

24

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 5:

Un courant continu de $0.5A$ circule dans un fil. Quelle est la charge qui parcourt le fil en une minute?

Réponses:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = It = 0.5 \times 60 = 30C$$

Dans ce qui suit, on se bornera aux courants **continus** en régime **stationnaire**.

2- VECTEUR DENSITE DE COURANT ELECTRIQUE

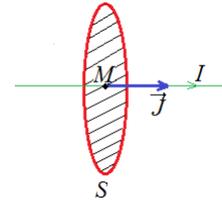
En tout point M d'un milieu où se déplacent des charges électriques, on définit par:

\vec{J} : vecteur densité de courant électrique.

↪ Son point d'application: M

↪ Son sens: celui de I

↪ Son intensité: $J = \frac{I}{S}$ $[J] = A/m^2$



25

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Si toutes les "charges libres" sont :

↪ de même type.

↪ de même charge q .

↪ de même vitesse dite **vitesse de dérive** \vec{v}_d .

alors \vec{J} s'écrit : $\vec{J} = nq\vec{v}_d = \rho_m\vec{v}_d$

n : nombre de charges par unité de volume. $[n] = m^{-3}$

$nq = \rho_m$: densité volumique des charges mobiles. $[\rho_m] = C/m^3$

Exemple

Dans un conducteur métallique, les "charges libres" sont des e^- .

$$\Rightarrow \vec{J} = -nev_d$$

3- LOI D'OHM MACROSCOPIQUE

$$I : A \rightarrow B \Rightarrow V_A > V_B$$



La loi d'Ohm macroscopique s'écrit:

$$V_A - V_B = RI$$

R : résistance électrique de AB . $[R] = \Omega (Ohm)$

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

26

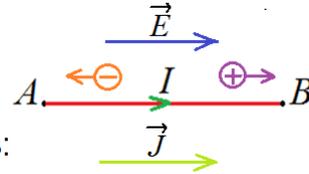
BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

4- LOI D'OHM MICROSCOPIQUE

$$I : A \rightarrow B \Rightarrow V_A > V_B \Rightarrow \vec{E} : A \rightarrow B$$

$$E = \frac{V_A - V_B}{l} \quad [AB] = l$$



Sur chaque charge q , s'exercent deux forces:

$$\hookrightarrow \text{l'une électrique: } \vec{F} = q\vec{E}$$

$$\hookrightarrow \text{l'autre de freinage: } \vec{F}^f = -f\vec{v}_d \quad f : \text{coefficient de friction.}$$

$$\text{Régime stationnaire} \Rightarrow \vec{v}_d = \text{cste} \Rightarrow \Sigma \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{F} + \vec{F}^f = \vec{0} \Rightarrow q\vec{E} - f\vec{v}_d = \vec{0} \Rightarrow \vec{v}_d = \frac{q}{f}\vec{E} \equiv \mu\vec{E}$$

$$\mu = \frac{q}{f} : \text{mobilité des charges.}$$

$$\vec{J} = \rho_m \vec{v}_d \Rightarrow \vec{J} = \rho_m \mu \vec{E} = nq\mu \vec{E} \equiv \sigma \vec{E} \Rightarrow \vec{J} \text{ et } \vec{E} \text{ ont même sens.}$$

$$\sigma = nq\mu = \frac{nq^2}{f} > 0 : \text{conductivité électrique du milieu.}$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} : \text{loi d'Ohm microscopique.}$$

27

BIOELECTRICITE

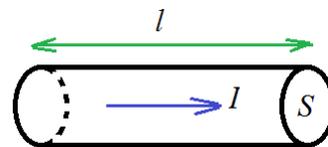
Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$J = \frac{I}{S} = \sigma E \Rightarrow \frac{I}{S} = \sigma \frac{V_A - V_B}{l} \quad E = \frac{V_A - V_B}{l}$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = \left(\frac{1}{\sigma} \frac{l}{S}\right) I \equiv \left(\rho \frac{l}{S}\right) I$$

$$\rho = \frac{1}{\sigma} : \text{résistivité électrique du milieu.}$$

$$V_A - V_B = RI \Rightarrow R = \rho \frac{l}{S} \quad [\rho] = \Omega \cdot m \Rightarrow [\sigma] = \Omega^{-1} \cdot m^{-1}$$

**5- EFFET JOULE**

Le passage de I dans AB s'accompagne d'un dégagement de chaleur

Q . C'est l'effet Joule, conversion de l'énergie électrique en énergie calorifique. On écrit:

$$Q = UIt = Pt \quad [Q] = \text{Joules (J)} \quad U = V_A - V_B$$

$P = UI$: **puissance** consommée par effet Joule.

Remarque

$$U = RI \Rightarrow Q = RI^2 t = \frac{U^2}{R} t$$

28

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

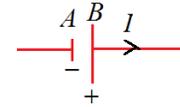
6- GENERATEUR

Appareil qui **produit** le courant électrique.La ddp aux bornes du générateur s'écrit:

$$V_+ - V_- = \varepsilon - rI$$

 r : résistance **interne** générateur. ε : force électromotrice (*f.e.m*) du générateur. $[\varepsilon] = V$

$$\varepsilon = \frac{P}{I}$$

 P : **puissance** fournie par le générateur.

A et B : Pôles.

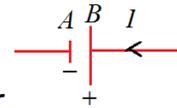
7- RECEPTEUR

Appareil qui **reçoit** l'énergie électrique et la transforme en énergie **mécanique** ou **chimique**. Le reste sera **dissipé en chaleur**.

$$V_+ - V_- = \varepsilon + rI$$

 r : résistance **interne** du récepteur. ε : force **contre-électromotrice** (*f.c.e.m*) du récepteur.

$$\varepsilon = \frac{P}{I}$$

 P : **puissance** transformée par le récepteur.

29

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

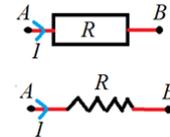
8- RESISTANCE MORTE

Elle transforme toute l'énergie électrique en chaleur.

$$V_A - V_B = RI$$

Exemple: Lampe, fer à repasser.Remarque

On représente aussi le gnérateur par:



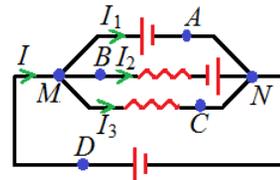
9- RESEAU ELECTRIQUE

Ensemble composé de générateurs, récepteurs, et résistances mortes associés de façon quelconque.

↪ Branche: portion située entre deux noeuds.

 MAN , MBN , MCN , MDN : branches.

↪ Nœud: point relié à plus de deux branches.

 M et N : nœuds↪ Maille: succession de branches formant un **circuit fermé**. $MANBM$, $MANCM$, $MANDM$, $MBNCM$, $MBNDM$, $MCNDM$: Mailles

30

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

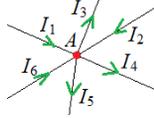
10- LOIS DE KIRCHOFF

↳ Loi des nœuds: en chaque nœud,

Σ des courants qui entrent = Σ des courants qui sortent.

Exemple:

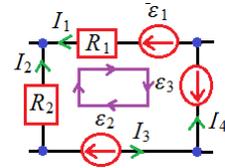
En A : $I_1 + I_2 + I_6 = I_3 + I_4 + I_5$



↳ Loi des mailles: pour chaque maille,

$$\Sigma RI = \Sigma \varepsilon$$

A condition de respecter les conventions de signes suivantes:



↳ On représente les *f.e.m* et les *f.c.e.m* de la sorte:

↳ On choisit un sens de parcours arbitraire sur la maille.

↳ I et ε seront pris avec le signe (+) s'ils sont dans le sens arbitraire choisi, et avec le signe (-) dans le cas contraire.

$$\Rightarrow -R_1 I_1 + R_2 I_2 = -\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

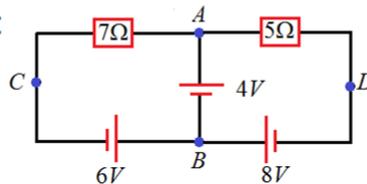
31

BIOELECTRICITE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 6:

Déterminer l'intensité du courant dans chacune des trois branches du réseau suivant:

**Réponses:**

Pour chaque intensité, on choisit un sens arbitraire.

Loi des mailles

$$\text{Maille (1)} : -7I_1 = -4 - 6 \Rightarrow I_1 = \frac{10}{7} A$$

$$\text{Maille (2)} : -5I_2 = -4 - 8 \Rightarrow I_2 = \frac{12}{5} A$$

Loi des nœuds

$$\text{En A} : I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$\text{En B} : I_1 + I_2 + I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = -I_1 - I_2 = -3.84 A$$

$$\Rightarrow I_3 = 3.84 A \text{ et de } B \rightarrow A \text{ au lieu de } A \rightarrow B$$

