فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست جداول

فهرست نمودارها

بسط N_c بزرگ

به علت پیچیدگی پدیده‌هایی که تئوری QCD توصیف می‌کند ما حتی تخیل یک حل دقیقی از این تئوری را نمی‌توان کرد. S ماتریس دقیق مربوط به این تئوری بسیار پیچیده تر از هر چیزی است که ما بتوانیم بنویسیم. بنابراین روش‌های حل تقریبی لازم می‌شوند. یک روش تقریبی تنها زمانی ممکن است که یک پارامتر بسط وجود داشته باشد. اما پارامتر بسط QCD چیست؟ ثابت جفت شدگی g در QCD یک پارامتر آزاد نیست زیرا از نظر گروه بازبهنجارش [1] ، این پارامتر وابسته به انرژی می‌شود. این مهمترین چیزی است که این تئوری را مشکل می‌سازد.

اولین بار $'tHooft$ پیشنهاد کرد که ما باید QCD را از سه رنگ با گروه پیمانه‌ای $SU(۳)$ به N رنگ به گروه پیمانه‌ای $SU(N)$ تعمیم دهیم. امید است که در حد N بزرگ تئوری ساده شود و اینکه $N = ۳$ به صورت کیفی نزدیک به تئوری N_c بزرگ باشد. همچنان که N بزرگ می‌شود یک بسط سیستماتیک از توان‌های $\frac{۱}{N}$ بوجود می آید. همچنین این بسط پدیده های هادرونی مشهور فیزیکی مثل پدیده OZI را تایید می‌کند و نشان می‌دهد که یک بسط برحسب $\frac{۱}{N}$ ممکن است یک تقریب خوب در $\frac{۱}{۳} = \frac{۱}{N}$ باشد. شاید جالبترین نتایج این رهیافت به شرح زیر باشد:

- در یانگ میلز تئوری در $N = \infty$ مزونها و گلوئونها آزاد، پایا و غیر برهمکنشی هستند.
- دامنه واپاشی مزونها از مرتبه $\frac{۱}{\sqrt{N}}$ و دامنه پراکندگی کشسان مزون-مزون از مرتبه $\frac{۱}{N}$ هستند.
- اکثریت این دامنه های کشسان توسط جمع نمودارهای درختی که ذرات واسطه در

[1] renormalization group

این نمودارها مزونها هستند، می‌باشند.

- به علاوه قانون $Zweig's$ در $N=\infty$ دقیق است.
- مزونها تنها با ساختار $q\bar{q}$ وجود دارند (به جای مثلا $q\bar{q}q\bar{q}$).

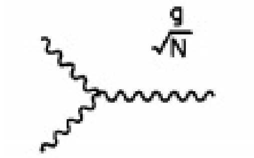
نمودارهای فاینمن برای تئوری N_c بزرگ [؟]

در این قسمت ابتدا ترکیباتی از نمودارهای فاینمن در N_c بزرگ را مرور می‌کنیم و در قسمت بعد نتایج فیزیکی که از این ترکیبات بدست می آیند را بحث می‌کنیم. در N_c بزرگ تعداد رنگهای بسیاری (N تا) وجود دارد. بنابراین میدان گلوئون، $A^i_{\mu j}$ یک ماتریس $N\times N$ است که $N^۲$ مولفه دارد (در واقع $N^۲-۱$ اما در N بزرگ از این اختلاف صرفنظر می‌کنیم). همچنین کوارک و آنتی کوارک $q^i, \bar{q}_i$ هر یک دارای N مولفه است. پس در N_c بزرگ تعداد زیادی کوارک و آنتی کوارک و حتی بیشتر از آن تعداد گلوئون وجود دارد. به عنوان مثال انتشارگر گلوئونی با یک تک حلقه را در نظر می‌گیریم.

شکل پیوست الف-۱: پایینترین مرتبه قطبش خلا گلوئون (تمام شکلهای این پیوست با استفاده از مقاله دوم از [؟] گرفته شده است.)

مشخص است که حتی اگر رنگ حالت اولیه و نهایی مشخص باشد هنوز N احتمال برای رنگ گلوئون واسطه وجود دارد پس این نمودار یک فاکتور رنگ N می‌گیرد. از طرفی یک فاکتور جفت شدگی در هر گره اندرکنشی وجود دارد. اگر ما بخواهیم این نمودار یک رفتار هموار برای N_c بزرگ داشته باشد باید ثابت جفت شدگی را $\frac{g}{\sqrt{N}}$ انتخاب کنیم (که g ثابت نگه داشته می‌شود ولی N بزرگ می‌شود). با این انتخاب، دو فاکتور راس $\frac{g}{\sqrt{N}}$ با فاکتور ترکیب N که از حلقه گلوئونی وارد می‌شود، ترکیب می‌شود و یک رفتار هموار در N_c بزرگ خواهیم داشت (یعنی نمودار مستقل از N می‌شود):

$$(\frac{g}{\sqrt{N}})^۲\times N=g^۲. \qquad \text{(پیوست الف-۱)}$$



شکل پیوست الف-۲: فاکتور راس سه گلوئونی

پس با نرمالایز کردن ثابت جفت شدگی به $\frac{۱}{\sqrt{N}}$ از واگرایی این نمودار جلوگیری کردیم. پس اگر در هر راس یک فاکتور $\frac{۱}{\sqrt{N}}$ وجود دارد، به جهت باقی ماندن در $N \to \infty$ ، یک نمودار فایمن باید یک فاکتور ترکیب (ناشی از حلقه ها) به اندازه کافی بزرگ برای جبران فاکتور گره‌ها وجود داشته باشد. بنابراین تنها دسته خاصی از نمودارها فایمن مجاز می‌شوند که به آنها به اصطلاح نمودارها صفحه ای [2] گفته می‌شود. همه نمودارهای دیگر فاکتور ترکیب کوچکتری دارند و در N_c بزرگ، از بین می‌روند. پس N_c بزرگ، در واقع توسط جمع این نمودارها داده می‌شود.

حالا می‌خواهیم یک تکنیک برای قانون شمارش در N_c بزرگ، شرح دهیم. گلوئون $A^i_{\mu j}$ یک اندیس بالا مانند q^i و یک اندیس پایین مانند آنتی کوارک $\bar{q}_i$ دارد. پس می‌توانیم گلوئون را به به عنوان ترکیبی از کوارک- آنتی کوارک، $A^i_{\mu j} = q^i \bar{q}_j$

[2] planar