Programme de khôlle semaine n°9

Physique-chimie MPI/MPI*

Du 9 au 13 novembre 2026

Électromagnétisme

	Cours	**Exemples et exercices**
3	Rayonnement électrostatique • Équation de Maxwell-Gauss, théorème de Gauss • Équation de Maxwell-Faraday électrostatique, potentiel électrostatique • Relation avec la mécanique : $\vec{F} = q\vec{E}$ et $E_p = qV$ • Analogie formelle avec le champ gravitationnel • Régularité du champ et du potentiel électrostatiques pour les diverses distributions, relation de passage • Équations de Poisson et Laplace	**Tout exercice** • Théorème de Gauss pour la boule chargée, le cylindre plein ou creux, le fil rectiligne, le plan infini et le condensateur plan • Vérification de la relation de passage pour le cylindre creux et le plan infini • Potentiel rayonné par le cylindre plein par équation de Poisson / Laplace • Modèle de Thomson • Potentiel de Yukawa
4	Électrostatique et électricité • Tension électrique définie comme la circulation de $\vec{E}$, différence de potentiel, loi des mailles (formulations : par relation de Chasles, intégrale, locale) • Condensateur plan : capacité, densité volumique d'énergie électrostatique • Notion de porteur de charge libre dans un conducteur • Courants volumiques : densité volumique de courant, intensité définie comme un flux, cohérence avec dq/dt, loi des nœuds (formulations : par bilan de courant, intégrale et locale) • Courants surfaciques (densité surfacique de courant), courants linéiques • Modèle de Drude dans un conducteur en régime statique, loi d'Ohm locale, loi d'Ohm intégrale et expression de la résistance pour un conducteur cylindrique • Conducteur parfait : nullité du champ et de la densité volumique de charge à l'intérieur, charges surfaciques à sa surface, orthogonalité des lignes de champ à sa surface	**Tout exercice** • Capacité du condensateur cylindrique • Accélération d'une charge par une tension • Courant radial entre deux cylindres • Effet Hall
5	Dipôle électrostatique • Notion de barycentres de charge dans un édifice neutre • Dipôle électrostatique : moment dipolaire, potentiel et champ rayonnés à grande distance, lignes de champ et équipotentielles • Force, moment et énergie potentielle d'un dipôle dans un champ électrostatique uniforme (prouvées) et non uniforme (admises)	**Tout exercice** • Moment dipolaire d'une molécule par addition des moments des liaisons • Oscillations angulaires d'un dipôle dans un condensateur plan
6	Champ magnétostatique • Équation de Maxwell-Thomson • Équation de Maxwell-Ampère magnétostatique • Caractère pseudovectoriel de $\vec{B}$ • Théorème d'Ampère magnétostatique • Densité volumique d'énergie magnétostatique	**Tout exercice** • Champ rayonné par un fil rectiligne infini • Champ rayonné par un solénoïde infini, inductance propre • Bobines de Helmholtz

7	Compléments de magnétostatique : révisions de MP2I • Force de Laplace : expressions linéique et volumique • Dipôle magnétostatique : moment dipolaire, champ rayonné, action d'un champ extérieur uniforme ou non (tout admis) • Exemples de dipôles : la Terre, un aimant permanent, une bobine non infinie	**Tout exercice (sauf cas volumique, exercices simples seulement)** • Force de Laplace exercé par un champ uniforme sur un segment ou sur une maille simple • Règle du flux maximal pour une spire • Oscillations d'un aimant dans un champ uniforme
8	Régimes variables • Équations de Maxwell générales, perte de validité de la plupart des résultats établis en statique • Équation de conservation locale de la charge électrique • Électroneutralité globale ou locale de la matière, cas des métaux à basse fréquence • Application du principe de Curie simultanément à $\vec{E}$ et $\vec{B}$ rayonnés par une même source • Puissance volumique cédée à la matière, cas des métaux • ARQS magnétique : restauration des lois de la magnétostatique et de la loi des nœuds, réalisation dans un métal	**Pas d'exercice**
8	Induction magnétique • Loi de Faraday (démontrée pour un contour immobile) • Interprétation comme la restauration de la loi des mailles avec un terme additionnel, exemple du rail de Laplace, non-nullité de la tension aux bornes d'une bobine • Cas de Lorentz, couplage électromécanique parfait (admis) • Cas de Neumann, flux mutuels, coefficient d'induction mutuelle (théorème de Neumann admis), tension aux bornes d'une bobine en présence de mutuelle	**Exercices simples de MP2I sur le cas de Lorentz seulement** • Rail de Laplace

Tournez la page, SVP

Thermodynamique

	Cours	**Exemples et exercices**
MP2I	Révisions de MP2I : • Paramètres d'état : intensif ou extensif, massique ou molaire • Pression partielle • Énergie interne et enthalpie, capacités thermiques, coefficient de Laplace, loi de Mayer, cas des gaz parfaits et des phases condensées incompressibles • Équilibre interne et transformations infiniment lentes / quasi statiques ($P = P_{\text{ext}}$ admis) • Transformation isochore, monobare, isobare, monotherme, isotherme, adiabatique • Calcul du travail des forces de pression extérieure • Calcul du transfert thermique par effet Joule • Premier principe (écriture intégrale ou différentielle) • $\Delta H = Q$ pour une monobare • Entropie, second principe (écriture intégrale ou différentielle), entropie créée, entropie échangée • Une transformation isentropique est adiabatique et réversible (admis)	**Aucun exercice de changement d'état ou de machine thermique** Les identités thermodynamiques n'étant pas au programme, les expressions de ΔS doivent être fournies