

Programme de kholles

Semaine du 24 au 30 janvier



EM1 Electrostatique (Cours et exercices)

- ◇ Force de Coulomb entre 2 charges et notion de champ électrostatique
- ◇ Champ créé par une distribution de charge : expressions intégrales.
- ◇ Propriétés de symétrie du champ électrostatique
- ◇ Propriété : $\vec{E}$ est à circulation conservative : expressions locales et intégrales :
 $\int \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = V(A) - V(B)$; $dV = -\vec{E} \cdot d\vec{\ell}$; $\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = 0$; $\text{rot} \vec{E} = \vec{0}$.
- ◇ Conséquences sur les lignes de champ.
- ◇ Expressions intégrales du potentiel créé par une distribution de charge
- ◇ Application au calcul d'un champ
- ◇ Energie potentielle. $E_p = qV$. Energie potentielle d'interaction mutuelle. énergie de constitution.
- ◇ Théorème de Gauss (admis) : forme locale et intégrale : $\Phi(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$;
 $\text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
- ◇ Conséquences pour les lignes de champ
- ◇ Analogies avec le champ gravitationnel
- ◇ Application au calcul d'un champ $\vec{E}$
- ◇ Topographie : lignes de champ et surfaces équipotentiellees : 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.
- ◇ Cas du condensateur plan.

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
 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{int} = \iint \mu_0 \vec{j} \cdot d\vec{S}$
- ◇ Relations de passage (de continuité)
- ◇ Topographie : lignes de champ
- ◇ Calculs de champs usuels : fil infini et solénoïde infinis. Nappe et cylindre de courant.

EM3 Equations locales (Cours uniquement)

- ◇ Les sources du champ électromagnétique : équation 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 (admisses)
- ◇ Energie électromagnétique : puissance volumique cédée aux charges, densité volumique d'énergie (admise), vecteur de Poynting (admis), identité de Poynting (vérification HP).
- ◇ Démonstration de l'équation de d'Alembert dans une zone vide de charge et de courant.
- ◇ Exemple de solution OPPM polarisée rectilignement : relation de dispersion, champ magnétique associé au champ électrique, analyse énergétique.

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 sensées être fournies. La démonstration n'est pas exigible.

Le potentiel vecteur n'est pas au programme.

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

Programme prévisionnel de la semaine suivante :

ElectroStat + MagnetoStat + Equations locales (dont ARQP) + conducteur ohmique + induction Neuman.

Questions de cours : exemples (NON EXHAUSTIF)

- ◇ Expressions intégrales du champ et du potentiel créés par une distribution de charge.
- ◇ 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 magnétostatique
- ◇ 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.
- ◇ Démonstration de l'équation de d'Alembert dans une zone vide de charge et de courant.
- ◇ Exemple de solution OPPM polarisée rectilignement : relation de dispersion, champ magnétique associé au champ électrique, analyse énergétique.