

Delta 低能激发态的内部结构

Wednesday, August 10, 2022 8:00 PM (6 minutes)

重子及其宇称对偶态对于我们理解 QCD 的手征对称性动力学破缺具有非常重要的作用，同时一个完整的量子系统态空间不仅包含基态，还包含非常多的激发态，而大部分相互作用细节都隐藏在激发态中。

在本工作中，我们首次利用满足 Poincaré 对称性的量子场论中描述三体束缚态的 Faddeev 方程研究了 $(I, J^P) = (\frac{3}{2}, \frac{3}{2}^\pm)\Delta$ 共振态及其宇称对偶态的基态和第一径向激发态的质量谱，与实验结果是一致的。同时我们利用求得的 Faddeev 波函数分析了它们的内部组分构成。我们采用了 quark-diquark 图像，分别从 diquark 和角动量分波两个角度进行分析。

对于 diquark 构成，我们分析各个 diquark 道对质量和 Faddeev 振幅的贡献占比，发现轴矢量 diquark 对 Delta 重子占据主导贡献。

对于角动量构成，我们也分析各个角动量分波对质量和 Faddeev 波函数的贡献占比；更进一步地，我们计算了各个角动量分波对重子 Faddeev 波函数的正则归一化系数的贡献，也就是对零动量转移处的电磁形状因子的贡献。从主导波的角度讲，正宇称的 $\Delta(1232)\frac{3}{2}^+$ 和 $\Delta(1600)\frac{3}{2}^+$ 与夸克模型是一致的，都是 S 波；负宇称的 $\Delta(1700)\frac{3}{2}^-$ 与夸克模型也是一致的，都是 P 波；但 $\Delta(1940)\frac{3}{2}^-$ 与夸克模型不同，我们的结果显示它是 S 波占主导。这个不一致还有待实验的进一步验证，比如大动量转移处的电磁形状因子等。

以上研究从连续场论方法角度揭示了 Delta 共振态及其宇称对偶态的内部结构，将有助于加深我们对手征对称性动力学破缺以及 QCD 相互作用的进一步验证。

Summary

利用连续场论方法中的满足庞加莱对称性的 quark-diquark Faddeev 方程，我们求解并研究了 $\Delta(J^P = \frac{3}{2}^\pm)$ 的基态以及第一径向激发态的质量谱及其内部的 diquark 与角动量组分构成，计算了正则归一化系数（零动量转移处电磁形状因子）的角动量分解。其中质量谱与实验结果一致。同时，diquark 组分分析表明，轴矢量 diquark 在 Δ 的这四个低能激发态中占据绝对的主导地位，即使忽略矢量 diquark 也能给出可信的结果。最后角动量分析表明， $\Delta(1232)\frac{3}{2}^+$ 和 $\Delta(1600)\frac{3}{2}^+$ 都是 S 波主导； $\Delta(1700)\frac{3}{2}^-$ 与是 P 波主导；而 $\Delta(1940)\frac{3}{2}^-$ 的结果显示它是 S 波占主导。这些预言从连续场论方法角度揭示了 Delta 共振态及其宇称对偶态的内部结构，还有待实验的进一步验证，比如大动量转移处的电磁形状因子等，它们将有助于加深我们对手征对称性动力学破缺以及 QCD 相互作用的进一步验证。

Primary author: Dr LANGTIAN, LIU (Nanjing University)

Co-authors: Dr CHEN, Chen (University of Science and Technology of China); Prof. ROBERTS, Craig (Nanjing University); SEGOVIA, Jorge (University Pablo de Olavide); LU, Ya (Nanjing University)

Presenter: Dr LANGTIAN, LIU (Nanjing University)

Session Classification: Parallel Session X (2): Hadron and Flavor Physics - Posters

Track Classification: 强子物理与味物理