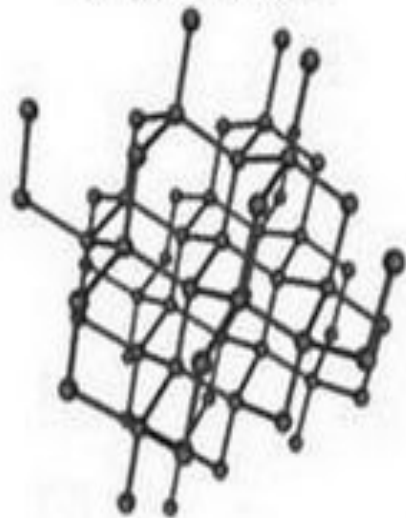
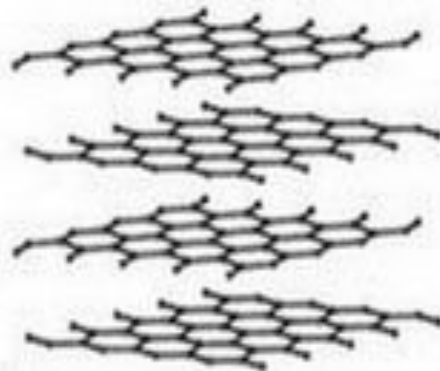


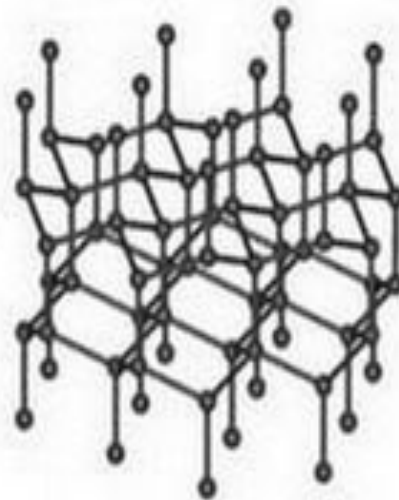
АЛМАЗ



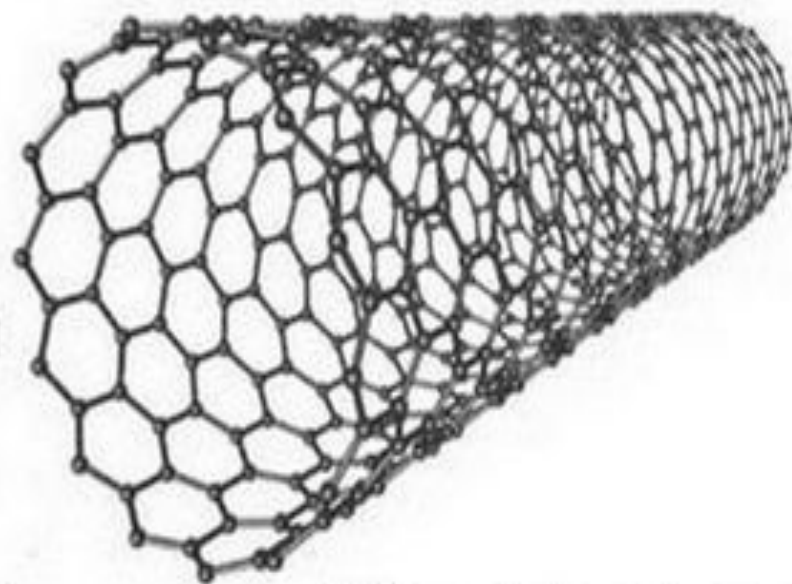
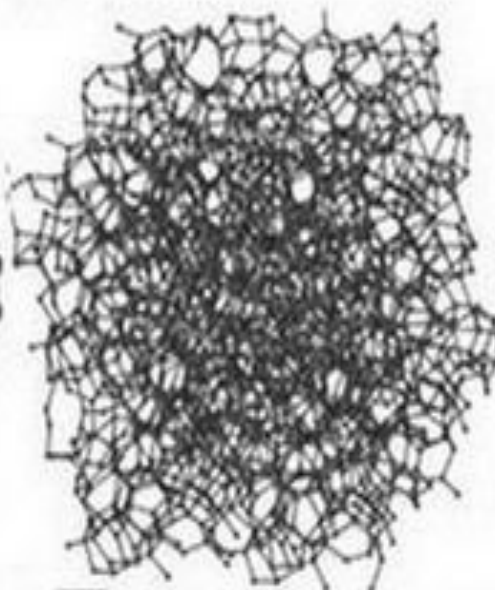
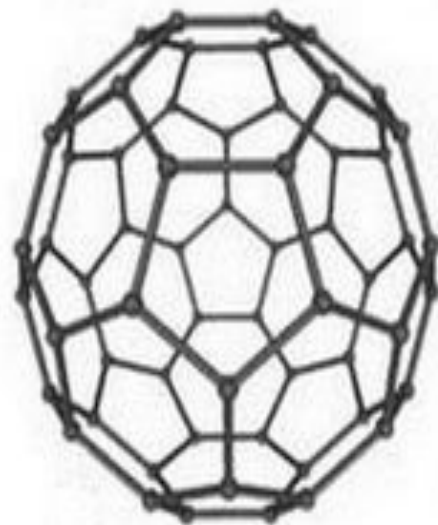
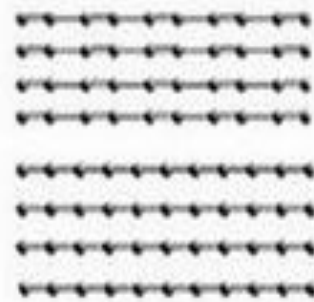
ГРАФЕН



ГРАФИТ



КАРБИН



ФУЛЛЕРЕНА

ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УГЛЕРОД

УГЛЕРОДНЫЕ  
НАНОТРУБКИ

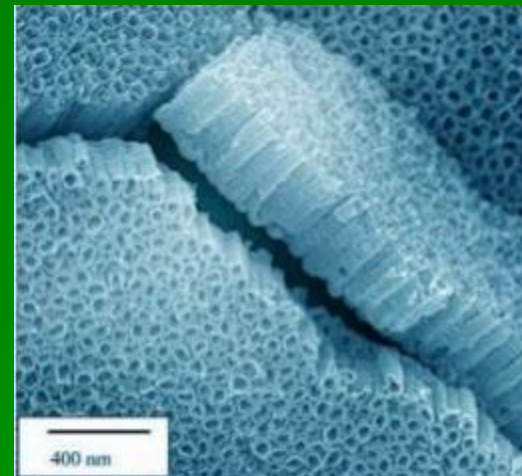
**Углеродные нанотрубки** – это протяженные цилиндрические структуры с диаметром от одного до нескольких десятков нанометров (нанометр – 1 миллиардная доля метра ( $10^{-9}$  м) и длиной несколько сотен микрон ( $10^{-6}$ ) м, заканчивающиеся полусферой.

Первая нанотрубка была получена путем распыления графита в электрической дуге. Ее диаметр не превышал нескольких нанометров, а длина несколько микрон.

# История ОТКРЫТИЯ



В 1991г совершенно неожиданно были обнаружены в саже под дуговым разрядом, длинные цилиндрические каркасные структуры, получившие название нанотрубок. Открыл их японский ученый-микроскопист Сумио Ииджима.

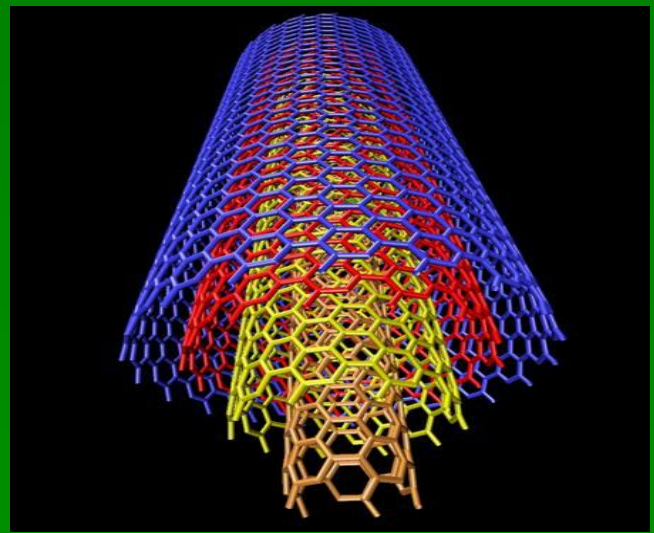
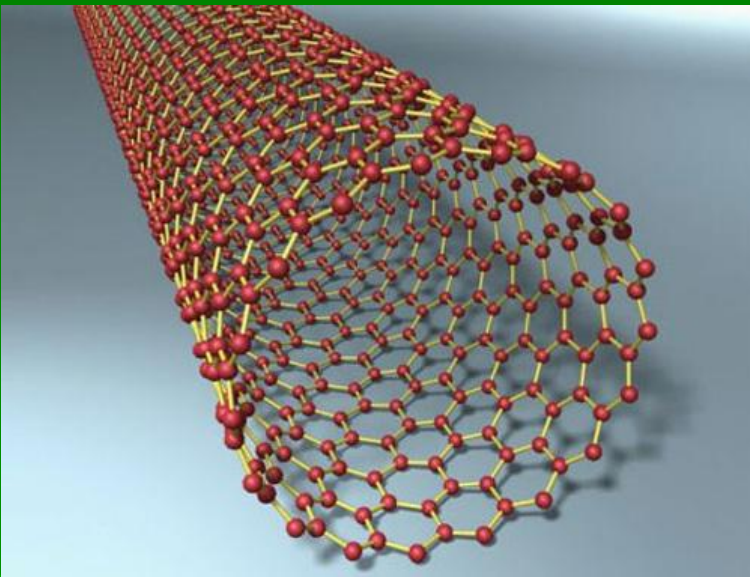


# НАНОТРУБКА



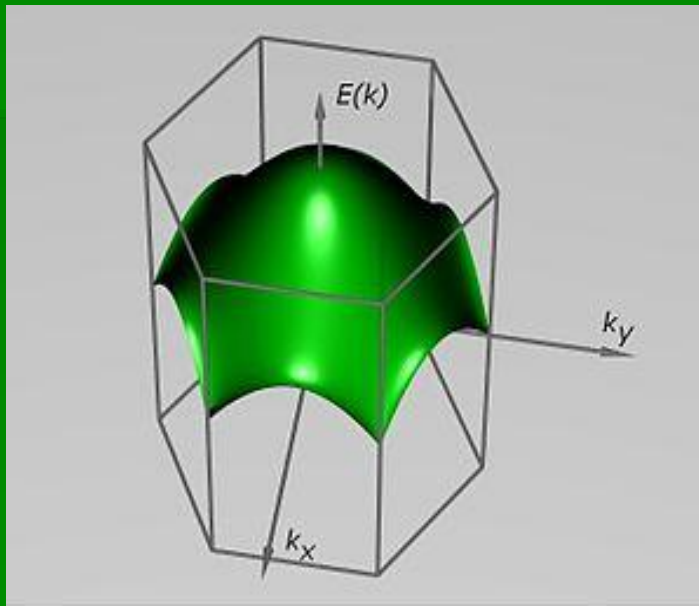
ОДНОСЛОЙНЫЕ

МНОГОСЛОЙНЫЕ



# Типы нанотрубок

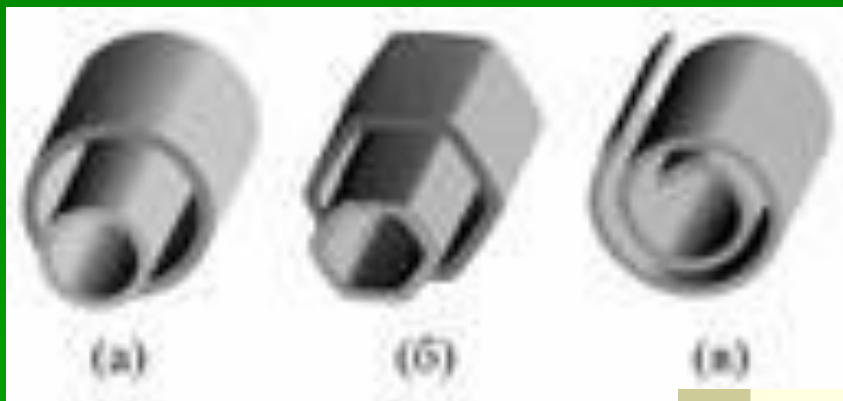
Кресло



Зигзаг



# Многослойные нанотрубки

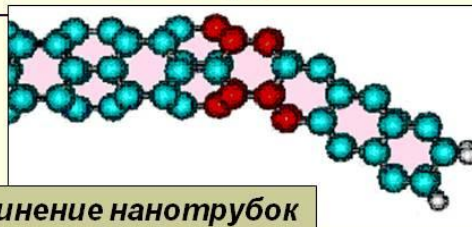


А) «матрешка»

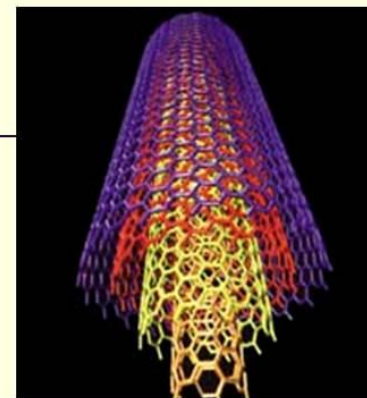
Б) «шестигранная призма»

В) «свиток»

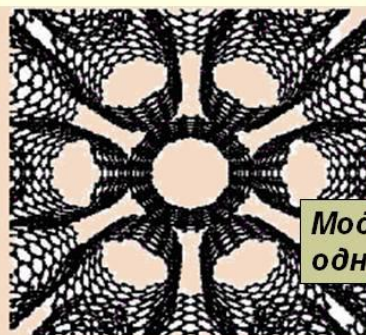
Углеродные  
нанотрубки



Соединение нанотрубок  
с помощью дефекта



Многослойные нанотрубки:  
«матрешки» (russian dolls)



Модель жгута из углеродной  
однослойной нанотрубки

# СВОЙСТВА:

Высокая прочность на растяжение и изгиб. Они не рвутся и не ломаются, они перестраиваются. «Трос» с толщиной в человеческий волос, может удержать груз в сотни килограмм.

Самовольно могут свиваться в канатики, которые прочнее стали в 10-12 раз и легче в 6 раз. Нить с диаметром 1мм могла бы выдержать 20 т груз, в сотни миллиардов раз больший её собственного веса.

Обладают капиллярными свойствами. Могут втягивать в себя вещества и можно использовать их как микроскопические контейнеры для перевозки веществ.

Они одновременно могут быть и проводниками и полупроводниками. Электропроводность у них выше, чем у всех известных проводников. Они также имеют прекрасную теплопроводность, стабильны химически, отличаются чрезвычайной механической прочностью ( 1000 раз крепче стали) и, что самое удивительное, приобретают полупроводниковые свойства при скручивании и сгибании. Они могут быть и как металлы и как полупроводники. Металлические проводящие ток нанотрубки могут выдерживать плотности тока в  $10^2$ -  $10^3$  раза выше, чем обычные металлы.

# Применение:

## Уже используется:

В полевых транзисторах (радиоприемники).

- Плоские кинескопы телевизоров.
- Плоские дисплеи компьютеров.
- Как игла для сканирующего туннельного микроскопа

## В будущем:

- Может использоваться в медицине для создания искусственных мускулов.
- Нанотрубки содержащие в себе лекарства, может выпускать свое содержимое в определенное время, в определенных дозах в заданном месте (источник болезни).
- Построить микроскопические весы, на которых можно взвешивать атомы и молекулы .



# Примечание

В настоящее время максимальная длина нанотрубок составляет десятки и сотни микрон – это велико по атомным масштабам, но слишком мало для повседневного использования. Однако длина нанотрубки постоянно увеличивается - сейчас ученые подошли к миллиметровому рубежу.

Открытие нанотрубок – одно из наиболее важных достижений современной науки.  
Пока что нанотрубки дороже золота.