

Programme de colles du 17/11/2025 au 21/11/2025 Semaine 08 - S47

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 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 ($M\Phi$), Maxwell-Ampère (MA).

Propriétés : linéarité, lien aux sources de champ EM, indissociabilité de $\vec{E}$ et $\vec{B}$ 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](#).

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](#)