

Programme de colles du 24/11/2025 au 28/11/2025 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)

Voir programme précédent.

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).

Structure d'une OPPM dans le vide : onde transverse, orthogonalité de $\vec{E}$ et $\vec{B}$, relation entre leurs normes. Relation de structure. [Démonstration à partir des équations de Maxwell complexes](#).

Grandeurs énergétiques pour une OPPM : [densité volumique d'énergie EM](#), [vecteur de Poynting](#), [vitesse de propagation de l'énergie EM par analogie à la conservation de la charge](#).

Notion de polarisation d'une OPPM.

Polarisation rectiligne : définition, allure dans l'espace, courbe décrite par l'extrémité P du champ dans un plan d'onde, critère de déphasage entre composantes non nulles.

Polarisation circulaire : définition, allure dans l'espace, courbe décrite par l'extrémité P du champ dans un plan d'onde, critère de déphasage entre composantes non nulles.

Savoir déterminer les caractéristiques spatio-temporelles d'une OPPM : [ex. 1](#), [ex. 5](#), [ex. 8](#), [ex. 9](#)

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

Savoir calculer les grandeurs énergétiques moyennes dans le cas d'une OPPM : [ex. 1](#), [ex. 4](#), [ex. 5](#), [ex. 7](#), [ex. 8](#), [ex. 9](#)

Savoir utiliser la notation complexe pour étudier une OPPM : [ex. 1](#), [ex. 4](#)

Savoir reconnaître une onde polarisée rectilignement : [ex. 2](#), [ex. 3](#), [ex. 6](#)

Savoir reconnaître une onde polarisée circulairement : [ex. 6](#)

Physique Ondes 02 : OEM dans un plasma - Dispersion (Cours uniquement)

Description d'un plasma. Hypothèses de plasma neutre et dilué (ou peu dense).

Interaction OPPM-plasma. Hypothèses : ions immobiles, électrons non relativistes, [Vitesse complexe des électrons](#), [densité volumique de courant au passage d'une OPPM](#).