



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



- 首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

理论物理所等完成尖点反常量纲非平面修正的首次计算

文章来源: 理论物理研究所 发布时间: 2017-11-22 【字号: 小 中 大】

我要分享

如何计算非平面贡献是场论研究中的一个长期难题。其中, 尖点反常量纲 (cusp anomalous dimension) 作为表征红外发散的基本物理量, 其非平面修正是十多年来的一个挑战。中国科学院理论物理研究所杨刚和合作者的研究填补了这方面的空白, 首次在最大超对称杨-米尔斯理论中计算了尖点反常量纲的四圈 (也是领头阶的) 非平面贡献, 这也是一般四维规范场论中第一次实现的相关计算。该结果首次在微扰水平明确否定了卡塞米尔标度猜想, 对于理解场论的红外发散性质具有重要意义。相关研究近日发表于《物理评论快报》(Phys. Rev. Lett. 119 (2017) 201601)。

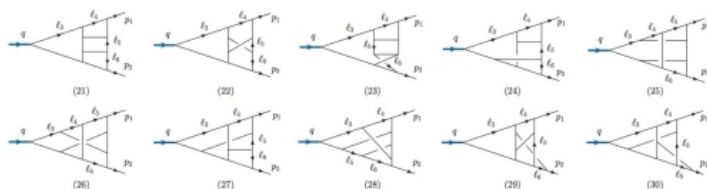
场论研究中的一个重要近似方法是取大N极限, 对应于将规范群SU(N)的N取无穷大。在该极限下, 只有平面拓扑的费曼图有贡献, 所以大N极限也称为平面极限。平面极限往往带来很大简化, 特别是借助于规范/引力对偶以及可积性, 一些重要物理量甚至可以被严格求解。其中, 最大超对称杨-米尔斯理论中的尖点反常量纲在大N极限下可以得到非微扰严格解, 是近年来超对称场论、可积性和规范/引力对偶研究中最具代表性的重要成果之一。

另一方面, 作为现实理论的量子色动力学(QCD)的规范群是SU(3), 这时N=3, 远偏离于大N极限, 非平面贡献不可忽略。规范场中尖点反常量纲的非平面修正从四圈才开始, 由于针对平面图的有效方法 (比如可积性方法、Mellin-Barnes积分方法等) 不再适用, 而直接计算非平面四圈费曼积分又极其困难, 长期以来其领头阶的结果都是一个空白。也因为如此, 关于它的非平面修正存在很多争议, 有的学者基于有效场论, 预言非平面微扰修正在所有圈都为零。这一预言称为卡塞米尔标度猜想, 其正确与否, 对于理解规范理论的一般红外发散结构非常重要。

杨刚和德国汉堡大学Rutger Boels、锡根大学Tobias Huber合作, 突破传统的思路, 研究并发展了有效的方法将复杂结果简化为一类特殊费曼积分——这类积分的结果可以由具有同一超越度的超越数来展开。在此基础上的进一步关键发现是, 这类同一超越度积分在计算上有极大的简化 (其中导致简单性的机理还有待进一步研究), 最终得以完成这一极具挑战性的计算。尽管这一研究是针对最大超对称场论, 但基于最大超越性原理, 该结果也预期给出QCD四圈非平面结果中“最复杂的”的最大超越性部分。这一结果首次在微扰水平明确否定了规范场论 (包括QCD) 的卡塞米尔标度猜想。此外, 这一研究中所发展出来的新方法和新思路也有希望应用于更一般的理论。

该研究工作得到中科院百人计划和中科院前沿科学重点研究项目的支持。

论文链接



最终贡献于非平面结果的10个四圈费曼积分拓扑

(责任编辑: 任霄鹏)



热点新闻

国科大举行2018级新生开学典礼

- 中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国...
中科院党组学习研讨药物研发和集成电路...
中国科大举行2018级本科生开学典礼
中科院“百人计划”“千人计划”青年项...
中国散裂中子源通过国家验收

视频推荐



【新闻联播】“率先行动”计划 领跑科技体制改革



【江苏卫视】古生物学新发现: 南京团队揭示古昆虫伪装和求偶行为

专题推荐



