

Цената на плоския въглерод
Руски емигранти получават Нобеловата награда за физика, 2010 г.



Константин Новоселов

Константин Сергеевич Новоселов е роден през 1974 г. в Нижни Тагил. През 1997 г. завършва МФТИ и до 1999 г. работи в Института по проблеми на микроелектрониката и на свръхчистите материали, след което емигрира. Понастоящем работи в университета в Манчестър. Има руско и британско гражданство.



Андрей Константинович Гейм е роден през 1958 г. в Сочи. През 1982 г. завършва факултета по обща и приложна физика на МФТИ, а през 1987 г. защитава кандидатска дисертация в Института по физика на твърдото тяло на АН СССР. До 1990 г. работи в Института по проблемите на технологиите в микроелектрониката и на свръхчистите материали, след което емигрира. В момента на откритието (2004 г.) заедно с Константин Новоселов работи в университета в Манчестър. И сега работи там, бидейки формално гражданин на Холандия.

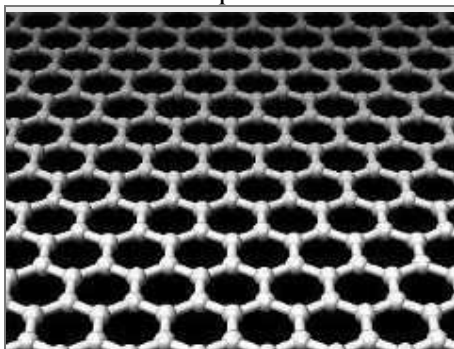
Графенът е материал, който през последните шест години се намира в центъра на вниманието на физиците-експериментатори по целия свят. Наистина, преди това, 40 години се смяташе, че двумерен въглероден лист е не повече от моделна абстракция, позволяваща в някои случаи да се направят сложните пресмятания в квантовата механика малко по-разбираеми. И ето, Константин Новоселов и Андрей Гейм, които понастоящем работят в университета в Манчестър, получиха Нобелова награда за това, че прехвърлиха графена от теоретичната плоскост в практическата. А сега – по ред за всичко.

Дългият път до графена

От училищната химия е известно, че свойствата на веществата зависят не само от атомите, които ги съставят, но и от взаимното им разположение. Като пример обикновено се сочи въглеродът, който при едно разположение на атомите образува крехкият и мръсен графит, а при друго – блестящият твърд диамант. Такива прости вещества, които имат различни свойства при еднакъв състав, се наричат алотропни модификации. В този смисъл графитът и диамантът са алотропни модификации на въглерода.

През 60-те години на миналия век започват физиците започват да изучават усилено не само тримерни, но и двумерни алотропни модификации. По-специално например, атомите на въглерода могат да се разположат в една равнина по най-простия и естествен начин – във вид на хексагонална решетка (т.е. решетка, всяка клетка на която е шестоъгълник). Даже и тогава обаче тази идея не е била нова – например Оскар Клайн в 1929 г. предсказва необикновени квантови свойства за такъв материал.

По същото време се правят опити да се получат отделни “парчета” от плосък въглерод, но те не водят до успех. В резултат от това много учени решават, че получаването на такъв материал на практика е принципно невъзможно от съображения за стабилност (подобна ситуация често се среща във физиката – например кварките, които изграждат адроните, не съществуват поотделно). В резултат от това графенът остава не повече от една абстракция, удобна например при пресмятанията – нали при две измерения много уравнения, свързани, например с квантовата механика, забележимо се опростяват.



Структура на графена. Разстоянието между атомите е 0,142 нанометра. Графенът поглъща 2,3 процента от падащата върху него светлина.

Пръв предвестник на революционното откритие на Андрей Гейм и Константин Новоселов става откриването на фулерените през средата на 80-те години. Фулерените са изпъкнали многостенни тела, по ъглите на които се разполагат въглеродните атоми. Най-известният подобен материал се нарича C_{60} . В тази модификация атомите се разполагат по върховете на фигура, която прилича на футболна топка (в математиката подобен многостен се нарича пресечен икосаедър). Между другото, за това откритие през 1996 г. американците Робърт Кърл и Ричард Смели, заедно с британеца Харолд Крото, получават Нобелова награда за химия.

След това, през 90-те години развитието на техниката позволява изучаването на т.нар. въглеродни нанотръбички (за първооткриватели на тези обекти претендират едновременно няколко групи изследователи, между които има и съветски физици). Изглеждаше, че от тръбичките до графена има само една крачка: трябва да ги разрежеш по дължина, да ги разпънеш и ето – готово двумерно листче въглерод. Оказва се, че

това действително е възможно и то бе доказано през 2009 г. от учени от Станфордския университет и от университета Райс. За пръв път обаче “невъзможният” материал бе получен по друг начин.

Война за първенство

Както често се случва в науката, Гейм и Новоселов не само успяха да учудят болшинството от физиците, като получиха на практика материал, който се смяташе за нестабилен, но и да изпреварят няколко други групи изследователи, които буквално ги следваха по петите.

Така например технологията на пилинга (именно така се нарича методиката, по която работили емигрантите от бившия СССР) е измислена не от Гейм и Новоселов – този метод безуспешно се опитвали да приложат изследователи под ръководството на Родни Роуф от Тексаския университет още през 1999 г.

По-нататък, само два месеца след появата на статията на Гейм и Новоселов учени от Технологичния университет в Джорджия изпращат за публикуване статия, в която се предлага да се получат тънки листове въглерод чрез изгаряне при температура 1300 °C на силициев карбид. Освен това по същото време физици от Колумбийския университет опитват “да рисуват” подобни ципи – те прикрепили кристал въглерод към иглата на силов микроскоп и го прекарвали по повърхността. По този начин обаче успели да получат ципи с дебелина десет въглеродни слоя.

По какъв начин Гейм и Новоселов изпреварват съперниците си? Оказва се, че всеки човек, който някога е писал с молив, несъзнателно се е занимавал с производство на графенови листа – по време на писането въглеродът от острието на молива се наслоява на плоски късчета, някои от които може да се окажат с дебелина само от един атом. Точно тази идея използват Гейм и Новоселов – те отлепвали късчетата от графит с помощта на скоч, след което ги пренасяли на специална подложка. През 2004 г. в *Science* се появява статия от физиците, в която те описват не само технологията на получаване на графена, но и някои негови свойства.

Бъдещето

След това настъпва това, което интересуващите се от наука хора могат да наблюдават и до сега – истински изследователски бум, свързан с изучаването на графена.

Физиците се научиха да създават подходящи за наноелектрониката ленти от графен. Учените обясниха неуспехите на високотемпературната свръхпроводимост. Физиците успяха да заселят електрони в свободните места в графена. Химиците успяха да увеличат размера на лист графен почти десет пъти. Физиците разкриха механизма на разкъсване на графена. Всичко изброено представлява само заглавия на бележки, посветени на графена, които се появиха в сайта “Лента.ру” от началото на 2010 г.

За изминалите след откритието на Гейм и Новоселов 6 години учените се научиха не само да правят по-големи или по-малки парченца графен, но и откриха невероятния потенциал на този материал. Така например, графенът притежава голяма якост (той е 100 пъти по здрав от стоманен лист с аналогична дебелина), топлопроводност (графенът провежда топлината 10 пъти по-добре от медта),

максимална подвижност на електроните в сравнение с всички известни материали, а също така е подходящ за създаване на уникална електроника и мн.др.

Наистина, почти всички възможности на графена все още са далече от практиката – факт, който, очевидно, Нобеловият комитет разбира добре (поради което и формулировката, с която на Гейм и Новоселов се присъжда наградата, звучи така: “за пионерски експерименти, отнасящи се до двумерния материал графен”). Въпреки това графенът има бъдеще. Бъдеще, което ще стане реалност благодарение на работата на някогашните руски учени Андрей Гейм и Константин Новоселов.

Андрей Коняев