Nógrádi Dániel
adjunktus
ELTE TTK
Elméleti Fizika Tanszék

2018. november 14.

Magyar Tudományos Akadémia
Doktori Tanács Titkársága
Nádor u 7
Budapest 1051

Válasz Balog János kérdéseire

1. **A dolgozat alapfelvetése, hogy a 2012-ben felfedezett skalár részecske egy Higgs-imposztor és valójában egy összetett techni-f_0 részecske. De hogyan lehet leleplezni az imposztort? Van-e olyan, legalább elvileg kiszámítható és mérhető Higgs-csatolás, amely megkülönbözteti az elemi Higgs-részecskétől?**
A legmarkánsabb jel a techni-kvarkokból összeálló más egyéb, Higgs-nél nehezebb részecske detektálása lenne. Ha ilyeneket nem talál az LHC a 2-3-4 TeV régióban, akkor az imposztor képet el kell vetni. Ha viszont talál, akkor ezeknek a csatolását a W és Z bozonokhoz elvileg ki lehet mérni kísérletileg, illetve rácstérelméleti módszerekkel kiszámíthatóak az imposztor képben. A használt technikák analógak lennének a QCD-ből ismert $\rho \to \pi\pi$ bomlással.
2. **Az SU(3) szextett-dublett modellnél talált $m_\sigma/F \sim 2$ és $m_\sigma/m_\rho \sim 1/4$ arányok jó irányba mutatnak, de azért még kb. 500 MeV-es Higgs tömegnek felelnek meg. A 19. oldalon történik utalás arra, hogy az elektrogyenge korrekciók (t-kvark loop) jelentősen lecsökkenthetik ezt az értéket, de ha ilyen jelentősek az elektrogyenge korrekciók, akkor nem félő, hogy más mennyiségek is megváltoznak?**
Általában valóban azt várjuk, hogy a t-kvark hatással lesz a többi mennyiségre is, pl. a tömegspektrum nehezebb részecskéinek tömegére. Azonban ezeknek az elektrogyenge korrekcióknak a nagysága mind a t-kvark tömegével arányos, így a legnagyobb *relatív* korrekciót a legkönnyebb részecskére várjuk, ami a Higgs. A nehezebb részecskék tömege is változni fog, de százalékban kifejezve nem annyit, mint a Higgs.
3. **Az 5.6 alfejezetben találkozunk a g_X^2 csatolással. Mint az 5.15 ábrán látható, az SSC és a WSC csatolások (improved vagy anélküli változatban) különböző rács-korrekciókat tartalmaznak. Naivul azt várnánk, hogy X értékét megfelelően megválasztva elérhetjük, hogy az $O(a^2)$ korrekciók eltűnjenek és csak $O(a^4)$ és magasabb tagok maradjanak. Ezzel szemben itt azt látjuk, hogy a g_X^2 csatolásban az $O(a^2)$ tagok megmaradnak, viszont az $O(a^4)$ tagok eltűnnek (és ezáltal az $O(a^2)$-es skálázási tartomány megnövekszik). Van-e e mögött valami Symanzik-féle elmélet?**
A naív várakozás, hogy X értékét megfelelően megválasztva elérhetjük, hogy az $O(a^2)$ korrekciók eltűnjenek, valóban helytálló, de csak egyetlen g^2 pontban. Ha X-et ilyen módon „jól" választjuk meg egy g^2 pontban, akkor odébb menve egy másik g^2 pontba, már lesz újra $O(a^2)$ korrekció. Hasonlóan el lehet érni, egyetlen g^2 pontban, hogy X-et úgy választjuk, hogy az $O(a^4)$ tag tűnjön el, ekkor egy másik g^2 pontban megint lesz $O(a^4)$ tag. A mi stratégiánk az volt, hogy úgy válasszuk meg X-et, hogy az egész g^2 intervallumon „átlagosan"

a lehető legkisebbre redukálódjon az $O(a^4)$ korrekció mértéke azért, hogy a végeredmény a lehető legpontosabb legyen. Hiszen ha több rácsállandót használhatunk a lineáris kontinuum limeszhez, akkor pontosabb eredményt kapunk. Elvileg a „The lattice gradient flow at tree-level and its improvement" JHEP 1409 (2014) 018 cikkünkben ismertett módon tree-level szinten az optimális X-et ki lehet számolni a la Symanzik. Mi ezt nem tettük meg, megelégedtünk egy empirikusan kapott X értékkel.

4. **Az $N_f = 10, 12$ esetén fellépő ellentétes konklúziót Hasenfratz Anna és munkatársai az univerzalitás megsérülésével magyarázzák. Lehetséges-e ez, és ha igen, melyik regularizáció a „helyes"?**
Hasenfratz Anna és munkatársai valóban felvetették, mint lehetőséget, hogy az eltérő eredmények mögött az univerzalitás sérülése állhat. Ez azonban nagy biztonsággal kizárható. Nyilván nincs vita a konform ablak alatti esetekben, amelyek QCD-szerűek. Az univerzalitás azonban a konform ablakon belül sem sérülhet, amennyiben a futó csatolási állandót az aszimptotikusan szabad Gaussi UV fixpontból követjük egészen az IR fixpontig, $0 < g^2 < g_*^2$, azaz ezen a nyílt intervallumon számítjuk ki a β-függvényt a kontinuum limeszben. Ezen a nyílt intervallumon a β-függvény nem nulla, és véges $\mu = 1/L$ skálának felel meg, $g^2 = g^2(L)$. Csak a $g^2(L = 0) = 0$ és $g^2(L = \infty) = g_*^2$ pontokban nulla a β-függvény. Tehát a minket érdeklő $0 < g^2 < g_*^2$ nyílt intervallumon a kontinuum limesz során az L skálát fizikai egységekben végesen kell tartani. Ennélfogva a szokásos $\beta \to \infty$ kontinuum limeszt kell elvégezni (itt most β a csupasz gauge csatolás), tehát teljesen hasonló módon a QCD-szerű esetekhez, a perturbatív osztályozása a rácsregularizációknak helyes, és a QCD-szerű esetekhez hasonlóan arra jutunk, hogy a staggered rácsregularizáció helyes és ugyanabban az univerzalitási osztályban van, mint pl. a Wilson, overlap vagy domain wall regularizációk.

Üdvözlettel,

Nógrádi Dániel