

**Superbohaterowie
dla
NAUKI**



**FALE
KWANTOWE
W
GRAFENIE**

Kiedy rozłożysz świeżo wyprasowany obrus na stole, wydaje się on być idealnie płaski i gładki. Jednak w mikroświecie atomów wszystko działa inaczej. Cieniutkie membrany, które przypominają obrus, mogą się marszczyć same z siebie, tworząc fale, jeśli są wystarczająco cienkie.

To zjawisko może nam wyjaśnić fizyka, która bada mikroświat. Wyobraźmy sobie możliwie najcieńszy materiał. Ponieważ cała materia składa się z atomów, najmniejsza grubość materiału to jeden atom. Jako pierwsi stworzyli taki materiał dwaj fizycy: A. Geim i K. Nowoselow, którzy za pomocą taśmy klejącej oderwali warstwę o grubości atomu od grafitu ołówka. Nazywali tę warstwę grafenem i w ten sposób stworzyli pierwszą próbkę dwuwymiarowego materiału. Jest to materiał dwuwymiarowy, ponieważ jego grubość jest znacznie mniejsza niż jego szerokość i długość. Za swoje odkrycie, które zapoczątkowało nową erę w fizyce i technologii, w 2010 roku otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Grafen uważany jest za bardzo obiecujący materiał w elektronice ze względu na jego niezwykle właściwości elektryczne.

Grafen posiada również inne niezwykle właściwości, takie jak wysoka wytrzymałość mechaniczna i przewodność cieplna. Dziś grafen nie jest już jedynym dwuwymiarowym materiałem, istnieje wiele innych,

a ich lista stale się poszerza. Ponadto, różne materiały dwuwymiarowe mogą być układane jeden na drugim, aby stworzyć nowe materiały o interesujących właściwościach i możliwościach zastosowania.

Z fizyki wiemy, że atomy stale się poruszają, szybciej w wyższej temperaturze, a wolniej w niższej. Dlatego grafen i inne dwuwymiarowe materiały nie mogą być całkowicie płaskie i gładkie. Nawet jeśli ruch termiczny zatrzyma się całkowicie (jako wynik schłodzenia do zera absolutnego, 0 stopni Kelvina), atomy nie pozostaną w tej samej pozycji. Wynika to z mechaniki kwantowej, która mówi, że nawet w najniższej temperaturze atomy nadal będą wykonywały ruch znany jako **ruch punktu zerowego**. Ten kwantowy ruch punktu zerowego tworzy również fale w grafenie, których nie sposób zatrzymać. Fizycy chcieliby poznać właściwości tych fal kwantowych w grafenie. Są one jednak bardzo trudne do obliczenia, ponieważ fale kwantowe są bardziej skomplikowane niż fale termiczne. I właśnie tu z pomocą przychodzi super-



SŁOWACJA

Centrum Obliczeniowe
Centrum Operacyjnego
Słowackiej Akademii Nauk
www.vs.sav.sk

komputer **AUREL**.

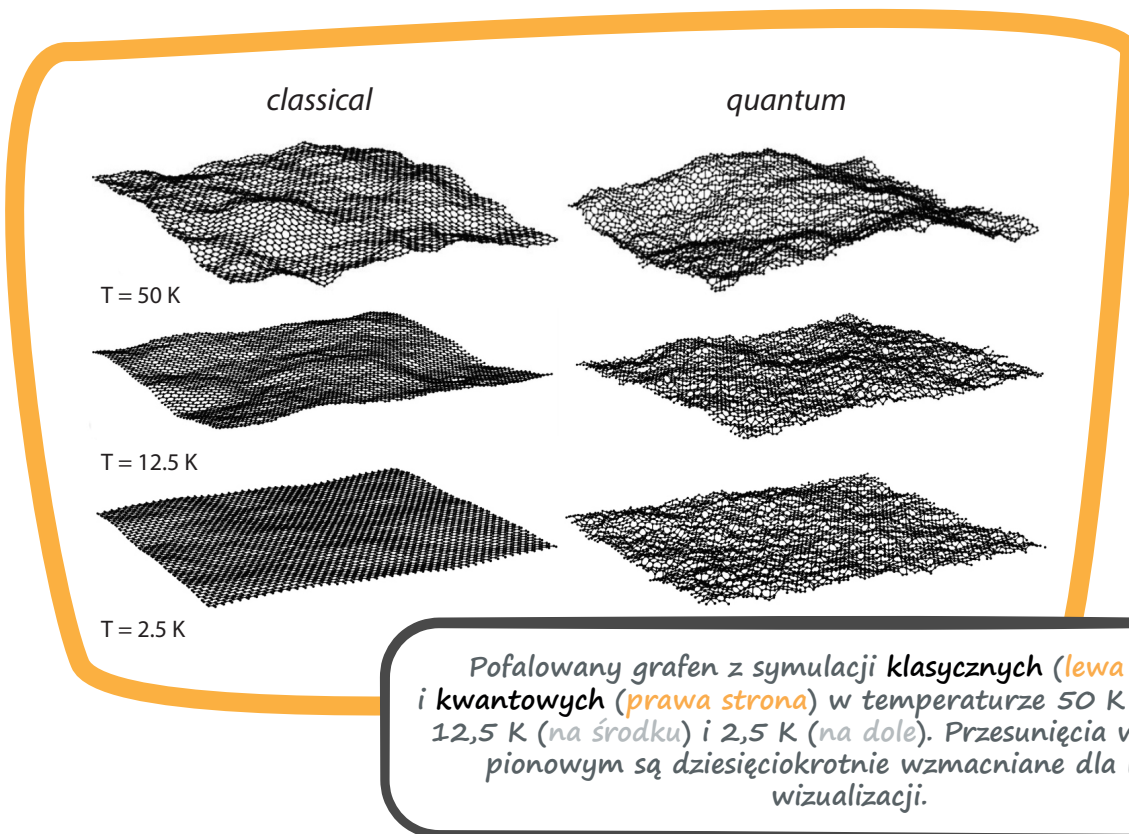
W 2013 roku Juraj Hašík, student fizyki teoretycznej na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Komeńskiego w Bratysławie, zaczął zajmować się tym problemem pod kierunkiem profesora Romana Martoňáka. Martoňák napisał kod, który może matematycznie symulować fale kwantowe w grafenie. Świat kwantowy jest jednak skomplikowany, a obliczenia wymagają wykonania ogromnej liczby operacji matematycznych. Gdyby kod był uruchamiany na standardowym komputerze osobistym, zajęłoby to wiele lat. Na szczęście Aurel jest komputerem wykorzystującym obliczenia równoległe i może wykonywać jednocześnie wiele (dziesiątki, setki, a nawet tysiące) zadań. Duży problem dzieli się na małe części, które można rozwiązać oddzielnie, a całość rozwiązuje się znacznie szybciej. Napisanie takiego programu nie jest oczywiście łatwe, ale warto się postarać. Juraj Hašík kontynuował swoje badania na studiach doktoranckich w Międzynarodowej Szkole Badań

Zaawansowanych w Trieście we Włoszech, gdzie współpracował również z profesorem Erio Tosattim.

Co **AUREL** powiedział nam o falach kwantowych w grafenie? Okazało się, że całkowicie różnią się one od klasycznych. Na dłuższych dystansach są słabsze, więc grafen pozostaje płaski. Na krótszych dystansach są mocniejsze, przez co grafen jest bardziej szorstki. Mówiąc wprost, grafen kwantowy w niższych temperaturach jest bardziej płaski i szorstki niż klasyczny. Praca ta została opublikowana w czasopiśmie *Physical Review B* (04.04.2018), i wyróżniona przez redakcję.

Prof. Roman Martoňák

Departament Fizyki Doświadczalnej
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki
Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie
SŁOWACJA



Chcesz dowiedzieć się
WIĘCEJ?

superheroes4science.eu

facebook.com/superheroes4science

instagram.com/superheroes4science

Projekt Superheroes 4 Science jest
wspierany przez Fundusz Wyszehradzki.

www.visegradfund.org

• Visegrad Fund
•