

**Induction, Equations de Maxwell ; Ondes électromagnétiques.**

## 1 Induction Neumann et Lorentz (Cours et exercices)

• Loi de Faraday pour les circuits filiformes, équation de Maxwell-Faraday, forme locale, version intégrée sur un contour pour trouver le champ  $\vec{E}$  induit.

- Courants de Foucault, Loi de Lenz.
- Induction dans les circuits (autoinduction et mutuelle)
- Induction de Lorentz

Pas de champ électromoteur de Lorentz. Lorsque c'est nécessaire (si  $e = -\frac{d\phi}{dt}$  ne s'applique pas ou difficilement) on devra pouvoir calculer la f.é.m à partir de la relation de conversion électromécanique de puissance :

$$\mathcal{P}_{lap}(t) + e_L(t)i(t) = 0$$

## 2 Equations de Maxwell : bilans d'énergie, effet de peau (cours seulement)

- Jeu complet des équations de Maxwell (M.Ampère généralisée)
- Identité de Poynting, bilan d'énergie EM.
- ARQS Magnétique des bons conducteurs (simplification des éq de Maxwell)
- Equation (type diffusion) pour les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  dans un conducteur. Résolution en géométrie 1D en régime harmonique. Epaisseur de peau.

## 3 ondes électromagnétiques (QC seulement)

## 4 Oxydoréduction (QC seulement)

Questions de cours :

1. Calcul du champ électrique induit dans un solénoïde parcouru par un courant  $i(t)$  variable dans le temps. L'interrogateur choisit de donner ou pas l'expression du rotationnel en coordonnées cylindrique.
2. Calcul de l'inductance d'un solénoïde (effets de bords négligés) à partir du flux propre. Lien avec l'énergie (seconde définition de  $L$ ).
3. Mise en équations de deux circuits couplés par mutuelle inductance.
4. Transformateur parfait : Définition de l'orientation canonique (notion de bornes homologues), Obtention des relations de transformations des tensions et des courants. Pour la loi de transformation des courants utiliser le caractère parfait de la conversion de puissance.
5. Les équations de Maxwell complètes, leur simplification en ARQS dans un conducteur. Caractère négligeable du courant de déplacement et neutralité volumique du conducteur.
6. Identité de Poynting :

$$\frac{\partial w_{em}}{\partial t} = -\text{div } \vec{\Pi} - p_m$$

Donner l'expression et la signification des différents termes et donner leur unité. Établir l'expression de la puissance volumique cédée à la matière à partir de la force de Lorentz.

7. Résultante et Moment des actions de Laplace expressions
  - générale,
  - sur une tige parcourue par un courant dans  $\vec{B}$  uniforme ;
  - sur un cadre par un courant dans  $\vec{B}$  uniforme (sans démonstration), notion de moment magnétique.

8. Mise en équations des rails de Laplace (obtention de l'équation électrique et de l'équation mécanique).
9. Bilan d'énergie sur un conducteur Ohmique (calcul de la puissance dissipée transférée aux charges, calcul de la puissance rayonnée); Vérification de l'identité de Poynting
10. Equation de l'effet de peau, résolution en géométrie 1D (le cas du champ électrique dans un demi-espace a été traité en cours), et régime harmonique.
11. Obtention de l'équation d'onde dans le vide pour  $\vec{E}$  ou  $\vec{B}$ .
12. Structure de l'OPPH dans le vide (transversalité et couplage  $E - B$ )
13. Grandeurs énergétiques : vecteur de Poynting et équipartition de l'énergie pour une OPPH.
14. (PTSI) demi équation électronique relative à un couple redox, Formule de Nernst.
15. (PTSI) Couples rédox de l'eau, diagramme E-pH de l'eau (obtention des équations de frontière.
16. (PTSI) Domaine d'existence d'un précipité en fonction du pH. proposer un exemple avec son  $K_s$ .

Prévision pour la semaine suivante :

OEM, Oxydo-réduction en solution aqueuse, Diagramme E-pH (révision).