

GRUPO DE RENORMALIZACIÓN Y TEORÍA DE CAMPOS CONFORMES

Guillermo A Silva
Departamento de Física, FCEX, UNLP
silva@fisica.unlp.edu.ar

Motivaciones

Uno de los objetivos fundamentales de la física teórica, y de la teoría cuántica de campos en particular, es hacer predicciones cuantitativas sobre sistemas experimentalmente accesibles. Esta es una búsqueda vasta y complicada. Parte de la complicación se origina en la gran jerarquías de escalas involucradas: en los ferromagnetos, intentamos, por ejemplo, comprender el orden de largo alcance modelando espines que interactúan en distancias de aproximadamente $a \sim 10^{-10} \text{ cm}$.

Uno de los dogmas centrales de la física del siglo XX propone que problemas como los anteriores pueden entenderse utilizando el grupo de renormalización de Wilson (RG group). Esta propuesta afirma que deberíamos describir fenómenos a una distancia característica L mediante un hamiltoniano efectivo, cuyos parámetros dependen de L . A distancias muy cortas $L \sim a$ (por ejemplo, espaciamiento reticular), el hamiltoniano en cuestión se describe mediante un conjunto de acoplamientos $g_i(a)$ que controlan las interacciones locales. Sin embargo, el mismo sistema físico puede describirse con una escala ligeramente diferente $L = a + \delta L$ (con $\delta L \ll a$) usando un hamiltoniano de la misma forma, pero con acoplamientos modificados $g_i(L) \neq g_i(a)$. Al aumentar gradualmente L , eventualmente podremos construir un hamiltoniano efectivo que controle la física a distancias macroscópicas (bajas energías).

Las teorías invariantes de escala desempeñan un papel especial en el marco del grupo de renormalización. Físicamente, tales teorías describen puntos críticos, caracterizados por una longitud de coherencia divergente ξ . Al mismo tiempo, la invarianza de escala que emerge limita la forma que pueden adoptar dichas teorías. Por otra parte, la invarianza de escala se extiende genéricamente a invariancia conforme, que es aún más restrictiva. Esto abre una nueva forma de estudiar los fenómenos críticos: en lugar de construir teorías críticas como puntos finales de los flujos de GR, podemos utilizar la simetría conforme como principio rector. Discutiremos las ideas fundamentales de este esfuerzo.

Descripción del Curso

El curso consistirá de 32 clases de 2 horas cada una.

Este es un curso introductorio a la teoría de campos conformes (CFT) en dimensiones arbitrarias en los niveles clásico y cuántico. Discutimos las estructuras básicas de CFT: transformaciones conformes y su acción sobre los campos. Operadores primarios, tensor energía-impulso, funciones de correlación, identidades de Ward y OPE. Esperamos presentar las ideas del bootstrap analítico. Finalmente comentamos las peculiaridades de los CFT 2d y el álgebra de Virasoro.

Contenidos del Curso

- Motivaciones. Escaleo y grupo de renormalización. Integración en capas de momento (integration out), flujos y funciones β . Perturbaciones relevantes e irrelevantes. ϵ -expansión. Sistemas de interés: Clase de universalidad de Ising, Modelos vectoriales, Teorías de gauge. Fenómenos críticos.
- Grupo conforme en D -dimensiones. Vectores de Killing conformes y su álgebra. Álgebra 2d y de Wit. Formas finitas. Inversión. Invariantes conformes. Signatura Lorentzianai vs Euclídea. Formalismo de Embedding Space.
- Representaciones en términos de campos. Operadores primarios y dimensiones de escala. Descendientes y dimensiones protegidas.
- Invariancia conforme en teoría de campos. Simetrías y corrientes conservadas. El tensor de energía + momento. Funciones de correlación escalar de 2, 3 y 4 puntos. Campos con spín $s = 1, 2$.
- Cuantización en teoría de campos. Correladores e integrales decamino. Unitaridad y Reflection positivity. Estados cuánticos y su representación por integrales de camino. Simetrías y corrientes conservadas: teorema de Noether e identidades de Ward.
- Cuantización de CFTs. Acción del álgebra conforme sobre los operadores. Álgebra conforme euclídea. Cuantización radial y correspondencia operador-estado. Plano y cilindro.
- Métodos no perturbativos. Límites de unitaridad. OPE y sus restricciones. Bloques conformes. Simetría de crossing. Ideas de bootstrap conforme.
- 2d CFT. Álgebra de Virasoro, anomalía conforme y carga central. Identidades de Ward, operadores primarios y $T_{\mu\nu}$ en coordenadas complejas.

Prerequisitos

Nociones de Teoría Cuántica de Campos, Nociones de teoría de grupos de Lie.

Referencias

Lectures on CFT, H Osborn, DAMTP Lecture notes. <http://www.damtp.cam.ac.uk/user/ho/CFTNotes.pdf>
Conformal Field Theory, di Francesco, Mathieu and Senéchal, Springer.
Gauge theories and Strings, Contemporary Concepts in Physics vol.3, AM Polyakov, Routledge.
TASI lecture on The Conformal Bootstrap, D Simmons-Duffin, [arXiv:1602.07982](https://arxiv.org/abs/1602.07982) [hep-th].
EPFL Lectures on Conformal Field Theory in $D = 3$ dimensions, S Rychkov, Springer Briefs in Physics 1, 2016. [arXiv:1601.05000](https://arxiv.org/abs/1601.05000) [hep-th].
Applied Conformal Field Theory, P Ginsparg, [hep-th/9108028](https://arxiv.org/abs/hep-th/9108028).
Notas CFT, Modena Lectures, GA Silva, <https://guilleasilva.wixsite.com/index/documental>