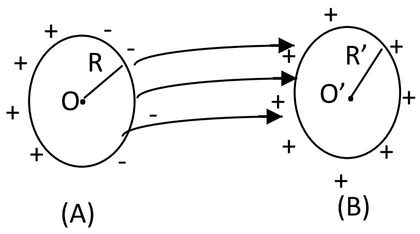
Chapitre 04 Electrocinétique

I. Courant électrique :

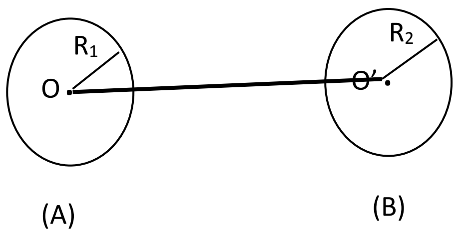
I.1. Origine du courant électrique :

Soit deux conducteurs A et B en équilibre électrostatique sous influence partiel



Etat d'équilibre

Si on relie les deux conducteurs par un fil conducteur, on aura un seul conducteur



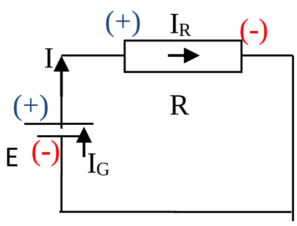
Sous l'action d4un champ électrique ; on aura un mouvement des charges passant d'un conducteur à un autre à travers le fiel conducteur, cette circulation des charges constitue « ***un courant électrique***»

Ce courant est temporaire, il s'arrête lorsque l'équilibre s'établit.

Pour avoir un courant en continu, on utilise un générateur.

I.2. sens conventionnel du courant électrique :

Le courant électrique résulte du déplacement des électrons (les charges négatives). Les sens conventionnel du courant choisit par Ampère est opposé à celui des électrons. En effet, le courant circule :



- du pole positif au pole négatif à ***l'extérieur d'un générateur***

- du pole négatif au pole positif à ***l'intérieur du générateur***

I.3. Intensité du courant électrique :

L'intensité du courant mesure la quantité algébrique d'électricité (porteurs de charges) traversant une section d'un conducteur par unité de temps. $I = \frac{dq}{dt}$

L'unité Ampère et l'outil de mesure est Ampèremètre.

I.4. Densité du courant électrique :

Sous l'action d'un champ acquièrent une vitesse $\vec{v}$, en désignant par ρ la densité volumique des charges dans le milieu.

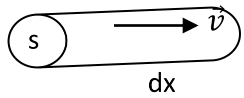
Le vecteur densité du courant

$\vec{j} = \rho\vec{v}$ avec $\rho = nq = ne$ (n : le nombre d'électrons et $\vec{v}$: vitesse moyenne de déplacement des charges) donc $\vec{j} = -ne\vec{v}$

Dans un conducteur de section (s), $\overrightarrow{v_{cod}} = \frac{\overrightarrow{dx}}{dt}$ avec $\overrightarrow{dx} = \vec{v}dt$

$\begin{cases} dq = \rho dv = \rho\overrightarrow{ds}\,\overrightarrow{dx} = \rho\overrightarrow{ds}\,\vec{v}dt \\ \vec{j} = \rho\vec{v} \end{cases}$ donc $dq = \vec{j}\overrightarrow{ds}\,dt$

$I = \frac{dq}{dt} = \iint \vec{j}\overrightarrow{ds}$



Dans un conducteur cylindrique, $I = \iint \vec{j}\overrightarrow{ds}$

L'intensité du courant est le flux du vecteur densité du courant $\vec{\boldsymbol{j}}$ à travers une section « s » d'un conducteur ; son unité est A/m^2

Pour un fil $\boldsymbol{j = I/s}$

II. Loi d'Ohm:

II.2. Conductivité électrique « σ »:

En présence d'un champ électrique $\vec{E}$, il y a une densité de courant donnée par la relation

$\vec{j} = \sigma\vec{E}$ avec $\sigma = \frac{n\,\tau\,e^2}{m_e}$ avec σ :la conductivité électrique, τ : temps de parcours moyen

M_e : masse de l'électron. σ est exprimée en Siemens/m^2

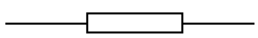
II.3. Résistivité électrique « ρ »:

La résistivité électrique est l'inverse de la conductivité électrique $\rho = \frac{1}{\sigma}$ exprimée en Ω/m

II.4. Résistance électrique « R »:

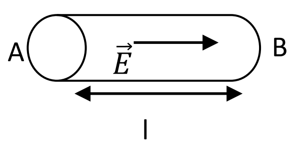
La résistance électrique est donnée par la relation $R = \frac{U}{I}$

Avec U est la différence de potentiel entre les deux pôles d'un conducteur, I est le courant circulant entre les deux pôles et R : la résistance d'un conducteur exprimé en Ω

Son symbole est  ou 

Résistance d'un conducteur cylindrique

$U = \Delta v = v_A - v_B = RI$



$E = -\frac{dv}{dl} \Rightarrow \int_{v_A}^{v_B} dv = -\int Edl$ donc $v_B - v_A = -\int Edl \Rightarrow U = v_A - v_B = \int Edl$

$I = \iint \vec{j}\vec{ds} = js$ avec $j = \sigma E$

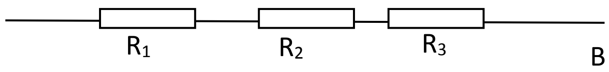
$$R = \frac{U}{I} = \frac{\int Edl}{js} = \frac{E\int_A^B dl}{\sigma Es} = \frac{El}{\sigma Es} \; donc \; R = \frac{l}{\sigma s}$$

$$\begin{cases} R = \dfrac{l}{\sigma s} \\ \rho = \dfrac{1}{\sigma} \end{cases} donc \;\; R = \rho\frac{l}{s}$$

Puissance P=U I=R I^2 son unité est watt

II.5 Groupement des résistances:

- **En série**

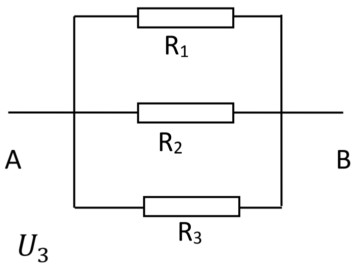


$I_{AB} = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$ avec U =R I

$U_{AB} = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} \Rightarrow R_{eq}I_{AB} = R_1I_1 + R_2I_2 + R_3I_3$

Donc $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

- **En paralèlle**



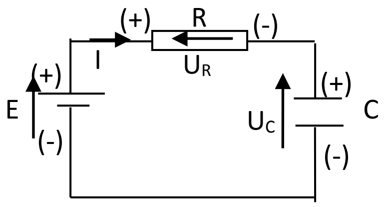
$I_{AB} = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$ avec I = U/ R

$U_{AB} = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} \Rightarrow \frac{U_{AB}}{R_{eq}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}$

Donc $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

III. Résistance électrique:

C'est un circuit constitué de plusieurs éléments tel que la résistance, le générateur, le condensateur. ..



Nous avons deux types d'éléments

Générateur : C'est l'élément qui donne le courant

Le courant dans cet élément sort du pole positif et rentre par le pole négatif.

Récepteur : Dans un récepteur, le courant rentre par le pole positif et sort par le pole négatif.

Le sens conventionnel de la différence de potentiel U (d.d.p) est du pole négatif au pole positif ; c'est le sens inverse du courant dans les récepteurs

IV. Les lois de Kirchoff:

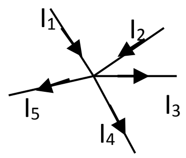
Loi des nœuds

<u>Un nœud</u> est un point dans le circuit ou se joignent au minimum trois fils.

<u>Une branche</u> est une partie du circuit électrique située entre deux nœuds et traversés par le même courant.

Dans ce point, La somme des courants entrants est égale à la somme des courants sortants

$$\sum I_{entrants} = \sum I_{sortants}$$



$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$

Loi des mailles

<u>Une maille</u> est formée d'un ensemble de branches formant un circuit fermée dans lequel un nœud est rencontré qu'une seule fois

La somme algébrique des différences de potentiel est égale au zéro

$$\sum U_{maille} = 0$$

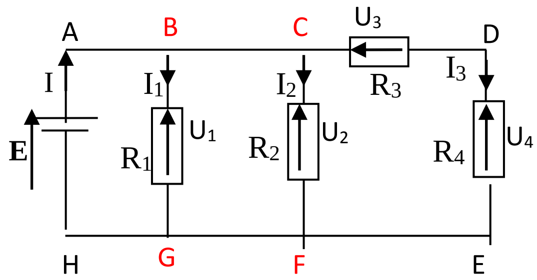
<u>Exemple :</u>

On considère le circuit représenté ci-dessous.

Calculer la valeur de l'intensité du courant I en utilisant les deux lois de Kirchhoff.

Retrouver la valeur de I, en utilisant la résistance équivalente du circuit.

On donne : $E=24V$; $R_1=R_2=20\Omega$; $R_3=R4=5\Omega$.



Nous avons dans ce montage

4 nœuds qui sont :B, C, F, G

6 mailles : ABGHA ; BCFGB ; CDEFC ; ACFHA ; BDEGB ; ADEHA.

Loi des nœuds :

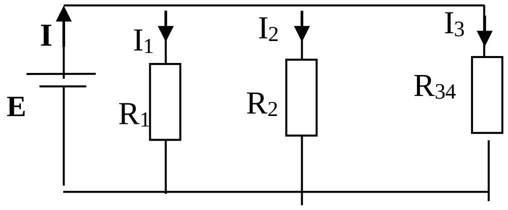
Au point B : $I=I_1+I'$ et au point C : $I'=I_2+I_3$

Loi des mailles (dans le sens des mailles):

ABGHA : $E - R_1 I_1 = 0 \Rightarrow 24 - 20 I_1 = 0 \;\; donc \; I_1 = 1{,}2 \; A$

BCFGB : $R_1 I_1 - R_2 I_2 = 0 \Rightarrow 20I_1 - 20I_2 = 0\ donc\ I_1 = I_2 = 1{,}2\ A$

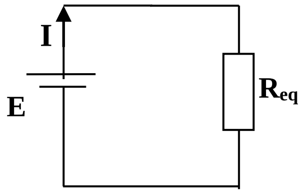
CDEFC $R_2 I_2 - R_3 I_3 - R_4 I_3 = 0 \Rightarrow 20(1{,}2) - 5I_3 - 5I_3 = 0\ donc\ I_3 = 2{,}4\ A$



I=1,2+1,2+2,4=4,8 A

On peut calculer le courant par une autre méthode

$R_{34}=R_3+R_4=5+5=10\Omega$



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{4}{20} \Rightarrow R_{eq} = 5\Omega$$

$$E = R_{\ eq} I \Rightarrow I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{24}{5} = 4{,}8\text{A}$$