

# Mémo Electro-magnétisme

L2 SPI

Janvier 2013

## 1 Rappels d'électro-statique

### 1.1 Loi de Coulomb

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \vec{u}_R$$

Avec :

- $r$  la distance à la particule chargée
- $\vec{u}_R$  le vecteur unitaire sur l'axe entre la charge et le point où l'on calcule
- $\epsilon_0$  la permittivité diélectrique du vide

### 1.2 Théorème de Gauss

$$\Phi = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_{int}}{\epsilon_0}$$

## 2 Magnétostatique

### 2.1 Loi de Biot et Savart

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{(C)} \frac{I d\vec{l} \wedge \overrightarrow{PM}}{PM^3}$$

Avec :

- $\mu_0$  la perméabilité magnétique du vide

## 3 Electro-magnétisme

### 3.1 Théorème d'Ampère

$$\Phi = \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$$

Avec  $d\vec{l}$  suivant le parcours de  $I$ .

### 3.2 Force de Lorentz

$$\vec{F} = q \left( \vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B} \right)$$

Avec  $\vec{v}$  la vitesse de la particule  $q$ .

### 3.3 Force de Laplace

$$\vec{F} = I \oint_{(C)} \vec{dr} \wedge \vec{B}$$

Avec  $(C)$  le contour du fil baignant dans  $\vec{B}$ .

### 3.4 Théorème de la divergence

$$\oint_{\Sigma} \vec{A} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \text{div} \vec{A} dV$$

Avec :

- $V$  un volume
- $\Sigma$  la surface entourant ce volume

### 3.5 Théorème de Stokes

$$\oint_C \vec{A} \cdot d\vec{l} = \iint_{\Sigma} \text{rot} \vec{A} \cdot d\vec{S}$$

Avec :

- $\Sigma$  une surface
- $C$  le contour de cette surface

### 3.6 Loi de Faraday

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Avec :

- $e$  la force électromotrice

### 3.7 Lien champ $\leftrightarrow$ potentiel

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}e}$$

Avec :

- $\vec{E}$  le champ électrique
- $e$  le potentiel

En découle par exemple :

$$e = \int \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

## 4 Equation de Maxwell

### 4.1 Equation de Maxwell-Gauss

$$\text{div} \vec{D} = \rho$$

Avec :

- $\vec{D}$  le vecteur déplacement électrique
- $\rho$  la charge volumique

## 4.2 Equation de Maxwell-Ampère

$$\overrightarrow{\text{rot}} \vec{H} = \vec{J}_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Avec :

- $\vec{H}$  vecteur excitation magnétique
- $\vec{J}_c$  vecteur densité de courant

## 4.3 Equation de Maxwell-Thomson

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

Avec :

- $\vec{B}$  le champ magnétique

## 4.4 Equation de Maxwell-Faraday

$$\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$$

## 4.5 Equations générales – Equations dans le vide

	Générales	Dans le vide
Maxwell-Gauss	$\text{div}(\epsilon_0 \vec{E}) = \rho$	$\text{div}(\epsilon_0 \vec{E}) = 0$
Maxwell-Ampère	$\overrightarrow{\text{rot}} \left( \frac{\vec{B}}{\mu_0} \right) - \frac{\partial(\epsilon_0 \vec{E})}{\partial t} = \vec{J}$	$\overrightarrow{\text{rot}} \left( \frac{\vec{B}}{\mu_0} \right) - \frac{\partial(\epsilon_0 \vec{E})}{\partial t} = \vec{0}$
Maxwell-Faraday	$\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	
Maxwell-Thomson	$\text{div} \vec{B} = 0$	