

**SUPERHRDINOVÉ
VĚDY**



**KVANTOVÉ
VLNY
NA
GRAFENU**

Pokud máme na stole rozprostřený vyžehlený ubrus, zdá se nám být dokonale rovný a hladký. Ale v mikrosvětě atomů to funguje jinak. Tenké membrány podobné ubrusu se mohou samy zvlnit, jsou-li dostatečně tenké.

Pro pochopení daného jevu se musíme obrátit na fyziku, která se studiem mikrosvěta zabývá. Zaměříme se na ten nejtenčí materiál, jaký si umíme představit. Jelikož je veškerá hmota tvořena atomy, nejmenší tloušťka, kterou může materiál mít, je jeden atom. Prvními vědci, kterým se podařilo takový materiál vytvořit, byli fyzikové A. Geim a K. Novoselov. Použili lepicí pásku, pomocí které odtrhli z grafitu – tuhy vrstvu o tloušťce jednoho atomu. Tuto vrstvu nazvali grafen, a vytvořili tak první dvoudimenzionální materiál, protože jeho tloušťka je mnohem menší než jeho délka a výška. Za tento objev, jenž započal novou éru ve fyzice a technologii, získali v roce 2010 Nobelovu cenu za fyziku. Díky svým neobyčejným elektrickým vlastnostem je grafen považován za velice slibný materiál pro použití v elektronice.

Grafen má také další mimořádné vlastnosti, jako jsou vysoká mechanická pevnost a tepelná vodi-

vost. Dnes již grafen není jediným dvourozměrným materiálem, existuje mnoho dalších a seznam se stále rozšiřuje. Kromě toho na sebe mohou být naskládány různé dvourozměrné materiály pro vytvoření materiálů zcela nových – se zajímavými vlastnostmi a potenciálem pro použití ve všech typech aplikací.

Z fyziky víme, že se atomy neustále pohybují – rychleji při teplotě vyšší a pomaleji při nižší. Proto grafen a jiné dvourozměrné materiály nemohou být zcela ploché a hladké. I kdyby se tepelný pohyb zcela zastavil (ochlazením na absolutní nulu, 0 stupňů Kelvina), atomy by stále nezůstaly ve stejné poloze. To je důsledek zákonů kvantové mechaniky, které říkají, že dokonce i u nejnižší teploty atomy stále vykonávají nějaký pohyb, známý jako **pohyb bodu nuly**. Tento kvantový nulový pohyb také vytváří vlnky na grafenu a neexistuje žádný způsob, jak jej zastavit. Fyzikové by chtěli



SLOVENSKO

**Výpočetní středisko
Centra společných činností
Slovenské akademie věd
www.vs.sav.sk**

znát vlastnosti těchto kvantových vln v grafenu. Je však velmi těžké je spočítat, protože kvantové vlny jsou složitější než tepelné. A to je problém, se kterým pomáhá superpočítač **AUREL**.

V roce 2013 začal Juraj Hašík, student teoretické fyziky na Fakultě matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislavě, popsany problém řešit pod vedením prof. Romana Martoňáka. Napsal kód, který může matematicky simulovat kvantové vlny v grafenu. Kvantový svět je však komplikovaný a výpočet zahrnuje obrovské množství matematických operací. Pokud by byl zadán standardnímu osobnímu počítači, trvalo by to mnoho let. Naštěstí Aurel je paralelní počítač a dokáže provádět mnoho (desítky, stovky a dokonce i tisíce) výpočtů současně. Velký problém se rozdělí na malé části, které mohou být počítány samostatně, a celý pak lze vyřešit mnohem rychleji. Psaní takového programu není samozřejmě snadné, ale stojí za to. Juraj Hašík pokračoval

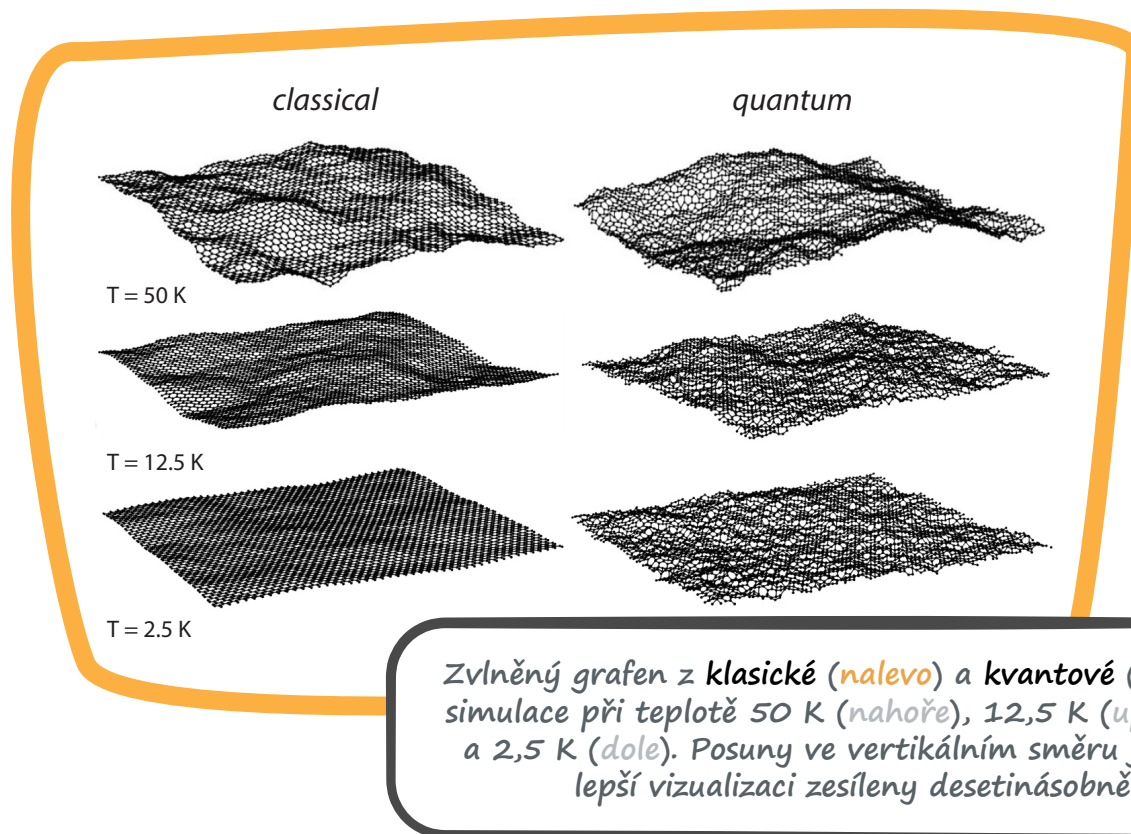
ve svém výzkumu i poté, co odešel studovat doktorská studia na Mezinárodní školu pro pokročilé studium v Terstu v Itálii, kde pracoval také u prof. Eria Tosattiho.

Co nám **AUREL** pověděl o kvantových vlnách v grafenu? Ukázalo se, že jsou zcela odlišné od těch klasických. Na delší vzdálenosti jsou slabší, a proto povrch grafenu zůstává hladký. Na kratších vzdálenostech jsou silnější, takže grafen je drsnější. Jednoduše řečeno, kvantový grafen je při nižších teplotách více plochý a drsnější oproti klasickému. Tato práce byla publikována v časopise *Physical Review B* (04/04/2018) a příspěvek byl doporučen redakcí.

Prof. Roman Martoňák

Katedra experimentální fyziky

*Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislavě*



Chcete se dozvědět více?

superheroes4science.eu

facebook.com/superheroes4science

instagram.com/superheroes4science

Projekt Superheroes 4 Science je podpořen
Mezinárodním visegrádským fondem.

www.visegradfund.org

• Visegrad Fund