

### [Akceptuje](#)

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



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

[Strona główna](#) > [Edukacja](#)

## Naukowcy sprawdzili, czy protony są wieczne

**Gdyby protony rozpadały się choćby raz na wiek Wszechświata - materia wokół nas nie byłaby tak stabilna, jak się wydaje. W eksperymencie Super-Kamiokande w Japonii sprawdzono, czy w ogromnym zbiorniku ultraczystej wody widać ślady rozpadu protonów i neutronów. W badaniach uczestniczyły polskie ośrodki.**

W szklance wody, w kamieniu, w ludzkim ciele i w całej Ziemi są niewyobrażalne liczby protonów i neutronów. Gdyby ich średni czas życia był zaledwie porównywalny z wiekiem Wszechświata, rozpady zachodziłyby wokół nas nieustannie. Materia nie wyglądałaby na tak stabilną, jak się wydaje. Sam fakt, że świat trwa w znanej nam postaci, już mówi, że jeżeli proton może się rozpaść, to robi to

znacznie rzadziej.

Rozpad protonu lub neutronu byłby znakiem, że Model Standardowy - choć niezwykle skuteczny, nie jest ostatnim słowem w opisie cząstek. Oznaczałby naruszenie zasady zachowania liczby barionowej, czyli zasady, która w znanych procesach chroni zwykłą materię przed znikaniem. Byłby też wskazówką w stronę teorii wielkiej unifikacji. To pomysły, według których przy ogromnych energiach trzy oddziaływania znane z Modelu Standardowego - elektromagnetyczne oraz jądrowe słabe i silne - byłyby różnymi przejawami jednego głębszego oddziaływania. W takich teoriach kwarki budujące między innymi protony i neutrony oraz leptony, czyli na przykład elektrony, są ze sobą bliżej powiązane. A wtedy proton przestaje być cząstką absolutnie stabilną.

Takiej hipotezy nie da się sprawdzić przy biurku ani w małym laboratorium badawczym. Trzeba zbudować urządzenie, które przez lata będzie cierpliwie patrzyło na olbrzymią liczbę cząstek naraz. Właśnie takim urządzeniem jest Super-Kamiokande - detektor znajdujący się w Japonii, głęboko pod górą Ikeno. Z zewnątrz nie wygląda jak miejsce, w którym rozstrzyga się pytania o los materii. Pod ziemią kryje się jednak ogromna cylindryczna komora wypełniona 50 tysiącami ton ultraczystej wody. To podziemne oko fizyki cząstek. Jego ściany pokrywa ogromna liczba fotopowielaczy - czułych detektorów światła, działających trochę jak fotoreceptory na siatkówce oka. Woda w Super-Kamiokande jest jednocześnie materiałem badanym i częścią aparatury. Jej cząsteczki zawierają protony i neutrony, których rozpadu można szukać. A jeśli powstanie naładowana cząstka biegnąca szybciej niż światło rozchodzi się w wodzie (czyli szybciej niż 75 proc. prędkości światła w próżni), pojawia się delikatny błękitny błysk - promieniowanie Czerenkowa. Taka niebieska poświata jest w sensie fizycznym świetlnym odpowiednikiem huku naddźwiękowego. Fotopowielacze rejestrują jej ślad, a badacze z układu pierścieni światła odtwarzają, jakie cząstki pojawiły się w detektorze.

W najnowszej pracy opublikowanej na łamach „Physical Review D” (<https://doi.org/10.1103/gwc6-55bg>) zespół Super-Kamiokande badał dwa konkretne scenariusze. W pierwszym proton miały rozpaść się na neutrino i dodatnią cząstkę  $\pi$ , czyli pion. W drugim neutron miały rozpaść się na neutrino i neutralny pion. Neutrino prawie zawsze ucieka z detektora niezauważone. Dlatego kluczem są piony - krótkotrwałe cząstki, które mogą zostawić w wodzie charakterystyczny ślad świetlny.

To jednak nie jest czekanie na pojedynczy błysk. Super-Kamiokande widzi także zdarzenia wywołane przez neutrina atmosferyczne, czyli neutrina powstające wtedy, gdy promieniowanie kosmiczne uderza w górne warstwy atmosfery. Niektóre z tych zdarzeń potrafią przypominać sygnał rozpadu nukleonu. Dlatego badacze muszą odróżniać to, co byłoby śladem rozpadu materii, od zwykłego tła fizycznego. W praktyce oznacza to lata pracy detektora, ogromne zbiory danych i bardzo dokładne symulacje. Trzeba wiedzieć, jak piony zachowują się w jądrze tlenu, jak mogą być pochłaniane lub rozpraszane, jak wyglądają oddziaływania neutrin atmosferycznych i jak zmieniała się praca detektora w kolejnych fazach eksperymentu. Odkrycie mogłoby polegać na nadmiarze zdarzeń w odpowiednim miejscu rozkładu. Brak odkrycia również coś mówi, pod warunkiem że dobrze rozumiemy tło.

W tych pracach ważną rolę odgrywają polskie ośrodki. W składzie międzynarodowej współpracy Super-Kamiokande uczestniczą naukowcy związani z Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Uniwersytetem Śląskim w Katowicach i Uniwersytetem Warszawskim. Potrzebne są analizy danych, symulacje, kontrola niepewności i doświadczenie z fizyki neutrin oraz oddziaływań cząstek w materii. Nowy przegląd objął prawie pół megatonoroku danych. Ta jednostka to iloczyn masy obserwowanego materiału i czasu pomiaru. Detektor przez lata obserwuje olbrzymią masę wody, a więc olbrzymią liczbę protonów i neutronów. To tak, jakby zamiast czekać na jeden rzadki przypadek, ustawić pod obserwacją całą armię cząstek i patrzeć, czy któraś zdradzi najmniejszy ślad rozpadu.

Dane nie pokazały nadmiaru zdarzeń, który można by uznać za rozpad protonu lub neutronu w badanych kanałach. W fizyce cząstek taka cisza bywa jednak bardzo wymowna. Skoro w prawie pół megatonoroku danych niczego nie znaleziono - to poszukiwany proces, jeśli istnieje, musi być jeszcze rzadszy. Dla rozpadu protonu na neutrino i dodatni pion wyznaczono dolną granicę czasu życia cząstkowego na 25 tryliardów razy więcej niż wynosi wiek Wszechświata. To około 350 kwintylionów lat, czyli 350 i trzydzieści zer. Dla rozpadu neutronu na neutrino i neutralny pion granica wynosi jeszcze cztery razy więcej. Takich liczb nie należy rozumieć jak czasu do rozpadu pojedynczej cząstki. To granice statystyczne: gdy obserwujemy ogromną liczbę nukleonów i nie widzimy rozpadu, możemy powiedzieć, jak rzadki musi być taki proces.

To badanie nie skończyło się odkryciem rozpadu protonu. Stało się kolejnym argumentem ograniczającym teorię wielkiej unifikacji, które już wcześniej nie wytrzymały podobnych testów.

Bardziej złożone scenariusze nadal jednak są możliwe, ale muszą zmieścić się w coraz ciasniejszych ramach. Każdy rok pracy detektorów mówi teoretykom, że jeśli materia ma ukryty mechanizm rozpadu, to jest on subtelniejszy, rzadszy albo prowadzi innymi kanałami, niż zakładano. Następne rozdziały tej historii będą pisane w jeszcze większych detektorach. Hyper-Kamiokande powstaje w Japonii, w rejonie Kamioka-cho w mieście Hida, niedaleko miejsca, w którym działa Super-Kamiokande. Będzie jeszcze większym wodnym detektorem Czerenkowa, zaprojektowanym do badań neutrin i dalszego poszukiwania rozpadu protonu. W projekcie uczestniczy silny polski zespół obejmujący między innymi naukowców z Narodowego Centrum Badań Jądrowych, Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, Uniwersytetu Wrocławskiego, AGH, Uniwersytetu Jagiellońskiego i Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN.

W Stanach Zjednoczonych rozwijany jest DUNE, czyli Deep Underground Neutrino Experiment. Wiązka neutrin ma powstawać w Fermilab w Illinois, a duże detektory będą pracować 1300 kilometrów dalej, głęboko pod ziemią w Sanford Underground Research Facility w Dakocie Południowej. DUNE użyje ciekłego argonu, który pozwala bardzo precyzyjnie rejestrować ślady cząstek. W międzynarodowej współpracy DUNE uczestniczy Uniwersytet Warszawski, wnosząc doświadczenie związane z fizyką neutrin, analizą danych i modelowaniem oddziaływań cząstek.

Jest też śródziemnomorskie laboratorium KM3NeT. To sieć detektorów neutrin budowana na dnie Morza Śródziemnego. Zamiast wielkiego zbiornika w kopalni wykorzystuje naturalny ogrom morza. W przezroczystej wodzie morskiej rozmieszczone są linie z modułami optycznymi, które rejestrują błyski promieniowania Czerenkowa. Część ARCA, koło Sycylii, jest nastawiona przede wszystkim na neutrina kosmiczne o bardzo wysokich energiach, a ORCA, koło wybrzeża Francji, na neutrina atmosferyczne i ich własności. W Polsce z KM3NeT związane są zespoły Narodowego Centrum Badań Jądrowych, AGH i Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, tworzące krajowe zaplecze dla przyszłych technologii neutrinowych.

Wszystkie te eksperymenty łączy cierpliwość. Nie produkują zderzeń tak jak akceleratory. Raczej czekają. Woda pod górą, argon w podziemnej komorze i Morze Śródziemne oplecione czujnikami stają się pułapkami na rzadkie ślady cząstek. Jeśli protony naprawdę nie są wieczne, odpowiedź może przyjść jako pojedynczy, krótki wzór światła w ogromnej ciemności. Super-Kamiokande tej odp

Źródło: pap.pl

<https://laboratoria.net/edukacja/32918.html>

**Informacje dnia:** [Blisko 2,8 mln zł na badania nad terapią Studenci AGH zaprezentowali swój najnowszy bolid elektryczny](#) [Naukowcy sprawdzili, czy protony są wieczne](#) [Polska wśród krajów z najniższym poziomem stresu psychicznego](#) [Życie seksualne coraz częściej przenosi się do świata](#)

[technologii Przyjemnych snów życzy anesteziolog](#) [Blisko 2,8 mln zł na badania nad terapią](#) [Studenci AGH zaprezentowali swój najnowszy bolid elektryczny](#) [Naukowcy sprawdzili, czy protony są wieczne](#) [Polska wśród krajów z najniższym poziomem stresu psychicznego](#) [Życie seksualne coraz częściej przenosi się do świata technologii](#) [Przyjemnych snów życzy anesteziolog](#) [Blisko 2,8 mln zł na badania nad terapią](#) [Studenci AGH zaprezentowali swój najnowszy bolid elektryczny](#) [Naukowcy sprawdzili, czy protony są wieczne](#) [Polska wśród krajów z najniższym poziomem stresu psychicznego](#) [Życie seksualne coraz częściej przenosi się do świata technologii](#) [Przyjemnych snów życzy anesteziolog](#)

## **Partnerzy**