

Equations de Maxwell

Equations de Maxwell dans le vide

Le **champ électromagnétique** est caractérisé par un couple de vecteurs noté $\{\vec{E}, \vec{B}\}$ où $\vec{E}$ est le vecteur **champ électrique** ($V.m^{-1}$) et $\vec{B}$ est le vecteur **champ magnétique** (T).

Ce champ électromagnétique créé au point M à l'instant t par la distribution $\{\rho, \vec{j}\}$ est régi par les quatre **équations de Maxwell dans le vide**.

Formes locales	Formes intégrales
Equation de Maxwell-Gauss (MG): $\text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	Validité générale du théorème de Gauss : $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$
Equation de Maxwell-Ampère (MA): $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	Forme généralisée du théorème d'Ampère : $\oint_r \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \iint_S (\vec{j} + \vec{j}_D) \cdot d\vec{S} \quad \text{avec} \quad \vec{j}_D = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ avec densité de courant de déplacement $\vec{j}_D$
Equation de Maxwell-Thomson (ou flux) (MT): $\text{div} \vec{B} = 0$	Conservation du flux magnétique : $\oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
Equation de Maxwell-Faraday (MF): $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	Phénomène d'induction électromagnétique : $e = - \frac{d\Phi}{dt}$

Equations de Maxwell dans une région vide de charges et de courants : $\rho = 0$ et $\vec{j} = \vec{0}$

$(MG) \quad \text{div} \vec{E} = 0 \quad (MA) \quad \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ $(MT) \quad \text{div} \vec{B} = 0 \quad (MF) \quad \overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
--

Approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS)

Etude de l'électromagnétisme dans le cas où les temps de propagation sont négligeables devant la période des signaux. Si l'on note τ le temps de propagation du signal et T la période, alors l'ARQS est applicable si $\tau \ll T$.

Equations de Maxwell dans un conducteur, dans le cadre de l'ARQS :

Dans les conducteurs : $\ \vec{j}_D\ \ll \ \vec{j}\ $	$(MA) \quad \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$
--	--

Cas particulier des régimes stationnaires (ou permanents) :

$(MG) \quad \text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (MA) \quad \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ $(MT) \quad \text{div} \vec{B} = 0 \quad (MF) \quad \overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = \vec{0}$	Equation de Poisson : Equation locale reliant potentiel et densité volumique de charge : $\Delta V + \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0$
	Equation de Laplace : dans une région sans charges : $\Delta V = 0$