

Temas avanzados de Teoría Cuántica de Campos

Guillermo A Silva

Departamento de Física, UNLP

Objetivos

El presente curso está orientado a estudiantes de doctorado que inician su trabajo de investigación en temas de física teórica. El propósito del curso es introducir técnicas matemáticas actuales, para abordar el estudio de modelos teóricos formulados en términos de campos con aplicaciones a numerosas áreas de la física como la materia condensada y la gravedad cuántica.

Contenidos y carga horaria

El curso se propone brindar a los estudiantes un panorama actual sobre distintas técnicas de la física matemática: geometría diferencial, expansiones asintóticas, teorías N grande, supersimetría y teoría de campos conformes. Estos contenidos son una herramienta habitual en el contexto de la teoría de campos y no están contenidos dentro de los tópicos de las materias de grado de nuestro departamento. Son requisitos del curso haber cursado mecánica clásica, mecánica cuántica y un curso elemental de teoría cuántica de campos. Así mismo es aconsejable que el alumno posea nociones básicas de teoría de grupos.

1. **Nociones básicas de geometría diferencial (4 clases):** Variedades de Riemann. Geometría del espacio-tiempo. Curvas, vector tangente. Espacios tangente y co-tangente. Pull-back y Push-forward. Derivada de Lie: definición de simetría. Conexión afín. Tensores de curvatura y torsión. Ecuaciones de Cartan. Espacios maximalmente simétricos. Geometría de variedades de grupo: left/right invariant forms. Ecuaciones de Maurer-Cartan.
2. **Expansiones asintóticas y Teorías N grande (6 clases):** soluciones integrales de ecuaciones diferenciales lineales. Métodos de Laplace, fase estacionaria y saddle point. Fenómeno de Stokes. Resumación de Borel. Técnica N grande. Modelo vectorial $O(N)$ en $d = 0, 2$. Teoría de matrices aleatorias. Expansión de 't Hooft: diagramas planares y no-planares.
3. **Supersimetría (11 clases):** Espinores en distintas dimensiones. Teorema de Coleman-Mandula. Representaciones del álgebra de supersimetría. Realización en términos de supercampos. Modelo de Wess-Zumino. Teorías de gauge supersimétricas. Supersimetría extendida: cargas centrales y solitones. Supergravedad.
4. **Teoría de campos conformes (11 clases):** Grupo conforme: vectores de Killing conformes y su álgebra. Representaciones en términos de campos. Operadores primarios. Dimensión de escala. Representaciones unitarias en espacios de Hilbert: lowest/highest weight irreps, continuous,... Correspondencia operador estado. Cuantización radial. Funciones de 2- y 3-puntos. Bootstrap. Simetría conforme y su implementación lagrangiana a nivel clásico y cuántico. Identidades de Ward. Expansión en producto de operadores (OPE). Modelos en $d = 2$. Anomalía conforme y carga central en $d = 2$.

Referencias

1.

Geometrical methods of mathematical physics, Bernard F. Schutz, CUP.

Geometry, topology and physics, M Nakahara, Graduate Student Series in Physics.

2.

Mathematical Methods for Physicists, Arfken and Weber, Academic Press.

Instantons and Large N: An Introduction to Non-Perturbative Methods in QFT, M Mariño, CUP.

3.

Busstepp lectures on supersymmetry, JM Figueroa-O'Farrill, [hep-th/0109172](#)

Introduction to supersymmetry, JD Lykken, [hep-th/9612114](#).

Supergravity, D Freedman and A van Proeyen, CUP.

4.

Conformal Field Theory, di Francesco, Mathieu and Senéchal, Springer.

Lectures on CFT, H Osborn, DAMTP Lecture notes. <http://www.damtp.cam.ac.uk/user/ho/CFTNotes.pdf>

TASI lecture on The Conformal Bootstrap, D Simmons-Duffin, [arXiv:1602.07982 \[hep-th\]](#).

Applied Conformal Field Theory, P Ginsparg, [hep-th/9108028](#).

Modalidad de dictado

El curso constará de 32 clases teóricas de dos horas de duración. Las clases teóricas se complementarán con 32 clases de 2 hrs de prácticas donde se aplicarán los conceptos desarrollados a la resolución de ejercicios propuestos.

Webpage: <http://www.fisica.unlp.edu.ar/materias/avanzados-cuantica>

Condiciones de aprobación

Será requisito para aprobar el curso la presentación de los ejercicios propuestos resueltos.

Modalidad de evaluación

Examen final oral sobre los temas desarrollados en el curso y/o exposición de monografía sobre algún tema a consensuar.

Destinatarios

Los principales destinatarios del curso son estudiantes de doctorado que trabajen en temas relacionados a la teoría de campos y sus diversas aplicaciones. El curso podrá ser de interés para estudiantes de matemática que deseen conocer las aplicaciones físicas de las diversas técnicas matemáticas.