Programme de colles de physique
Semaine du 8 au 13 janvier

Équations de Maxwell

Programme	**Capacités exigibles**
Les équations de Maxwell dans le vide en régime variable	Utiliser les équations de Maxwell sous forme locale.
Conséquences des équations de Maxwell : linéarité, cas du régime stationnaire, nouvelle expression du potentiel V (*cette relation est donnée pour la culture scientifique, le potentiel vecteur n'étant pas au programme*), équation de conservation de la charge, complément sur les symétries de $(\rho, \vec{j})$ et conséquences sur $(\vec{E}, \vec{B})$.	Utiliser une méthode de superposition. Établir l'équation locale de conservation de la charge à partir des équations de Maxwell.
Formes intégrales des équations de Maxwell : théorème de Gauss, théorème d'Ampère généralisé, conservation du flux de $\vec{B}$, loi de Faraday.	Utiliser les équations de Maxwell sous forme intégrale. Faire le lien entre l'équation de Maxwell-Faraday et la loi de Faraday.
Bilan énergétique : puissance transmise aux porteurs de charges, établissement de l'équation de Poynting à partir des équations de Maxwell, bilan énergétique, expression du vecteur de Poynting par identification. Exemple : fil infini conducteur en régime permanent.	Utiliser les grandeurs énergétiques pour faire des bilans d'énergie électromagnétique.
L'approximation des régimes quasi-stationnaires : établissement de l'équation de propagation du champ, célérité de l'onde, ARQS (on néglige le délai de propagation), ARQS à dominante magnétique (les sources de $\vec{E}$ sont négligeables devant les sources de $\vec{B}$), simplification de l'équation de conservation de la charge et de l'équation de Maxwell-Ampère par ordre de grandeur.	Établir les équations de propagation des champs électrique et magnétique dans le vide. Expliquer le caractère non instantané des interactions électromagnétiques. Discuter l'approximation des régimes quasi stationnaires. Simplifier les équations de Maxwell et l'équation de conservation de la charge et utiliser les formes simplifiées. Étendre le domaine de validité des expressions des champs magnétiques obtenues en régime stationnaire.
Effet de peau.	

Ondes mécaniques unidimensionnelles

Programme	**Capacités exigibles**
Onde transversale sur une corde vibrante : modèle, simplification pour les petits mouvements, équation de propagation, célérité de l'onde.	Établir l'équation d'onde décrivant les ondes transversales sur une corde vibrante infiniment souple dans l'approximation des petits mouvements transverses.

Onde longitudinale dans un solide élastique : modèle des oscillateurs couplés, approximation des milieux continus, loi de Hooke : lien entre le module de Young et le modèle microscopique des oscillateurs couplés, équation de propagation, célérité de l'onde.	Exploiter le modèle de la chaîne d'atomes élastiquement liés pour relier le module d'Young d'un solide élastique à ses caractéristiques microscopiques. Établir l'équation d'onde décrivant les ondes mécaniques longitudinales dans une tige solide. Identifier l'équation de d'Alembert. Relier qualitativement la célérité d'ondes mécaniques, la raideur et l'inertie du milieu support.
Solution en ondes planes progressives. Fonction d'onde pour les OPPH (rappels de sup), relation de dispersion, vitesse de phase, notation complexe. Extension aux OPP non harmoniques (*aucune connaissance théorique sur la transformation de Fourier n'est exigible*).	Utiliser qualitativement l'analyse de Fourier pour décrire une onde non harmonique.
Solution en onde stationnaire : onde stationnaire harmonique (rappel de sup)	Différencier une onde stationnaire d'une onde progressive.
Modes propres d'une corde fixée à ses extrémités. Solution harmonique : modes propres. Cas général : superposition des modes propres, lien entre la forme des solutions et la décomposition en série de Fourier des conditions initiales.	Décrire les modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.
Oscillations forcées d'une corde fixée à une extrémité. Solution en onde stationnaire harmonique : la résonance est obtenue aux pulsations propres de la corde.	Interpréter quantitativement les résonances observées avec la corde de Melde en négligeant l'amortissement.

Ondes sonores dans les fluides — Cours uniquement

Programme	**Capacités exigibles**
Établissement de l'équation de propagation : équations locales, approximation acoustique (linéarisation des équations locales), équation de propagation à 3 dimensions (pour la surpression et la vitesse), célérité du son (expression dans un gaz parfait, ordres de grandeur dans un GP et dans un liquide).	Classer les ondes acoustiques par domaines fréquentiels. Valider l'approximation acoustique. Établir, par une approche eulérienne, l'équation de propagation de la surpression acoustique dans une situation unidimensionnelle en coordonnées cartésiennes. Utiliser l'opérateur laplacien pour généraliser l'équation d'onde. Exprimer la célérité des ondes acoustiques en fonction de la température pour un gaz parfait.
Solution en OPPH : fonction d'onde, relation de dispersion, impédance acoustique, cas des OPP non harmoniques (décomposée en somme d'OPPH de même direction).	Exploiter la notion d'impédance acoustique pour faire le lien entre les champs de surpression et de vitesse d'une onde plane progressive harmonique. Utiliser le principe de superposition des ondes planes progressives harmoniques.

Aspect énergétique : puissance échangée à travers une surface (expression de la densité surfacique de puissance $\vec{\Pi}$), bilan énergétique (obtention de la densité volumique d'énergie acoustique e), cas d'une OPP (expressions de e et $\vec{\Pi}$, vitesse de propagation de l'énergie, cas particulier d'une OPPH).	Utiliser les expressions du vecteur densité de courant énergétique et de la densité volumique d'énergie associés à la propagation de l'onde.
Intensité sonore : définition, niveau sonore en dB, ordres de grandeur de la surpression et de la vitesse.	Utiliser la notion d'intensité acoustique en décibel et citer quelques ordres de grandeur.
Réflexion et transmission en incidence normale : conditions aux limites à l'interface entre deux fluides non miscibles, coefficients de réflexion et transmission en amplitude, coefficients de réflexion et transmission en énergie.	Expliciter les conditions aux limites à une interface. Établir les expressions des coefficients de transmission et de réflexion. Associer l'adaptation d'impédance au transfert maximum de puissance.
Cas des ondes stationnaires. Onde sphérique harmonique : champ de pression, champ des vitesses, énergie	Utiliser une expression fournie pour interpréter par un argument énergétique la décroissance en $1/r$ de l'amplitude.

TP

Goniomètre à réseau + diagramme de rayonnement d'un émetteur ultrason.
Effet Doppler (demi-classe).