

Programme de khôlle semaine n°10

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 17 au 21 novembre 2025

Outils mathématiques : analyse vectorielle

- 9. Rotationnel d'un champ vectoriel
- 10. Circulation d'un champ vectoriel
 - Intégrale de circulation le long d'un contour
 - Cas de l'intégrale de travail d'une force, cas particulier d'une force conservative
 - Formules de Stokes
 - Champ à circulation conservative
- 11. Symétries et antisymétries d'une source
 - Plan de symétrie d'une source, exemples d'une boule massive, d'un fil parcouru par un courant et d'un cylindre chargé
 - Plan d'antisymétrie d'une source, exemples du condensateur plan et d'un fil parcouru par un courant
- 12. Vecteurs vrais et pseudovecteurs
 - Comportement d'un vecteur vrai ou d'un pseudovecteur vis-à-vis d'une symétrie plane, relation avec le produit vectoriel et l'orientation d'une base
 - Absence de signification physique pour le sens d'un pseudovecteur
 - Exemples : position, vitesse, force, moment cinétique, moment de force, vecteur courant, champ gravitationnel, champ électrique, champ magnétique
- 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
 - Laplacien d'un champ scalaire, expression en cartésiennes avec nable, formulaire pour les expressions en cylindriques et en sphériques

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
 - Existence du potentiel électrostatique, masse, cas d'une source ponctuelle
 - Continuité ou discontinuité du potentiel selon le type de distribution
 - Surface équipotentielle et lignes de champ électrostatiques
 - Équations de Poisson et Laplace, problème de Dirichlet et problème de Neumann
 - Action mécanique d'un champ électrostatique sur une charge ponctuelle : résultante, énergie potentielle

Exemples traités en cours et à connaître :

- potentiel rayonné par un cylindre creux
- modèle de Thomson de l'atome d'hydrogène

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