Chapitre 5: les condensateurs et les diélectriques

5.1 Capacité d'un condensateur (C): $C = \frac{Q}{\Delta V}$: $(1F = 1\frac{C}{V})$

5.2 <u>Formules de capacité pour différentes configurations :</u>

1) **Condensateur plan:** $C = \varepsilon_0 A/d$
2) **Condensateur sphérique ($R_1 < R_2$):** $C = \frac{R_1 \times R_2}{k(R_2 - R_1)}$
3) **Condensateur cylindrique ($a < b$):** $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{ln(\frac{b}{a})}$

5.3 Les associations de condensateurs :

Tableau récapitulatif

Condensateurs en séries	Condensateurs en parallèles
• Même charge : $Q_1 = Q_2$	• Charges différentes : $Q = Q_1 + Q_2$
• Tension différente : $\Delta V_{pile} = \Delta V_1 + \Delta V_2$	• Même tension : $\Delta V_{pile} = \Delta V_1 = \Delta V_2$
• Capacité équivalente : $\boxed{\frac{1}{C_{éq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_N}}$	• Capacité équivalente : $\boxed{C_{éq} = C_1 + C_2 + C_2 + \cdots + C_N}$

5.4 Étapes à suivre pour analyser un circuit:

1. Redessiner le circuit afin de mettre en évidence les éléments en série et les éléments en parallèle.

2. Simplifier le circuit en remplaçant des éléments par leurs équivalents.

3. Une fois le circuit est réduit à une capacité équivalente unique ($C_{éq}$), la différence de potentiel à ses bornes est identique à celle aux bornes de la pile, on peut déterminer la charge totale portée par le condensateur équivalent: $Q_{pile} = C_{éq}\Delta V$

4. En partant du circuit final et en revenant au circuit initial, trouver les caractéristiques de chaque composant

(Q et ΔV dans le cas des condensateurs)

5.5 Énergie emmagasinée dans un condensateur :

$$U_C = U_E = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}\,Q\Delta V_C = \frac{1}{2}\,C\Delta V_C^2$$

5.6 Caractéristiques d'un condensateur en présence d'un diélectrique (Қ : constante diélectrique ≥1) :

a) En absence de pile :

$$E_D = \frac{E_0}{k} \; et \; \Delta V_D = E_D d = \frac{E_0}{k} d = \frac{\Delta V_0}{k}$$

$Q_D = Q_0$ ($le\ cendensateur\ n'est\ pas\ relié$ à $une\ pile\ pour\ que\ sa\ charge\ soit\ modifiée$

$$C_D = \frac{Q_D}{\Delta V_D} \;\; \rightarrow \;\; C_D = \text{Қ}C_0$$

b) Avec pile:

$\Delta V_D = \Delta V_0$ ($la\ pile\ maintient\ la\ d.d.p\ constante$)

$Q_D = \text{Қ}Q_0$ ($observation$)

$C_D = \frac{Q_D}{\Delta V_D} \;\; \rightarrow \;\; C_D = \text{Қ}C_0$

Chapitre 6: Courant et résistance

6.1 Le courant électrique : $\boldsymbol{I = \frac{\Delta Q}{d\Delta t}}$ **:** $(\mathbf{1}\boldsymbol{A} = \mathbf{1}\,\frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{s}})$

6.2 La vitesse de dérive des électrons : $v_d = \frac{I}{nAe}$

v_d : Vitesse de dérive (m/s)

I: Courant (A)

A: aire de la section transversale du conducteur (m^2)

e: Charge élémentaire ($1{,}602.10^{-19}$ C)

n: nombre d'électrons libres par unité de volume (# é/m^3): $n = valence \times \frac{\rho N_A}{M}$

$N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ atomes\ /moles$

M: masse molaire du conducteur

ρ: densité volumique du conducteur

6.3 Densité de courant: $\boldsymbol{J = \frac{I}{A}}$ **(A/m²)**

6.4 Le champ électrique dans un fil soumis à une différence de potentiel : $\boldsymbol{E = \frac{\Delta V}{l} = \rho J}$ avec ρ est la résistivité (Ω.m).

6.5 La loi d'Ohm: $\boldsymbol{\Delta V = R\, I}$

6.6 Relation entre la résistance et la résistivité: $\boldsymbol{R = \frac{\rho l}{A}}$

6.7 Variation de la résistivité avec la température: $$\boldsymbol{\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]}$$

6.8 La puissance électrique : $P = I\Delta V = RI^2 = \frac{\Delta V^2}{R}$ **(W)**

6.9 L'énergie électrique : $U = P\Delta t$ **(**$1\,J = 1\,W.\,s$**)**

$$1\text{kWh} = 1000W.\ 3600s = 3{,}6\times10^6\ W.s = 3{,}6\times10^6\ J$$

Chapitre 7: Circuits électriques à courant continu

7.1 Pile fournit du courant (source): $\Delta V = \mathscr{E} - rI$

7.2 Pile se fait recharger (récepteur): $\Delta V = \mathscr{E} + rI$

7.3 Résistances en série:

$$\boxed{R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + \ldots + R_N}$$

7.4 Caractéristique des résistances en série:

- Différences de potentiel s'additionnent $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$

- Courants identiques $I = I_1 = I_2$

7.5 Résistances en parallèle:

$$\boxed{\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_N}}$$

7.5 Caractéristique des résistances en parallèle:

- Différences de potentiel est identique aux bornes de la résistance $\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$

- Courants s'ajoutent $I = I_1 + I_2$

7.6 Loi des nœuds de Kirchhoff:

La somme algébrique des courants qui entrent dans un nœud et des courants qui sortent est nulle (La somme des courants qui entrent est égale à la somme des courant qui sortent : conservation de la charge):

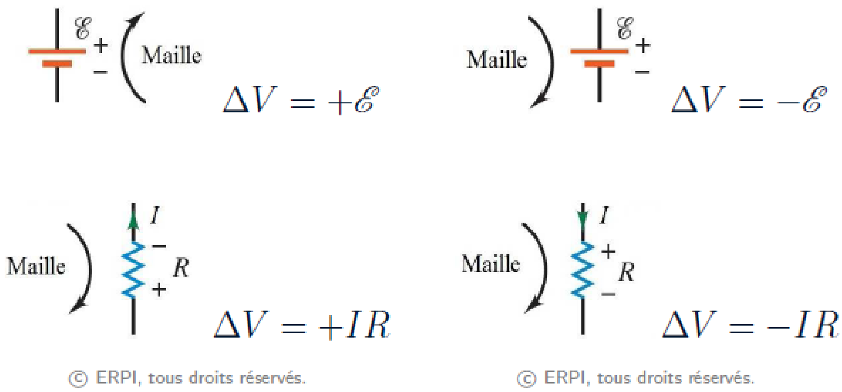
$$\boxed{\sum I = 0}$$

7.7 Loi des mailles de Kirchhoff:

La somme algébrique des variations (différences) de potentiel dans un parcours fermé (maille) est nulle :

$$\boxed{\sum \Delta V = 0}$$

7.8 Signes des différences de potentiel:



7.9 Méthode de résolution de circuits :

- Lois de Kirchhoff servent à résoudre des circuits complexes
- Le but c'est le calcul des courants dans chaque branche, le calcul de la différence de potentiel et la puissance viennent après le calcul des courants.
- Pour déterminer les valeurs des courants, il suffit d'écrire les lois de Kirchhoff

Résumé des étapes:

1- Assigner un courant dans chaque branche : Direction arbitraire, si le courant est négatif, alors le courant circule en sens contraire.
2- Écrire les équations de tous les nœuds sauf un (règle : s'il y a i nœuds, la $n^{ième}$ équation sera redondante (donc i-1 équations utiles)
3- Écrire les équations de diverses mailles jusqu'à obtention de x équations pour x inconnues; chaque branche doit être parcourue aux moins une fois.

7.10 La décharge du condensateur :

Évolution du courant électrique I:

$\boldsymbol{I = \frac{Q_0}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}}$ **Avec:**

$\boldsymbol{I_0 = \frac{Q_0}{RC} = \frac{\Delta V_{C0}}{R} = \frac{E}{R}}$ **est le courant à $\boldsymbol{t = 0}$ (le courant initial)**

7.11 La recharge du condensateur :

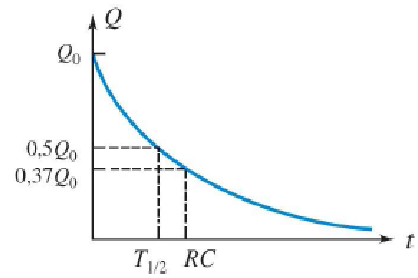
$$I = \frac{Q_{max}}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

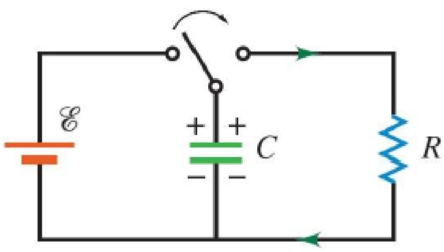
Avec: $I_0 = \frac{Q_{max}}{RC} = \frac{\Delta V_{max}}{R} = \frac{\mathscr{E}}{R}$ est le courant à $t = 0$ (le courant initial)

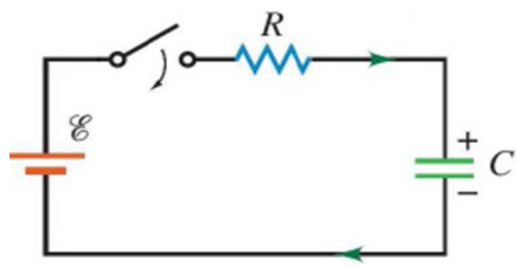
7.12 Constante de temps: $\tau = RC$ (secondes)

7.13 La demi-vie :

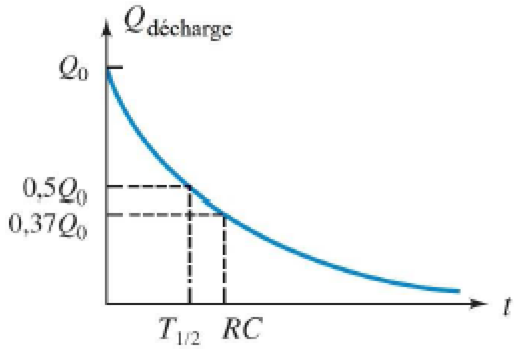
$$\boxed{T_{1/2} = RC\ln(2)} \approx 0,693\tau$$

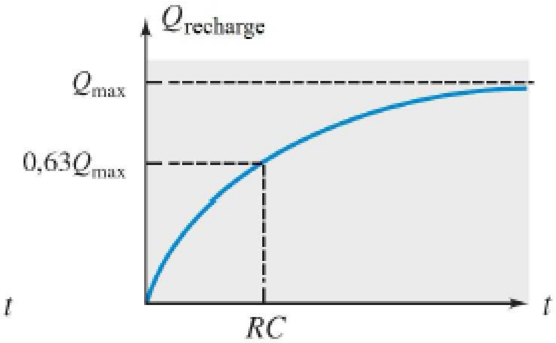






Décharge	Recharge
$\Delta V_C(t) = \Delta V_{C0} e^{-\frac{t}{RC}}$	$\Delta V_C(t) = \Delta V_{\text{max}}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $Q_0 = C\Delta V_{C0}$	$Q(t) = Q_{\text{max}}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ $Q_{\text{max}} = C\Delta V_{\text{max}}$
$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $I_0 = \Delta V_{C0}/R$	$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $I_0 = \Delta V_{\text{max}}/R$





ΔV_{C0} : Tension initial aux bornes du condensateur au moment où la décharge débute

Dans ce cas ou le condensateur C est pleinement chargé, on a : $\Delta V_{C0} = \mathscr{E}$