

Électromagnétisme

EM1 : Introduction à l'électromagnétisme - COURS et EXERCICES

EM2 : Régimes stationnaires - COURS et EXERCICES

EM3 : Dipôles électrostatique et magnétique COURS et EXERCICES

EM4 : Équations de Maxwell - ARQS - Induction électromagnétique - COURS et EXERCICES

Équations de Maxwell

- ✓ Insuffisance des équations vues en régime stationnaire, exemples.
- ✓ Les 4 équations de Maxwell : Formes locales ; formes intégrales ; significations physiques
- ✓ Linéarité, compatibilité avec l'équation de conservation de la charge ; compatibilité avec les régimes stationnaires.

Champs et potentiels en régime variable

- ✓ Étude des symétries lorsque $\vec{B}$ variable est source de champ $\vec{E}$, Étude des symétries lorsque $\vec{E}$ variable est source de champ $\vec{B}$, exemples.
- ✓ Retour sur les potentiels : la relation $\vec{E} = -\text{grad}V$ n'est plus valable. Le potentiel vecteur $\vec{A}$ a été introduit, mais aucune connaissance n'est exigible le concernant.
- ✓ Retour sur le modèle des distributions surfaciques, introduction aux relations de passage. Rappel : ces relations ne sont pas exigibles.

Énergie électromagnétique

- ✓ Bilan d'énergie électromagnétique : Puissance cédée par le champ électromagnétique à la matière ; densité d'énergie électromagnétique u_{em} , vecteur de Poynting $\vec{\Pi}$.
- ✓ Jauge de Poynting, expressions de $\vec{\Pi}$ et de u_{em} .

ARQS

- ✓ Approche qualitative
- ✓ Équations de Maxwell dans l'ARQS
- ✓ ARQS et électroneutralité dans les conducteurs
- ✓ Équation de diffusion
- ✓ Effet de Peau dans les conducteurs.

Induction électromagnétique

- ✓ Révisions SUP sur l'induction en autonomie
- ✓ Connaître des exemples de mise en évidence expérimentale (Neumann et Lorentz)
- ✓ Force électromotrice induite
- ✓ Définition de la force électromotrice induite
- ✓ Expression dans le cas de l'induction de Neumann et de Lorentz
- ✓ Loi d'Ohm généralisée

Induction de Neumann

- ✓ Auto-induction : Flux propre, auto-inductance, fem d'auto-induction, approche énergétique.
- ✓ Induction mutuelle : Inductance mutuelle, formule de Neumann, théorème de Neumann, approche énergétique.

Induction de Lorentz

- ✓ Approche mécanique (rappels) : lois de la mécanique du solide (TRC, TMC, TEC, TEM) dans le cas d'un solide en mouvement de translation dans le référentiel d'étude ou en mouvement de rotation autour d'un axe fixe dans le référentiel d'étude. Actions des forces de Laplace (résultante, moment, puissance).
- ✓ Approche électrique : circuit équivalent, calcul de la fem induite en utilisant la loi de Faraday ou en utilisant la relation de conversion électromécanique $P_l + P_e = 0$ (La relation $e = \oint_C \vec{V}_e \wedge \vec{B} \cdot d\vec{l}$ a été vue à partir de la transformation des champs, mais elle est non exigible).
- ✓ Haut - parleur : description du fonctionnement en HP ou en micro, équation mécanique, équation électrique (fem déterminée à partir de la relation de conversion), impédance du HP, impédance motionnelle, efficacité du HP, bilan énergétique.

ONDES**OD1 : Phénomènes de propagation, Équation de d'Alembert : COURS****Chaîne d'oscillateurs couplés**

1. Chaîne discrète d'oscillateurs couplés :
 - ✓ Oscillateur unique, pulsation propre, pulsation de résonance.
 - ✓ Système de deux oscillateurs couplés, modes propres, pulsations propres, pulsations de résonance.
 - ✓ Système de N oscillateurs couplés.
2. Chaîne d'oscillateurs couplés dans l'approximation des milieux continus :
 - ✓ **Démonstration de l'équation de propagation** (Équation de d'Alembert), célérité.
 - ✓ Application aux ondes élastiques dans les solides.
 - ✓ Relation entre la raideur équivalente des ressorts et l'énergie potentielle d'interaction.
3. Modèle mésoscopique du solide, module de Young :
 - ✓ Loi de Hooke, module de Young.
 - ✓ **Démonstration de l'équation de propagation** (Équation de d'Alembert), célérité.

Autres exemples

1. Équation de propagation des ondes de courant et de tension dans un câble coaxial ou une ligne bifilaire à partir du modèle des constantes réparties.
2. Équation de Propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.

Question de cours des Mines

- ✓ Établir l'expression de la conductivité d'un métal à partir d'un modèle simple. Discuter des hypothèses avec des ordres pertinents.
- ✓ ARQS.
- ✓ Diffusion du champ électromagnétique dans un métal.
- ✓ Équation locale de Poynting.

- ✓ Induction électromagnétique sur la base d'expériences simples.
- ✓ Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique sur l'exemple de la machine à courant continu à entrefer plan.
- ✓ Haut-parleur électrodynamique.
- ✓ Ondes de compression dans les solides.
- ✓ Modèle des constantes réparties.