

Gyulai László:
The origin of collectivity in small systems via heavy-flavour
measurements at the ALICE LHC experiment

Összefoglaló

A kvantumszíndinamika (QCD) a természet egyik alapvető kölcsönhatását, az erős kölcsönhatást leíró kvantumtérelmélet. A QCD kettős természetű: a csatolás erőssége az energiaskálától függ. Alacsony energiaskálán színbezárást figyelhetünk meg, azaz a kvarkok és gluonok színsemleges állapotokat, úgynevezett hadronokat alkotnak. A nagy energiaskálán zajló folyamatok során azonban az erősen kölcsönható részecskék gyengén csatolódnak, aszimptotikus szabadságot mutatnak. A modern részecskegyorsítókban elérhető nagy energiasűrűségeken kialakul egy olyan anyagállapot, amelyben a kvarkok és gluonok a hadronokból kiszabadulnak – ez a kvark-gluon plazma (QGP). A feltételezések szerint az ősrobbanás utáni első néhány mikroszekundumokban QGP alkotta a világegyetemet.

A nehéz kvarkok, azaz a bájos (c) és az alsó (b) kvarkok, a nagyenergiájú hadronikus ütközések kezdeti szakaszában, a QGP kialakulása előtt keletkeznek, és a rendszer teljes fejlődésében részt vesznek. Ennek köszönhetően a nehéz kvarkok kiváló lehetőséget nyújtanak arra, hogy a QGP tulajdonságait tomográfiás módszerrel vizsgáljuk.

Az LHC (Nagy hadronütköztető) és az RHIC (relativisztikus nehézion-ütköztető) gyorsítóknál végzett mérések során a QGP jelenlétének tulajdonítható jelenségeket figyeltek meg kis (pl. proton-proton és proton-nehézion) ütközési rendszerekben, mind nagy, mind kis végállapotú multiplicitás mellett. Az ilyen rendszerekben a QGP kialakulása a sokkal kisebb energiasűrűségek miatt nem várható. Az elméleti munkák a kis és nagy ütközőrendszerek között megfigyelt hasonlóságokat olyan vákuum QCD modellekkel próbálják megmagyarázni, mint például a minijet-keletkezés vagy a sokparton-kölcsönhatás (MPI). A nehéz kvarkot tartalmazó hadronok mérései segíthetnek e QCD-modellek tesztelésében kis ütköző rendszerekben.

A PhD dolgozatomban a nehéz hadronok keletkezését vizsgálom kis és nagy rendszerekben, mind elméletben, mind kísérletben, hogy megértsem a rendszer termodinamikai tulajdonságait és a QGP-szerű jelenségeket a kis rendszerek reakcióiban. A nehéz D és B mezonok, valamint c és b kvarkok keletkezését vizsgáltam a transzverzális eseményaktivitás függvényében szimulációkban, hogy tanulmányozzam az MPI hatását a nehéz részecskék keletkezésére. A szimulációk eredményei alapján elvégeztem az ALICE kísérletben a D^0 -mezonok keletkezésének adatanalízisét, és összehasonlítottam az eredményeket a szimulációkkal. Végül egy nem-extenzív termodinamikai modellt használtam a nehéz hadronok keletkezésének időskálájának vizsgálatára, és összehasonlítottam azt a könnyű hadronokkal az ALICE és STAR kísérletek mérései alapján.