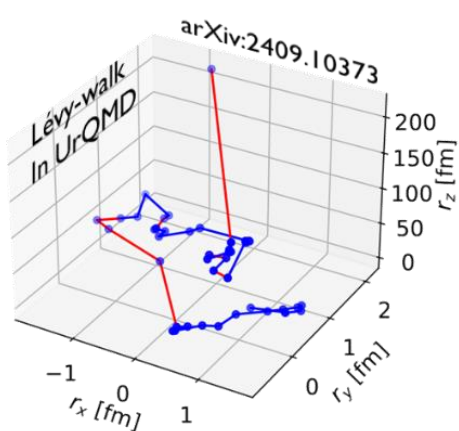


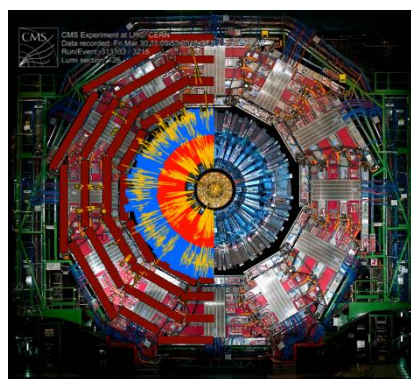
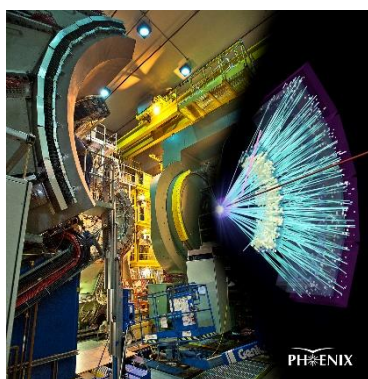
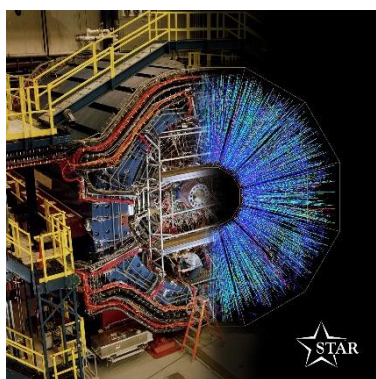
Lévy-repülés és tömegcsökkenés a kvarkanyagban – az ELTE kutatói a femtoszkópia világkonferenciáján

2022 novemberében Toulouse-ban (Franciaországban) rendezték meg a femtoszkópai szakterület legfontosabb konferenciasorozatának idei állomását, a [17th Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy](#) című eseményt. A konferencián az egyik leghangsúlyosabban ELTE képviseltette magát: hét előadást is tartottak az egyetem kutatói, illetve kettőt a csoport korábbi tagja, ELTE alumnusok. Eredményeik részben kísérletiek: bemutatták a CERN SPS NA61, illetve a RHIC PHENIX és STAR együttműködéseiben végzett méréseiket is. Ezen felül elméleti kutatásokról is beszámoltak, amelyekben a nagyenergiás ütközésekben létrejövő Lévy-repülésre találtak bizonyítékokat.



<https://www.quantamagazine.org/random-search-wired-into-animals-may-help-them-hunt-20200611/>

A nagyenergiás részecskegyorsítóknál – Szuper Protonszinkrotron (SPS), Relativisztikus Nehézion-ütköztető (RHIC) és Nagy Hadronütköztető (LHC) – végzett kísérleteknek az utóbbi 10-15 évben gyűjtött adatai arra utalnak, hogy ultrarelativisztikus nehézion-ütközések során egy közel tökéletes folyadék halmazállapotú kvarkanyag, szakmai nevén az erősen kölcsönható kvark-gluon plazma alakul ki. Ez az ember által mesterségesen előállított legforróbb anyag, amely természetes körülmények között az Ősrobbanás utáni első néhány milliomod másodpercben volt jelen, és akkor kitöltötte az egész Világegyetemet.

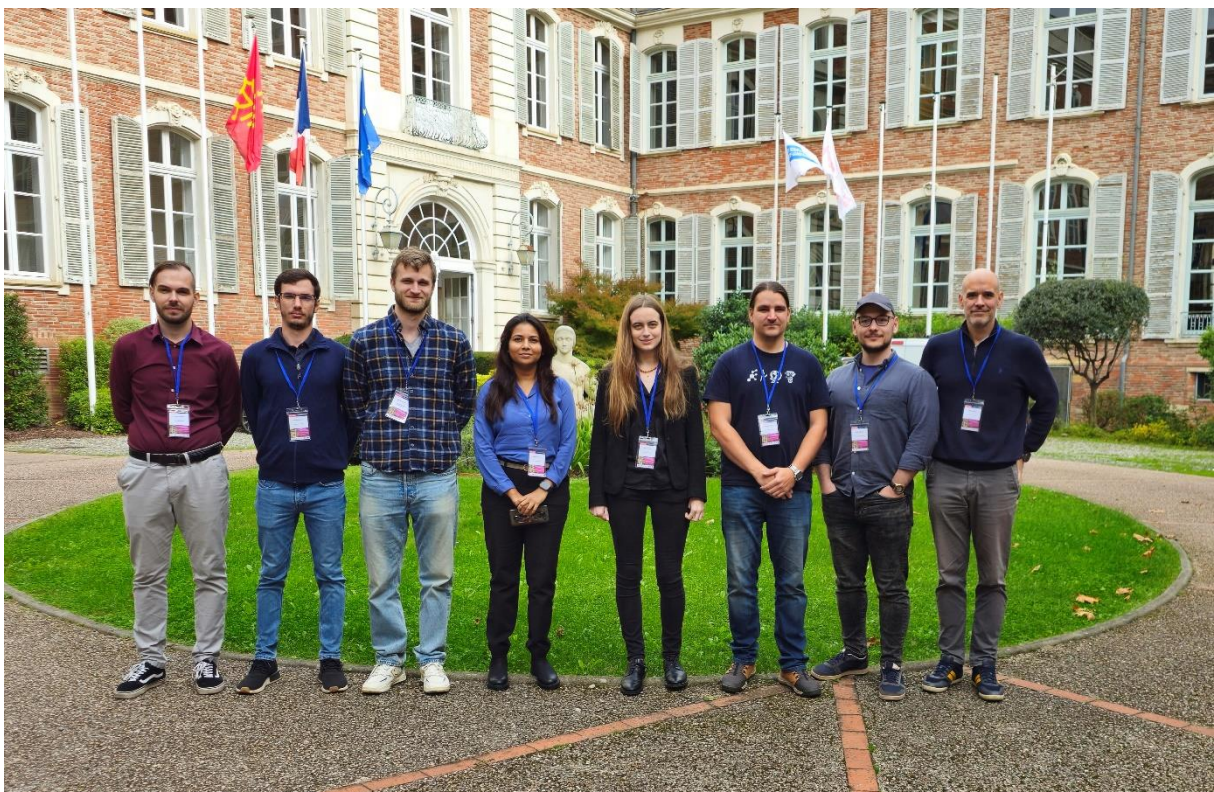


„A részecskegyorsítók ütközéseiben az Ősrobbanás után rövid ideig jelen lévő forró és sűrű kvarkanyagot újra elő tudjuk állítani, a másodperc töredékéig. Az ütközések helye köré rendezett

detektorokban észleljük az abból kirepülő részecskéket, és ezek lendületének korrelációi kvantumos természetük miatt elárulják az őket létrehozó anyag téridőbeli szerkezetét. A jellegzetes femtométeres tartomány miatt ezt a területet femtoszkópiának is nevezzük” – mondja [Csanád Máté](#), az [ELTE csoport](#) vezetője.



A szakterülettel foglalkozó, a világ minden tájáról érkező kutatók 2005 óta a „Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy” (WPCF) című konferenciasorozaton találkoznak rendszeresen, hogy megvitassák legfontosabb új eredményeiket. Az idei a 17. WPCF volt, és hét plusz kettő ELTE-s előadás is bekerült a programba, azaz minden tizedik előadás az ELTE-hez köthető volt – ezzel az ELTE adta az egyik legnépesebb csoportot az idei konferencián.

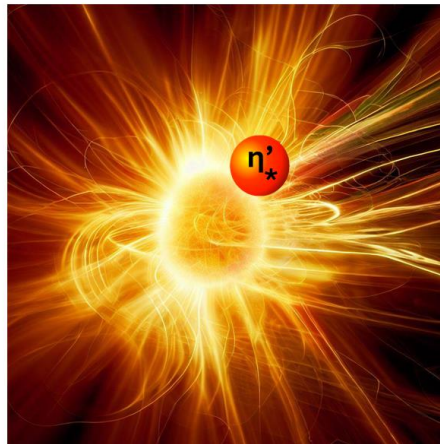


Az első napon **Csanád Máté** (az ELTE csoport vezetője) összefoglaló előadást tartott a csoport eredményeiről. A második napon **Sneha Bhosale** (posztdoktori kutató) a RHIC STAR együttműködésben elért eredményeit mutatta be, **Pórfy Barnabás** (fizikus doktorandusz) pedig az SPS NA61/SHINE méréseiről tudósított. A harmadik napon **Kincses Dániel** (posztdoktori kutató) az elméleti kutatásokat foglalta össze, a Lévy-repülés (avagy Lévy-folyamat) kimutatására fókuszálva, majd **Árpási Emese** és **Kovács László** (fizikus MSc hallgatók) tartottak egy-egy előadást az EPOS nevű modell femtoszkópiai alkalmazásáról, illetve a mérésekkel való összevetésről; végül **Kóródi Balázs** (a csoport korábbi hallgatója, jelenleg az Ohioi Egyetemen doktorandusz) a RHIC STAR kísérlet Eseménysík Detektorával végzett úttörő elemzésekről számolt be, amelyeket az ELTE-s csoporttal közösen végzett el. Az utolsó napon **Nagy Márton** (habilitált egyetemi adjunktus) olyan elméleti kutatásokról számolt be, amelyek nagyon megkönnyítik majd a kísérleti femtoszkópiai adatok vizsgálatát. Ezeket az eredményeket is felhasználva **Lökös Sándor** (a csoport korábbi hallgatója és doktorandusza, jelenleg a krakkói Magfizikai Kutatóintézet és a MATE gyöngyösi Femtoszkópiai Tudásközpont munkatársa) a kutatók RHIC PHENIX kísérletében elért eredményeit mutatta be, amelyben váratlan módon az η' (éta-vevessző) mezon részecske közegbeli tömegcsökkenésére találtak jeleket. Ez a részecske tulajdonságai ellenére meglepően nagy tömegű, de az új eredmények arra utalnak, hogy a nagy hőmérsékletű közegben helyreálló kvantumszimmetriák következtében ilyenkor kisebb tömeggel keletkezi – egyfajta kvantumos Archimédész-törvényt megvalósítva. Az ELTE csoport által, a HUN-REN Wigner Kutatóközponttal és a MATE Femtoszkópiai Tudásközpontjával közösen írt PHENIX cikket most fogadta el közlésre a Physical Review C folyóirat, és „szerkesztői javaslat” (Editors' Suggestion) kiemelésre is javasolták.

Vákuumban



Forró, sűrű közegben



Az ELTE kutatócsoportja a kvarkanyag téridőbeli szerkezetét [vizsgálja](#) a Lévy-stabilnak nevezett eloszlások segítségével, és eredményeik együttesen arra mutatnak, hogy nem a korábban feltételezett normális (Gauss) eloszlás szerint viselkedik ez a közeg, a stabilitási exponensnek nevezett matematikai mérőszám pedig számot adhat a kvarkanyag „kifagyásakor” zajló jelenségekről; illetve összekapcsolja a nehézion-fizikát olyan távoli területekkel, mint a mikrobiológia, az ökológia vagy akár a közgazdaságtan, ahol szintén nagyon fontos a Lévy-folyamatok szerepe.

„A Lévy-folyamat és az ezt jellemző jellegzetes hatványfüggvényszerű viselkedés megjelenése rengeteg tudományterületen átível, a tengeri ragadozók vándorlásától kezdve a gazdaságtanig. A kutatócsoportunk elmúlt években elért eredményei alapján eddig is sejthető volt, hogy nagyenergiás atommag ütközések esetén is megjelenhet hasonló folyamat. A legújabb eredményeink azonban egy szimulációs modell segítségével rendkívül látványosan mutatják a részecskék lépéseiben megjelenő nagy ugrásokat, illetve az ezáltal keletkező lassan lecsengő térbeli eloszlásokat. Mindezt egy újszerű,

háromdimenziós vizsgálaton keresztül.” – fűzi hozzá Kincses Dániel, a Lévy-repüléssel kapcsolatos kutatókat vezető posztdoktori kutató.

További információ:

- A konferencia programja: <https://indico.in2p3.fr/event/32030/timetable/#all>
- Az η' közegbeli tömegcsökkenését leíró publikáció (amelyet a Physical Review C közlésre elfogadott, és Editors' Suggestion kiemelésre javasolt): <https://arxiv.org/abs/2407.08586>
- Az ELTE csoportjának honlapja: <https://physics.elte.hu/content/rhic-magyarorszag-kutatocsoport.t.11745>
- A konferencián bemutatott eredmények egy részéről beszámoló korábbi hír: <https://www.elte.hu/content/feltarult-a-kvarkanyag-geometriaia.t.29541>
- Az ELTE asztro- és részecskefizikai kutatásait összefogó Tématerületi Kiválósági Program weboldala: https://physics.elte.hu/fikp_asztro



A kutatásokat a [Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal](https://www.nkfi.gov.hu/) támogatta, a TKP, OTKA és TÉT programokon keresztül.