

LICENCE L2

Physique P₃ : Electromagnétisme

O. FAUCHER

Faculté des Sciences Mirande : Bureau 208A

Tél : 03 80 39 59 84

E-mail : olivier.faucher@u-bourgogne.fr

Portail e-learning : <http://universitysurf.net>

Plan du cours

CHAPITRE I - LES OPÉRATEURS SCALAIRES ET VECTORIELS

- I) RAPPELS DE CALCUL VECTORIEL
 - I.1) Opérateurs vectoriels du premier ordre*
 - I.2) Opérateurs vectoriels du second ordre*
- II) CHAMP DÉRIVANT D'UN POTENTIEL
- III) LIGNES DE CHAMP ET TUBES DE CHAMP
- IV) INTÉGRALES VECTORIELLES
 - IV.1) Circulation d'un vecteur*
 - IV.2) Formule de Stokes*
 - IV.3) Flux d'un champ de vecteurs à travers une surface fermée*
 - IV.4) Formule de Green-Ostrogradsky*

CHAPITRE II – RAPPELS D'ÉLECTRODYNAMIQUE ET D'ÉLECTROSTATIQUE

- I) RAPPELS D'ÉLECTRODYNAMIQUE
 - I.1) Charge volumique*
 - I.2) Courant volumique*
 - I.3) Intensité du courant électrique*
- II) RAPPELS D'ÉLECTROSTATIQUE
 - II.1) Champ électrostatique*
 - II.2) Forme locale du théorème de Gauss*

CHAPITRE III- LE CHAMP MAGNÉTIQUE

- I) BREF APERÇU HISTORIQUE
- II) EXPRESSIONS DU CHAMP MAGNÉTIQUE
 - II.1) Champ créé par un circuit électrique (formule de Biot et Savart)*
 - II.2) Champ magnétique créé par une charge en mouvement*
 - II.3) Propriétés de symétrie du champ magnétique*
- III) CALCUL DU CHAMP DANS QUELQUES CAS SIMPLES
 - III.1) Fil rectiligne infini*
 - III.2) Spire circulaire (sur l'axe)*
 - III.3) Solénoïde infini (sur l'axe)*

CHAPITRE IV- LOIS FONDAMENTALES DE LA MAGNÉTOSTATIQUE

- I) FLUX DU CHAMP MAGNÉTIQUE
 - I.1) Conservation du flux magnétique*
 - 1.a)** Forme locale
 - 1.b)** Expression intégrale
 - I.2) Lignes de champ et tubes de flux*
- II) LE THÉORÈME D'AMPÈRE
 - II.1) Circulation du champ autour d'un fil infini*
 - II.2) Expression du théorème d'Ampère (relation entre le champ et ses sources)*
 - 2.a)** Expression intégrale
 - 2.b)** Forme locale du théorème d'Ampère
 - II.3) Relations de discontinuité*
 - II.4) Les trois façons de calculer le champ magnétique*

III) POTENTIEL VECTEUR

III.1) Définition

III.2) Jauge de Coulomb

III.3) Equation de poisson en magnétostatique

CHAPITRE V- FORCE ET ÉNERGIE MAGNÉTIQUE

I) FORCE MAGNÉTIQUE SUR UNE PARTICULE CHARGÉE

I.1) La force magnétique

I.2) La force de Lorentz

II) FORCE MAGNÉTIQUE SUR UN CIRCUIT FERMÉ

II.1) La force de Laplace

II.2) Définition légale de l'Ampère

III) INTERACTION MAGNÉTIQUE ENTRE DEUX CIRCUITS FERMÉS

III.1) Le théorème de Maxwell

III.2) Expressions générales de la force de Laplace

CHAPITRE VI- INDUCTION MAGNÉTIQUE

I) LES LOIS DE L'INDUCTION

I.1) L'approche de Faraday

I.2) Force électromotrice dans un circuit fixe

I.3) Loi Faraday

I.4) Expression générale de la force électromotrice induite

4.a) Induction statique

4.b) Induction motionnelle

I.5) La loi de Lenz

II) INDUCTION MUTUELLE ET AUTO-INDUCTION

II.1) Induction mutuelle entre deux circuits fermés

II.2) Auto-induction

II.3) Forces électromotrices (fem) induites en régime variable

CHAPITRE VII – LES ÉQUATIONS DE MAXWELL

I) GÉNÉRALITÉS

II) EQUATION DE MAXWELL-AMPÈRE

III) EQUATION DE MAXWELL-FARADAY

IV) POTENTIEL VECTEUR ET POTENTIEL SCALAIRE EN RÉGIME VARIABLE

CHAPITRE VIII – PREMIÈRES CONSÉQUENCES DES ÉQUATIONS DE MAXWELL

I) GÉNÉRALITÉS

II) APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI-STATIONNAIRES : ARQS

III) CONDITIONS AUX LIMITES DU VIDE POUR LE CHAMP E.M.

III.1) Densités surfaciques de charges et de courants

III.2) Conditions de continuité et de discontinuité

IV) NOTIONS DE POTENTIELS RETARDÉS

IV.1) Solution générale

IV.2) Potentiel de Liénard-Wiechert

CHAPITRE IX – PROPAGATION DES ONDES E.M. DANS LE VIDE

I) ONDES PROGRESSIVES

I.1) Equation d'onde

I.2) Forme générale de la solution

II) RECHERCHE DES SOLUTIONS PARTICULIÈRES DE L'ÉQUATION DE PROPAGATION

II.1) Ondes sphériques

II.2) Ondes planes

III) ONDES SINUSOÏDALES

III.1) Ondes planes progressives sinusoïdales monochromatiques (OPPSM)

III.2) Polarisation d'une OPPSM

2.a) Aspect périodique temporel

2.b) Aspect périodique spatial

III.3) Champs en notation complexe

IV) DÉCOMPOSITION D'UNE ONDE QUELCONQUE EN OPPSM

IV.1) Analyse harmonique

IV.2) Vitesse de groupe et vitesse de phase

CHAPITRE X - L'ÉNERGIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

I) ENERGIE ET VECTEUR DE POYNTING

I.1) Bilan local de l'énergie

I.2) Le vecteur de Poynting

II) APPLICATIONS

II.1) Ondes progressives dans le vide

II.2) Ondes progressives sinusoïdales monochromatiques (OPPSM)

CHAPITRE XI – LE DIPÔLE ÉLECTRIQUE OSCILLANT

I) DESCRIPTION DU DIPÔLE ÉLECTRIQUE RAYONNANT

II) CALCUL DU CHAMP DANS LA ZONE DE RAYONNEMENT

III) PUISSANCE RAYONNÉE PAR LE DIPÔLE

CHAPITRE XII – ONDES E.M. ET CONDUCTEURS

I) LES CONDUCTEURS

II) CHAMP À L'INTÉRIEUR D'UN CONDUCTEUR

II.1) Milieu conducteur

II.2) Cas du conducteur parfait

III) EQUATION DE PROPAGATION DE L'ONDE E.M. DANS UN CONDUCTEUR

III.1) Cas du conducteur imparfait

III.2) Cas des bons conducteurs

IV) CONDITIONS DE PASSAGE : RÉFLEXION SUR UN CONDUCTEUR

IV.1) Lois de Descartes

IV.2) Réflexion normale sur un conducteur parfait

IV.3) Ondes stationnaires

IV.4) Notions sur les cavités résonantes

CHAPITRE XIII – PROPAGATION DANS LES MILIEUX DIÉLECTRIQUES

I) CHAMP ÉLECTRIQUE DANS UN DIÉLECTRIQUE

I.1) Equations de Maxwell

I.2) Propagation des ondes E.M. dans un diélectrique

I.3) Cas des ondes planes : dispersion et absorption

I.4) Conditions aux limites : équations de continuité

I.5) Réflexion et réfraction sur un dioptre

I.6) Cas de l'incidence normale

II) ASPECT MACROSCOPIQUE DES DIÉLECTRIQUES

II.1) Notion de polarisation

II.2) Charges de polarisation

II.3) Aspect microscopique de la polarisation

3.a) Différents types de polarisation

3.a.1) Polarisation induite

3.a.2) Polarisation d'orientation

3.b) Application aux milieux dilués