⋆ C13 ⋆ Programme de colle | Semaine du lundi 6 janvier

Les élèves doivent se présenter en colle avec une **connaissance précise et complète du cours**. Aussi, cette connaissance pourra être vérifiée dès le début de la colle par une question de cours (en 10 minutes maximum). Le cours non su entrainera une note inférieure à 10/20 pour la colle.

NB : Il est possible d'avoir recours au formulaire d'analyse vectorielle (par exemple celui utilisé aux oraux de CCINP) pour traiter les géométries cylindrique et sphérique. En cartésien, les expressions des différents opérateurs vectoriels sont à connaître.

1 | Équations de Maxwell

Le potentiel-vecteur $\overrightarrow{A}$ n'est pas au programme de la MP. La propagation d'une onde EM dans le vide sera étudiée spécifiquement dans le chapitre EM6. Dans EM4, nous nous sommes limités à établir les équations de d'Alembert vérifiées par $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$.

Plan du cours	Capacités exigibles
EM4 ⋆ Équations de Maxwell **I Formulation locale en régime variable de la conservation de la charge électrique** I.1 Outils pour formuler une loi locale : opérateurs et théorèmes I.1.a Théorème de Green-Ostrogradski I.1.b Théorème de Stokes I.2 Conservation de la charge en coordonnées cartésiennes dans un cas unidimensionnel I.3 Cas général de la conservation de la charge **II Équations de Maxwell du champ électromagnétique** II.1 Définition du champ électromagnétique II.2 Les 4 équations de Maxwell II.3 Compatibilité des équations de Maxwell avec la loi de conservation de la charge **III Forme intégrale des équations de Maxwell** III.1 Forme intégrale de l'équation de Maxwell-Gauss : théorème de Gauss III.2 Forme intégrale de l'équation de Maxwell-Faraday : loi de Faraday III.3 Forme intégrale de l'équation de Maxwell-Ampère : théorème d'Ampère généralisé III.4 Forme intégrale de l'équation de Maxwell-flux **IV Équation de propagation des champs dans un milieu vide de charge et de courant** IV.1 Couplage spatio-temporel entre $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$ IV.2 Équations de propagation **V Équations locales de l'électrostatique et de la magnétostatique** V.1 Découplage des équations de Maxwell en régime stationnaire V.2 Équations de Poisson et de Laplace de l'électrostatique V.3 Équations de Poisson et de Laplace de la gravitation	⋆ Établir l'équation locale de la conservation de la charge en coordonnées cartésiennes dans le cas à une dimension. ⋆ Associer l'équation de Maxwell-Faraday à la loi de Faraday. ⋆ Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. ⋆ Associer qualitativement le couplage spatio-temporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation. Vérifier la cohérence des équations de Maxwell avec l'équation locale de la conservation de la charge. ⋆ Établir les équations de propagation à partir des équations de Maxwell. ⋆ Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell. ⋆ Établir les équations de Poisson et de Laplace de l'électrostatique. ⋆ Exprimer par analogie les équations de Poisson et de Laplace dans le cas de la gravitation.

2 | Énergie du champ électromagnétique

Plan du cours	Capacités exigibles
EM5 ⋆ Énergie du champ électromagnétique **I Interaction entre le champ électromagnétique et la matière** I.1 Densité volumique de force électromagnétique I.2 Puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge I.3 Cas particulier d'un milieu ohmique (conducteur) I.3.a Loi d'Ohm locale I.3.b Densité volumique de puissance Joule **II Densité volumique d'énergie électromagnétique et vecteur de Poynting $\overrightarrow{\Pi}$** II.1 Définitions II.1.a Densité volumique d'énergie électromagnétique II.1.b Vecteur de Poynting $\overrightarrow{\Pi}$ II.2 Bilan d'énergie électromagnétique II.2.a Forme intégrale II.2.b Équation locale de Poynting II.3 Ordres de grandeurs de flux énergétiques moyens II.4 Approximation des régimes quasi-stationnaires ARQS magnétique et électrique	⋆ Établir et utiliser l'expression de la puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge. ⋆ Analyser les aspects énergétiques dans le cas particulier d'un milieu ohmique. ⋆ Citer des ordres de grandeur de flux énergétiques moyens (flux solaire, laser...). ⋆ Utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée. ⋆ Effectuer un bilan d'énergie sous forme locale et intégrale. ⋆ Interpréter chaque terme de l'équation locale de Poynting, celle-ci étant fournie.