Programme de colles
du 16/11/2026 au 20/11/2026
Semaine 08 - *S47*

Notions à maîtriser	Démonstrations à maîtriser	**Méthodes à maîtriser**	**Exercice du TD correspondant**
En italique	En bleu	**En gras**	**En gras et en orange**

Physique TH01 : Diffusion thermique (Cours + Exercices)

Voir programme précédent.

Physique EM04 : Équations de Maxwell (Cours + Exercices)

Conservation de la charge : postulat, bilan local 1D de charge, généralisation admise.

Définition d'un champ électromagnétique variable.
Équations locales de Maxwell dépendantes du temps : Maxwell-Gauss (MG), Maxwell-Faraday (MF), Maxwell-Flux (Mϕ), Maxwell-Ampère (MA).
Propriétés : linéarité, lien aux sources de champ EM, indissociabilité de $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$ en régime variable.
Relation entre permittivité électrique, perméabilité magnétique et célérité de la lumière dans le vide.

Compatibilité avec la conservation de la charge.

Forme intégrale des équations de Maxwell.
Théorème de Gauss en régime variable. Démonstration à partir de MG.
Théorème d'Ampère généralisé en régime variable. Démonstration à partir de MA.
Loi de Faraday. Démonstration à partir de MF.
Retour sur la loi vue en MPSI : fem induite, conventions à respecter.
Conservation du flux magnétique. Retour sur les propriétés des tubes de champ magnétique et électrique dans les zones vides de charges.

Symétries et invariances : cas des champs induits.

Savoir exploiter la conservation de la charge pour obtenir des informations sur les sources de champ électromagnétique : ex. 3, ex. 4, ex. 7, ex. 8

Savoir exploiter les symétries et invariances des sources variables de champ électromagnétique : ex. 1, ex. 5, ex. 6, ex. 8, ex. 9, ex. 10

Approche qualitative de la propagation du champ EM.
Établissement de l'équation de d'Alembert sur le champ électrique et magnétique à partir des équations de Maxwell.
Aucune autre connaissance sur la propagation des ondes EM n'est exigible à ce stade.

Équations de Maxwell en statique. Cas des champs lentement variables.
Aucune connaissance a priori de l'ARQS magnétique (ou électrique) n'est exigible. De telles hypothèses doivent être fournies en début d'exercice.

Existence du potentiel électrostatique.
Équation de Poisson, démonstration.
Équation de Laplace sur le potentiel électrostatique, démonstration.

Potentiel gravitationnel ϕ. Équation de Poisson et de Laplace pour la gravitation, démonstrations.

Savoir appliquer les équations de Poisson et Laplace dans les cas électrostatique et gravitationnel : ex. 2, ex. 7

Physique EM05 : Énergie du champ électromagnétique (Cours uniquement)

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 intégral d'énergie EM : équation générale, expression intégrale, démonstrations.
Équation locale de Poynting : expression, sens physique de chaque terme, démonstration à partir du bilan global.