

Programme de colles
du 01/12/2025 au 05/12/2025
Semaine 10 - S49

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 (Exercices uniquement)

Voir programme précédent.

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

Voir programme précédent.

Physique Ondes 01 : Ondes EM dans le vide (Cours + Exercices)

Voir programme précédent.

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.

Hypothèse supplémentaire : onde transversale. Densité volumique de charge nulle au passage d'une OPPM.

Relation de dispersion dans le plasma : expression, démonstration.

Pulsation plasma ω_p . Interprétation comme pulsation de coupure pour la propagation d'une OPPM.

Vitesse de phase v_ϕ : définition, expression. Lien avec la dispersion.

Vitesse de phase dans le vide et dans un plasma peu dense.

Sens physique de la vitesse de phase. Indice optique du plasma.

Propagation dans un plasma ($\omega > \omega_p$) : relation de structure, vecteur de Poynting moyen.

Onde évanescante ($\omega < \omega_p$) : définition, expression. Vecteur de Poynting moyen.

Paquet d'ondes : définition, paquet d'ondes gaussien (allure, spectre).

Superposition de deux OPPM : onde résultante, vitesse de l'enveloppe, vitesse de l'onde moyenne.

Généralisation à un paquet d'onde gaussien. Déformation du paquet d'ondes.

Vitesse de groupe v_g : définition, formule générale. Lien avec la transmission d'informations.

Vitesse de groupe dans le vide et dans un plasma peu dense.

Relation directe v_g et v_ϕ dans un plasma peu dense.

Vitesse de groupe et propagation de l'énergie EM.

Savoir reconnaître un milieu dispersif : tous les exercices

Savoir établir la relation de dispersion dans un plasma peu dense : ex. 2, ex. 6

Savoir étudier le comportement d'une OPPM dans un milieu dispersif suivant sa pulsation : tous les exercices

Savoir établir et interpréter les vitesses de groupe et de phase dans un milieu dispersif : ex. 2, ex. 6

Physique Ondes 03 : OEM dans un conducteur (Cours uniquement)

Modèle de l'électron amorti (Drude) dans un métal conducteur. Modélisation des collisions par une force de frottements fluides.

Vitesse complexe des électrons, densité volumique de courant.

Conductivité complexe d'un métal conducteur. Domaine de validité de la loi d'Ohm locale ($\gamma_0 \in \mathbb{R}$).

Densité volumique de charges dans un métal conducteur au passage d'une OPPM : accumulation de charges, relaxation par conduction.

Domaine de validité admis de l'électroneutralité locale dans un métal conducteur.

Aucun élément théorique sur la relaxation de charges dans un métal conducteur n'est exigible mais le problème peut être abordé dans un exercice guidé.

Équations de Maxwell dans un conducteur à basses fréquences.

Relation de dispersion dans un conducteur à basses fréquences.

Interprétation de la pulsation d'onde complexe $\underline{k} = k' - ik''$. Propagation, absorption.

Vitesse de phase et vitesse de groupe dans un conducteur à basses fréquences.

Phénomène d'effet de peau. Distance caractéristique d'atténuation δ (épaisseur de peau). Ordres de grandeur dans le cuivre et l'eau.

Champ EM dans un conducteur soumis à l'effet de peau : champs complexes, champs réels.

Bilan énergétique dans un conducteur soumis à l'effet de peau : vecteur de Poynting moyen, puissance moyenne dissipée, densité d'énergie volumique moyenne.