

Objectifs

Le premier objectif de cet enseignement est une présentation approfondie et unifiée de la relativité restreinte et de l'électromagnétisme. Il construira, dans un cadre relativiste, une nouvelle cinématique et une nouvelle dynamique, avec de nombreuses illustrations spectaculaires. Il montrera que la structure de l'électromagnétisme de Maxwell dérive naturellement du cadre de la relativité, dans une approche inspirée de la mécanique Lagrangienne fondée sur un principe de moindre action. Le principe de cette démarche est au cœur de toutes les théories des champs, classiques ou quantiques. Le second objectif du cours est l'acquisition de connaissances approfondies sur le rayonnement électromagnétique (rayonnement de particules accélérées, développements multipolaires...). Ces compétences seront essentielles pour les étudiants poursuivant en théorie des champs (quantiques ou classiques), en physique des particules élémentaires, en physique de la matière condensée, en optique quantique ainsi que dans les nombreux domaines où intervient le rayonnement électromagnétique...

Thèmes abordés / Notions et contenus

- Brève introduction à la mécanique classique de Lagrange
- Relativité restreinte, transf. de Lorentz, cinématique relativiste + applications
- Notations quadri-dimensionnelles et tensorielles
- Dynamique relativiste, lois de conservation, applications
- Champ électromagnétique - tenseur de Maxwell
- Principe variationnel en théorie des champs, symétrie et lois de conservations, tenseur impulsion-énergie...
- Fonctions de Green, solution des équations de Maxwell, « potentiels retardés »
- Potentiels de Liénart-Wiechert, rayonnement d'une charge accélérée, rayonnement synchrotron, réaction de rayonnement
- Méthodes d'approximations, rayonnement dipolaire, développement multipolaire, antennes

Prérequis

Cet enseignement s'adresse à des étudiants issus de L3 Physique ou Mathématique. Les prérequis sont les suivants : électricité et magnétisme classiques (équations de Maxwell comprises). De bonnes notions de base en algèbre linéaire seront utiles pour la formulation mathématique de la relativité. Des notions de relativité restreinte sont souhaitées mais ne sont pas indispensables.

Ouvrages de référence

- L. Landau et E. Lifchitz, *Théorie classique des champs*
- J.D. Jackson, *Electrodynamique classique*

Informations pratiques

Crédits

3 ECTS

Modalités d'enseignement

L'UE est enseignée à distance au premier semestre.

Modalités d'évaluation

- au cours du semestre, deux devoirs "à la maison", de moyenne DM ;
- en première session, un examen de note E1

La note finale de l'UE est $N = 0,7 * E1 + 0,3 * DM$

En seconde session, une épreuve E2 remplace la note E1 dans la formule précédente.

Une maîtrise raisonnable de la deuxième partie du cours (électromagnétisme) est indispensable pour avoir la moyenne à l'examen. L'examen final est écrit ou oral selon le nombre de participants.

Responsable de l'UE

Eli Ben-Haim

Tél : 01 44 27 84 24

Adresse : LPNHE, Sorbonne Université, Campus Pierre et Marie Curie, case courrier 200

Courriel : benhaim@in2p3.fr