

Programme de colles du 25/11/2024 au 29/11/2024 Semaine 09 - S48

Notions à maîtriser	Démonstrations à maîtriser	Méthodes à maîtriser	Exercice du TD correspondant
<i>En italique</i>	En bleu	En gras	En gras et en orange

Physique EM04 : Équations de Maxwell (Cours + Exercices)

Voir programme précédent.

Physique EM05 : Énergie du champ électromagnétique (Cours + Exercices)

Densité volumique de force électromagnétique : expression, [démonstration](#).

Puissance volumique fournie par un champ EM à la matière : expression, [démonstration](#).

Loi d'Ohm locale [admise](#). Conductivité électrique d'un matériau ohmique. Ordres de grandeur.

Densité volumique de puissance dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique : expression, [démonstration](#).

Énergie électromagnétique $U_{em}(t)$. Densité volumique d'énergie EM $u_{em}(M, T)$. Expression [admise](#) en fonction de $\vec{E}$ et $\vec{B}$.

Vecteur de Poynting $\vec{\Pi}(M, t)$. Lien avec la propagation du champ. Expression [admise](#) en fonction de $\vec{E}$ et $\vec{B}$.

Puissance EM transmise à travers une surface élémentaire : flux du vecteur de Poynting.

Bilan global d'énergie EM : équation générale, expression intégrale, [démonstrations](#).

Équation locale de Poynting : expression, sens physique de chaque terme, [démonstration à partir du bilan global](#).

Applications :

- [bilan d'énergie EM sur une portion de conducteur](#)
- [expression de la résistance électrique d'une portion de conducteur](#)
- [énergie contenue dans un condensateur plan en régime stationnaire](#)
- [énergie contenue dans un solénoïde long en régime stationnaire](#)

Savoir déterminer la densité d'énergie, le vecteur de Poynting et la puissance d'interaction d'un champ électromagnétique : [tous les exercices](#)

Savoir réaliser un bilan local ou intégral d'énergie électromagnétique : [tous les exercices](#)

Physique Ondes 01 : Ondes EM dans le vide (Cours uniquement)

Équation de d'Alembert. Solution générale. Cas unidimensionnel. Couplage spatio-temporelle (rappel MPSI). [Vérification de la solution générale proposée.](#)

Equation de d'Alembert sur le champ EM : [démonstration.](#)

Mise en évidence de $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ comme célérité des OEM dans le vide.

Onde progressive. Surfaces d'onde, plans d'onde. Onde plane.

Onde plane progressive : définition, expression générale.

Cas des OPP électromagnétiques. Limites du modèle (distance aux sources).

Savoir établir l'équation de d'Alembert pour les OEM dans le vide (et éventuellement d'autres types d'onde) : ex. 4, ex. 8, ex. 9

Savoir identifier une OPP électromagnétique.

Onde plane progressive et monochromatique (OPPM). Double périodicité spatio-temporelle.

Grandeurs temporelles : pulsation ω , période T , fréquence f .

Grandeurs spatiales : longueur d'onde λ , pulsation spatiale k , nombre d'onde σ .

Vecteur d'onde d'une OPPM : définition, expression d'une OPPM à l'aide de $\vec{k}$.

Savoir que les caractéristiques temporelles sont contrôlées par la source.

Savoir que les caractéristiques spatiales sont contrôlées par le milieu de propagation.

Notation complexe d'une OPPM. Propriétés de dérivation temporelle et spatiale.

[Démonstration pour les dérivées temporelles et de la divergence.](#)

Équations de Maxwell en notation complexe. [Démonstrations.](#)

Calcul des grandeurs moyennes à l'aide de la notation complexe.

Relation de dispersion : définition, expression dans le vide, [démonstration à partir de l'équation de d'Alembert et à partir des équations de Maxwell complexes](#) $(\vec{k} \wedge \vec{k} \wedge \dots)$.

Limites du modèle de l'OPPM : monochromaticité, extension infinie, nécessité d'être "loin des sources".

Spectre électromagnétique : définition, catégories (à connaître).

Savoir relier à chaque catégorie d'OEM un ordre de grandeur en fréquence et une application concrète.

Savoir déterminer les caractéristiques spatio-temporelles d'une OPPM : ex. 1, ex. 5, ex. 8, ex. 9

Savoir utiliser la notation complexe pour étudier une OPPM : ex. 1, ex. 4