



EM1 Electrostatique (Cours et exercices) Voir Programme précédent

EM2 Magnétostatique (Cours et exercices)

- ◇ Le champ magnétique : sources, définition, mesure, ordres de grandeur
- ◇ Densité volumique de courant et densité volumique de charges mobiles.
- ◇ Equation de conservation de la charge. Cas du régime permanent.
- ◇ Les distributions de courant : volumique, surfacique, linéique
- ◇ Utilisation des invariances et des symétries.
- ◇ Propriétés locales et intégrales du champ :

★ à Flux conservatif : $\text{div } \vec{B} = 0$; $\Phi(\vec{B}) = 0$

★ à circulation non conservative, théorème d'Ampère : $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ et $\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{enl} = \iint \mu_0 \vec{j} \cdot d\vec{S}$

- ◇ Relations de passage (de continuité)
- ◇ Topographie : lignes de champ
- ◇ Calculs de champ usuels : fil infini et solénoïde infini. Nappe et cylindre de courant.

EM3 Equations locales (Cours et exercices)

- ◇ Les sources du champ électromagnétique : equation de conservation de la charge et couplage des sources...
- ◇ Equations de Maxwell sous forme locale et sous forme intégrale. Compatibilité avec l'équation de conservation de la charge. Cas stationnaire. Commentaires.
- ◇ Potentiels : la relation $\vec{E} = -\text{grad}V$ n'est plus valable !!
- ◇ Relations de passages (admises)
- ◇ Energie électromagnétique : puissance volumique cédée aux charges, densité volumique d'énergie, vecteur de Poynting, identité de Poynting.
- ◇ Equation de propagation des ondes em dans le vide : équation de d'Alembert. Démonstration, propriétés...
- ◇ Exemple de solution OPPM polarisée rectilignement : relation de dispersion, champ magnétique associé au champ électrique, analyse énergétique.

- ◇ Notion d'ARQP
- ◇ ARQP magnétique : exemple du solénoïde en courant variable
- ◇ ARQP électrique : exemple du condensateur en courant variable

EM4 électromagnétisme des conducteurs : lien avec l'électrocinétique (Cours seulement)

- ◇ Le conducteur ohmique :
 - ★ Définition, loi d'Ohm locale, modèle de Drude.
 - ★ Equation de la diffusion pour \vec{E} et \vec{j} : effet de peau
 - ★ Loi d'Ohm intégrale en régime permanent
- ◇ Induction de Neumann : force électromotrice et loi de Pouillet, loi de Lens et loi de Faraday, coefficients L et M , exemples (solénoïdes infinis) et application au transformateur.

Objectifs et Capacités exigibles

- ◇ Savoir utiliser les symétries et les invariances pour caractériser un champ.
- ◇ Savoir calculer et champ électrostatique ou un potentiel par la méthode intégrale.
- ◇ Savoir calculer un champ électrostatique en utilisant le théorème de Gauss.
- ◇ Savoir lire une carte de lignes de champ
- ◇ Savoir trouver utiliser les relations de passage pour trouver les constantes d'intégration des équations locales.
- ◇ Savoir retrouver et interpréter l'équation de conservation de la charge.
- ◇ Savoir utiliser le théorème d'Ampère pour déterminer un champ magnétique.
- ◇ Savoir passer des lois locales aux lois intégrales.
- ◇ Savoir faire un bilan d'énergie électromagnétique.

A l'attention des kholleurs

L'étude des systèmes de conducteurs à l'équilibre n'est plus au programme. Il reste néanmoins l'étude du condensateur plan dans sa version simplifiée.

Les relations de passage sont censées être fournies. J'ai demandé aux élèves de les apprendre et de savoir les utiliser.

La loi de Biot et Savart n'est plus au programme je leur en ai parlé à titre d'info. Mais tout cacul à partir de là est proscrit. Pour le solénoïde infini on admet que le champ est nul à l'extérieur, ce qui permet de caculer le champ à l'intérieur.

Le potentiel vecteur n'est plus au programme.

Programme prévisionnel de la semaine suivante :

Idem + Induction de Faraday

Questions de cours : exemples (NON EXHAUSTIF)

- ◇ Propriété : \vec{E} est à circulation conservative : expressions locales et intégrales et conséquences sur les lignes de champ.
- ◇ Energie potentielle. Energie potentielle d'interaction mutuelle. Energie de constitution.
- ◇ Théorème de Gauss : forme locale et intégrale. Conséquences pour les lignes de champ. Analogies avec le champ gravitationnel
- ◇ Topographie : lignes de champ et surfaces équipotentielles : points particuliers, symétries et exemples.
- ◇ Equations de Poisson et de Laplace : démo, résolution dans des cas simples
- ◇ Relation de passage (de continuité)
- ◇ Cas d'un conducteur à l'équilibre électrostatique. Théorème de Coulomb.
- ◇ Condensateur plan.
- ◇ Densité volumique de courant et densité volumique de charges mobiles. Equation de conservation de la charge. Cas du régime permanent.
- ◇ Propriétés locales et intégrales du champ magnétique
- ◇ Relations de passage (de continuité)
- ◇ Calculs de champ usuels : fil infini et solénoïde infini. Nappe et cylindre de courant.
- ◇ Equations de Maxwell sous forme locale et sous forme intégrale. Compatibilité avec l'équation de conservation de la charge. Cas stationnaire. Commentaires.
- ◇ Energie électromagnétique : puissance volumique cédée aux charges, densité volumique d'énergie, vecteur de Poynting, identité de Poynting.
- ◇ Equation de propagation des ondes em dans le vide : équation de d'Alembert. Démonstration, propriétés, exemple de solution et analyse énergétique.
- ◇ ARQP magnétique : exemple du solénoïde en courant variable
- ◇ ARQP électrique : exemple du condensateur en courant variable
- ◇ Le conducteur ohmique : loi d'Ohm locale et intégrale
- ◇ Modèle de Drude
- ◇ Le conducteur ohmique : équation de diffusion du champ.
- ◇ Induction de Neumann
- ◇ Le transformateur