

Teoría cuántica de campo

Número de créditos: 10

Horas a la semana: 10

Teoría: 6

Práctica: 4

Autoestudio: 6

Requisitos: Ninguno

Clave: AFE-15

Asignatura: Optativa

Materia asociada a la Línea de investigación: MM

Descripción de la asignatura: La intención primordial del curso, es introducir al estudiante en el desarrollo de algunas teorías de campos invariantes ante las transformaciones de Lorentz a nivel cuántico. Se pondrá especial énfasis en los aspectos cuánticos que pueden ser descritos en términos clásicos, y se manejará como ejemplo central al campo electromagnético. Se tiene contemplado, además, formalizar las bases para llevar a cabo la cuantización de los tipos esenciales de campos dinámicos que juegan un papel importante en la Física de altas energías, a saber: los campos escalar, espinorial (Dirac) y vectorial (esencial en la cuantización de la electrodinámica). La invarianza de las teorías de campo se discutirá en términos de lagrangianos y del teorema de Noether. Se introducirán además teorías de norma no-Abelianas como generalización de la electrodinámica maxwelliana. Algunos puntos importantes serán la formulación de la cuantización a través de integrales de trayectoria y el estudio de las reglas de Feynman, así como los propagadores asociados a los campos de norma. Así mismo, se pretende impactar en las Líneas de Física-Matemática y Cuantización, siendo que ambas Líneas se relacionan con estructuras de interés para teorías de norma y que están contempladas como parte de dichas líneas. El estudiante se verá por lo tanto beneficiado al considerar la cuantización de teorías de norma por los métodos de teoría cuántica de campos y dará cuenta de que los

problemas que enfrenta su cuantización serán imprescindibles para el desarrollo de las habilidades necesarias en el estudiante para llevar a cabo cuantización de teorías de norma por diversos métodos tanto canónicos como geométricos.

Contenido:

- Ecuaciones para una partícula.
- Simetrías y campos de norma.
- Cuantización canónica.
- Integrales de trayectoria.
- Reglas de Feynman.
- Modelo de Weinberg-Salam.
- Renormalización.

Índice temático:

1. Ecuaciones para una partícula. Ecuación de Klein-Gordon. Representaciones del grupo de Lorentz. Ecuación de Dirac. Grupo de Poincaré. Ecuaciones de Maxwell y Proca. Ecuaciones de Yang-Mills.
2. Simetrías y campos de norma. Formulaci3n lagrangiana. Formulaci3n hamiltoniana. Teorema de Noether. Campo escalar. Campo electromagnético. Campo de Yang-Mills. Geometría de los campos de norma.
3. Cuantización canónica. Campo de Klein-Gordon. Campo de Dirac. Campo electromagnético. Campo vectorial masivo.
4. Integrales de trayectoria. Formulaci3n de la mecánica cuántica por integrales de trayectoria. Teoría de perturbaciones. Matriz S. Dispersi3n de Coulomb. Propiedades de las integrales de trayectoria.
5. Reglas de Feynman. Derivaci3n e integraci3n funcional. Funcionales generadores para el campo escalar.
6. Funciones de Green para la partícula libre. Funcionales generadores para campos interactuando.

7. Teorías ϕ^4 . Funcionales generadores para diagramas conexos. Propagadores. Método de Faddeev-Popov. Auto-energía y funciones vértice. Identidades de Ward-Takahashi. Transformación de Becchi-Rouet-Stora.
8. Modelo de Weinberg-Salam. Teorema de Goldstone. Rompimiento espontáneo de simetrías de norma.
9. Modelo de Weinberg-Salam.
10. Renormalización. Divergencias en teorías ϕ^4 . Regularización dimensional en teorías ϕ^4 . Renormalización de teorías ϕ^4 . Grupo de renormalización. Divergencias y regularización dimensional para QED. Renormalización para QED.

Bibliografía básica:

- L. H. Ryder, Quantum field theory (Cambridge University Press, 1996).
- M. Kaku, Quantum field theory (Oxford University Press, 1993).

Bibliografía complementaria:

- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An introduction to quantum field theory (Addison- Wesley, 1996).
- E. Zeidler, Quantum Field Theory Vol II: Quantum Electrodynamics: A Bridge between mathematicians and physicistss (Springer, 2009).
- M. Maggiore, A modern introduction to Quantum Field Theory (Oxford Master Series in Statistical, computational and theoretical Physics) (Oxford University Press, 2005)
- S. Weinberg, The Quantum Theory of fields Vol I: Foundations (Cambridge University Press, 2005).
- T. Thiemann, Modern Canonical Quantum General Relativity (Cambridge Monographs on Mathematical Physics) (Cambridge University Press, 2008).