

# Source du champ électromagnétique

## 1 Charges et courants électriques, comment les décrire ?

Charge élémentaire  $e = 1,6 \times 10^{-19} C$

Charge d'un proton : +e, d'un neutron : 0 et d'un électron : -e

Densité volumique de charge  $\rho(M, t)$  tel que  $dq = \rho \times d\tau$

La charge totale dans un volume macroscopique s'écrit :  $Q = \iiint_{(V)} dq = \iiint_{(V)} \rho d\tau$

Vecteur densité de courant  $\vec{j}$  tel que la charge traversant une surface orientée  $d\vec{S}$   $dq = \rho \times d\tau$

Intensité du courant :  $I = \iint_{(S)} \vec{j} \cdot d\vec{S} \Leftrightarrow I = \frac{dq}{dt}$

## 2 Équation locale de conservation de la charge

Équation de conservation de la charge :  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial j}{\partial x} = 0$  ( $\rho = \rho(x, t)$  et  $j = j(x, t)$ )

En 3D :  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}) = 0$

En RS, le vecteur densité de courant est à flux conservatif :

$$\underbrace{\text{div}(\vec{j})}_{\text{locale}} = 0 \Leftrightarrow \underbrace{\iint \vec{j} \cdot d\vec{S}_{ext}}_{\text{intégrale}} = 0$$

Loi des branches : en RS, l'intensité du courant électrique est le même en tout point d'une même branche d'un circuit

Loi des noeuds : en RS, la somme algébrique des courants électriques à un noeud est nulle

## 3 Conduction électrique dans un conducteur ohmique

Dans un conducteur ohmique, il existe une relation linéaire entre la densité de courant et le champ électrique appelé Loi d'Ohm locale :

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

Où  $\sigma$  est la la conductivité électrique du milieu considéré (en  $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$ )

Résistance d'un conducteur filiforme de section  $S$  de largeur  $l$  et de conductivité  $\sigma$  soumis à un champ électrique uniforme :

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

Force de Lorentz : sur une particule de charge  $q$  dans  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  :  $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$

La puissance volumique reçue par des charges en mouvement, plongées dans le champ électromagnétique s'écrit  $\frac{dP}{dt} = \vec{j} \cdot \vec{E}$

Loi de Joule locale La puissance volumique dans un conducteur ohmique s'écrit  $\frac{dP}{dt} = \sigma E^2$