

Programme de colle
TSI2
Semaine 21
Du 24 mars au 28 mars 2025

Listes des questions de cours :

1. Démontrer l'équation de conservation de la charge en 1D
2. Démontrer le théorème de Gauss et le théorème d'Ampère à partir des équations de Maxwell
3. Etablir les équations de propagation des champs à partir des équations de Maxwell
4. Exprimer le champ B et le vecteur de Poynting à partir du champ E.
5. Savoir calculer l'énergie emmagasinée dans une bobine ou un condensateur à partir de l'expression de la densité volumique d'énergie électromagnétique et retrouver l'expression de l'inductance et de la capacité
6. Etablir à partir d'un bilan d'énergie l'équation de conservation reliant le vecteur de Poynting et la densité volumique d'énergie
7. Fournir les propriétés de l'onde électromagnétique plane progressive harmonique dans le vide

Révisions de mécanique de TSI1 :

Dynamique du point, énergétique du point, mécanique du solide

Les équations de Maxwell

I. Formulation de l'électromagnétisme

- A. Lois locales et lois intégrales
- B. Rappels d'analyse vectorielle

II. Équation locale de conservation de la charge

- A. Cas unidimensionnel
- B. Généralisation à 3D

III. Équations de Maxwell

- A. Équation de Maxwell-Gauss
- B. Équation de Maxwell-Faraday
- C. Équation de Maxwell-Thomson
- D. Équation de Maxwell-Ampère
- E. Bilan
- F. Retour sur l'équation de conservation de la charge
- G. Equation de propagation des champs E et B dans le vide

IV. Etude énergétique

- A. Grandeurs énergétiques associées à un champ électromagnétique
 - 1. Vecteur de Poynting
 - 2. Densité volumique d'énergie électromagnétique
- B. Bilan d'énergie électromagnétique
- C. Equation locale de Poynting

Programme officiel

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| 4.3. Équations de Maxwell. | |
| Principe de la conservation de la charge : formulation locale. | Établir l'équation locale de la conservation de la charge dans le cas à une dimension cartésienne. |
| Équations de Maxwell : formulations locale et intégrale. | Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. Relier qualitativement le couplage spatiotemporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation. |
| Équations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants. | Établir les équations de propagation à partir des équations de Maxwell. |
| Cas des champs statiques : équations locales. | Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell. |
| Densité volumique d'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting et bilan d'énergie. | Citer et utiliser les expressions du vecteur de Poynting et de l'énergie électromagnétique volumique associés à un champ électromagnétique, en se limitant à des cas simples. Utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée pour une onde plane. Effectuer un bilan d'énergie sous forme globale pour une onde plane dans l'espace vide de charge et de courant. |

Propagation des ondes électromagnétiques

- I. Les équations de propagation des champs et leurs solutions
 - A. Equation de propagation des champs E et B
 - B. Solutions en Onde Plane Progressive
 - C. Solutions sous forme d'OPPH (OPPM)
 - D. Spectre électromagnétique
- II. Onde électromagnétique Plane Progressive Harmonique dans le vide
 - A. Equations de Maxwell en notation complexe
 - B. Transversalité du champ électromagnétique
 - C. Structure de l'onde emPPH
 - D. Généralisation aux ondes non harmoniques

Programme officiel

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| 4.4. Propagation. | |
| Onde plane dans l'espace vide de charge et de courant ; onde plane progressive. | Citer les solutions de l'équation de d'Alembert à une dimension cartésienne. Décrire la structure d'une onde plane et d'une onde plane progressive dans l'espace vide de charge et de courant. |
| Onde plane progressive monochromatique. | Expliquer le caractère idéal du modèle de l'onde plane progressive monochromatique. Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications. |