

Programme de khôlle semaine n°12

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 1^{er} au 5 décembre 2025

Outils mathématiques : analyse vectorielle

- 11. Symétries et antisymétries d'une source
- 12. Vecteurs vrais et pseudovecteurs
- 13. Principe de Curie et symétries
- 14. Opérateurs différentiels d'ordre 2

Traitement du signal :

- 1. Action d'un filtre sur un signal périodique : tout exercice
- 2. Numérisation : *exercices simples seulement*
 - Signal analogique ou numérique, robustesse aux parasites
 - Processus d'échantillonnage, peigne de Dirac, fréquence d'échantillonnage, exemples en audio ou vidéo
 - Conversion analogique-numérique selon une norme (intervalle de valeurs, longueur du mot binaire), résolution de la numérisation
 - Conversion numérique-analogique, interpolation
- 3. Précautions à prendre avec l'échantillonnage : *exercices simples seulement*
 - L'échantillonnage est lui-même périodique, altération du spectre du signal par l'échantillonnage, détriplement des fréquences et fréquences parasites
 - Théorème de Shannon-Nyquist : critère de Shannon, troncature du spectre échantillonné à $f_e/2$, problème d'aliasing
 - Durée totale d'échantillonnage : critère $f_e < N f_{\min}$

Électromagnétisme :

- 5. Électrostatique et électricité — Tension : tout exercice
- 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 : tout exercice
 - 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 : *exercices simples 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

- 9. Compléments de magnétostatique : *tout exercice de révision MP2I, exercices simples seulement sinon*
 - Force de Laplace : origine électrique via l'effet Hall, expressions linéique et volumique, calcul pour un segment dans un champ uniforme, calcul pour un circuit fermé à une maille dans un champ uniforme
 - Dipôle magnétique : modèle de la boucle de courant, moment dipolaire magnétique, champ magnétique rayonné à grande distance, action d'un champ uniforme ou non uniforme sur un dipôle, exemple d'une spire dans le champ d'un aimant (règle du flux maximal)
- 10. Régimes variables : *cours seulement*
 - Régime variable quelconque : perte des lois du régime statique (loi des nœuds, théorème d'Ampère, existence du potentiel, loi des mailles)
 - Équation locale de conservation de la charge électrique
 - Électroneutralité globale ou locale dans la matière, temps caractéristique de retour à l'électroneutralité locale dans un métal où la loi d'Ohm locale est vérifiée
 - Charges et courants peuvent rayonner $\vec{E}$ et $\vec{B}$ en régime variable, exploitation des plans de symétrie et d'antisymétrie

Exemples traités en cours et à connaître :

- action des symétries d'un condensateur plan à armatures circulaires sur les $\vec{E}$ et $\vec{B}$ rayonnés, nullité de $\vec{B}$ si les armatures sont infinies
- action des antisymétries d'une distribution de courants circulaires sur les $\vec{E}$ et $\vec{B}$ rayonnés

- Puissance volumique cédée à la matière par les champs, cas des métaux et effet Joule
- ARQS magnétique : restauration des lois du régime statique (sauf la loi des mailles), réalisation de l'ARQS magnétique dans un bon conducteur électrique