

Programme de colles de Physique

Compétences exigibles :Conversion électro-magnéto-mécanique : exemple du contacteur électromagnétique

- Exprimer l'énergie magnétique d'un enroulement enlaçant un circuit magnétique présentant un entrefer variable.
- Calculer la force électromagnétique s'exerçant sur une partie mobile en translation selon un axe Oz en appliquant l'expression fournie $F = \left(\frac{\partial \mathcal{E}_{em}}{\partial z} \right)_i$, où \mathcal{E}_{em} représente l'énergie électromagnétique (par exemple limitée à \mathcal{E}_m ou \mathcal{E}_e).
- Sur l'exemple du relais, expliquer le fonctionnement d'un contacteur électromagnétique.

Machine synchrone

- Structure d'un moteur synchrone à pôles lisses et à excitation séparée : décrire la structure d'un moteur diphasé et bipolaire (rotor, stator, induit, inducteur).
- Champ magnétique dans l'entrefer : pour une machine de perméabilité infinie à entrefer constant, exprimer le champ magnétique dans l'entrefer généré par une spire passant dans deux encoches opposées. Expliquer qualitativement comment obtenir un champ dont la dépendance angulaire est sinusoïdale dans l'entrefer, en associant plusieurs spires décalées.
- Champ glissant statorique : justifier l'existence d'un champ glissant statorique lorsque les deux phases sont alimentées en quadrature (c'est-à-dire déphasées de $\frac{\pi}{2}$).
- Champ glissant rotorique : justifier l'existence d'un champ glissant rotorique associé à la rotation de l'inducteur.
- Energie et couple : exprimer l'énergie magnétique totale stockée dans l'entrefer en fonction de la position angulaire du rotor. Calculer le moment du couple électromagnétique s'exerçant sur le rotor, en exploitant l'expression fournie $\Gamma = \frac{\partial \mathcal{E}_m}{\partial \theta}$.
- Condition de synchronisme : justifier la condition de synchronisme entre le champ statorique et le champ rotorique afin d'obtenir un moment moyen de couple non nul. Discuter rapidement de la stabilité du système en fonction du décalage angulaire entre les deux champs glissants. Identifier la difficulté du démarrage d'un moteur synchrone, décrire qualitativement le principe de l'alimentation de la machine à fréquence variable.

Ondes électromagnétiques dans le vide :

Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications.

Etablir les équations de propagation dans une région sans charge ni courant.

Structure d'une onde plane progressive harmonique : utiliser la notation complexe ; représenter le trièdre $(\vec{u}, \vec{E}, \vec{B})$. Etablir la relation entre les amplitudes des champs (« relation de structure »).

Identifier les différents termes de l'équation locale de Poynting. Interpréter le vecteur de Poynting comme le vecteur densité de flux de puissance électromagnétique.

Associer la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde. Associer le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons en utilisant la relation d'Einstein-Planck.

Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens (laser hélium-néon, flux solaire, ...)

Utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques.

Identifier l'expression d'une onde électromagnétique plane progressive polarisée rectilignement.

Interpréter le vecteur densité de courant surfacique \vec{j}_s comme un modèle pour décrire un déplacement de charges à travers un domaine d'épaisseur faible devant l'échelle de description.

Utiliser les relations de passage du champ électromagnétique fournies.

Réflexion d'une onde électromagnétique polarisée rectilignement sur un conducteur parfait en incidence normale : justifier que les champs électrique et magnétique sont nuls dans le conducteur. Exploiter la continuité de la composante tangentielle du champ \vec{E} pour justifier l'existence d'une onde réfléchie et calculer celle-ci. Calculer le champ \vec{B} dans le vide, en déduire le courant surfacique sur le conducteur. Calculer le coefficient de réflexion en puissance.

Déterminer la pression de radiation à l'aide de l'expression fournie de la force de Laplace en présence d'un courant électrique surfacique.

Dispersion et absorption

Forme générique des solutions progressives sinusoïdales : $y = y_0 \exp(\omega t - \underline{k}x)$: identifier le caractère linéaire d'une équation aux dérivées partielles de propagation.

Etablir la relation de dispersion.

Lier la partie réelle de \underline{k} à la vitesse de phase, la partie imaginaire de \underline{k} à une dépendance spatiale de l'amplitude.

Définir la notion de milieu dispersif.

Superposition de deux ondes de fréquences proches dans un milieu non absorbant et dispersif. Notion de paquet d'ondes. Calculer la vitesse de groupe à partir de la relation de dispersion. Associer la vitesse de groupe à la propagation de l'enveloppe du paquet d'ondes. Énoncer et exploiter la relation entre les ordres de grandeur de la durée temporelle d'un paquet d'onde et la largeur fréquentielle de son spectre.

Etablir la relation de dispersion des ondes thermiques en géométrie unidirectionnelle.