

### [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](#) > [Artykuły](#)

## Mikroświat nie jest symetryczny

"Od początku ubiegłego stulecia, tzn. od powstania mechaniki kwantowej, problem złamania symetrii odwracania czasu stanowi istotną część badań, których celem jest m.in. wyjaśnienie przewagi istnienia materii nad antymaterią. Wszystkie dotychczasowe badania wskazują na fundamentalne zachowanie symetrii odwracania czasu, mimo to istnieje możliwość jej spontanicznego złamania. Okazuje się, że z taką sytuacją możemy mieć do czynienia w jądrach atomowych w strukturze stanowiącej sprzężenie trzech komponentów, posiadających własne momenty pędu - spiny" - wyjaśnia jeden z uczestników badań dr Julian Srebrny ze Środowiskowego Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego.

**GDYBY NIE ASYMETRIA NIC BY NIE BYŁO**

Symetrię obserwujemy w wielu zjawiskach naturalnych. Obowiązuje ona także w mechanice kwantowej. Jednak naukowcy wiedzą, że to nie może być do końca prawda. Gdyby była - nie istniałaby materia a wszechświat byłby wypełniony jedynie promieniowaniem.

W drugiej połowie XX w. eksperymentatorzy, badający cząstki elementarne, ustalili, że jeśli uda się wywołać zjawisko kreacji materii (czyli z czystej energii powstaną cząstki posiadające masę), to regułą jest tworzenie takiej samej liczby cząstek materii, jak i antymaterii. Oznacza to że kreacja jednego elektronu wiąże się z kreacją jednego pozytonu (zwanego też pozytronem lub antyelektronem), czyli cząstki o takich samych właściwościach jak elektron, ale o dodatnim ładunku elektrycznym.

Ten "ludzki cud stworzenia" udaje się jednak tylko na moment, bo zaraz dochodzi do odwrotnego procesu. Proces ten nazywany jest anihilacją i następuje zawsze gdy cząstka materii spotka się ze swoim antymaterialnym odpowiednikiem. W jego wyniku obie te cząstki przestają istnieć, zamieniając się w taką samą ilość czystej energii jaka była na początku. To właśnie, według fizyków, stało się na początku istnienia wszechświata. Z tą różnicą, że materii i antymaterii, powstałej w początkowym, gigantycznym akcie kreacji, nie było tyle samo. Materii było nieco więcej (kilka cząstek na każde dziesięć miliardów) i po niemal totalnej anihilacji, oprócz kosmicznej ilości energii, pozostała w przestrzeni resztką materii, z której właśnie powstała materia wszechświata. Skąd jednak wzięła się ta nadwyżka wciąż do końca nie wiadomo. Wiadomo jednak, że z jakiegoś powodu prawdopodobnie proces kreacji nie jest całkowicie symetryczny.

### **NIE TYLKO ANTYMATERIA JEST NIESYMETRYCZNA**

W 2008 r. nagrodę Nobla zdobył m.in. amerykański fizyk japońskiego pochodzenia Yoichiro Nambu, który w roku 1960 sformułował matematyczny opis spontanicznego złamania symetrii w fizyce. Według jego teorii, symetria między różnymi procesami fizycznymi w danym układzie istnieje wtedy, kiedy układ ten ma odpowiednią energię. Kiedy energia maleje, układ stopniowo staje się asymetryczny.

Przykładem takiego zjawiska (ograniczającego się jedynie do złamania symetrii w przestrzeni) jest proces zachodzący w ferromagnetykach (np. w żelazie). W atomach takiej substancji spiny cząstek, czyli w uproszczeniu ich ruchy obrotowe, układają się wzdłuż jednej osi. Porządkując się, łamią symetrię, według której wszystkie procesy powinny wyglądać tak samo niezależnie od kierunku, z jakiego się na niego patrzy. Gdy jednak energia wzrośnie - np. po podgrzaniu, spiny stają się przypadkowe, a więc przestrzennie układ jest bardziej symetryczny.

Nie oznacza to jednak, że istnieją jakieś prawa fizyki, nakazujące cząstkom w określony sposób układać swoje spiny. Można powiedzieć, że one same je sobie wybierają. Stąd określenie "spontaniczne" złamanie symetrii.

Jak tłumaczy inny z członków grupy badawczej, dr Ernest Grodner, innym przykładem takiego zjawiska może być tworzenie się cząsteczki DNA z mniejszych molekuł. Dopóki roztwór z tymi molekułami jest gorący (ma wysoką energię), większa cząsteczka nie powstaje. Potencjalnie może z niej powstać podwójna spirala lewoskrętna i prawoskrętna. To tzw. symetria odbiciowa, przypominająca odbicie lustrzane. Ponieważ zasady fizyki nie preferują żadnej z tych możliwości, lustrzana symetria jest zachowana fundamentalnie.

"Teraz schładzamy nasz pojemnik z molekułami. W pewnym momencie energii w układzie jest już na

tyle mało, że molekuly muszą zacząć się łączyć w spiralę DNA. Zaczynają to robić i spontanicznie wybierają jedną z dwu możliwych skrętności. W ten sposób spontanicznie łamią symetrię zwierciadlaną. Powstała nić DNA jest powiedzmy prawoskrętna, natomiast jej odbicie w lustrze jest inne - lewoskrętne. Mimo tego że symetria zwierciadlana została spontanicznie złamana przez spiralę DNA, to zasady fizyki nadal nie preferują żadnej z możliwych skrętności. Tym samym symetria zwierciadlana jest łamana spontanicznie lecz zachowana fundamentalnie" - wyjaśnia dr Grodner.

Naukowcy szukają potwierdzenia, że podobne zjawiska zachodzą również w innych układach. W warszawskim Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów (ŚLCJ) grupa badaczy podjęła się zaobserwowania spontanicznego naruszenia symetrii T na poziomie pojedynczych jąder atomowych. Wyniki swoich obserwacji opublikowali 1 września w czasopiśmie Physics Letters B.

### **POTENCJALNA ASYMETRIA JĄDRA**

"Jądra atomów bada się zupełnie inaczej niż większe układy. W normalnym ciele stałym mamy ogromną liczbę atomów, natomiast jądro atomowe składa się ze skończonej liczby protonów i neutronów. Tych protonów i neutronów jest skończona liczba - od jednego do kilkuset. W jądrze cezu jest 55 protonów. W naszym izotopie cezu 128 są ponadto 73 neutrony. Naszą rolą jako fizyków jądrowych jest zbadanie jak te protony i neutrony zachowują się w jądrze" - mówi PAP dr Srebrny.

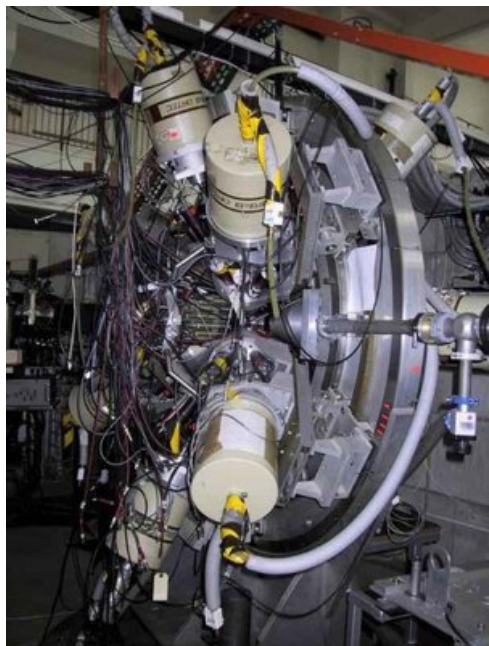
Sztucznie wytworzone, nieistniejące w przyrodzie jądra cezu 128 żyją krótko, dlatego trzeba je badać szybko. Aby dało się zaobserwować zjawiska, zachodzące pod wpływem zmian energii, trzeba tę energię dostarczyć. Wszystko to udało się zrobić dzięki cyklotronowi, działającemu w ŚLCJ na Uniwersytecie Warszawskim. Tam najpierw fizycy wyprodukowali odpowiednio rozpędzone jądra i patrzyli jak będą się zachowywały, wytracając energię. Analizowany był moment pędu całego jądra. Składają się na niego obroty wszystkich znajdujących się wewnątrz cząstek lub ich grup.

Naukowcy mierzyli też ile energii traci jądro przy każdej zmianie momentu pędu. Sprawdzali to, mierząc energię promieniowania gamma, które przy każdej zmianie wartości momentu pędu było emitowane przez jądro Cezu.

"Chodziło o to, żeby potwierdzić, że jądro atomowe może być złożeniem trzech obiektów. Jednym z nich jest składający się z grupy cząstek rdzeń, który się kręci i ma kierunek swojego momentu pędu. Drugi z tych obiektów to proton, słabo związany z resztą jądra, również mający moment pędu o konkretnych wartościach. Trzeci to neutron, czy raczej dziura neutronowa, czyli brak neutronu w zewnętrznej powłoce, również mająca swój moment pędu. Zasugerowano to teoretycznie i wydaje się, że my potwierdziliśmy, że istnieją takie układy, w których rdzeń się obraca wokół jednej osi, proton obraca się wokół osi prostopadłej do niej, a dziura neutronowa wokół osi prostopadłej do obu" - mówi PAP dr Srebrny.

Istnienie takiego układu w jądrze atomu świadczy, zdaniem fizyków o tym, że jądra spontanicznie łamią symetrię.

"Jądro to, aby przejść do niższych stanów energetycznych musi wybrać jedną z dwu możliwości: prawoskrętny układ trzech spinów albo lewoskrętny układ trzech spinów. Fizyka nie preferuje żadnej z dwu możliwych konfiguracji spinów. Mówimy wobec tego o fundamentalnym zachowaniu symetrii. Jednak jądro, wybierając spontanicznie jedną z dwu możliwości (np. układ lewoskrętny trzech wektorów momentu pędu), łamie symetrię w sposób spontaniczny" - podkreśla dr Grodner.



O ile jednak cząsteczka DNA łamie symetrię lustrzaną, o tyle jądro Cezu łamie symetrię odwrócenia czasu, ponieważ można powiedzieć, że "wybiera" spośród dwóch przeciwnych kierunków ruchu.

"Według mojej wiedzy, wszystkie obserwacje wskazują na fundamentalne zachowanie symetrii odwracania czasu, a jądra atomowe są pierwszymi obiektami, w których zaobserwowano jej spontaniczne złamanie. Zostało to dokonane właśnie w Polsce, w Warszawie, dzięki badaniom przeprowadzonym w ŚLJC z użyciem warszawskiego cyklotronu" - podkreśla dr Grodner.

Badania zostały przeprowadzone przez zespół naukowców, w którego skład wchodzi: Ernest Grodner, Iwona Sankowska, Tomasz Morek, Grzegorz Rohoziński, Chrystian Droste, Julian Srebrny, Alexandr Pasternak, Maciej Kisieliński, Michał Kowalczyk, Jan Kownacki, Jan Mierzejewski, Adam Król, Katarzyna Wrzosek-Lipska, Andrzej Kordyasz, Paweł Napiorkowski, Ewa Ruchowska, Weronika Płociennik, Jarosława Perkowski, Marzena Wolińska- Cichocka.

Czasopismo "Physics Letters B" jest uważane za jedno z najważniejszych w Europie czasopism, publikujących wyniki badań w dziedzinie fizyki.

*Autor: Urszula Rybicka*

*Źródło: PAP - Nauka w Polsce [www.naukawpolsce.pap.pl](http://www.naukawpolsce.pap.pl)*

*Fot.: ŚLJC UW*

<https://laboratoria.net/artukul/11701.html>

**Informacje dnia:** [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#) [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#) [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski](#)

[Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#)

## **Partnerzy**