

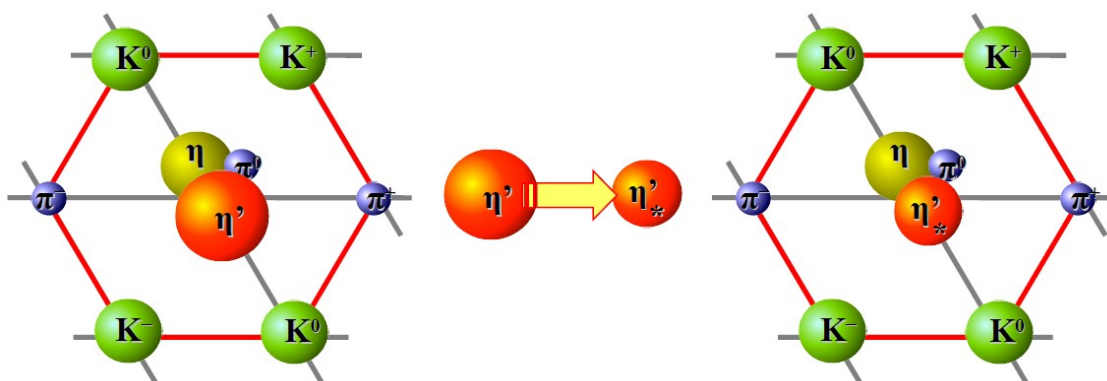
Az eltűnő szimmetria visszatér - tömegcsökkenés 10^{-22} másodperc alatt

Az egyik szubatomi részecske, az úgynevezett η' mezon, mintegy 10^{-22} másodperc alatt veszíti el tömegének jelentős részét a RHIC gyorsító arany-arany nehézion ütközései során. Ez a világon a leggyorsabb, kísérletileg igazolt súlycsökkenés. A jelenség egy korábban elveszettnek vélt szimmetria visszatérését jelzi az erősen kölcsönható, forró és sűrű hadronanyagban.

Az η és az η' mezonok szinte ikertestvérek – azonos kvarkokból, hasonló módon épülnek fel. Azonban a szokásos kísérleti körülmények között, az elemi részecskék kölcsönhatásaiban az $\eta'(958)$ mezon majdnem kétszer nehezebb tömegű, mint ikertestvére, az $\eta(548)$ mezon. Az USA Brookhaveni Nemzeti Kutató Intézetében a RHIC gyorsító arany-arany ütközéseiben forró és sűrű, folyékony halmazállapotú kvarkanyag (sQGP) keletkezik, amely kezdetben mintegy 4 terakelvin hőmérsékletű. Ahogyan ez az anyag tágulni és hűlni kezd, 2 terakelvin körüli hőmérsékleten hadronokká alakul vissza, és egy szempillantásnál is sokkal rövidebb idő, mintegy 10^{-22} másodperc alatt létrehozza az η és az η' mezonokat, valamint további részecskék sokaságát.

Az Amerikai Fizikai Társulat vezető folyóirata, a Physical Review Letters 2010 októberi számában közli Csörgő Tamás (Harvard Egyetem és MTA KFKI RMKI), Vértesi Róbert és Sziklai János (mindketten MTA KFKI RMKI) eredményeit, melyek az η' mezon tömegének a forró és sűrű hadronanyagban történő jelentős, legalább 20 %-os tömegcsökkenéséről számolnak be közvetett megfigyelések alapján. Amikor a folyékony kvark-gluon plazma levese hűlni kezd, mezonokká és barionokká alakul át a hadronizációnak nevezett folyamat során. Amint a szerzők STAR és a PHENIX kísérletek adatainak elemzésével kimutatták, ebben a forró és sűrű hadronanyagban az η' mezonok tömege mérési hibán belül megegyezik az η mezonok tömegével. Ez a jelenség olyan, mintha egy ikerpár túlsúlyos tagja egy szempillantás alatt megszabadulna súlyfeleslegétől, és tökéletes alakú, karcsú ikertestvéréhez válna hasonlónak.

Ez a tömegcsökkenés az $U_A(1)$ szimmetriának a helyreállítását jelzi, melyet korábban elveszettnek véltünk: a „tékozló” Goldstone bozon, az η' a hadronanyagban módosulva visszatér ideális tömegű társához. Csörgő, Vértesi és Sziklai eredményei szerint ez a szimmetria közelítőleg helyreáll a nehézion-ütközésekben létrehozott forró és sűrű hadronanyagban. Történik mindez a kvarkleves megjelenési hőmérséklete alatt, a rács-QCD számítások elméleti jóslataival összhangban.



1. ábra: Ez az ábra az u, d és s kvarkokból felépülő 9 pszeudoskalár mezont jelzi. A golyócskák méretei a részecskék tömegeivel arányosak. A bal oldali ábra az elemi részecske reakciókban mért szokásos (PDG) tömegeknek felel meg. A középső rész az η' mezonok tömegének csökkenését jelzi az USA Brookhaveni Nemzeti Kutató Intézetében, a BNL RHIC gyorsító 200 GeV-es arany-arany ütközéseiben létrejövő forró és sűrű hadronanyagban. A jobboldali ábra az η és az η' mezonok közti szimmetria helyreállítását mutatja ebben a forró és sűrű, hadronikus közegben.