

Programme de khôlle semaine n°11

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 24 au 28 novembre 2025

Outils mathématiques : analyse vectorielle

- 9. Rotationnel d'un champ vectoriel
- 10. Circulation d'un champ vectoriel
- 11. Symétries et antisymétries d'une source
- 12. Vecteurs vrais et pseudovecteurs
- 13. Principe de Curie et symétries
 - Nullité de certaines composantes d'un vecteur vrai ou d'un pseudovecteur en un point d'un plan de symétrie ou d'antisymétrie
 - Exemples : champ électrostatique rayonné par un plan épais, champ magnétique rayonné par un fil, champs électrique et magnétique rayonné par des courants tournants
- 14. Opérateurs différentiels d'ordre 2

Traitement du signal :

- 1. Action d'un filtre sur un signal périodique : tout exercice
 - Caractérisation d'un filtre linéaire : existence de la fonction de transfert, conservation du spectre
 - Action de la fonction de transfert sur chaque harmonique du signal
 - Détermination approximative du signal de sortie en négligeant les harmoniques hors bande passante, comportement intégrateur ou dérivateur pour les harmoniques hors bande passante

Électromagnétisme :

- 3. Calcul du champ électrostatique rayonné : tout exercice
- 4. Équation de Maxwell-Faraday électrostatique : tout exercice
- 5. Électrostatique et électricité — Tension : tout exercice
 - Circulation du champ électrostatique, caractère conservatif, tension électrique entre deux points
 - Additivité des tensions, loi des mailles (écritures locale et intégrale)

Exemples traités en cours et à connaître :

- tension entre le centre et le bord d'une boule uniformément chargée
- condensateur plan : champ et potentiel électrostatiques, tension à ses bornes, capacité, densité volumique d'énergie électrostatique stockée dans le condensateur

- 6. Électrostatique et électricité — Courant : tout exercice
 - Vecteur densité volumique de courant, expression pour un ou plusieurs types de porteurs de charge
 - Intensité du courant électrique définie comme le flux de $\vec{j}$
 - Loi des nœuds : $\vec{j}$ est à flux conservatif (preuve par les équations de Maxwell, preuve par bilan de charge dans un volume avec la conservation de la charge électrique), écritures locale et intégrale de la loi des nœuds
 - Modélisation surfacique et vecteur densité surfacique de courant, modélisation linéique
 - Modèle de Drude : négligeabilité de la force magnétique, loi d'Ohm locale, conductivité, loi d'Ohm intégrale

Exemple traité en cours et à connaître :

- résistance électrique d'un conducteur cylindrique

- Conducteur parfait : nullité du champ électrostatique et de la densité de charges dans son volume, répartition surfacique des charges, théorème de Coulomb

- 7. Dipôle électrostatique : *exercices simples seulement*
 - Monopôle électrique, approximation monopolaire pour un système électriquement chargé
 - Dipôle électrique, approximation dipolaire pour un système neutre dont les barycentres de charges ne sont pas confondus sur l'exemple de la molécule d'eau
 - Doublet de charges opposées : moment dipolaire électrique, potentiel électrostatique rayonné à grande distance, champ électrostatique associé, lignes de champ et surfaces équipotentielles
 - Moment dipolaire associé à une liaison chimique, additivité de ces moments pour calculer celui de la molécule
 - Action d'un champ électrostatique extérieur uniforme : résultante, moment, énergie potentielle
 - Cas d'un champ extérieur non uniforme : formules admises, opérateur $\vec{p} \cdot \vec{\text{grad}}$
- 8. Champ magnétostatique : *cours seulement*
 - Équations de Maxwell pour la magnétostatique, caractère pseudovectoriel de $\vec{B}$
 - Théorème d'Ampère magnétostatique

Exemples traités en cours et à connaître :

- champ magnétostatique rayonné par un fil rectiligne infini
- champ magnétostatique rayonné par un solénoïde infini (on admet la nullité du champ rayonné à l'extérieur), inductance propre, densité volumique d'énergie magnétique