

LDD3 MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE

Université Paris-Saclay, Orsay

PHYSIQUE

- **ELECTROMAGNETISME 1 : 5 ECTS**

- Equations de Maxwell dans le vide et champ électromagnétique
- Electrostatique : loi de Coulomb, théorème de Gauss, aspects énergétiques, dipôles électrostatiques
- Induction électromagnétique : induction de Lorentz et Neumann, auto-induction et induction mutuelle, énergie magnétique
- Magnétostatique : loi de Biot et Savart, théorème d'Ampère, dipôle magnétique
- Milieux diélectriques : sources microscopiques de la polarisation, vecteur D
- Milieux magnétiques : types de milieux magnétiques, sources microscopiques de l'aimantation, vecteur H
- Rayonnement : dipôle de Hertz, potentiels retardés, puissance rayonnée

- **MECANIQUE QUANTIQUE 1 : 5 ECTS**

- Postulats, mesure en MQ
- Systèmes à deux niveaux, états intriqués.
- Représentation x et p , courant de probabilité.
- Commutation des observables, symétrie et quantités conservées.
- Oscillateur harmonique, puits de potentiel
- Moment cinétique.

- **MECANIQUE ANALYTIQUE : 3.5 ECTS**

- Principes de la mécanique Lagrangienne, coordonnées généralisées équations d'Euler-Lagrange.
- Principe variationnel, principe de moindre action de Hamilton, coordonnées cycliques.
- Transformée de Legendre, équations de Hamilton
- Transformations canoniques, fonctions génératrices
- Equation de Hamilton-Jacobi, systèmes conservatifs et séparable, variables angles-actions.

- **MECANIQUE DES FLUIDES : 2.5 ECTS**

- Description Eulérienne et Lagrangienne du mouvement. Equation de l'hydrostatique.
- Volume de contrôle, conservation de la masse, quantité de mouvement, principe fondamental

de la dynamique pour un fluide.

- Equation d'Euler, théorème de Bernoulli, équation de Stokes, équation de Navier-Stokes.

- **PHYSIQUE STATISTIQUE : 6 ECTS**

- Ergodicité, microétats et macroétats classique et quantique.
- Densité d'état, ensembles microcanonique, canonique et grand canonique.
- Description classique des gaz, thermodynamique des oscillateurs harmoniques et thermodynamique du rayonnement
- Transition de phase (paramagnétisme-ferromagnétisme).

- **ELECTROMAGNETISME-OPTIQUE : 2.5 ECTS**

- Ondes planes dans un milieu non dispersif, réflexion, réfraction, ondes évanescentes
- Optique matricielle paraxiale, cavités optiques.
- Diffraction et propagation d'un faisceau, diffraction de Fraunhofer, diffraction de Fresnel.
- Propagation guidée.
- Milieux dispersifs, propagation d'impulsion.

- **PHYSIQUE NUMERIQUE : 2.5 ECTS**

- Sous Python :
 - Fonction à deux variables, résolution de systèmes d'équations linéaires, intégration, convolution / filtrage (1D et 2D), résolution d'équations différentielles (méthode d'Euler)
 - Transformée de Fourier, diffraction.
 - Equation de Poisson 1D et 2D.
 - Chaîne de Markov appliquée au modèle d'Ising.

MATHEMATIQUES

• INTEGRATION : 5 ECTS

- Intégrale de Riemann sur un intervalle fermé borné de \mathbb{R} : construction, limitations.
- Intégrale de Lebesgue sur \mathbb{R} , Théorèmes de convergence monotone et de convergence dominée, exemples de fonctions intégrables
- Intégrales dépendant d'un paramètre : Théorèmes de continuité et de dérivation sous l'intégrale
- Intégrale de Lebesgue sur \mathbb{R}^n , Théorème de Fubini et de Fubini-Tonelli
- Enoncé du Théorème de changement de variables.

• CALCUL DIFFERENTIEL : 5 ECTS

- Produits scalaires, normes et distances, suites dans \mathbb{R}^n , limites et continuité de fonctions définies dans un espace vectoriel normé, équivalence des normes dans \mathbb{R}^n .
- Fonctions différentiables, différentielle d'ordre 2, fonctions de classe C^k , formules de Taylor.
- Théorème de dérivation des fonctions composées, Théorème des accroissements finis, Inégalité des accroissements finis
- Théorème d'inversion locale, Théorème des fonctions implicites.

• PROBABILITES : 5 ECTS

- Vocabulaire probabiliste : variables aléatoires, événements, indépendance.
- Lois de probabilités discrètes et continues.
- Espérance, variance, moments, fonction génératrice
- Principales lois de probabilités : Bernoulli, binomiale, géométrique, Poisson, uniforme, gaussienne, exponentielle.
- Transformations de variables aléatoires.
- Couples et vecteurs aléatoires, corrélation et indépendance.
- Suites de variables aléatoires, convergences.
- Loi des grands nombres, théorème central limite.

• TRAITEMENT DU SIGNAL : 3.5 ECTS

- Initiation au traitement du signal théorie et applications.
- Etudes de filtres, introduction à la transformée en z et notions de bases d'analyse de système.
- Application en travaux pratiques sur Matlab.

• RESOLUTION NUMERIQUE DES EQUATIONS DIFFERENTIELLES : 5 ECTS

- Théorème de Cauchy-Lipschitz, Théorème des bouts, continuité de la solution vis-à-vis des

para-mètres, calcul de temps d'existence.

- Etude des méthodes à un pas, notion de convergence (consistance, stabilité et convergence, ordres des schémas), Euler explicite, Euler implicite, Crank-Nicolson, Heun, RK4

- **CALCUL MATRICIEL NUMERIQUE : 5 ECTS**

- Différences finies, factorisation (LU, QR, Cholesky), valeurs singulières. Problème des moindres carrés, espaces hermitiens, normes matricielles. Conditionnement, méthodes itératives, méthodes de la puissance.
- Programmation python pour implémenter les algorithmes de décomposition et d'étude de la matrice du Laplacien.

- **EQUATIONS AUX DERIVEES PARTIELLES : 3.5 ECTS**

- Rappels de calcul différentiel et d'intégration (espaces \mathcal{L}^p), problème de Cauchy et problème aux limites pour les EDP.
- Equations de transport linéaires : coefficients constants, solutions fortes et faibles, propriétés qualitatives.
- Champs de vecteurs réguliers, méthode des caractéristiques, existence et unicité de solutions faibles.

Signature du responsable de
formation :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mell', written over a horizontal line.