Programme de colle MP semaine 7 : du 9/11 au 13/11 2026

Cours 11 : Equations locales de l'électromagnétisme
Analyse vectorielle : opérateurs divergence, rotationnel, théorèmes d'Ostrogradski et de Stokes.
Conservation de la charge électrique : équation locale et démonstration à 1D et 3D ; loi des nœuds et lois des branches.
Postulats de l'électromagnétisme : force de Lorentz ; équations de Maxwell et conséquences.
L'électromagnétisme en régime stationnaire : électrostatique : équations locales et intégrales, existence d'un potentiel électrostatique ; magnétostatique : équations locales et intégrales.
L'électromagnétisme en régime variable : forme intégrale des équations de Maxwell ; équations de propagation du champ électromagnétique dans le vide.
Equations de Poisson et de Laplace en électrostatique.

Cours 12 : Energie du champ électromagnétique
Energie électromagnétique : puissance cédée par le champ électromagnétique à la matière, puissance rayonnée, densité d'énergie électromagnétique, équation locale de Poynting ou de conservation de l'énergie.
Bilan énergétique dans un conducteur ohmique : loi d'Ohm locale, loi d'Ohm intégrale, puissance transférée aux porteurs de charges, puissance rayonnée, bilan.
Bilan énergétique dans un condensateur : énergie électromagnétique stockée, puissance rayonnée, bilan.

Cours 13 : Rappels de thermodynamique de MPSI :
Premier et second principes, machine thermique… Exercices d'application.
Formulation des principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire : différentielle d'une fonction de plusieurs variables, propriétés d'une fonction d'état ; principes de la thermodynamique ; exercices d'application.

Questions de cours :

1. Donner les équations de Maxwell et leur nom. Démontrer leur forme intégrale. Indiquer les conséquences qui en découlent (en quelques phrases chacune).
2. Démontrer l'équation de conservation de la charge à 1D.
3. Retrouver l'équation de conservation de la charge à partir des équations de Maxwell.
4. Enoncer et démontrer l'équation de propagation pour le champ électrique ou magnétique.
5. Enoncer et démontrer l'équation de Poisson.
6. Faire un bilan énergétique (calcul des puissances rayonnées et dissipées par effet Joule) dans un conducteur cylindrique de rayon a baignant dans un champ électrique uniforme et stationnaire.
7. Faire un bilan énergétique (calcul des puissances rayonnées et calcul de l'énergie électromagnétique stockée) dans un condensateur dont les armatures de rayon R, sont espacées de e et chargées avec une charge Q.
8. Etablir l'expression du rendement d'un moteur de Carnot.

Programme prévisionnel de la semaine suivante :
Diffusion thermique

Eléments du programme en rapport avec la colle :

Principe de la conservation de la charge : formulation locale.	Établir l'équation locale de la conservation de la charge en coordonnées cartésiennes dans le cas à une dimension.
Équations de Maxwell : formulations locale et intégrale.	Associer l'équation de Maxwell-Faraday à la loi de Faraday. Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. Associer qualitativement le couplage spatio-temporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation. Vérifier la cohérence des équations de Maxwell avec l'équation locale de la conservation de la charge.
Équations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants.	Établir les équations de propagation à partir des équations de Maxwell.
Cas des champs statiques : équations locales.	Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell.
Équation de Poisson et équation de Laplace de l'électrostatique.	Établir les équations de Poisson et de Laplace de l'électrostatique. Exprimer par analogie les équations de Poisson et de Laplace dans le cas de la gravitation.

4.4. Énergie du champ électromagnétique	
Force électromagnétique volumique. Puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge.	Établir et utiliser l'expression de la puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge.
Loi d'Ohm locale ; puissance volumique dissipée par effet Joule.	Analyser les aspects énergétiques dans le cas particulier d'un milieu ohmique.
Énergie électromagnétique volumique. Vecteur de Poynting. Bilan d'énergie.	Citer des ordres de grandeur de flux énergétiques moyens (flux solaire, laser…). Utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée. Effectuer un bilan d'énergie sous forme locale et intégrale. Interpréter chaque terme de l'équation locale de Poynting, celle-ci étant fournie.

5.1. Principes de la thermodynamique	
Formulation des principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire.	Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification.
Premier et deuxième principes de la thermodynamique pour un système ouvert en régime stationnaire, dans le seul cas d'un écoulement unidimensionnel dans la section d'entrée et la section de sortie.	Établir les relations $\Delta h+\Delta e = w_u+q$ et $\Delta s = s_e+s_c$ et les utiliser pour étudier des machines thermiques réelles à l'aide du diagramme (P,h).