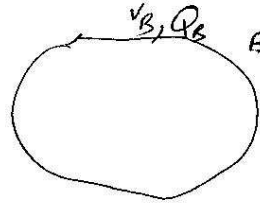
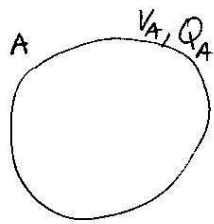


Electrocinétique

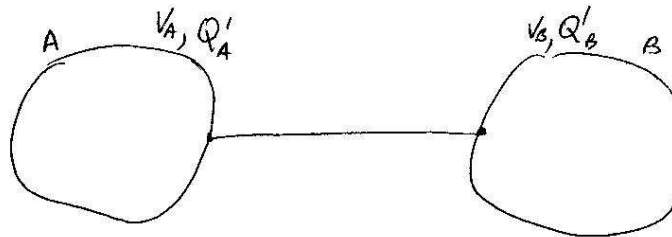
(77)

1. Rupture d'un équilibre électrostatique (courant électrique)

soient deux conducteurs ^{A et B} en équilibre électrostatique et V_A et V_B sont leurs potentiels ($V_A > V_B$).



Si on réunit A et B par un fil conducteur,



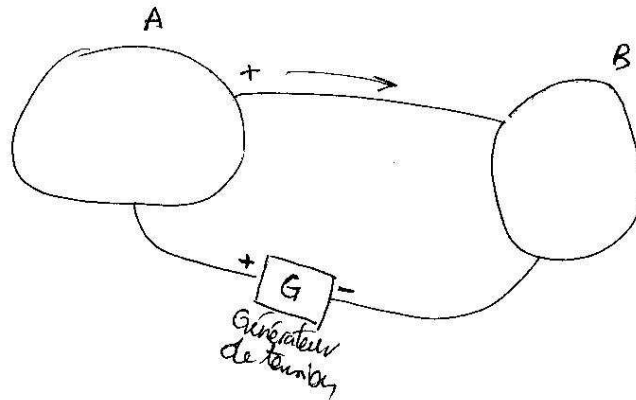
au bout d'un certain temps on retrouvera un nouvel état d'équilibre électrostatique: A et B prendront un potentiel commun V et des charges Q'_A et Q'_B .
Entre l'état initial et l'état final, il y a conservation de la charge électrique :

$$Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$$

2. Obtention d'un courant permanent

(56)

Pour que les charges circulent en permanence entre les deux conducteurs, on utilise un générateur de tension.

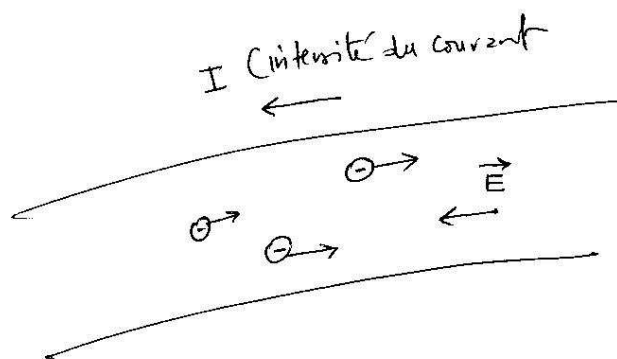


En d'autres termes, le générateur maintient en permanence un état de déséquilibre. Il reprend les charges positives qui arrivent en B pour les renvoyer en A à un potentiel supérieur.

Le générateur ne crée pas de charges, il les fait circuler tout en maintenant constante la ddp entre ses ~~bornes~~ bornes.

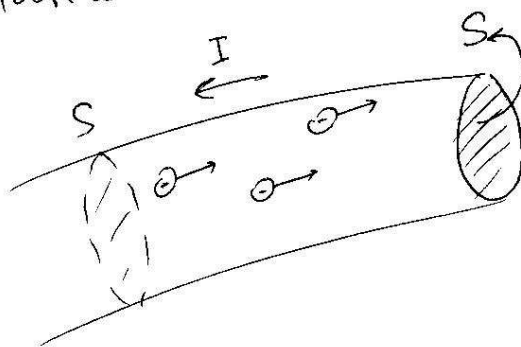
3. Sens conventionnel du courant

Le courant électrique dans les solides et les semi-conducteurs est dû au déplacement des électrons, se déplacent en sens inverse du champ électrique, donc dans le sens opposé au sens conventionnel du courant.



4. Intensité du courant électrique

Si $\vec{q}$ traverse une section donnée S du conducteur il passe une quantité d'électricité dq pendant un temps dt , l'intensité est :



$$I = \frac{dq}{dt}$$

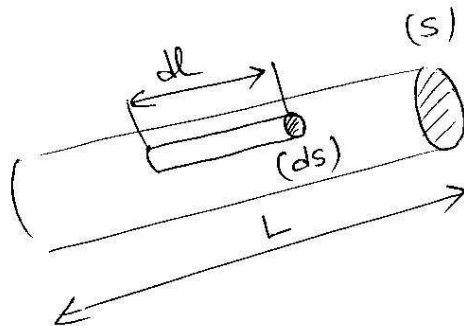
L'unité de I est l'Ampère relatif au savant français Marie-André AMPÈRE.

$$A = \frac{\text{Coul}}{\text{sec}} .$$

5. Vecteur densité de courant.

(58)

Si nous prenons un tube du conducteur :



Le mouvement des électrons à l'intérieur du tube est caractérisé par :

- la vitesse des e^- ($\vec{v}$),
- la densité volumique des charges (ρ).

Pendant (dt) passe par (dS) une quantité d'électricité dq à l'intérieur du tube dont la longueur dl avec $\vec{dl} = \vec{v} dt$.

$$dq = \rho dV, \quad dV = \vec{dl} \cdot \vec{dS} \\ = \vec{v} \cdot \vec{dS} \cdot dt$$

$$dq = \rho \vec{v} \cdot \vec{dS} \cdot dt$$

La quantité $\rho \vec{v}$ est appelé vecteur densité de courant $\vec{J}$:

$$\boxed{\vec{J} = \rho \vec{v}} \quad [\vec{J}] = [\rho] [v] = \frac{\text{Coul}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \boxed{\frac{\text{A}}{\text{m}^2}}$$

Si n est le nbr de charges libres par unité de volume et q la valeur algébrique d'une charge libre. (59)

$$J = \rho v = n q v \quad \text{ou} \quad \vec{J} = \rho \vec{v} = n q \vec{v}.$$

Le module du vecteur densité de courant est défini aussi par : $J = \frac{dI}{dS}$

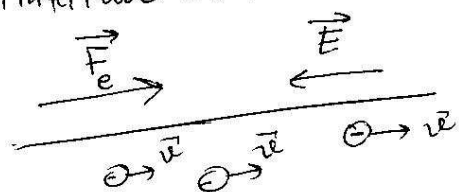
avec I est l'intensité du courant électrique.

d'où : $dI = J dS \Rightarrow I = \int_S \vec{J} d\vec{S}$

$$[I] = [J][S] = \frac{A}{m^2} m^2 = A.$$

6. La loi d'Ohm (microscopique)

A l'intérieur d'un conducteur et en tout pt du conducteur



$$\vec{F}_e = q \vec{E} \quad (q < 0)$$

les e^- se déplacent à vitesse constante : la force électrique est alors annulée par une force de frottement :

$$\vec{F}_r = -k \vec{v}$$

k est le coeff. de frott. (caractéristique du milieu considéré).

Lorsque le régime stationnaire est atteint (I est constant en tout pt du conducteur) :

(60)

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_e + \vec{F}_r = \vec{0}$$

$$q\vec{E} + k\vec{v} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \vec{v} = \frac{q}{k} \vec{E}$$

et $\vec{J}$ devient :

$$\vec{J} = \rho \vec{v} = \rho \frac{q}{k} \vec{E}$$

La quantité $\rho \frac{q}{k}$ est appelée CONDUCTIVITÉ γ .

$$\gamma = \frac{\rho q}{k}$$

~~$$\gamma = \frac{\rho q}{k} = \frac{\rho q}{k} \cdot \frac{1}{m} \cdot m = \frac{\rho q}{k} \cdot \frac{1}{m} \cdot m$$~~

$$\vec{J} = \gamma \vec{E} \quad : \text{Loi d'Ohm micro.}$$

L'inverse de la conductivité γ est appelé RESISTIVITÉ ρ

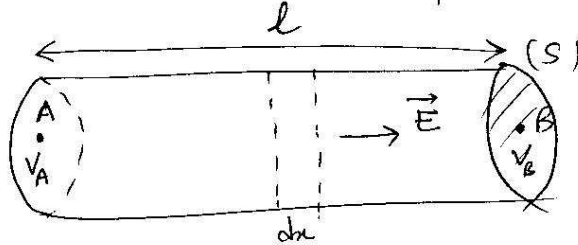
$$\rho = \frac{1}{\gamma}$$

$$\begin{aligned} \rho(\text{Cu}) &= 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \\ \rho(\text{Al}) &= 2,9 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \end{aligned}$$

7. Loi d'Ohm (Macroscopique)

(61)

Soit un conducteur cylindrique homogène



$$J = \gamma E, \quad E = -\frac{dV}{dx}, \quad J = \frac{I}{S}$$

$$\frac{I}{S} = -\gamma \frac{dV}{dx} \Rightarrow dV = -\frac{I}{\gamma S} dx$$

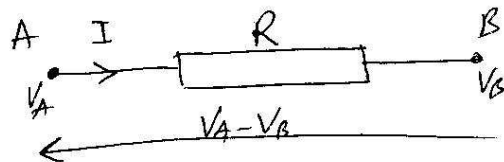
$$\int_{V_A}^{V_B} dV = -\frac{I}{\gamma S} \int_0^l dx \Rightarrow V_A - V_B = \frac{I l}{\gamma S} = \frac{\rho l}{S} I$$

La quantité $\frac{\rho l}{S}$ est appelée la RÉSISTANCE du conducteur.

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

$$[R] = \frac{[\rho][l]}{S} = \text{Ohm}.$$

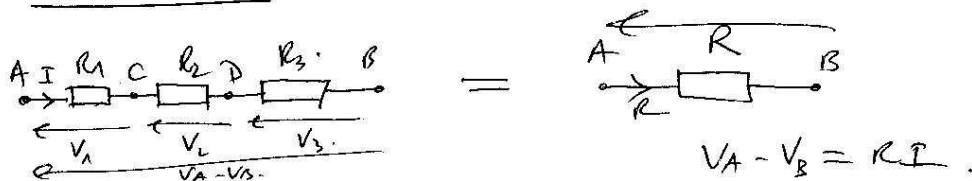
$$V_A - V_B = RI \quad \text{c'est la loi d'Ohm macro.}$$



Association de résistance

62

Asso. en série :



$$V_A - V_B = (V_A - V_C) + (V_C - V_D) + (V_D - V_B)$$

$$= R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

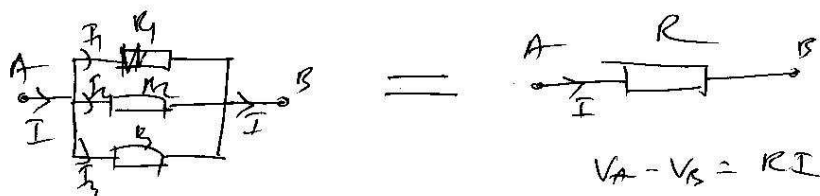
$$= (R_1 + R_2 + R_3) I = RI$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Dans le cas général :

$$R = \sum_i R_i$$

Asso. en //



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$V_A - V_B = R_1 I_1 = R_2 I_2 = R_3 I_3$$

$$\frac{V_A - V_B}{R} = \frac{V_A - V_B}{R_1} + \frac{V_A - V_B}{R_2} + \frac{V_A - V_B}{R_3}$$

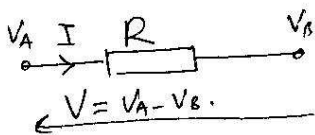
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

dans le cas général

$$\frac{1}{R} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

8. Loi de JOULE

63



$$V = V_A - V_B = R I$$

pendant (dt) passe par (R) une quantité d'électricité (dq)
tel que :

$$dq = I dt$$

* L'énergie : $dW = V dq = R I dq$, $dq = I dt$

$$dW = R I^2 dt \Rightarrow W = \int_0^t R I^2 dt$$

$$W = R I^2 t \quad [W] = [R] \times [I] \times [t] = \text{Joule}$$

et la quantité de chaleur Q :

$$Q = \frac{W}{4.18} \quad [Q] = \text{Caloris.}$$

* La puissance dissipée : $P = \frac{dW}{dt}$

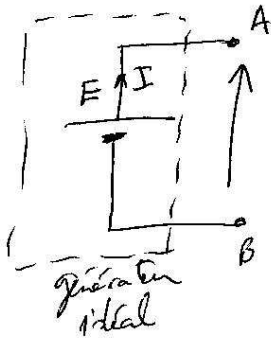
$$P = \frac{R I^2 dt}{dt} = R I^2 = V I = \frac{V^2}{R}$$

$$[P] = \text{Watt. (W).}$$

9. Les Réseaux électriques

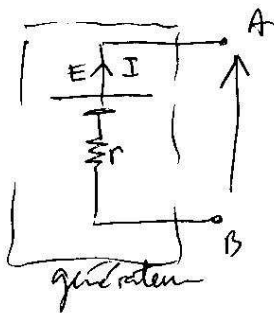
(64)

a) Générateurs et forces électromotrices : le passage d'un courant électrique stationnaire dans un circuit nécessite évidemment une source d'énergie capable de maintenir une ddp constante.



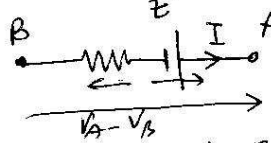
$$V_A - V_B = E = \text{cte.}$$

En réalité, tout les générateurs possèdent une résistance interne r .

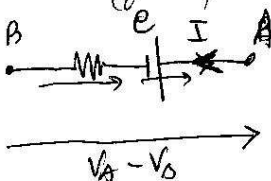


$$V_A - V_B = E - r I$$

($\mathcal{E}_{em}$) : Force électromotrice

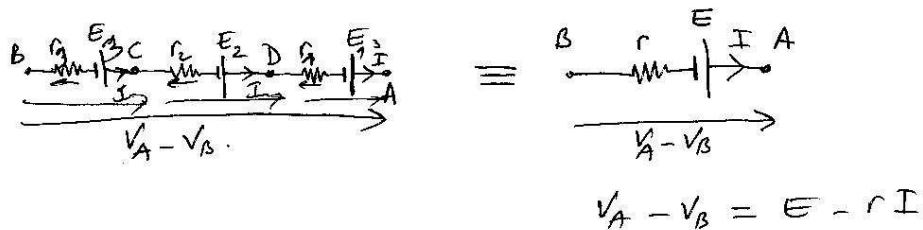
Générateur :  : $V_A - V_B = E - r I$

($\mathcal{E}_{cem}$) : Force Contre électromotrice.

Récepteur :  : $V_A - V_B = e + r I$

• Association de générateurs en série

65



$$V_A - V_B = (V_A - V_B) + (V_B - V_C) + (V_C - V_D)$$

$$V_A - V_B = (E_1 - r_1 I) + (E_2 - r_2 I) + (E_3 - r_3 I)$$

$$= (E_1 + E_2 + E_3) - (r_1 + r_2 + r_3) I = E - r I$$

par identification, on obtient :

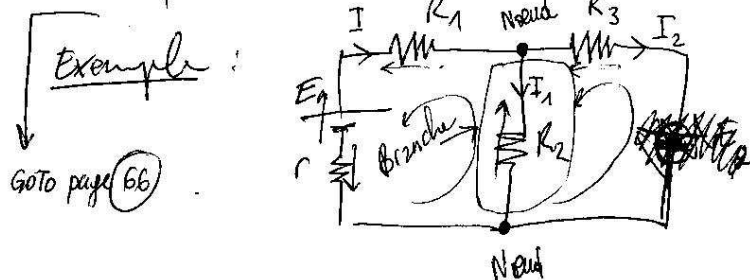
$$E = E_1 + E_2 + E_3 \quad \text{et} \quad r = r_1 + r_2 + r_3$$

Dans le cas de n générateurs en série, on obtient :

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{et} \quad r = \sum_{i=1}^n r_i$$

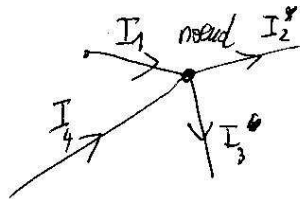
b) Généralisation de la loi d'Ohm (Loi de KIRCHOFF)

On utilise cette loi pour calculer l'intensité du courant électrique par les différents branches d'un réseau élect.



Sont 2 nœuds et
3 branches.
2 mailles

* Loi des nœuds : La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en partent. (86)



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

* Loi des mailles : On écrit que le long d'une maille, la variation totale de potentiel est nulle.

$$-\sum E + \sum e + \sum R_i I_i = 0$$

exemple $\uparrow$ page (65)

① $I = I_1 + I_2$; loi des nœuds

② $-E + R_1 I + R_2 I_2 + \Phi I = 0$

③ $R_3 I_2 - R_2 I_1 = 0$

En remplaçant de l'éq ② I par $I_1 + I_2$, on obtient un système de 2 éqs à 2 inconnues, I_1 et I_2 .

puis, en remplaçant I_1 et I_2 par leurs valeurs des

④ On obtient I .