ou dans les exercices.

4. Comportement capacitif

En associant les deux relations précédentes $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ et $q(t) = C \times u(t)$,

on peut écrire : $i(t) = C\frac{du(t)}{dt}$, ou encore $i = C\frac{du}{dt}$

II.Circuit RC série

Un circuit RC série est l'association en série d'un condensateur de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance R.

1. Charge du condensateur

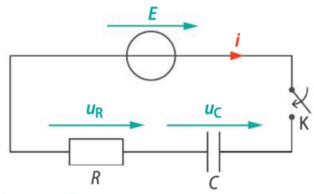


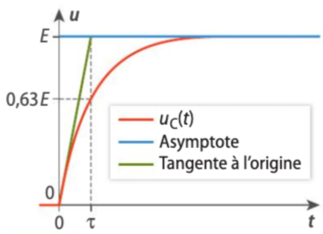
Schéma du circuit électrique de la charge du condensateur.

Soit un condensateur initialement déchargé dans le circuit ci-dessous. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et la charge commence. On peut montrer que la tension u_C varie au cours du temps selon l'équation :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \times C} . u_C = \frac{E}{R \times C}$$

La résolution de cette équation différentielle conduit à :

$$u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$



Deux manières de déterminer le temps caractéristique τ.

On peut également noter $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, avec τ le temps caractéristique ; $\tau = R \times C$ est homogène à une durée, plus la valeur de τ est grande et plus la durée de charge sera grande.
Cette constante de temps τ est le temps caractéristique d'évolution du circuit, on peut la retrouver comme l'abscisse de l'intersection entre l'asymptote horizontale de la courbe représentative de $u_C(t)$ et la tangente à l'origine à la courbe.
Pout $t = 5\tau$, la charge est quasi complète.

Exercice résolu 22 page 551 ; Exercices 36, 37 et 38p 555

2. Décharge du condensateur

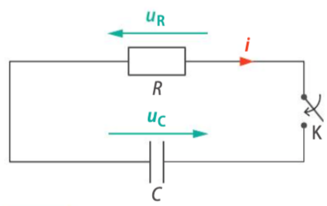


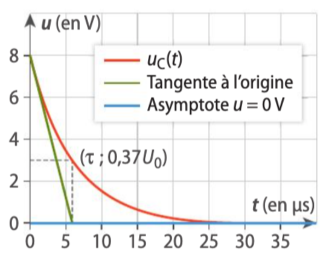
Schéma du circuit électrique de la décharge du condensateur.

Un condensateur initialement chargé avec une tension E peut se décharger dans un dipôle ohmique. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K, le condensateur commence à se décharger, on peut wmontrer que la tension u_C vérifie l'équation :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \times C} . u_C = 0$$

La résolution de cette équation différentielle conduit à :

$$u_c(t) = E \times e^{-\frac{t}{RC}}$$



Évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur pendant la décharge.

On peut également noter $u_c(t) = E \times e^{-\frac{t}{\tau}}$, avec τ le temps caractéristique ; $\tau = R \times C$ est homogène à une durée, plus la valeur de τ est grande et plus la durée de décharge sera grande.

On remarque que pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = 0{,}37 \times U_0$
Pour $t = 5\tau$, la décharge est quasi complète.

Exercice résolu 23 page 552 ; Exercices 34 p554 et 42 p556