

# НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Занятие 7  
04.04.2017

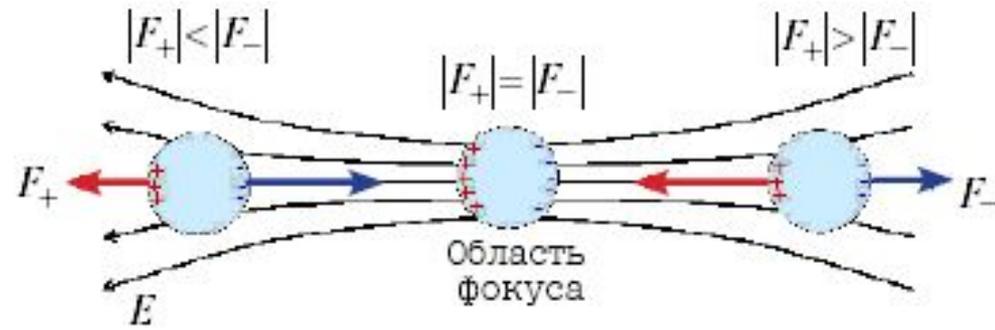
Две причины, почему работает оптический пинцет:

1. Поляризованные частицы втягиваются в электрическое поле.
2. Преломление света удерживает частицу в центре луча.

Для первого нужно, чтобы частица могла поляризоваться во внешнем электрическом поле, тогда на её поверхности появляются заряды. Они должны создавать поля направленные в противоположную сторону.

Но иногда, среда не дает частице образовать такое поле, поскольку поляризуется сама и частичка, в таком случае, «убегает» от фокуса.

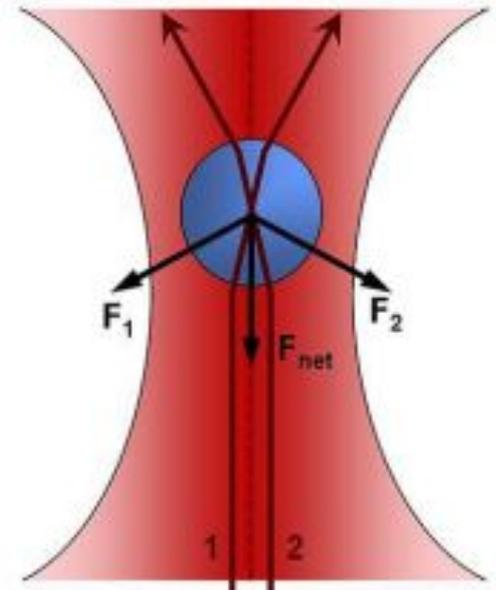
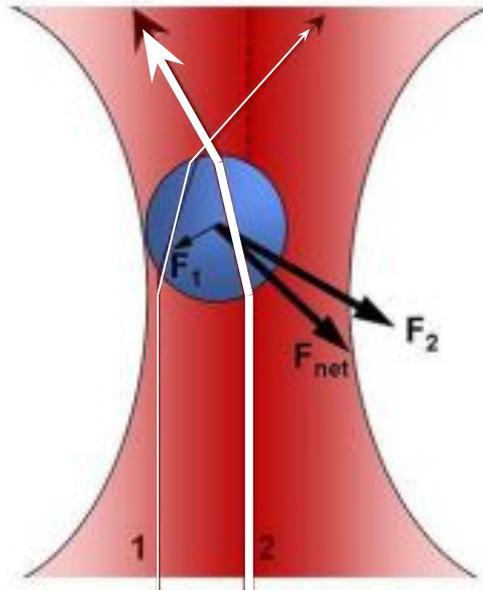
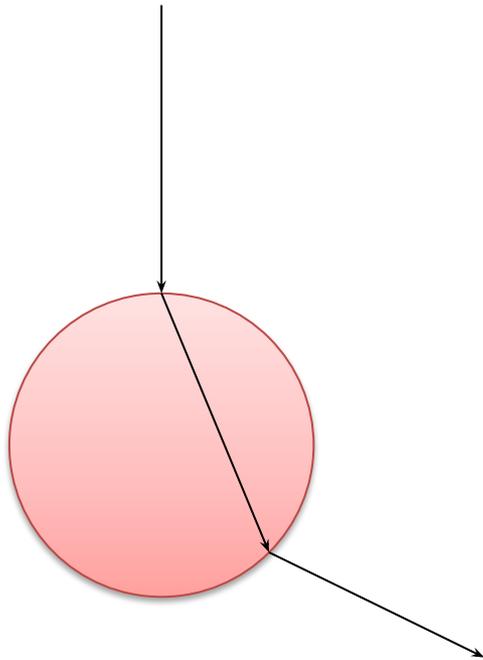
Если абсолютный показатель преломления материалы частицы будет меньше, чем у среды, в которой она находится, то частица будет отклонять свет в другую сторону, а значит, стремиться отойти подальше от оси луча.



Две причины, почему работает оптический пинцет:

1. Поляризованные частицы втягиваются в электрическое поле.
2. Преломление света удерживает частицу в центре луча.

Если абсолютный показатель преломления материалы частицы будет меньше, чем у среды, в которой она находится, то частица будет отклонять свет в другую сторону, а значит, стремиться отойти подальше от оси луча.



Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами

**Графен** - двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, находящихся в  $sp^2$ -гибридизации и соединённых посредством  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку.

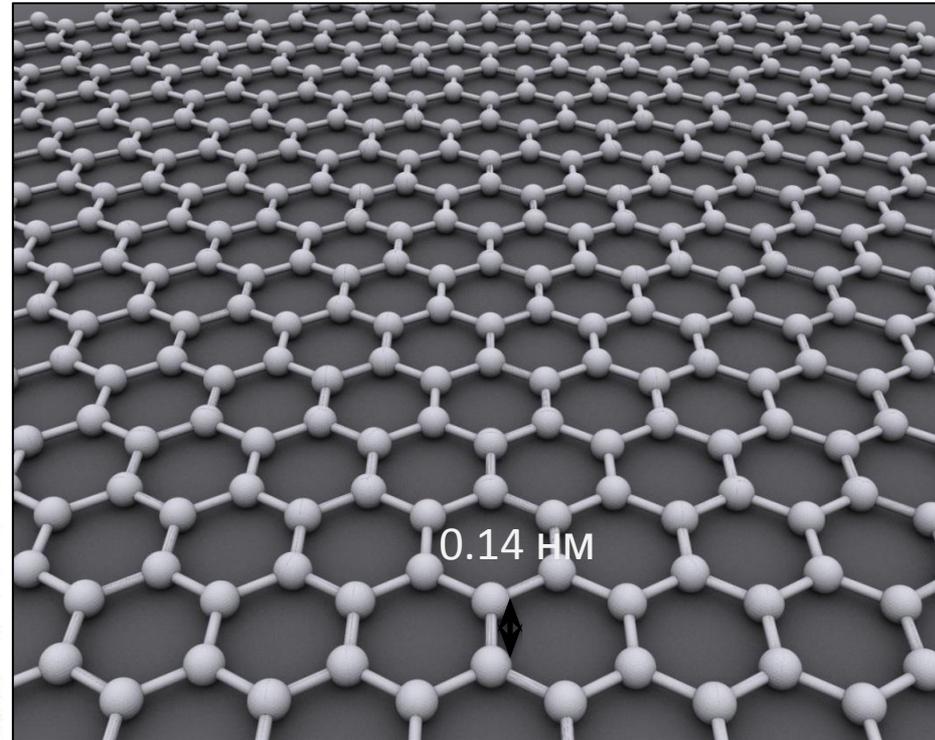
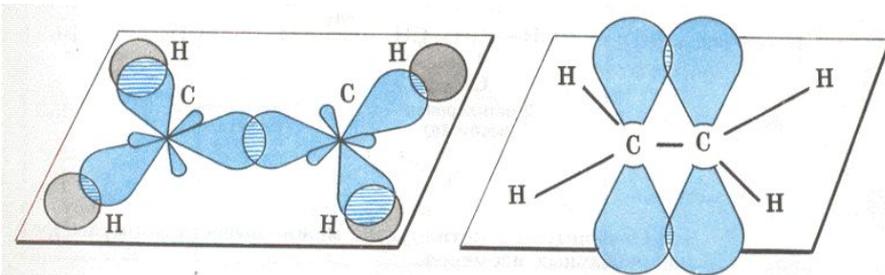
**Графен** - это одиночный плоский лист, состоящий из атомов углерода, связанных между собой и образующих решетку, каждая ячейка которой напоминает пчелиную соту.

Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

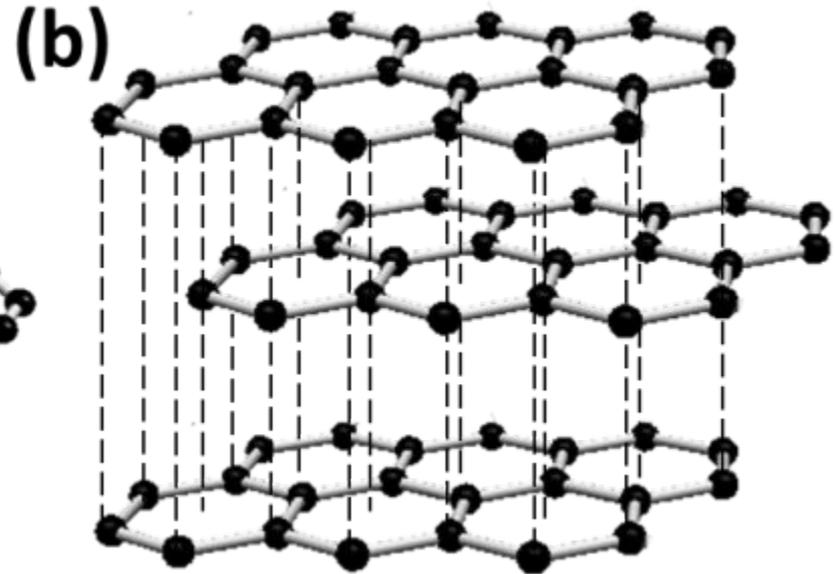
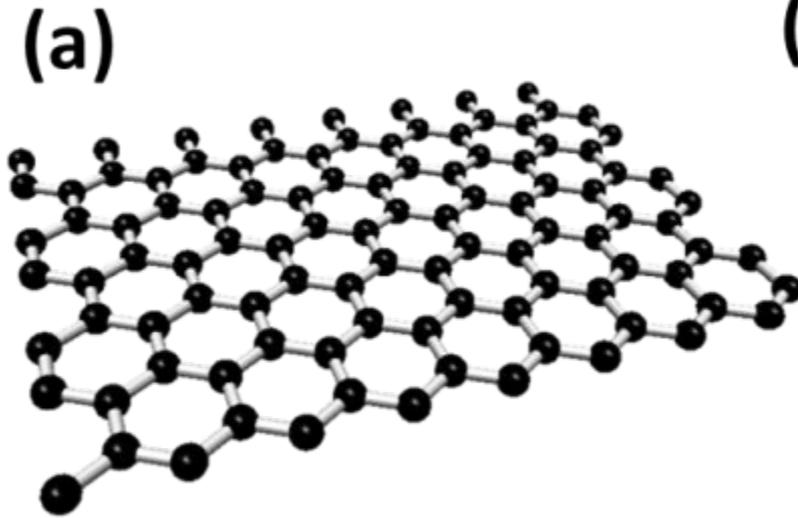
Эти кирпичики представлены:

- **Графеном**
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами

$sp^2$  – гибридизация

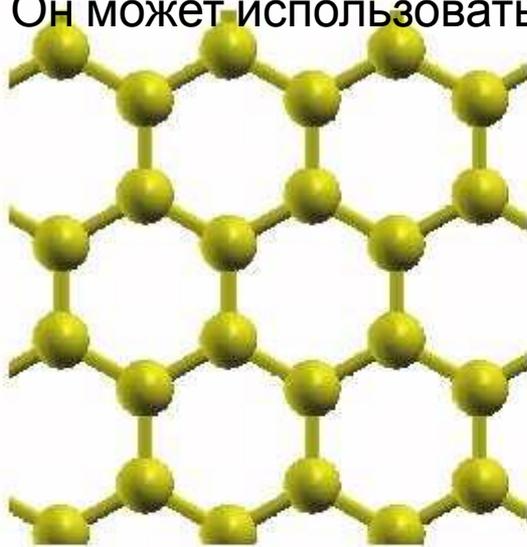


Графит – это несколько листов графена связанных между собой. Причем связи между слоями очень слабые, что легко доказать, с помощью карандаша. Естественно, отделяется не один слой графена, а достаточно, для того, чтобы мы его видели.

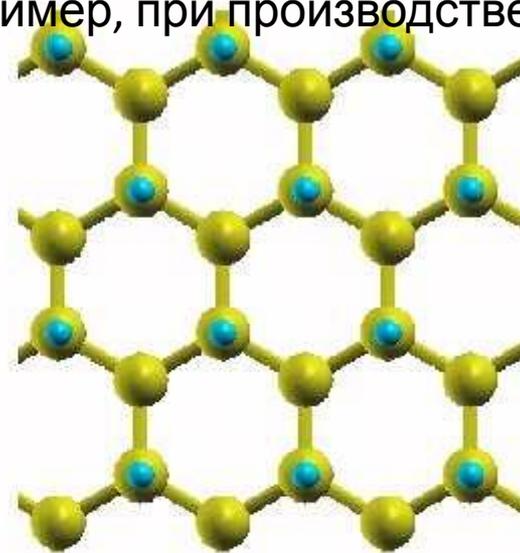


**Графан** — двумерный материал, в котором один атом углерода связан с одним атомом водорода и тремя атомами углерода. Является гидрогенизированным графеном.

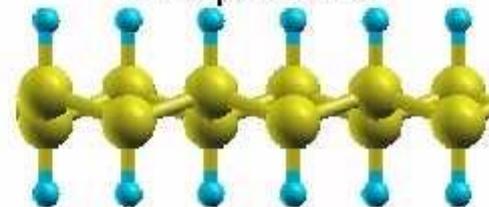
Графан, в отличие от графена, является диэлектриком и химически активным материалом. Нагрев графана приводит к отщеплению атомарного водорода, то есть графан превращается в графен. Он имеет большой потенциал использования в электронике. Он может использоваться, например, при производстве транзисторов.



Graphene



Graphane

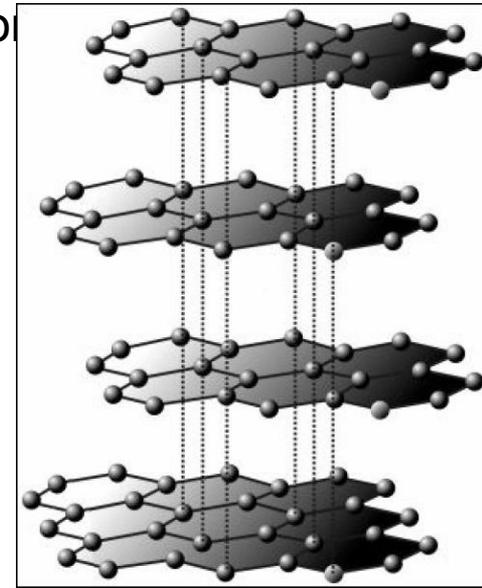


# Получение графена.

Есть механические и химические методы.



При механическом воздействии на некоторые виды графита (киш-графит) можно получить плёнки графена вплоть до  $\sim 100$  мкм. Сначала тонкие слои графита помещают между липкими лентами и отщепляют раз за разом плёнки графита, пока не будет получен достаточно тонкий слой (среди многих плёнок могут попадаться и однослойные, которые и представляют интерес). После отшелушивания скотч с тонкими плёнками графита и графена прижимают к подложке о



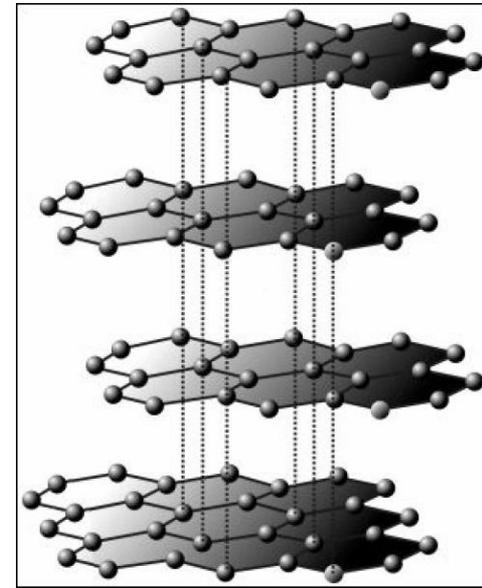
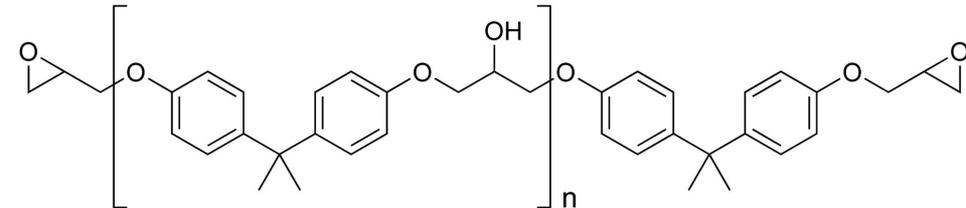
# Получение графена.

Есть механические и химические методы.



Окисленную подложку кремния покрывают эпоксидным клеем и тонкую пластинку графита прижимают к клею при помощи пресса. После удаления графитовой пластинки с помощью липкой ленты на поверхности клея остаются области с графеном и графитом.

Эпоксидка или эпоксидная смола



# Получение графена.

Есть механические и химические методы.



Микрокристаллы графита подвергаются действию смеси серной и азотной кислот. Графит окисляется, и на краях образца появляются карбоксильные группы графена. Их превращают в хлориды при помощи тионилхлорида. Затем под действием октадециламина в растворах тетрагидрофурана, тетрахлорметана и дихлорэтана они переходят в графеновые слои толщиной 0,54 нм.

Этот химический метод не единственный, и, меняя органические растворители и химикаты, можно получить нанометровые слои графита

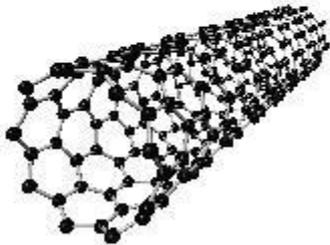
Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

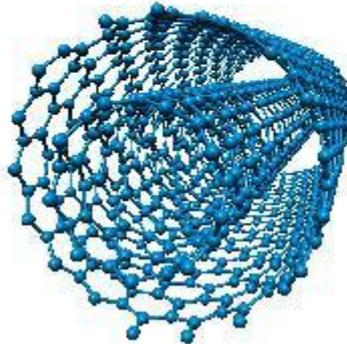
- Графеном
- **Углеродными нанотрубками**
- Фуллеренами

**Углеродные нанотрубки** – это каркасные структуры или гигантские молекулы, состоящие только из атомов углерода. Углеродную нанотрубку легко себе представить, если вообразить, что вы сворачиваете в трубку из графена. Длинной могут быть до десятков нанометров. Но существуют технологии их сплетения, что доводит максимальную длину почти до бесконечности.

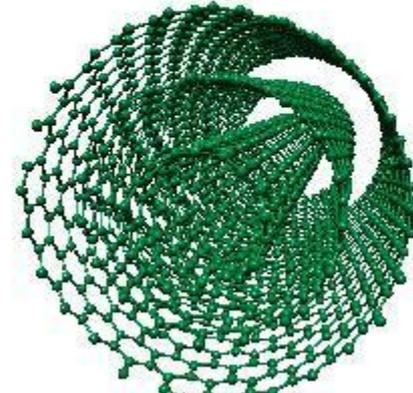
single-walled  
carbon nanotube  
(SWCNT)



double-walled  
carbon nanotube  
(DWCNT)



triple-walled  
carbon nanotube  
(TWCNT)

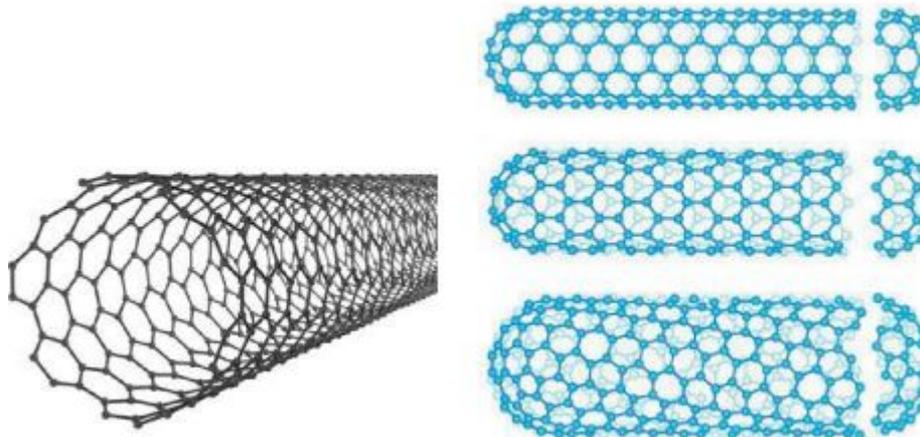


Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- **Углеродными нанотрубками**
- Фуллеренами

Механизм получения до конца не известен. Нанотрубки образуются сами, например, на поверхности угольных электродов при дуговом разряде между ними. При разряде атомы углерода испаряются с поверхности и, соединяясь между собой, образуют нанотрубки самого различного вида – однослойные, многослойные и с разными углами закручивания.



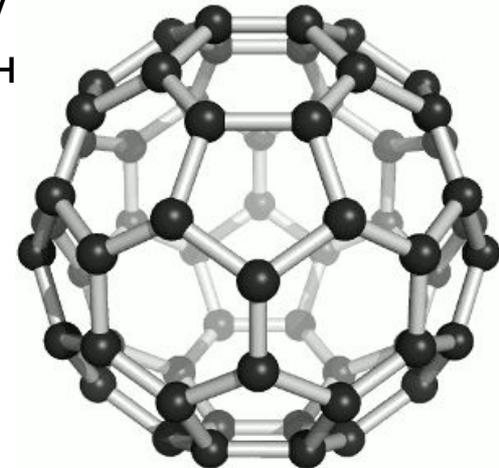
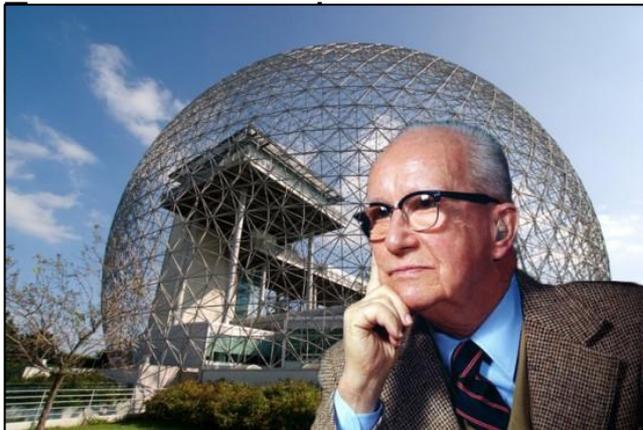
Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- **Фуллеренами**

**Фуллерен**, бакибол, или букибол — молекулярное соединение, принадлежащее классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.

Своим названием фуллерены обязаны инженеру и архитектору —  
одезические конструкции построены

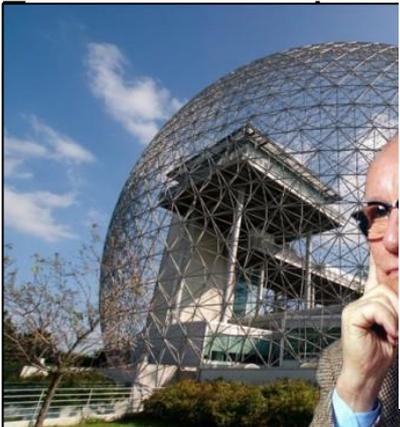


Наноструктуры им  
Эти кирпичики пре

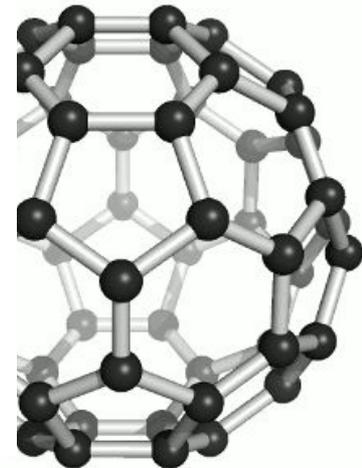
- Графеном
- Углеродными н
- **Фуллеренами**

**Фуллерен**, бакиби  
классу аллотропн  
многогранники, со  
углерода.

Своим названием



длежащее  
ые замкнутые  
х атомов



Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами
- **Другие**

Дендример или арборол (англ. dendrimer) — макромолекула с симметричной древообразной с регулярными ветвлениями структурой

