

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

FUNCIONES C EN TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Gervasio, Juan José

Beneventano, Gabriela (Dir.)

Instituto de Física La Plata (IFLP). Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

gervasioj@fisica.unlp.edu.ar

PALABRAS CLAVE: Funciones C, Funciones Espectrales, Teoría Cuántica de Campos, Operadores Diferenciales, Variedades Curvas.

C FUNCTIONS IN QUANTUM FIELD THEORY

KEYWORDS: C Functions, Spectral Functions, Quantum Field Theory, Differential Operators, Curved Manifolds.

Resumen gráfico

Funciones C en Teoría Cuántica de Campos

Funciones C

Cantidades físicas que miden la reducción de grados de libertad a lo largo del RG-flow. Satisfacen que:

1. $C \geq 0$, con $C_{IR} > C_{UV}$
2. Es monótonamente decreciente a lo largo del flujo, con $\dot{C} = 0$ en los puntos donde la teoría es conforme.

Acción Efectiva 1-loop

Acción Efectiva:

$$\Gamma[\bar{\varphi}] = S[\bar{\varphi}] + \hbar \Gamma^{(1-loop)} + \mathcal{O}(\hbar^2)$$

Bosones	Fermiones
$\Gamma^{(1-loop)} = \frac{1}{2} \log \det D$	$\Gamma^{(1-loop)} = - \log \det D$

¿Es la acción efectiva $\Gamma^{(1-loop)}$ una buena función C en dimensión impar?

Regularización con Funciones Espectrales

Usamos la *función zeta* del operador característico D para calcular acciones efectivas 1-loop:

$$\zeta(s; D) := Tr(D^{-s}) = \sum_{\lambda_i} (\lambda_i)^{-s}$$

Bosones	Fermiones
$\Gamma^{(1-loop)} = -\frac{1}{2} \zeta'(0)$	$\Gamma^{(1-loop)} \equiv S_{eff} = \zeta'(0)$

Campo escalar libre con acoplamiento conforme sobre S^{2k+1}

- Comportamiento adecuado en el límite UV
- Hay que renormalizar las divergencias IR
- Para que sea función C, necesitamos un esquema de sustracción particular

Propuesta: ¿función de Hartle-Hawking?

Campo de Dirac libre sobre S^{2k+1}

- Comportamiento adecuado en el límite UV
- La elección de la "fase desacoplante" en la función zeta permite regularizar también el límite IR.
- Cumple todas las condiciones, pero **no es UV estable**

Propuesta: $S_C = (-1)^{k+1} \left(S_{eff} - am \frac{dS_{eff}}{d(am)} \right)$

Resumen

En Teoría Cuántica de Campos, debido a la imposibilidad de calcular exactamente las magnitudes físicas, es usual realizar un desarrollo perturbativo de las mismas. Dicho cálculo involucra, a cada orden considerado, sumar cantidades que pueden ser formalmente divergentes. Al renormalizar una teoría, se obtienen distintas constantes de acoplamiento según la escala de energía en la que se esté trabajando. El llamado flujo del Grupo de Renormalización (RG) refiere al movimiento en el espacio de constantes de acoplamiento (renormalizadas), parametrizado por el factor de escala.

Se ha conjeturado que la evolución del flujo del RG funciona como un proceso de dispersión: el movimiento se realiza en una única dirección, y se pierde información de los modos no masivos a medida que uno se acerca al infrarrojo (IR). Al aproximarse la teoría a ese límite, el número de grados de libertad relevantes disminuye hasta finalmente anularse. A las magnitudes físicas que dan cuenta de dicha reducción de grados de libertad se las llama funciones C .

La búsqueda de funciones C es un campo de investigación abierto y activo. Es un resultado conocido que, en dimensión 2, dichas magnitudes son la carga central del álgebra, y funciones proporcionales a ella, como lo es la traza del tensor energía-impulso. Investigando la anomalía conforme en dimensiones pares, se han encontrado firmes candidatos a función C . Nosotros abordamos el problema de hallar funciones C en dimensiones impares, donde no existe anomalía conforme, y deben buscarse otras cantidades.

En particular, realizamos un estudio exhaustivo de la acción efectiva para el campo escalar masivo con acoplamiento conforme sobre espacio esférico de dimensión impar arbitraria. Recuperamos los resultados ya conocidos en dimensión 3, donde la acción efectiva así calculada presenta el comportamiento buscado en el límite UV de altas energías, pero muestra divergencias en el límite IR. Analizamos distintos esquemas de sustracción de dichas divergencias, que además conduzcan a una adecuada función C para la teoría, encontrando resultados parciales prometedores, pero aún queda trabajo por hacer.

Por otra parte, analizamos el comportamiento de la acción efectiva para campos de Dirac en esos mismos espacios esféricos. En dimensión 3, encontramos que una adecuada elección de fase en el cálculo de la función zeta permitía regularizar todas las divergencias de la acción efectiva, y comprobamos que posee el comportamiento adecuado de una función C , excepto por no ser estacionaria en el límite UV. Extendimos estos resultados a dimensión impar arbitraria, obteniendo una forma explícita de los términos provenientes de esa elección de fase en la función espectral, y mostramos que, efectivamente, conduce a sustraer las divergencias de la acción efectiva, en toda dimensión impar. Propusimos una posible función C , definida a partir de la acción efectiva, y mostramos que satisface todas las condiciones requeridas, en toda dimensión impar.

Multimedia

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114086>