

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 electron : -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 \vec{dS} $dq = \rho \times d\tau$

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

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 :

$$\underbrace{\text{div}(\vec{j})}_{\text{locale}} = 0 \Leftrightarrow \underbrace{\oint \vec{j} \cdot \vec{dS}_{ext}}_{\text{intégrale}} = 0$$

Loi des branches : en RS, l'intensité du courant électrique est la 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 σ est la conductivité électrique du milieu considéré (en $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$)

Résistance d'un conducteur filiforme de section S de longueur l et de conductivité σ 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 $\frac{dP}{dt} = \sigma E^2$