

Wigner FK RMI Hadronfizika kutatócsoport, 2013. évi jelentés

Adatfelvétel, kalibráció ♦ Az LHC év eleji $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$ TeV-es p-Pb mérési időszakára elkészítettük az ütközések felvételekor alkalmazott trigger menüket, majd a CMS detektor felügyeletén, a friss adatok ellenőrzésén és gyors kiértékelésén dolgoztunk.

Az NA61 kísérlet keretében részt vettünk Be-Be ütközési adatok felvételében 10, 20 és 30 GeV/c nukleononkénti nyalábimpulzusnál. A mérési időszak során a kísérlet alrendszerének működtetésében, valamint hardverszakértőként játszottunk kulcsszerepet.

Az ütközések centralitása ♦ Fontos feladat a p-Pb ütközések centralitásának meghatározása, a becslő eljárás kidolgozása. A CMS kísérletben megmutattuk, hogy az ütközésben a széttöredezett Pb mag irányába repülő részecskék összenergiájának mérésével (egy adott, előreutató szögterületben) a kölcsönhatásba lépő nukleonok száma jól becsülhető [1]. A Glauber-modellt alkalmazva kiszámítottuk ezen mennyiség különféle centralitás osztályokban várt átlagos értékeit és azok szórását.

Az NA61 kísérletben a kibocsátott lassú részecskéket (protonokat és könnyű magokat) detektáltuk hadron-mag ütközésekben egy gáztöltésű időprojekciós kamrával. A keltett részecskéket egyidejű hatótávolság és energiavesztés mérésekkel azonosítottuk. Az ütközés centralitása a lassú protonok megszámlálásával kis szórással becsülhető.

Töltött részecskék eloszlásai ♦ A CMS detektorral megmértük az 5,02 TeV-es nukleonpáronkénti energiájú p-Pb ütközésekben keltett töltött pionok, kaonok és protonok transzverzális impulzusainak eloszlását [2,3]. Megmutattuk, hogy a spektrumok jól illeszthetők Tsallis-Pareto-típusú eloszlásokkal. A részecskék átlagos transzverzális impulzusa a részecskék tömegével és az eseményben keltett részecskék számával nő. Ez a megfigyelés – más eredményekkel kombinálva – arra utalhat, hogy a keltett részecskék már p-Pb ütközésekben is folyási tulajdonságokat mutatnak. A kapott viselkedés nagyon hasonló a p-p mérésekben tapasztaltakhoz. Az eredményekről elsőként számoltunk be a pA2013 workshopon (Trento).

Meghatároztuk a töltött részecskék nukleáris módosulási faktorát és a részecskekeltés „forward-backward” aszimmetriáját 5,02 TeV-es nukleonpáronkénti energiájú p-Pb ütközésekben [4], felhasználva a korábbi Pb-Pb mérés tapasztalatait [5]. A nukleáris módosulási faktor $p_T > 25$ GeV/c esetén emelkedik, és nagy p_T mellett eléri az 1.3–1.4-es értéket. A jelenség összhangban áll az ólommagban várt „anti-shadowing” jelenségével, de a növekedés mértéke nagyobb, mint a modellek előrejelzései. Az eredményekről elsőként a Hard Probes 2013 konferencián (Cape Town) számoltunk be.

Megmutattuk, hogy a p-Pb ütközésekben vizsgált jet-párok nem mutatnak ugyan a nehézion-ütközésekhez hasonlóan p_T -aszimmetriát, de a jet-párok normált pszeudorapiditás-eloszlása határozottan a nukleáris partoneloszlás-függvények módosulását jelzi [6].

Az NA61 detektorral megmértük a 30 GeV nyalábenergiájú rögzített céltárgyas p-C ütközésekben keltett töltött hadronok szög- és impulzuseloszlásait [7]. Megmutattuk, hogy adataink segítségével a T2K hosszú alapvonalú neutrínó-oszcilláció kísérletben a neutrínók hozama pontosabban becsülhető.

Részecske-korrelációk ♦ Az eseményválogatás és más eseményjellemzők ellenőrzésével hozzájárultunk a kétrészecske-korrelációk méréséhez p-Pb ütközésekben [8]. Az eredmények megmutatták, hogy a nagy multiplicitású p-p ütközésekben kimutatott hosszútávú korrelációk megjelennek a nagy multiplicitású p-Pb ütközésekben is, még nagyobb erősséggel. Ez a felfedezés a nehézion-fizikai közösség érdeklődésének középpontjába került, és pontos eredete még magyarázatra vár.

Müonpárokra bomló rezonanciák ♦ Elvégeztük a Z bozon keltési valószínűségének meghatározását 2,76 TeV-es Pb-Pb ütközésekben, a 2011-ben felvett nagy eseményszámú adatokkal [9]. A mérések a vezető rend feletti (next-to-leading-order) számolásokkal összehasonlítva azt mutatják, hogy a Z bozonok keltését a nehézion ütközésekben keletkező erősen kölcsönható anyag nem befolyásolja. Ennek számszerűsítése a Z bozonok nukleáris módosulási faktora, amit a 2013-as nagy eseményszámú proton-proton referencia adatok felhasználásával mértünk meg. A Z bozonok müonpárra való bomlásának mérését az elektronpáros csatorna kiértékelésével is kiegészítettük. Az eredményeket az IS1013 konferencián (Santiago de Compostella) mutattuk be [10].

Részecskezápörök azonosítása. ♦ Folytattuk a hadronok ütközéseiben keletkező, nagyenergiájú kvarkoktól és gluonoktól származó részecskezápörök (jetek) tanulmányozását. Megmutattuk, hogy a kétfajta jet elkülönítése a keletkezett részecskezápörök hadronikus összetevőinek vizsgálatával, összehasonlításával lehetséges [11].

- [1] CMS Collaboration; Centrality determination for pPb data 2013; CMS [DP-2013/034](#), 2013
Internal reference: E. Appelt, S.M. Dogra, *F. Siklér*, S. Tuo, Q. Xu, *A.J. Zsigmond*, CMS AN-13/060
- [2] CMS Collaboration; Study of the production of charged pions, kaons, and protons in pPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV; CMS PAS [HIN-12-016](#), 2013; [arXiv:1307.3442](#), under review in *Eur Phys J C*
Internal reference: *F. Siklér*, CMS AN-2012/404
- [3] *F. Siklér* for the CMS Collaboration; Identified particles in pPb collisions by CMS; CMS [CR-2013/458](#), 2013
- [4] CMS Collaboration; Charged particle nuclear modification factor and pseudorapidity asymmetry in pPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with CMS; CMS PAS [HIN-12-017](#), 2013
Internal reference: E. Appelt, Y.-J. Lee, *K. Krausz*, Y. Mao, M. Sharma, S. Greene, CMS AN-2012/377
- [5] *K. Krausz* for the CMS Collaboration; Measurement of charged particle R_{AA} at high p_T in PbPb collisions with CMS; *Nucl Phys A*; **910–911**, 339–342, 2013
- [6] CMS Collaboration, Study of dijet momentum balance and pseudorapidity distributions in pPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, CMS PAS [HIN-13-001](#), 2013
Internal reference: CMS Heavy Ion group incl. *A.J. Zsigmond*, *K. Krausz*, CMS AN-2012/473
- [7] NA61 Collaboration; Pion emission from the T2K replica target: method, results and application; *Nucl Instrum Meth A*; **701**, 99-114, 2013
- [8] CMS Collaboration; Observation of long-range near-side angular correlations in proton-lead collisions at the LHC; *Phys Lett B*; **718**, 795-814, 2013
Internal reference: Y.-J. Lee et al incl *K. Krausz*, CMS AN-2012/352
- [9] CMS Collaboration; Z boson production with the 2011 data in PbPb collisions; CMS PAS [HIN-13-004](#), 2013;
Internal reference: L. Benhabib, *A.J. Zsigmond*, M. Gardner, R.G. de Cassagnac, CMS AN-2012/085
- [10] *A.J. Zsigmond* for the CMS Collaboration; Electroweak bosons in CMS; CMS [CR-2013/450](#), 2013
- [11] *S. Pochybová*; Experimental identification of quark and gluon jets; *Acta Phys Polon Supp*; **6**, 539-544, 2013