

### [Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)



[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się

Naukowy styl życia

Nauka i biznes

- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Informacje](#)

## Maksymalne splątanie w protonie potwierdzone

Podczas zderzeń fotonów z protonami we wnętrzu protonu można obserwować maksymalne splątanie kwarków i gluonów. Zespół z udziałem badaczy z IFJ PAN pokazał, że jest to

## **zjawisko uniwersalne, obecne w obu znanych nam mechanizmach produkcji cząstek wtórnych.**

Półtora roku temu odkryto, że różne części wnętrza protonu muszą być ze sobą kwantowo maksymalnie splątane. Wynik ten (osiągnięty przy współudziale prof. Krzysztofa Kutaka z IFJ PAN w Krakowie oraz prof. Martina Hentschinskiego z Universidad de las Americas Puebla), był konsekwencją rozważań i obserwacji dotyczących zderzeń wysokoenergetycznych fotonów z kwarkami i gluonami w protonach.

Teraz w artykule opublikowanym w czasopiśmie „Physical Review Letters” międzynarodowy zespół fizyków zaprezentował dopełniającą analizę splątania. Dotyczy ona przypadków zderzeń fotonów z protonami, w których cząstki wtórne (hadrony) są wytwarzane w procesie nazywanym produkcją dyfrakcyjną.

Główne pytanie brzmiało: czy i w tych przypadkach wśród kwarków i gluonów protonu pojawia się splątanie, a jeśli tak, czy także jest maksymalne? O badaniach tych informują przedstawiciele IFJ PAN w przesłanym PAP komunikacie.

### **SPLĄTANIE NA PRZYKŁADZIE ORŁÓW I RESZEK**

O splątaniu różnych obiektów kwantowych fizycy mówią wtedy, gdy wartości jakiejś cechy tych obiektów są powiązane. Splątania kwantowego nie obserwujemy w klasycznym świecie, lecz jego istotę można wytłumaczyć za pomocą rzutów dwiema monetami - wyjaśniają przedstawiciele IFJ PAN.

Każda moneta ma dwie strony i gdy upadnie, może z tym samym prawdopodobieństwem przyjąć jedną z dwóch wzajemnie się wykluczających wartości: orła lub reszkę. Z korelacją podobną do splątania kwantowego mielibyśmy do czynienia, gdybyśmy rzucając jednocześnie dwiema monetami na końcu zawsze otrzymywali wyłącznie dwa różne stany (orła i reszkę) albo - w innym przypadku - dwa identyczne (dwa orły bądź dwie reszki).

Splątanie miałooby tu wartość maksymalną, ponieważ żadna wartość nie byłaby faworyzowana: prawdopodobieństwo, że dana moneta znajdzie się w stanie reszka lub orzeł nadal wynosiłoby 50 proc. Gdyby korelacja lub splątanie nie było maksymalne, sytuacja wyglądałaby inaczej i czasami zamiast dwóch kombinacji stanów obserwowalibyśmy także pozostałe.

### **ILE HADRONÓW POWSTANIE**

„W fizyce jądrowej istnienie maksymalnego splątania widać w danych eksperymentalnych wtedy, gdy patrząc na nie wiemy, że... nic nie wiemy. Mniej żartobliwie należałoby powiedzieć, że ze stanami maksymalnie splątanymi mamy do czynienia, gdy nie potrafimy przewidzieć, ile hadronów - cząstek wtórnych oddziałujących silnie - powstanie w danym zderzeniu” - wyjaśnia prof. Kutek cytowany w komunikacie IFJ PAN.

Wcześniejsze badania nad maksymalnym splątaniem wnętrza protonu miały związek z sytuacjami, gdy hadrony były wytwarzane w procesach zwanych zderzeniami głęboko nieelastycznymi. W eksperymentach łatwo te przypadki dostrzec, ponieważ cząstki wtórne rozbiegają się praktycznie we wszystkich kierunkach „do przodu” (czyli tych z udziałem pierwotnego kierunku ruchu protonu).

### **PRODUKCJA DYFRAKCYJNA**

„Wiadomo jednak, że mniej więcej co dziesiąte zderzenie zachodzi inaczej: za punktem zderzenia w pewnych przedziałach kątowych w ogóle nie widać cząstek. Właśnie takie procesy nazywamy

produkcją dyfrakcyjną i to one znalazły się w centrum naszych obecnych badań nad splątaniem kwantowym” - uzupełnia prof. Kutak.

Produkcja w procesie zderzenia głęboko nieelastycznego jest efektem interakcji fotonu z partonami (kwarkami i gluonami) w protonie. W przypadku produkcji dyfrakcyjnej foton także oddziałuje w protonie z partonem, ale takim, który jest częścią większej struktury, przez fizyków określanej mianem pomeronu.

## **CO TO SĄ POMERONY**

Najważniejszą cechą kwantową gluonów jest kolor (z kolorem znanym z codzienności niemający nic wspólnego prócz nazwy). Cząstki wtórne, obserwowane w detektorach jako efekt zderzenia, są rezultatem procesów, w których kwarki i gluony w protonie wymieniają się ładunkiem koloru.

Jednak gluony mogą tworzyć chwilowe kompleksy nazywane pomeronami, gdzie kolor jest wzajemnie neutralizowany. Gdy w trakcie zderzenia fotonu z partonem okaże się, że parton był częścią pomeronu, zderzenie nie doprowadzi do wyprodukowania hadronów rozbiegających się w pełnym zakresie kątowym pokrywanym przez detektory. Oznacza to, że część detektorów, teoretycznie zdolnych zobaczyć cząstki produkowane w omawianej fazie zderzenia, pozostanie milcząca.

## **POMERONY A MAKSYMALNE SPLĄTANIE**

Międzynarodowy zespół fizyków zdołał właśnie wykazać, że w trakcie zderzeń z udziałem pomeronów także tworzy się we wnętrzu protonu stan, w którym wszystkie cząstki są maksymalnie splątane. W stosunku do wcześniej analizowanych przypadków widać jednak pewną różnicę: gdy do akcji wkraczają pomerony, maksymalne splątanie pojawia się nieco później.

Obecne badania są dopełnieniem dotychczasowej wiedzy o przebiegu wydarzeń podczas zderzeń fotonów z protonami. Dzięki nim można dziś powiedzieć, że maksymalne splątanie jest w tych procesach zjawiskiem uniwersalnym, obecnym w obu znanych nam mechanizmach produkcji cząstek wtórnych.

„Nasz rezultat ma znaczenie nie tylko teoretyczne, ale także praktyczne. Głębsze zrozumienie sposobu, w jaki we wnętrzu protonu formuje się stan maksymalnie splątany, pozwoli bowiem na lepszą interpretację wyników z przyszłych zderzaczy cząstek, takich jak Electron-Ion Collider” - podsumowuje prof. Kutak.

Po stronie polskiej badania zostały sfinansowane ze środków europejskiego projektu STRONG-2020 oraz grantu polsko-amerykańskiej Fundacji Kościuszkowskiej.

Źródło: pap.pl

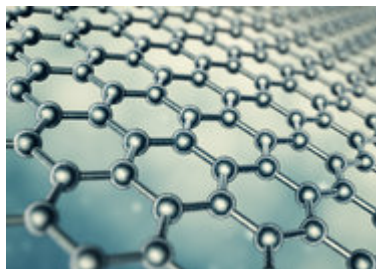
<http://laboratoria.net/aktualnosci/32081.html>



02-07-2024

## Ekran dotykowy bez problematycznego indu

Tańsze i bardziej przyjazne środowisku.



02-07-2024

## Świat atomów i cząsteczek

Jak dzięki różnym metodom obrazowania zobaczyć "całego słonia"



02-07-2024

## Żyjemy w czasach multitożsamości

Ekspert o mediach społecznościowych.



02-07-2024

## Dlaczego Polki rzadziej jedzą mięso niż Polacy?

Równość płci może mieć związek ze swobodą wyboru tego, co się je.



02-07-2024

## **Co 3 osoba dorosła zagrożona chorobami z powodu braku ruchu**

Alarmuje Światowa Organizacja Zdrowia.



02-07-2024

## **Cynk może pomóc chronić uprawy przed zmianami klimatu**

Informuje "Nature".



02-07-2024

## **Tancerze są mniej neurotyczni niż ogół populacji**

Jednocześnie są bardziej ugodowi i ekstrawertyczni.



02-07-2024

## [Rząd planuje, aby minister mógł odwołać dyrektora NCBR](#)

Dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju będzie mógł zostać odwołany.

**Informacje dnia:** [Ekrany dotykowe bez problematycznego indu Świat atomów i cząsteczek Żyjemy w czasach multitożsamości](#) [Dlaczego Polki rzadziej jedzą mięso niż Polacy? Co 3 osoba dorosła zagrożona chorobami z powodu braku ruchu](#) [Cynk może pomóc chronić uprawy przed zmianami klimatu](#) [Ekrany dotykowe bez problematycznego indu Świat atomów i cząsteczek Żyjemy w czasach multitożsamości](#) [Dlaczego Polki rzadziej jedzą mięso niż Polacy? Co 3 osoba dorosła zagrożona chorobami z powodu braku ruchu](#) [Cynk może pomóc chronić uprawy przed zmianami klimatu](#) [Ekrany dotykowe bez problematycznego indu Świat atomów i cząsteczek Żyjemy w czasach multitożsamości](#) [Dlaczego Polki rzadziej jedzą mięso niż Polacy? Co 3 osoba dorosła zagrożona chorobami z powodu braku ruchu](#) [Cynk może pomóc chronić uprawy przed zmianami klimatu](#)

**Partnerzy**