

3PN3150 - Sujets en physique mathématique

Responsables : **Igor KORNEV**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **45**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **27**

Année académique : **2024-2025**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Les lois fondamentales de la nature sont géométriques plutôt qu'algébriques. Ce cours présente quelques concepts clés de la physique théorique moderne. Son but est de faire comprendre et assimiler les méthodes géométriques utilisées en physique.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SM11

Prérequis :

1SL3000 (Physique Quantique et statistique)

Plan détaillé du cours (contenu) :

1. Classical Mechanics vs Symplectic Geometry.
2. Gravitation vs Riemannian Geometry.
3. Physical Fields vs Bundles.
4. Geometrical Berry Phase vs Holonomy.
5. Forces and Potentials vs (Co-)homology. De Rham Theory in Electromagnetism.
6. Topological Insulators vs Homotopy.
7. Defects vs Algebraic Topology.
8. Topological quantum field theory vs Categories.

Déroulement, organisation du cours :

Exposés magistraux + questions des étudiants
Lectures guidées dans livre de référence
Problèmes-type résolus en classe
Série de problèmes à faire par soi-même

Organisation de l'évaluation :

Distribution des crédits : Devoirs 40 % (à rendre dans les 7 jours suivant leur attribution ; 5 points de réduction pour chaque jour ouvrable après la date limite), Final 60

Devoirs :

Vous devez faire preuve d'une quantité raisonnable de travail, au lieu de ne montrer que les

résultats finaux.

Plus précisément,

Ecrivez avec soin

Afficher toutes les étapes intermédiaires

Utilisez beaucoup de mots et d'explications, pas seulement des équations

Assurez-vous toujours que votre réponse a un sens physique

N'oubliez pas d'agrafer les pages !

Note importante : vous pouvez vous sentir à l'aise d'avoir vraiment maîtrisé un problème si, et seulement si, vous êtes capable de l'expliquer en détail.

Le crédit ne sera accordé que si le lecteur peut facilement suivre les arguments.

Final : Présentation (30 min)

Moyens :

Enseignant: I. Kornev

Bibliographie: M. Nakahara, Geometry, Topology and Physics, Institute of Physics Publishing, Philadelphia, 1990

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

The objective is to cover a broad range of topics at the expense of giving an in-depth treatment to only a small handful of them. We will introduce and discuss: quantum optics and mechanics from a symplectic geometric point of view, Riemannian geometry and general relativity, connections on fiber bundles and the standard model for particle physics, and applications of algebraic topology and category theory in physics.

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

Demonstrate an understanding of the basics of geometrical methods in modern physics ;
Develop problem solving skills on topics included in the syllabus

Bibliographie :

- [1] Arnold, Mathematical methods of classical mechanics.
- [2] Landau and Lifshitz, Mechanics, Vol.I Course of Theoretical Physics.
- [3] Manfredo do Carmo, Riemannian Geometry, Boston, 1993.
- [4] S. Carroll, Space Time and Geometry: An Introduction to General Relativity (AddisonWelsey, 2003)
- [5] M. Nakahara, Geometry, Topology and Physics, Institute of Physics Publishing, Philadelphia, 1990
- [6] Zeidler, Quantum Field Theory, Volume 1-3
- [7] R. Penrose, The road to reality
- [8] Hatcher, Algebraic Topology, available online
- [9] Frankel, Geometry of Physics
- [10] Chaikin and Lubensky, Principles of condensed matter physics.
- [11] Mineev, Topologically stable defects and solitons in ordered media.
- [12] Turaev, Quantum Invariants of Knots and 3-manifolds