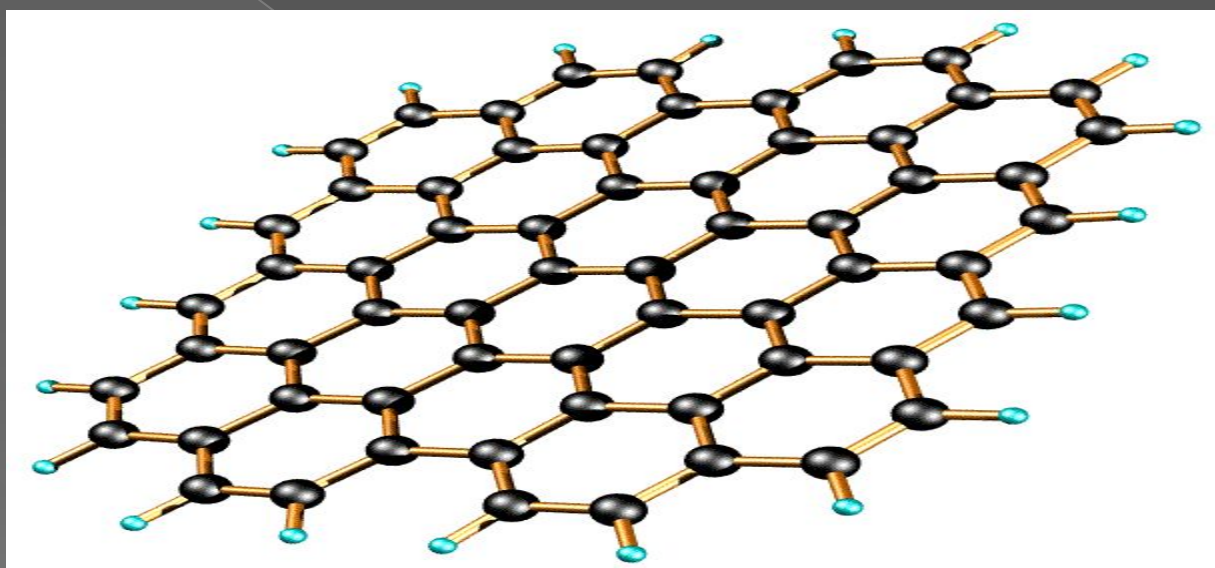


Графен и силицен



Подготовил: Н. Козлов СТМ-161

Что такое графен

Графен (англ. graphene) — двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, находящихся в sp^2 -гибридизации и соединённых посредством σ - и π -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Его можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла.

История создания

Теоретическое исследование графена началось задолго до получения реальных образцов материала, поскольку из графена можно собрать трёхмерный кристалл графита.

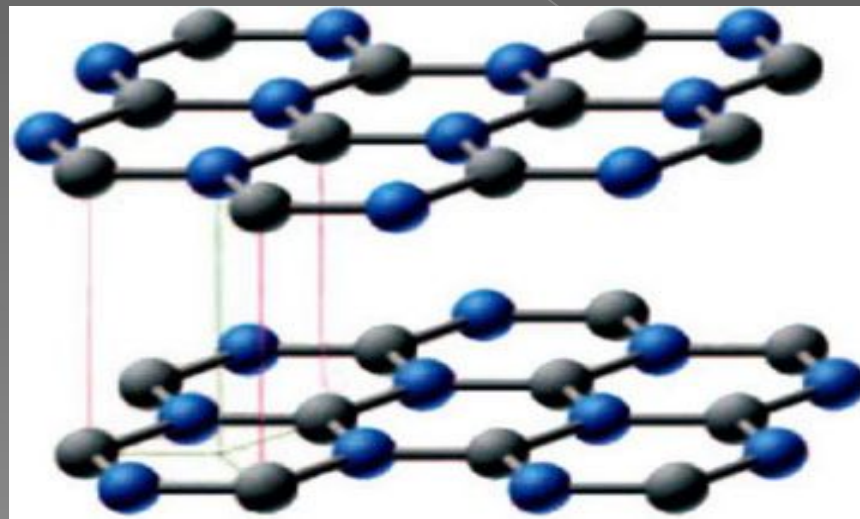
Интерес к графену появился снова после открытия углеродных нанотрубок, поскольку вся первоначальная теория графена строилась на простой модели развёртки цилиндра нанотрубки. Поэтому теория для графена в приложении к нанотрубкам хорошо проработана.

Попытки получения графена, прикрепленного к другому материалу, начались с экспериментов, использующих простой карандаш, и продолжились с использованием атомно-силового микроскопа для механического удаления слоёв графита, но не достигли успеха. Использование графита с внедрёнными в межплоскостное пространство чужеродными атомами (используется для увеличения расстояния между соседними слоями и их расщепления) тоже не привело к результату.

В 2004 году русскими учёными Андреем Геймом и Константином Новоселовым была опубликована работа в журнале Science, где сообщалось о получении графена на подложке окисленного кремния. Таким образом, стабилизация двумерной плёнки достигалась благодаря наличию связи с тонким слоем диэлектрика оксида кремния по аналогии с тонкими плёнками, выращенными с помощью МПЭ. Впервые были измерены проводимость, эффект Шубникова — де Гааза, эффект Холла для образцов, состоящих из плёнок углерода атомарной толщины.

Виды графена

Помимо обычного графена существует также двухслойный графен. Двухслойный графен — это другая двумерная аллотропная модификация углерода, состоящая из двух слоёв графена. Если B-подрешётка второго слоя расположена над подрешёткой A первого слоя (так называемая упаковка Бернала, аналогичная графиту), то слои расположены на расстоянии около 0,335 нм, благодаря чему электроны из одного слоя графена могут туннелировать в другой. При таком расположении слоёв они повернуты на 60 градусов относительно друг друга, и элементарную ячейку можно выбрать как для графена, но с четырьмя атомами в ней.

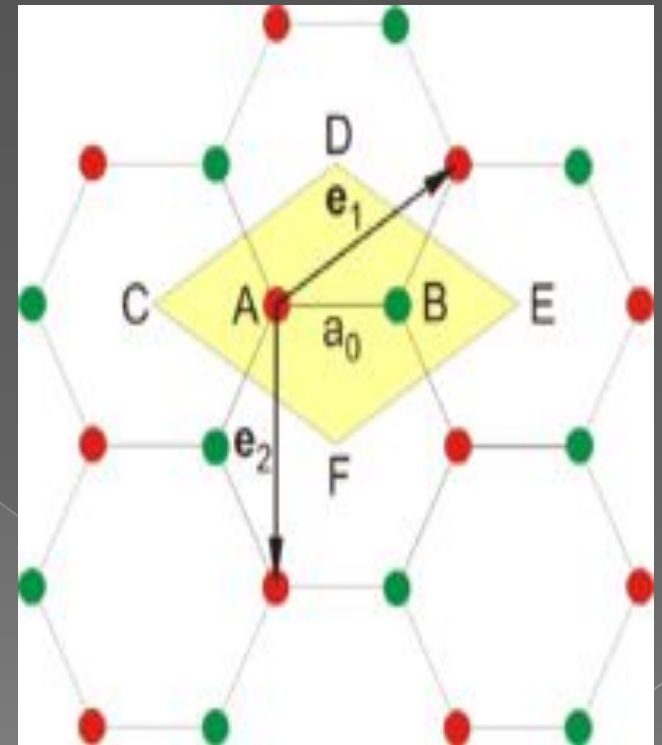


Состав графена

Графен является двумерным кристаллом, состоящим из одиночного слоя атомов углерода, собранных в гексагональную решётку.

Структура графена

- Кристаллическая решётка графена представляет собой плоскость, состоящую из шестиугольных ячеек, то есть является двумерной гексагональной кристаллической решёткой. Для такой решётки известно, что её обратная решётка тоже будет гексагональной. В элементарной ячейке кристалла находятся два атома, обозначенные A и B. Каждый из этих атомов при сдвиге на вектора трансляций образует подрешётку из эквивалентных ему атомов, то есть свойства кристалла независимы от точек наблюдения, расположенных в эквивалентных узлах кристалла. На рисунке представлены две подрешётки атомов, закрашенные разными цветами: зелёным и красным.
- Расстояние между ближайшими атомами углерода в шестиугольниках, обозначенное a_0 , составляет 0,142 нм. Постоянную решётки можно получить из простых геометрических соображений. Она равна 0,246 нм.



Свойства графена

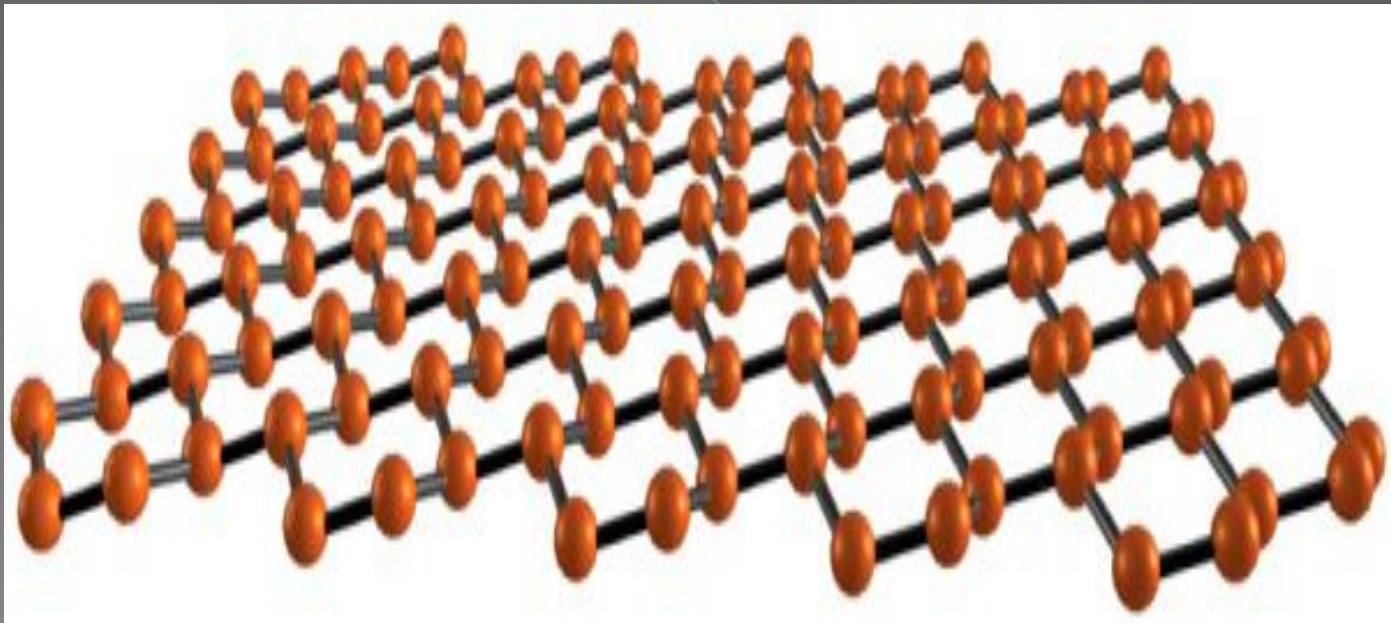
- Высокая проводимость
- Теплопроводность
- Прочность
- Подвижность - сила отклика носителей тока на приложенное электрическое поле
- Графен почти прозрачен и поглощает около 2% света

Применение

- Использование графена в качестве очень чувствительного сенсора для обнаружения отдельных молекул химических веществ, присоединённых к поверхности плёнки.
- Считается, что на основе графена можно сконструировать баллистический транзистор.
- использование для изготовления электродов в ионисторах (суперконденсаторах).
- Светодиоды на основе графена
- Возможность создать тонкие полоски графена с такой шириной, чтобы благодаря квантово-размерному эффекту ширина запрещённой зоны была достаточной для перехода в диэлектрическое состояние (закрытое состояние) прибора при комнатной температуре

Силицен

Силицен — двумерное аллотропное соединение кремния, подобное графену. Во многом силицен схож по свойствам и структуре с графеном.



Получить силицен удалось группе ученых из Марсельского междисциплинарного центра нанонауки под руководством Кристеля Леандри. Силицен был получен методом молекулярно-лучевой эпитаксии на серебряной подложке. Основное отличие от графена заключается в большей химической стабильности силиценовых полосок по сравнению с графеновыми, а также в большей структурной гибкости. В частности, речь идет о сильной химической активности атомов углерода, находящихся на краях графеновых полосок, в то время как силиценовые края подвержены такому явлению в значительно меньшей степени.

В 2015 году впервые продемонстрирована технология создания транзистора на основе силицена. Силицен применяется в микроэлектронике для миниатюризации приборов и увеличения ёмкости запоминающих устройств. Область применения силицена ещё обсуждается научным миром, однако существует мнение, что он способен превзойти графен по возможностям и применимости.