

SAJTÓKÖZLEMÉNY

Magyar és svéd tudósok páratlan felfedezése: a váratlan, de mégis várva várt új részecske, az Odderon

Egy 48 éve tartó óriási nemzetközi versenyben négy magyar és egy svéd kutatónak sikerült először döntő bizonyítékot találnia egy rendkívül tünékeny részecske, az Odderon létezésére. Az eredményből számos hasonló, összetett részecske létezése is következik, így az Odderon felfedezése új fejezetet nyithat az erős kölcsönhatás vizsgálatában. A Wigner Fizikai Kutatóközpont, a MATE Műszaki Intézet, a svédországi Lundi Egyetem és az Eötvös Loránd Tudományegyetem kutatói [a rangos European Physical Journal, az EPJ C kötetében közzétették](#) páratlan felfedezésüket.

„Az eredmény azért is különösen jelentős, mert ismereteim szerint ez az első teljesen meglepetésszerű, váratlan felfedezés a CERN LHC méréseiben, és mindez új fejezetet nyithat az erős kölcsönhatás vizsgálatában” – mutat rá a felfedezés jelentőségére **Csörgő Tamás** fizikus, az Európai Akadémia tagja, a Wigner Fizikai Kutatóközpont tudományos tanácsadója és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézetének kutatóprofesszora, a magyar kutatócsoport vezetője.

„Az Odderon felfedezése fontos mérföldkő az erős kölcsönhatás mély titkainak megértésében” - nyilatkozta **Roman Pasechnik**, a Lundi Egyetem Csillagászati és Elméleti Fizikai Tanszékének docense.

Az Odderon létezését 1973-ban javasolta először L. Lukaszuk és B. Niculescu. Az Odderon részecske felfedezésére, mérési adatokból történő biztonságos kimutatására azonban napjainkig, 2021-ig, 48 évet kellett várni. Az Odderon megtalálásáért folyó óriási nemzetközi versenyben végül a magyar-svéd kutatócsoport szakmai közleménye találta meg először az Odderon létezésének egyértelmű jelét kísérleti adatokban. Ők a kísérletek által már korábban közzétett mérési adatokat rostálták át, elemezték újra, egy új, innovatív, a magyar kutatók által kitalált módszerrel: így érhetek célba elsőként.

Új adatok segítségével a CERN LHC TOTEM kísérlete és az amerikai Tevatron gyorsító D0 kísérlete közös, 463 szerzős kéziratában megerősítette az Odderon felfedezését, óriási anyagi és emberi erőforrások mozgósításával. Ez a sokszerzős tanulmány azonban még nem ment át a szakmai bírálatok tisztítóüzén: jelenleg is bírálat alatt áll egy rangos szakfolyóiratban.

„Az alapvető kutatások célja nem a közvetlen gyakorlati haszon elérése, hanem a minket körülvevő világ mélyebb megértése, és új összefüggések feltárása. Ezek az eredmények lezárnak egy 48 éve nyitott tudományos kérdést: egy új és kicsi, de számottevő különbséget jelentenek az anyag és az antianyag kölcsönhatásában, a részecskefizika egyébként ismert keretei között” – mondta **Novák Tamás**, a MATE Műszaki Intézet egyetemi docense.

Mi az Odderon és mi a felfedezés jelentősége?

A modern fizika szerint minden kölcsönhatásért egy-egy részecske cseréje felelős. A jól ismert elektromosság és mágnesesség például a fény részecskéik, a fotonok cseréjével írható le. „Az Odderon cseréje miatt a rugalmas proton-proton és a proton-antiproton ütközések között kis különbség mérhető ki, amit most sikerült először a felfedezés szakmai kritériumainak megfelelő bizonyossággal számszerűsíteni” – mondta **Ster András**, a Wigner Fizikai Kutatóközpont fizikusa.

A rugalmas ütközésekben megmarad az energia és a résztvevők sem változnak meg, de lendületet, impulzust cserélnek. Éppen úgy, mint amikor Péter elad egy autót Pálnak: a pénz és az autó is gazdát cserél. Ha azonban Péter autóját Anti Pál veszi meg, hitelre, akkor Anti Pálnak nem csak az autó árát kell majd visszafizetnie, hanem a kölcsön kamatát is meg kell adnia a hitelezőjének. Péter mindkét esetben ugyanannyi pénzt kap, Pál vagy Anti Pál ugyanazt a kocsit kapja meg, de mégis van egy aszimmetria a két csere között: ez a hitel kamata. Ebben a hasonlatban Péter és Pál protonokat, Anti Pál pedig antiprotont jelképez, a pénz az energiának, az autó a lendületnek, a kamat pedig az Odderonnak felel meg. Odderon nélkül az azonos energiájú rugalmas proton-proton és proton-antiproton ütközések folyamata az LHC óriási, TeV-es energia skáláján azonos lenne. Az Odderon létezése tehát sérti világunk egyik részecskefizikai szimmetriáját.

„Fényből nem lehet anyagot, kötött állapotokat, kicsi fénykarikákat létrehozni. Az erős kölcsönhatást közvetítő részecskékből, a gluonokból viszont lehet. Eredményünk szerint nem csak páros, de páratlan számú gluon is kapcsolódhat egymáshoz. Kicsi, helyileg színes, de globálisan szín semleges, fehér karikákat lehet belőlük létrehozni. Magyarországról, és nem csak Budapestről, hanem vidékről, a vidéki Magyarországról és Kárpátaljáról is. Ehhez legalább három, páratlan számú gluonra van szükség” – mondta **Szanyi István**, a kárpátaljai születésű ELTE-s doktorandusz, az ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont fiatal kutatója.

Végül, de nem utolsó sorban hangsúlyozzuk az amerikai FNAL Tevatron gyorsítójának D0 kísérletével, és a CERN LHC gyorsítójának TOTEM kísérletével való tudományos együttműködést, partnerséget. Ebből a szempontból is fontos és lényeges, hogy a fő eredmény, az Odderon szakmai kritériumoknak megfelelő bizonyossággal történő kísérleti adatokból történt kimutatása közös mindkét tudományos közleményben. Valóban úgy tűnik tehát, hogy új fejezet nyílt meg az erős kölcsönhatás vizsgálatában, az Odderon több különböző közleményben történt, közel egyidejű, egy éven belüli kimutatásával.

Azt reméljük, hogy az Odderon felfedezése nem csupán a minket körülvevő világ mélyebb megértését és egy hosszú ideig fennálló tudományos probléma megoldását jelenti, hanem azt is, hogy ez a felfedezés egy kis elégedettséget, örömet és boldogságot jelent majd a magyar és a nem magyar adófizetők számára, valamint a tudomány finanszírozásáért felelős szakmai szervezetek számára is, szerte a világon.

Interjúszervezés:

Dovicsin-Péntek Csilla

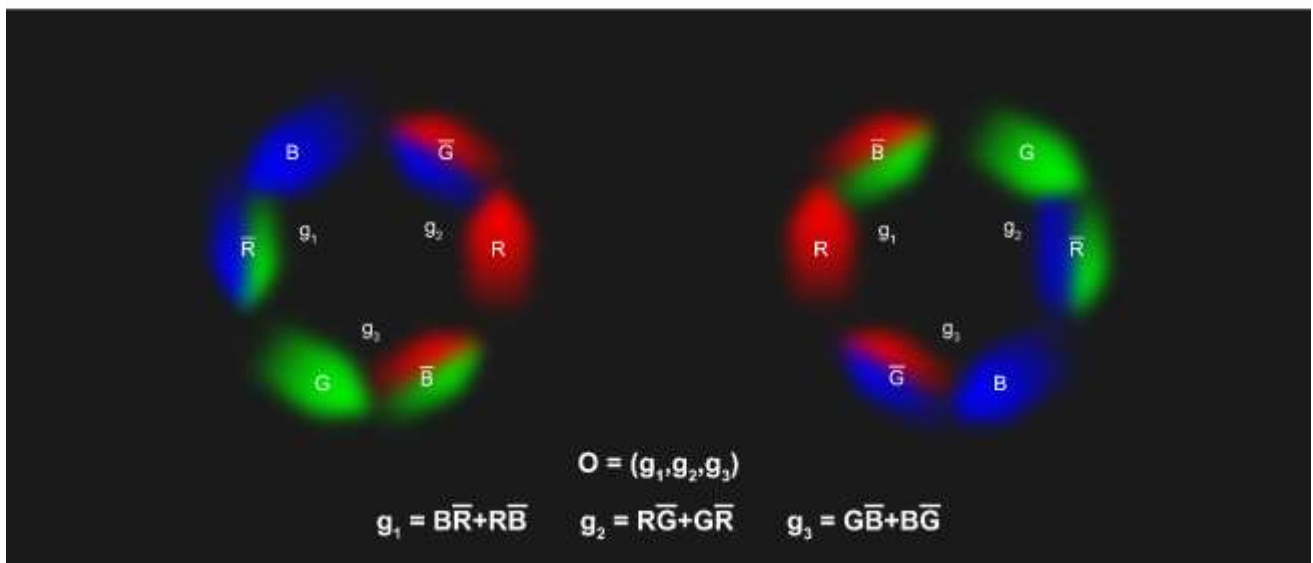
Kommunikációs titkár
Wigner Fizikai Kutatóközpont
1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33.
Mobil: 0630-487-9869
E-mail: pentek.csilla@wigner.hu

Cseri-Gódor Kitti

Kommunikációs munkatárs
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Médiaközpont
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.
Tel.: 06-28-522-000/1999
Mobil: 06-30-470-7647
E-mail: cseri-godor.kitti@uni-mate.hu

ODDERON ÉS A SZÍNES GLUONOK
Odderon Obszerváció és Illusztrációja 4.0

Csörgő Tamás, Novák Tamás, Roman Pasechnik, Ster András, Szanyi István: Eur. Phys. J. C 81, 180 (2021).
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-08867-6>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Gluon>



„Az Odderont úgy lehet elképzelni, mint egy páratlan számú gluonból felépített színes karikát. Jellemző nagysága a femtométer, azaz a 10^{-15} méter távolság, ami a méter milliomod részének a milliomod részének az ezredrésze. Tűnékenysége miatt tartott 48 évig felfedezni” – hangsúlyozza Csörgő Tamás fizikus, az Európai Akadémia tagja.

További információk:

Az Odderon felfedezéséből számos új típusú, eddig még meg nem figyelt erősen kölcsönható részecske, icipici színes karika létezése következik. Ennek az a jelentősége, hogy az eddig megfigyelt erősen kölcsönható részecskék nem gluonokból, hanem kvarkokból és antikvarkokból épülnek fel, az Odderon viszont nem tartalmaz sem kvarkokat, sem antikvarkokat: csupán színes gluonokból, ragasztórészecskékből áll.

A jelenséget az atommagokat összetartó úgynevezett erős kölcsönhatás elmélete, a kvantumszindinamika segítségével értelmezhetjük. Világunk anyagát atomok és atomokból felépülő molekulák alkotják. Az atomok nagyon kicsi, szabad szemmel nem látható, összetett szerkezetek: negatívan töltött elektronok vesznek körül egy pozitívan töltött, néhány femtométer nagyságú, pozitívan töltött atommagot. Az atommagokban pozitív töltésű proton és elektromosan semleges neutron részecskék ragadnak össze az erős kölcsönhatás segítségével, amely azért erős, mert le tudja győzni a pozitív töltésű protonok elektromos taszítását is. A kvantumszindinamika szerint valamennyi megfigyelhető erősen kölcsönható részecske összetett, fehér színű kombináció, amely színes kvarkokból, antiszínes antikvarkokból és a színek kicserélődését közvetítő „ragasztó részecskékből”, azaz szakszóval gluonokból áll. A kvantum-szín szemmel láthatatlan, de hasonló tulajdonsága van a látható színekhez: a fehér színt például a piros, zöld és kék színek kombinációival lehet kikeverni, hasonlóan a protonokat például piros, zöld és kék kvantum-színű kvarkok kötött állapotaként értelmezhetjük. A gluonon a szín kölcsönhatást közvetítik, a kvarkok egyik színét másik színre cserélik ki, tehát antiszín-szín kombinációk. Három gluon összesen három színt és három antiszínt tartalmazó kombinációja az illusztráció szerinti, helyileg színes, de globálisan szín semleges, fehér azaz megfigyelhető gluon karikát alkothat.

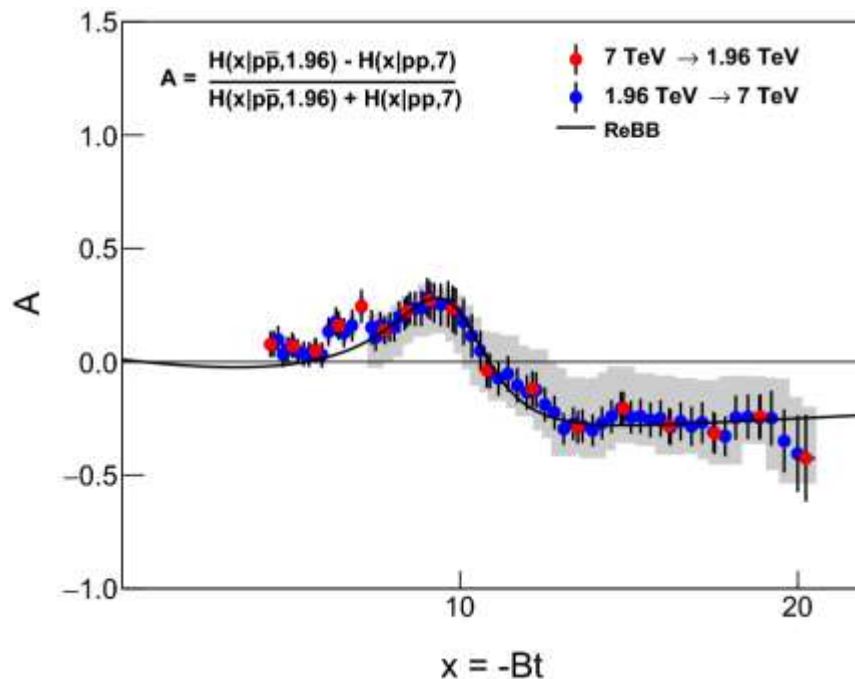
Rugalmas ütközések:

Azokat az ütközéseket, amelyekben nem változik meg a részecskék belső szerkezete, nem törnek össze, rugalmas ütközéseknek nevezzük: ugyanazok a részecskék repülnek tovább, csak kicsit megváltozott irányba, mint az ütközés előtt. Hasonló ez két autó nagyon lassú ütközéséhez, amikor a lökhárítók csak benyomódnak, majd kipattannak és az autókban nem keletkezik maradandó változás, sérülés, törés. A hétköznapi világban, minél nagyobb az ütközés energiája, annál kisebb a rugalmas ütközések esélye: nagy sebességű ütközések esetén összetörnek az autók. A részecskék világában azonban fordított folyamat figyelhető meg: minél nagyobb az ütközések energiája, annál nagyobb a valószínűsége, hogy a protonok változatlan formában repülnek ki az ütközésekből. A jelenleg elérhető, legnagyobb LHC energiákon ez az arány már meghaladja a 25 %-ot, tehát az ütközések több mint 1/4-ed részében az ütköző protonok változatlan formában repülnek ki az ütközés után.

Az Odderon jele az egyik részecskefizikai szimmetria sérülése:

A rugalmas ütközések nem járnak színcserével. Ha a proton-proton és a proton-antiproton ütközések teljesen egyformák lennének, akkor a rugalmas ütközések csak páros számú, színt antiszínre cserélő gluon kicserélődésével lennének leírhatóak. Ezt szakszóval Pomeron cserének nevezzük. Az Odderon cseréje pedig legalább három, páratlan számú, színt antiszínre cserélő gluon cseréjének felel meg.

Mindenki tudja, hogy a minket körülvevő világ anyagi természetű, azaz az anyag és az antianyag nem egyformán van jelen a Világegyetemben. Az Odderon cseréje felelős a proton-proton és a proton-antiproton rugalmas ütközések közötti szimmetria sérüléséért. Ezt a kutatók az A aszimmetria paraméterrel jellemezték. Ez az arány az $A = \frac{(\text{proton, antiproton}) - (\text{proton, proton})}{(\text{proton, antiproton}) + (\text{proton, proton})}$ hányadosnak felel meg, amelynek értéke teljes szimmetria esetén eltűnik. A magyar kutatók eredménye szerint azonban ez az A aszimmetria arány lényegesen különbözik a nullától:



Az óriási nemzetközi versenynek a lényege az eredménye, az Odderon felfedezése:

Az Odderon 48 éve várva várja a rugalmas szórásokat vizsgáló részecskefizikusok közössége [1]. Az Odderon kutatásában fontos eredményeket értek el a CERN egyik gyorsítójánál még az 1980-as években, a mainál közel ötszázszor kisebb ütközési energiákon. Az Odderon kutatása a CERN LHC TOTEM kísérletének eredményeivel kapott új lendületet a 2010-es évek végén [2], létezése azonban csak most vált teljesen bizonyossá.

A 2021. február végén, négy magyar és egy svéd kutató tollából megjelent, modell-független módszereket használó cikket [3] ismereteink szerint nem előzte meg hasonló, a szakmai vitákban és a névtelen bírálatok tisztítóüzén átjutott eredmény. Ugyanezen szerzők konferencia közleménye előre jelezte az elsőséget már 2019-ben, az USA-ban, a Santa Fe-ben megrendezett 49. ISMD (International Symposium on Multiparticle Dynamics) konferencián [4].

Új adatok bevonásával a CERN LHC gyorsító TOTEM kísérlete és az amerikai Tevatron gyorsító D0 kísérlete közös, 463 szerzős kéziratában lényegét azaz az Odderon felfedezését tekintve megerősítette a magyar-svéd kutatócsoport felfedezését, óriási erőforrások bevonásával [5]. Cikkük egy vezető amerikai szakfolyóiratban jelenleg szakmai bírálat alatt áll, és egyelőre még nem jelent meg a szakmai követelményeknek megfelelő szigorú és névtelen bírálati szabályok szerint. A magyar-svéd elméleti kutatók ehhez az új méréseken alapuló kísérleti cikkhez is lényeges hozzájárulást adtak [5,6,7], a D0 – TOTEM cikk meghívott szakértőiként illetve a TOTEM kísérlet tagjaiként is.

Az Odderon felfedezését számos új, jelenleg még szakmai bírálat alatt álló kézirat erősíti meg, hasonló végeredménnyel [5,6,7]. Az Odderon felfedezését a Nobel-díjas R. J. Glauber professzor úr (Harvard Egyetem, USA) elméletével értelmezni lehet. Ennek az elméleti modellnek a segítségével a felfedezés biztonságát tovább növelte Csörgő Tamás és Szanyi István kézírata, amely jelenleg a szakmai bírálatok tisztító tüzében áll [7].

Fontos hangsúlyozni, hogy az **alapkutatások területén** a versengés mellett **az együttműködésnek is kiemelkedő fontossága és szerepe van: a tudomány területén az új, alapvető ismeretek feltárása fontosabb, mint a sorrend, és a sporteredményektől eltérően ezek az új, alapvető ismeretek közkinccsé, és a gyakorlati alkalmazások kiindulópontjaivá válnak, válhatnak.** Tehát **az Odderon felfedezése sokkal fontosabb, mint az, hogy ki volt az első, aki feltárta a tudomány a ezen új területét.**

Köszönetet szeretnénk mondani a TOTEM és a D0 kísérleti együttműködéseknek és hangsúlyozzuk, hogy a fő megállapításaink, az Odderon felfedezése közös mindkét tudományos közleményben [3,5] és így **eredményeink egymást erősítik.** Az Odderon felfedezését több tudományos kézirat is jelzi [3-7], egy viszonylag rövid, egy éven belüli időszakban. Ezért úgy tűnik, hogy valóban új fejezet nyílt meg az erős kölcsönhatás vizsgálatában, egy 48 éve tartó tudományos verseny eredményeképp.

Az Odderont felfedező cikket jegyző kutatók:

Csörgő Tamás, fizikus, az Európai Akadémia tagja
(ELKH Wigner FK, Budapest, CERN, Genf, Svájc és
MATE Műszaki Intézet, Károly Róbert Campus, Gyöngyös)

Novák Tamás, matematikus, fizikus PhD
(MATE Műszaki Intézet, Károly Róbert Campus, Gyöngyös)

Pasechnik, Roman, fizikus, PhD
(Lundi Egyetem, Lund, Svédország)

Ster András, fizikus
(ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest)

Szanyi István, fizikus
(ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont és Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest)

Köszönetnyilvánítás:

Köszönetet szeretnénk mondani **Jenkovszky Lászlónak**, az MTA külső tagjának (Bogoljubov Intézet, Kijev), aki a téma fontosságára ráirányította a figyelmünket [8], valamint a D0 és a TOTEM együttműködések tagjainak.

Köszönjük kutatásaink támogatását a magyar adófizetőknek, az ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpontnak, az Eötvös Loránd Tudományegyetemnek, a Lundi Egyetemnek, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemnek, az NKFIH K133046, FK-123842 és FK-123959 kutatási témáknak, a Svéd Kutatási Tanácsnak, az Európai Kutatási Tanácsnak, az EFOP 3.6.1- 16-2016-00001 pályázatnak és EU CA15213 THOR projektnek a támogatását.

Tudományos hivatkozások:

[1] L. Lukaszuk and B. Nicolescu:
A Possible interpretation of pp rising total cross-sections
Lett. Nuovo Cim. **8** (1973) 405-413

[2] TOTEM Collaboration: G. Antchev, ... M. Csanád, T. Csörgő, T. Novák, F. Nemes, J. Sziklai ... (75 társszerző):
Elastic differential cross-section $d\sigma/dt$ at $\sqrt{s}=2.76$ { TeV} and implications on the existence of a colourless C-odd three-gluon compound state
Eur.Phys.J.C **80** (2020) 2, 91, e-Print: [1812.08610](https://arxiv.org/abs/1812.08610) [hep-ex]

[3] Csörgő, T., Novák, T., Pasechnik, R. Ster, A. and Szanyi, I:
Evidence of Odderon-exchange from scaling properties of elastic scattering at TeV energies.
Eur. Phys. J. C **81**, 180 (2021). <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-08867-6>
publikálásra beküldve: **2019. december 29.**
közlésre elfogadva: 2021. január 12.
megjelenés dátuma: **2021. február 23.**

[4] Csörgő, T., Novák, T., Pasechnik, R. Ster, A and Szanyi, I:
Proton Holography -- Discovering Odderon from Scaling Properties of Elastic Scattering
Proc. ISMD 2019, Santa Fe, NM, USA, EPJ Web Conf. **235** (2020) 06002
e-Print: [2004.07095](https://arxiv.org/abs/2004.07095) [hep-ph] (konferencia kiadvány)

[5] D0 and TOTEM Collaborations • [V.M. Abazov](https://arxiv.org/abs/2012.03981) (Dubna, JINR) et al. (463 szerző)
Comparison of pp and pbar{p} differential elastic cross sections and observation of the exchange of a colorless C-odd gluonic compound
e-Print: [2012.03981](https://arxiv.org/abs/2012.03981) [hep-ex]
publikálásra beküldve: **2020. december 7.**
(kézirat elbírálás alatt)

[6] Csörgő, T., Novák, T., Pasechnik, R. Ster, A and Szanyi, I:
Scaling of high-energy elastic scattering and the observation of Odderon
e-Print: [2004.07318](https://arxiv.org/abs/2004.07318) [hep-ph] (kézirat elbírálás alatt)

[7] Csörgő, T. and Szanyi, I:
Observation of Odderon Effects at LHC energies - A Real Extended Bialas-Bzdak Model Study
e-Print: [2005.14319](#) [hep-ph] (kézirat elbírálás alatt)

[8] A. Ster, L. Jenkovszky and T. Csörgő:
Extracting the Odderon from pp and pbarp scattering data
Phys.Rev.D 91 (2015) 7, 074018, e-Print: [1501.03860](#) [hep-ph]

Korábbi hírek az Odderon megfigyelésének az előzetes jeleiről:

2020. december:

A 2020-as Zimányi Iskolán (az Odderon felfedezésének 2019-es Zimányi Iskolán bemutatott első eredményeire építve) kiemelkedő jelentőségű eredményekről számoltak be résztvevőink. Elsőként Christophe Royon (Kansas Egyetem, USA) beszélt a D0 és a TOTEM kísérletek közös elemzéséről, amelyek az amerikai Tevatron gyorsító D0 kísérletének és a CERN LHC gyorsító TOTEM kísérletének a közös eredményeit mutatták be – a világon elsőként a 2020-as Zimányi Iskolán. Ezeket a kísérleti eredményeket Nemes Frigyes (CERN, SzIE KRC és Wigner FK) előadásában részletezte. Csörgő Tamás (Wigner FK és SzIE KRC) előadásában bemutatta, hogy egy magyar–svéd együttműködés keretében a D0-TOTEM eredményeknél korábban és nagyobb biztonsággal ki tudtuk mutatni az Odderon jelenlétét a proton - proton és a proton - antiproton rugalmas ütközések összehasonlító elemzésével. Szanyi István (ELTE és Wigner FK) elméleti (modellfüggő) eredményeire, Novák Tamás (SzIE KRC) és Ster András (Wigner FK) pedig modellfüggetlen eredményeire támaszkodva részletezte az Odderon felfedezésének közlésre beküldött kéziratait. E felfedezés egyik érdekes kísérleti eleme, hogy a proton-proton és a proton-antiproton ütközések nem tökéletesen ugyanúgy viselkednek: bár a teljes hatáskeresztmetszetek hányadosa egyhez tart, de a különbségük mégsem tart nullához. Ez egy részecskefizikai szimmetria sérülésének a megfigyelését jelenti, olyan értelemben, ahogyan azt a kutatók számos közlésre beküldött és egy referált konferenciakötetben megjelent cikkben részletezték.

http://zimanyischool.kfki.hu/documents/zimanyi20_hir.pdf

2019. december:

Az European Physical Journal folyóirat C kötetének 2019 októberi számának címlapjára került eredményekben a TOTEM kísérlet az LHC gyorsító jelenlegi csúcsergiáján kiemelkedő precizitással mérte meg a rugalmas proton-proton ütközések szögeloszlását. Ez az eredmény fontos mérföldkövet jelent egy új, kvarknélküli, erősen kölcsönható állapot, a 3-gluon kötött állapot által dominált Odderon felfedezésében.

http://phenix.elte.hu/docs/zimanyi19_hir.pdf

2018. december:

A 18. Zimányi Iskolán áttekintettük a nagyenergiás nehézionfizika és a kapcsolódó tudományterületek 2018 során magyar részvétellel elért legfontosabb és legújabb eredményeit. Ezek közül is kiemelkedő jelentőségű felfedezés az, amelyre a CERN LHC TOTEM kísérletének adatai utalnak. A rugalmas proton-proton ütközéseket vizsgálva a TOTEM kutatói megállapították, hogy az eredmények kompatibilisek egy újfajta részecske, az úgynevezett Odderon közvetítésével lezajló kölcsönhatás jelenlétével. Ezeket a TOTEM eredményeket Nemes Frigyes (CERN, Svájc és MTA Wigner FK) mutatta be, aki a mérési adatok elemzésének és több, az Odderon felfedezését jelentő TOTEM kézirat előkészítő bizottságnak a vezető kutatója. A TOTEM-ben résztvevő magyar csoport (MTA Wigner FK, Eszterházy Károly Egyetem és ELTE) vezetője, Csörgő Tamás (MTA Wigner FK) a TOTEM szerkesztőbizottságának (Editorial Board) tagja az adatokból levonható további következtetésekről beszélt. Eszerint az LHC rugalmas proton-proton ütközéseiből egy új, modell-független elemzés segítségével először vált láthatóvá nem csak az Odderon, hanem a protonok alkotórészeinek a szerkezete is: egy kisebb és egy nagyobb alszerkezet látszik a protonokon belül, melyeket valószínűleg a kvarkokkal és a dikvarkokkal lehet azonosítani.

2017: A TOTEM kísérlet és az Odderon részecske első jelei

A TOTEM adatok elemzése során fény derült egy új típusú részecske, az Odderon létezésének a *lehetőségére*. Ezek az Odderon lehetőségét felvető kísérleti eredmények a CERN LHC TOTEM kísérletének a publikációi a 2010-es évek végéről. Mára már átmentek a szakmai bíráló bizottságnak, itt olvashatóak:

CERN-EP-2017-321:

TOTEM Collaboration: G. Antchev et al, 87 szerző:

First measurement of elastic, inelastic and total cross-section at $\sqrt{s}=13$ TeV by TOTEM and overview of cross-section data at LHC energies

Közlésre beküldve: Dec 17, 2017

Megjelent: *Eur.Phys.J.C* 79 (2019) 2, 103

e-Print: [1712.06153](https://arxiv.org/abs/1712.06153) [hep-ex]

CERN-EP-2017-335:

[TOTEM](#) Collaboration: G. Antchev et al, 95 szerző

First determination of the p parameter at $\sqrt{s}=13$ TeV: probing the existence of a colourless C-odd three-gluon compound state

Közlésre beküldve: 2017 december 16

Megjelent: *Eur.Phys.J.C* 79 (2019) 9, 785

e-Print: [1812.04732](#) [hep-ex]

DOI: [10.1140/epjc/s10052-019-7223-4](#)

Report number: CERN-EP-2017-335-v3

Az Odderon felfedezés *lehetőségének* a híre, tőlünk függetlenül már 2017-2018-ban is bejárta a nemzetközi sajtót. Most, 2021-ben végre lehetőség helyett bizonyosságról beszélhetünk. Ezért, referenciaként készítettük az alábbi sajtóválogatást a 2017-18-ban megjelent előzetes nemzetközi tudományos ismeretterjesztő sajtóhírek közül:

- [Brookhaven National Laboratory, US \[workshop\]](#)
- [CERN \[CH\] \[article, published\]](#)
- [dailyhunt.in](#)
- [earth.com](#)
- [earth-chronicles.com](#)
- [Gizmodo \[Australia\] \[interview, published\]](#)
- [Gizmodo \[US\] \[interview, published\]](#)
- [IFL science.com](#)
- [INFN \[Italy\] \[article, published, press-released\]](#)
- [Kansas University \[US\] \[article, published\]](#)
- [Newsweek.com](#)
- [P.Mechanics Vermont \[US\] \[interview, published\]](#)
- [Phys.org \[UK\] \[article, published\]](#)
- [SCI news](#)
- [Tomsk University \[Russia\] \[english, published\]](#)