

PhD beszámoló

Szikszai Lőrinc

A doktori témám a Standard Modell erősen kölcsönható kiterjesztése. Ezen elméletek a QCD mintájára épülnek fel. A mértékcsoport általában az $SU(3)$, N_f darab technikvarkkal (mely nem feltétlen a mértékcsoport fundamentális ábrázolásban van). A technikvarkok tömege zérus, így az elmélet rendelkezik egy $SU(N_f) \times SU(N_f)$ királis szimmetriával, mely spontán sérül. A megjelenő Goldstone-bozonok (a QCD-ben ezek a pionok, így ezeket technipionnak nevezzük) adják a W és Z bozonok tömegét. A technipion bomlási állandó megegyezik az elektro-gyenge skálával ($f_\pi = 1/\sqrt{\sqrt{2}G_F}$).

Ez a kiterjesztés új összetett részecskéket jósol. Ezek között kell lenni egy relatíve könnyű skalár részecskének, melyet a Higgs bozonnal azonosítunk (QCD-ben σ mezon). A következő legkönnyebb részecske egy vektor mezon, mely a QCD-ben a ρ -mezonnak felel meg. A cél a vektor bozon tömegének szisztematikus meghatározása rácson, az N_f függvényében.

A félévben a cél eléréséhez a szükséges módszerekkel ismerkedtem, melynek széles irodalma van. A korábbi munkáimhoz képest új, hogy fermion tér is van. Így tanulmányoztam, hogy milyen módszerekkel lehet a fermion teret diszkrétizálni (Wilson fermion, Staggered fermion, mi ez utóbbit használjuk).

Mivel $N_f = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ érdekel minket és Staggered fermionokkal dolgozunk (mely 4 fermion ízt jelent) így az un. negyedik gyökvonás trükköt kell alkalmaznunk. Az ilyen szimulációk elvégzésénél pedig az un. Racionális Hibrid Monte-Carlo algoritmus használjuk. Így ezzel a módszerrel is ismerkedtem.

A fermion rács diszkrétizációjának és a szimulációkban használható algoritmusnak nagy irodalma van. Magyar nyelvű irodalom Katz Sándor MTA doktori értekezése, amiből az alapok jól megérthetők.

A szimulációkhoz szükséges számítógépes programok készen vannak. Az ebben alkalmazott módszerekkel tisztában vagyok, könnyen tudom majd a munka lényegi részét kezdeni.

Reményeink szerint az új vektor bozon tömege nagyon kicsit fog függni az N_f kvantum számtól, illetve attól, hogy a fermion a mérték csoport milyen ábrázolásában van. Erre utaló eredmények vannak, de igazán átfogó kutatás melyben a vizsgálják a térfogat függést, és a technikvark tömegek nullába extrapolálását valamint a kontinuum limeszt is elvégzik még nem született.

Az előző félévben és a mostaniban is sokat dolgoztam az un. topologikus hatással. Az eredményeinket szeretnénk publikálni is. A cikk már kész van, még Varga Zoltánnal

konzultálok, a Wilson folyamattal kapott eredményekről. Miután ez megvan témavezetőm átolvassa a cikket és az ő javaslata alapján javítom.

A cikk megírása sokat segített megérteni, hogy milyen magas precizitás várt el, ha az egy neves folyóiratban szeretnénk publikálni. Így igaz, hogy a téma nem kapcsolódik közvetlenül a kutatási témámhoz, mégis hasznosnak gondolom. Akár valamilyen új fajta fermion rács diszkretizációt is kifejleszthetnénk, hiszen a Nielsen-Ninomiya tétel a helyes klasszikus kontinuum limeszt követeli meg a rácshatástól (mely a topológikus hatásokra nem teljesül és mégis a helyek kvantum eredményeket adja), melyet elhagyva megtarthatnánk a királis szimmetriáját a hatásnak.

A félévben tartottam a Differenciálegyenletek a fizikában I gyakorlatot, mely heti két óra volt.