

## **Teoría Cuántica de Campos 3**

### **Programa de la unidad curricular**

**Resumen.** Este tercer curso de teoría de campos está orientado a estudiantes que ya poseen un cierto manejo de la materia. En particular, se espera que los estudiantes tengan alguna familiaridad con la formulación de la teoría cuántica mediante la integral de caminos, las teorías de gauge (abelianas y no abelianas) y su cuantización, la renormalización, el grupo de renormalización y el rompimiento espontáneo de simetría.

El curso se descompone en cuatro temas principales, todos ellos interrelacionados: teorías efectivas de campos, posibles realizaciones de simetrías y sus consecuencias en teoría de campos, aspectos topológicos/no perturbativos y configuraciones extendidas de campo. Estas ideas se ilustrarán en diversos ejemplos relevantes para la física de altas energías, con algunas aplicaciones también a la física de la materia condensada.

**Carga Horaria.** El curso constará de dos clases teóricas de dos horas por semana, con clases extra a lo largo del semestre para la presentación de los ejercicios del curso por parte de los estudiantes.

**Créditos sugeridos.** 15

**Metodología de evaluación.** Los estudiantes deberán presentar algunos de los ejercicios del curso en las clases especiales dispuestas para este propósito a lo largo del curso, y realizar una entrega final de una carpeta de ejercicios. También deberán realizar una presentación final de un tema relacionado con lo tratado a lo largo del curso, que acordarán previamente junto con el docente.

#### **Temario.**

- I. Teorías efectivas de campos
  1. Idea conceptual. Ejemplos sencillos. Power counting y matching. Simetrías realizadas linealmente. Teoría de Fermi de las interacciones débiles.
  2. Bosones de Goldstone y realización no-lineal de simetrías para simetrías internas. Procedimiento de CCWZ. Chiral perturbation theory.
  3. Aplicaciones no-relativistas. Líquido de Fermi.
  4. Consecuencias de la analiticidad, unitariedad y causalidad.
- II. Simetrías anómalas
  1. Idea conceptual. Cálculo diagramático. Anomalías y la integral de caminos. Condiciones de consistencia
  2. Anomalías en EFT y términos de Wess-Zumino. Anomaly matching. Teoremas c y a.
  3. Decaimiento de  $\pi^0$ . Cancelación de anomalías en el modelo estándar.
- III. Interludio matemático: ideas básicas de topología algebraica
  1. Grupos de homotopía
  2. Cohomología de de Rham

3. Fibrados principales y clases características
- IV. Aplicaciones de métodos topológicos
  1. Análisis del espacio de configuraciones. Ambigüedad de Gribov. Términos de Wess-Zumino
  2. Solitones topológicos: vórtices y domain walls. Leyes de conservación topológicas. Excitaciones de bajas energías y teorías efectivas con realizaciones no lineales de simetrías del espaciotiempo.
  3. Monopolos. Cuantización de la carga. Modelo de Polyakov.
  4. Tunelamiento. Instantones. Estructura del vacío de QCD. Relación con anomalías.

Otros temas (algunos de estos se podrán tomar como presentaciones finales de estudiantes)

- V.
  1. Simetrías generalizadas. Aplicaciones a teorías de gauge. Teorías topológicas
  2. Simetrías asintóticas y teoremas soft.
  3. Métodos large N.

#### **Bibliografía principal.**

Weinberg, S. (1995). *The quantum theory of fields* (Vol. 2). Cambridge university press.

Burgess, C. P. (2020). *Introduction to effective field theory*. Cambridge University Press.

Rubakov, V. (2002). *Classical theory of gauge fields*. Princeton university press.

Nair, V. Parameswaran. *Quantum field theory: A modern perspective*. Springer Science & Business Media, 2006.