

### [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

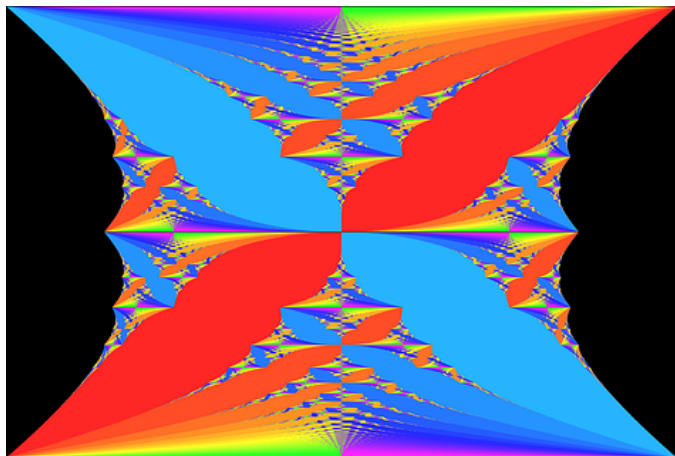
zapisz się



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

[Strona główna](#) > [Tygodnik "Nature"](#)

## Fizycy na tropie fraktalnego motyla



**Prowadzone od wielu dekad badania w końcu przyniosły rezultaty. Po niemal 40 latach pościgu, fizycy znaleźli eksperymentalny dowód na jeden z pierwszych fraktalnych wzorów znanych w fizyce kwantowej - motyl Hofstadtera. Nazwany na cześć Douglasa Hofstadtera, laureata nagrody Pulitzera za książkę „Gödel, Escher, Bach”, schemat przedstawia ruch elektronu w ekstremalnych polach magnetycznych.**

Aby „złapać” tego motyla, naukowcy musieli zastawić innowacyjne sieci. Już od maja niektórzy badacze publikowali eksperymenty poszukujące prawidłowości, które wykorzystywały heksagonalną sieć atomową, inni używali do tego celu pułapek laserowych. Fizycy twierdzą, że badanie modelu może pomóc w stworzeniu materiału o nietypowych właściwościach elektrycznych. Ale głównym celem pościgu była weryfikacja, czy motyl wygląda w rzeczywistości tak, jak przewidywano.

„Pomysł Hofstadtera z początku wielu osobom wydawał się niepokojący”, mówi Cory Dean, fizyk eksperymentalny z City College w Nowym Jorku. „Teraz możemy powiedzieć, że to, co zaproponował nie było wcale tak szalone”.

Hofstadter, obecnie pracujący w Indiana University Bloomington, naszkicował model w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku będąc wtedy absolwentem fizyki. Wiadomo było wówczas, że elektrony w polu magnetycznym krążą w kółko. Ale Hofstadter odkrył, że skoro elektrony były ograniczone siatką atomową, to ich ruch także musiał być utrudniony. W miarę jak pole magnetyczne zaczyna wirować, poziomy energii elektronów, które definiują ich ruch ciągle by się rozszczepiały. Przedstawiając te poziomy na wykresie, przypominają one motyla, i odwzorowują ten sam schemat nawet w dużych przybliżeniach.

Matematyk Benoit Mandelbrot nie spopularyzował jeszcze wówczas terminu „fraktal” dla takich rekursywnych wykresów, więc promotor Hofstadtera nie miał powodów do podziwu. Lekceważąco nazwał zagnieżdżony wzór, który zdawał się widzieć jego podopieczny, ‘zwykłą numerologią’. „Powiedział mi nawet, że za tego typu badania nie dostanę doktoratu”, wspomina Hofstadter. Sam opublikował opis motyla w 1976 roku, po ukończeniu doktoratu.

Pomysł był trudny do zbadania. Siła wymaganego pola magnetycznego zależy od przestrzeni między atomami w siatce. W materiałach konwencjonalnych, w których atomy są oddzielone o mniej niż jedną bilionową metra, wzór może pojawić się w polach o dziesiątkach tysięcy tesli. Najlepsze dostępne magnesy mogą osiągnąć co najwyżej 100 tesli i to tylko przez ułamek sekundy. Lecz mniejsze pola są wystarczające w siatkach o większych przestrzeniach międzyatomowych, co można osiągnąć układając warstwami materiał.

W maju badacze ogłosili, że nałożyli warstwę grafenu, w którym atomy ułożone są na kształt plastra miodu, na wierzch warstwy azotku boru. Warstwy umożliwiają uzyskanie większego pola

magnetycznego. Po jego osiągnięciu, naukowcy zmierzili przyrosty przewodności materiału kompozytowego. Nie były one bezpośrednim potwierdzeniem oczekiwanych rezultatów, ale stanowiły ich zapowiedź. Motyl Hofstadtera nie wleciał w pułapkę, ale potwierdził swoje istnienie. „Znaleźliśmy jakby kokon”, porównuje Pablo Jarillo-Herrero, fizyk eksperymentalny w Massachusetts Institute of Technology (MIT) w Cambridge, „nikt nie ma wątpliwości, że wyfrunie z niego motyl”.

Laureat nagrody Nobla, Wolfgang Ketterle, także fizyk z MIT, próbuje złapać motyla w inny sposób, poprzez upodobnianie zachowania elektronów do atomów. Aby to osiągnąć, ochładza atomy rubidu do kilku bilionowych stopnia powyżej zera absolutnego i wykorzystuje laser, aby schwytać je w siatkę przypominającą strukturę opakowanie na jajka.

Atomy potraktowane dodatkowymi krzyżującymi się laserami, przechodzą z jednej „kieszonki” do drugiej. Przechylenie siatki umożliwia wykorzystanie grawitacji do skierowania atomów po ścieżce naśladującej okrężne ruchy elektronu w polu magnetycznym, choć faktyczne pole magnetyczne w ogóle nie jest wykorzystane.

System ten umożliwia łatwe namierzanie pojedynczych atomów i powinien być w stanie symulować pole magnetyczne o sile wystarczającej do eksperymentu Hofstadtera. „Zimne atomy dają nam dużą swobodę”, mówi Ketterle, którego ekipa opublikowała badania na serwerze arXiv. Ale układ ten ma jeden minus: lasery mają tendencję to ogrzewania atomów, ograniczającym tym samym możliwość kontroli energii cząstek i wygenerowanie fraktalnego wzoru.

Jednak jeśli uda się zapanować nad tym problemem i wygenerować motyli schemat, system może okazać się punktem startowym do badania kwantów w ciałach stałych, na przykład w materiałach, które przewodzą elektryczność na powierzchni, a są izolatorami we wnętrzu. Dieter Jaksch, fizyk z Uniwersytetu Oxford w Anglii mówi: „Spodziewam się, że wraz z motylem Hofstadtera, odkryjemy całe bogactwo nowych zjawisk”.

Źródło zdjęcia: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hofstadter%27s\\_butterfly.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hofstadter%27s_butterfly.png)

**Autor: Katarzyna Chrzęszcz**

<http://laboratoria.net/naturecom/19456.html>

**Informacje dnia:** [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#) [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#) [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#)

**Partnerzy**