

**SUPERHRDINOVIA
VEDY**



**KVANTOVÉ
VLNY
NA
GRAFÉNE**

Ak máme na stole vyžehlený obrus, zdá sa nám úplne plochý a hladký. Avšak v mikrosвете atómov veci fungujú inak. Tenké membrány podobné obrusu sa môžu zvlniť aj samé od seba, ak sú dostatočne tenké. **Ako je to možné?**

Pre odpoveď sa treba obrátiť na fyziku, ktorá dokáže skúmať aj mikrosvet. Aký je najtenší materiál, ktorý si vieme predstaviť? Keďže látka sa skladá z atómov, najmenšia hrúbka je jeden atóm. Prví, ktorí takýto materiál dokázali vytvoriť, boli fyzici A. Geim a K. Novoselov. Pomocou lepiacej pásky dokázali z grafitu - teda z tuhy do ceruzky - odtrhnúť vrstvu s hrúbkou jedného atómu. Túto vrstvu nazvali **grafénom** a takto vlastne vyrobili prvý dvojrozmerný materiál. Dvojrozmerný preto, lebo jeho hrúbka je oveľa menšia, ako šírka a dĺžka. Za svoj objav, ktorý odštartoval novú epochu vo fyzike a technike, boli v roku 2010 ocenení Nobelovou cenou za fyziku. Kvôli svojim veľmi zaujímavým elektronickým vlastnostiam je grafén považovaný za veľmi perspektívny materiál pre elektroniku, ale má aj iné pozoruhodné vlastnosti, akými sú vysoká mechanická pevnosť či tepelná vodivosť. Dnes už grafén nie je jediným dvojrozmerným materiálom, existuje mnoho ďalších a ich zoznam sa stále zväč-

šuje. Rôzne dvojrozmerné materiály možno navyše ukladať na seba a takto vzniknú nové materiály so zaujímavými vlastnosťami a veľkým potenciálom pre využitie v najrôznejších aplikáciách.

Fyzika nám hovorí, že atómy sa stále pohybujú - rýchlejšie pri vyšších teplotách a pomalšie pri nižších. Tento pohyb je príčinou toho, že grafén alebo iný dvojrozmerný materiál nemôže byť plochý a hladký. Aj keby sa tepelný pohyb atómov úplne zastavil (ochladením na absolútnu nulu, 0 stupňov Kelvina), atómy by nezostali stáť na tom istom mieste. Môže za to takzvaná kvantová mechanika, ktorá hovorí, že aj pri najnižšej teplote atómy vykonávajú určitý pohyb, ktorému sa hovorí aj **nulové kmity**. Tieto kvantové nulové kmity tiež spôsobia zvlnenie grafénu, a neexistuje nijaký spôsob, ako sa tohto zvlnenia zbaviť. Fyzici by radi vedeli, aké vlastnosti majú tieto kvantové vlny v graféne. Ukazuje sa však, že toto sa nedá jednoducho vypočítať, preto-



**Výpočtové stredisko
Centra spoločných činností
Slovenkej akadémie vied
www.vs.sav.sk**

že kvantové vlny sú zložitejšie, než tie tepelné. A tu nám prichádza na pomoc superpočítač **AUREL**.

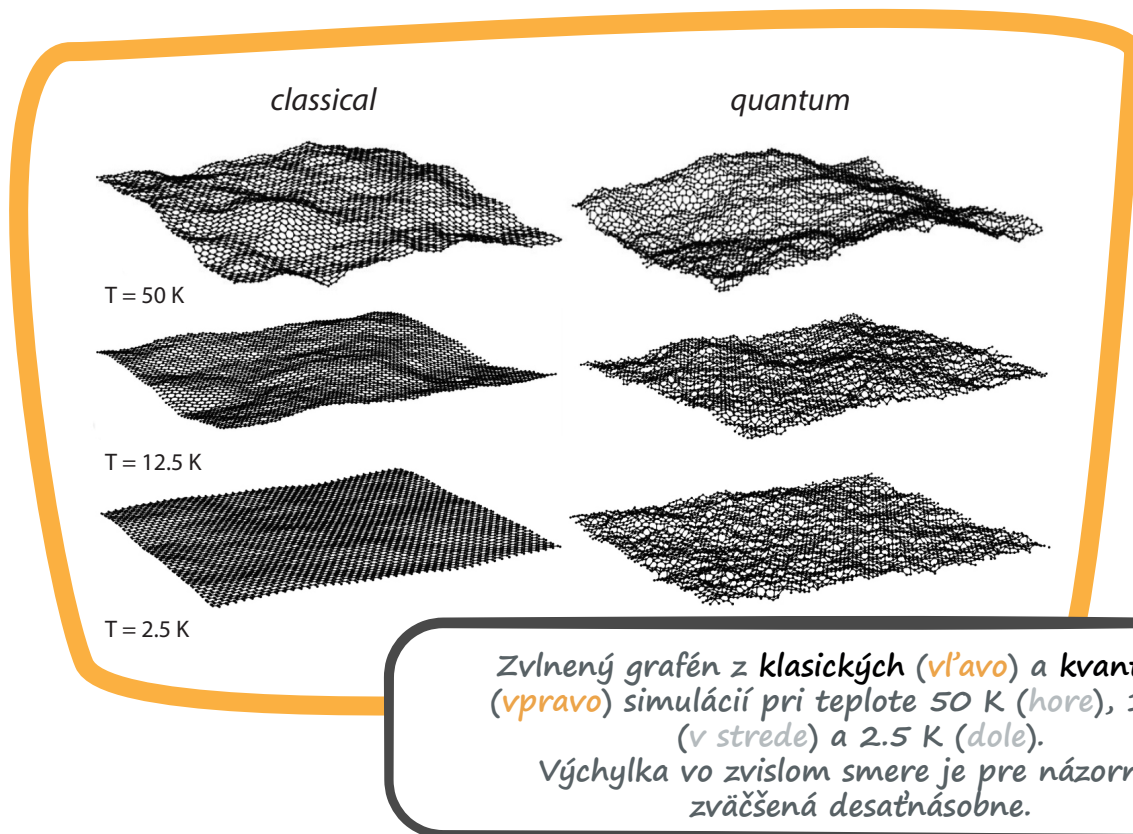
V r. 2013 sa týmto problémom začal zaoberať študent teoretickej fyziky na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave Juraj Hašík pod vedením Prof. Romana Martoňáka. V rámci svojej diplomovej práce napísal program, ktorý dokáže kvantové vlny na graféne matematicky simulovať. Kvantový svet je ale zložitý a výpočet potrebuje vykonať obrovské množstvo matematických operácií. Keby bežal na bežnom osobnom počítači, trval by mnoho rokov. Aurel je však paralelný superpočítač a dokáže robiť veľa (napr. desiatky, stovky až tisíce) výpočtov naraz. Veľký problém sa tak rozdelí na menšie časti, ktoré sa počítajú súčasne, a celý výpočet sa výrazne urýchli. Samozrejme, že napísať takýto program nie je jednoduché, ale stojí to za námahu. Juraj Hašík v tomto výskume ďalej pokračoval aj po odchode na PhD štúdium do International School for Advanced Studies, Trieste, Taliansko, kde

pri riešení tohoto problému spolupracoval aj s Prof. Eriom Tosattim.

Čo nám nakoniec **AUREL** povedal o kvantových vlnách v graféne? Ukázalo sa, že kvantové vlny sú úplne iné ako tie klasické. Na dlhých vzdialenostiach sú slabšie, a preto grafén ostane plochý. Na krátkych vzdialenostiach sú však silnejšie a preto grafén „zdrsnia“. Jednoducho povedané, kvantový grafén pri veľmi nízkej teplote je plochejší ale zároveň drsnejší, než ten klasický. Výsledky tejto štúdie boli publikované 4. apríla 2018 v časopise *Physical Review B* a článok bol označený ako tip vydavateľa (tzv. Editors' Suggestion).

Prof. Roman Martoňák

Katedra experimentálnej fyziky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislave



Chcete sa dozvedieť viac?

superheroes4science.eu

facebook.com/superheroes4science

instagram.com/superheroes4science

Projekt Superheroes 4 Science je podporovaný Vyšehradským fondom.

www.visegradfund.org

