Что такое нанообъект?

Достаточно ли иметь размер менее 100 нм, что бы быть объектом внимания нанотехнолога?

Две молекулы – ещё не нанообъект. А три?

Типы нанообъектов

0D: наночастицы, нанозерна, нанокластеры
В трех измерениях проявляются квантовые свойства

1D: нановолокна, нанопроволка
Есть длина

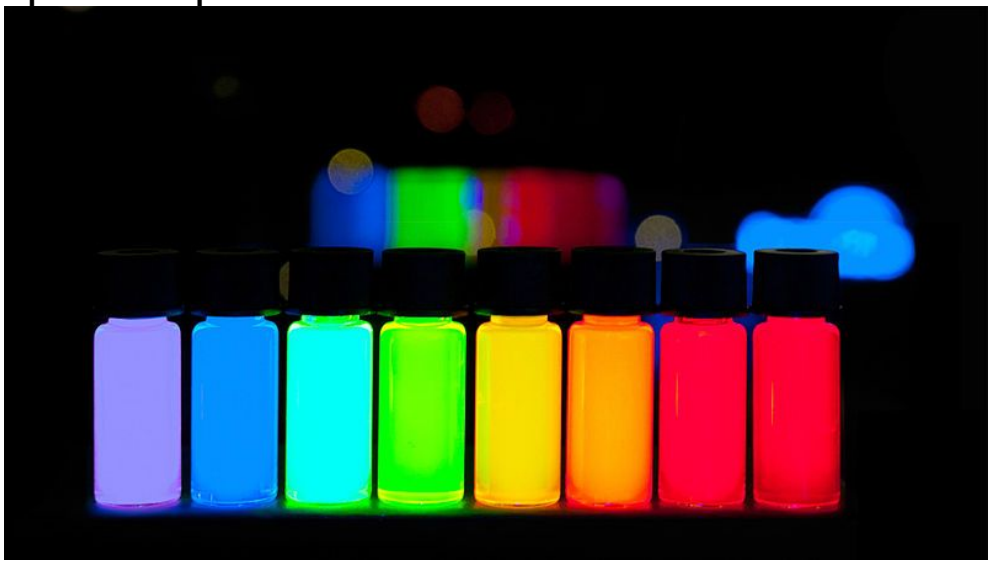
2D: нанопокрытия, нанопленки
Толщина дает квантовые
эффекты

Свойства нанообъектов связаны с характерными размерами. При уменьшении размеров нанообъектов начиная с определенного порога их свойства кардинально меняются. Так, при уменьшении размеров начиная с величины, определяемой длиной волны де Бройля для электронов, нанокластер приобретает признак, присущий только атомам, а именно – квантовый размерный эффект. Для металлов этот порог составляет порядка 0,5 нм.

В отличие от физико-химических свойств, определяемых электронным строением атомов, основные механические свойства являются структурно-чувствительными, то есть зависимыми от конструкций различных построений атомов.

Квантовый размерный эффект

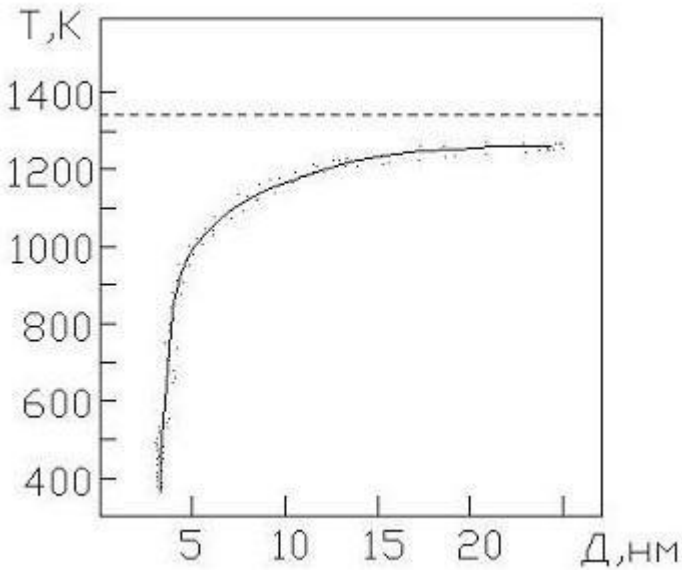
изменение термодинамических и кинетических свойств кристалла, когда хотя бы один из его геометрических размеров становится соизмеримым с длиной волны де Бройля электронов. Этот эффект связан с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях.

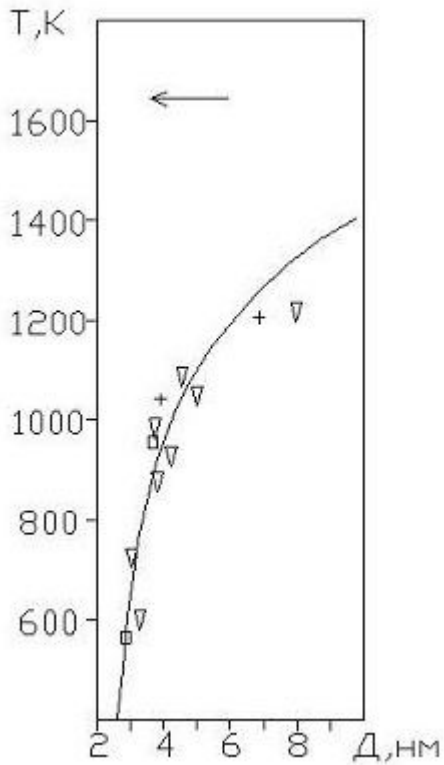


квантовая точка — это полупроводник, электрические характеристики которого зависят от его размера и формы. Чем меньше размер кристалла, тем больше расстояние между энергетическими уровнями.

~~Закон ома, параллельное и последовательное соединение~~ …

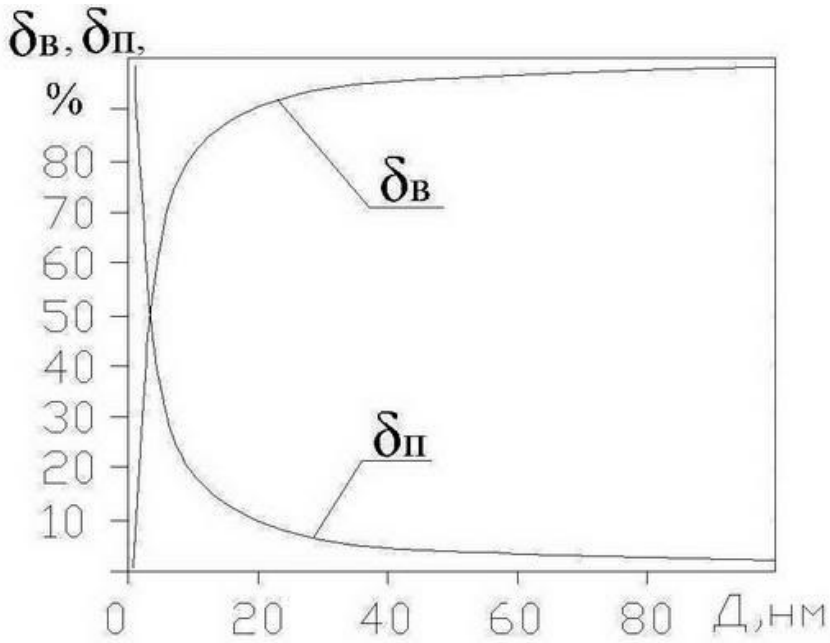
Температура плавления





Зависимость температуры плавления от диаметра наночастицы золота. Сплошная линия – расчетные, точки – экспериментальные значения, пунктир – температура плавления макроскопического образца

Свободная энергия



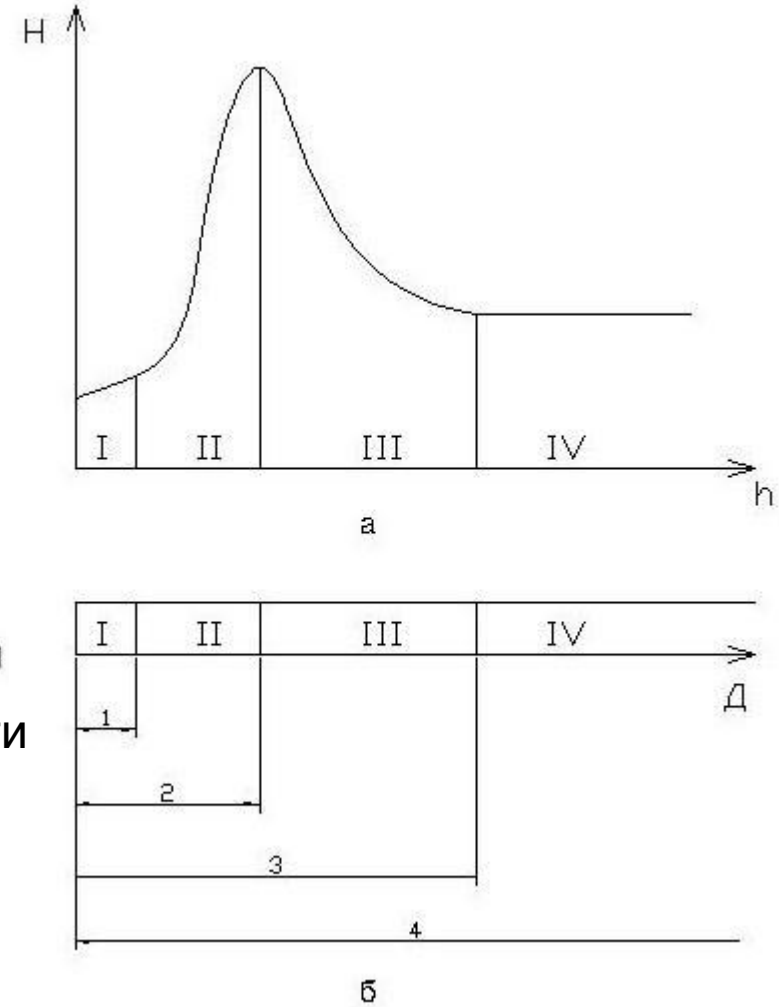
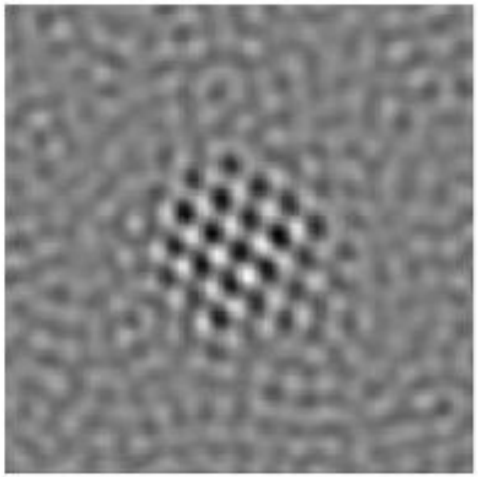


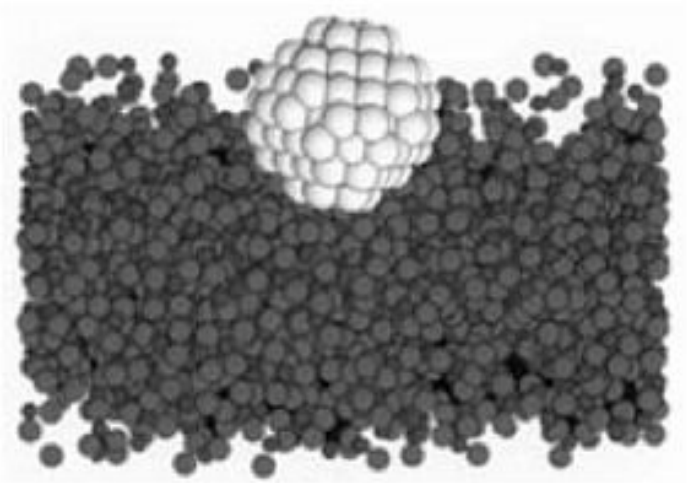
Схема изменения структуры и твердости Н по сечению объектов на расстоянии h от поверхности к сердцевине (а) и их классификация по структуре или размеру диаметра Д (б).
I, II, III, IV – области различных структурных состояний. 1,2,3,4 – группы

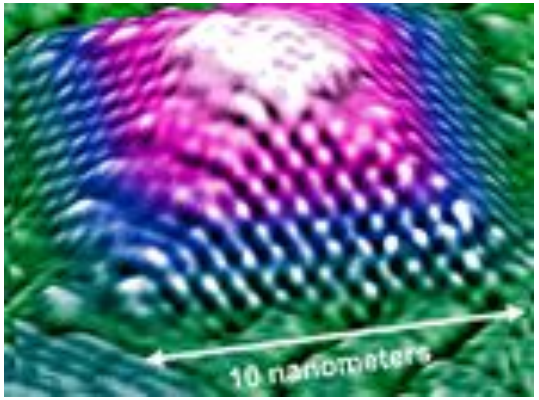
Нанокластеры

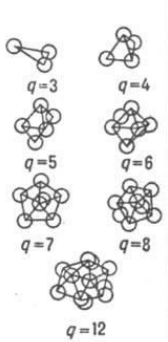
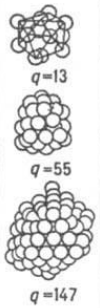
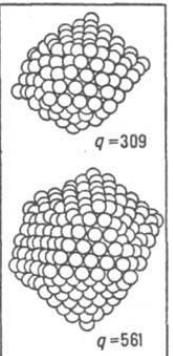
а



б

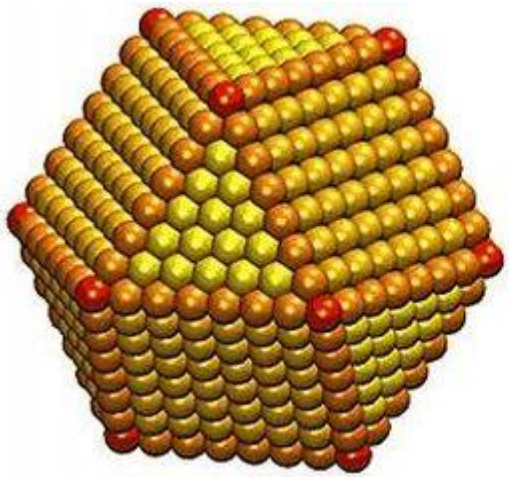


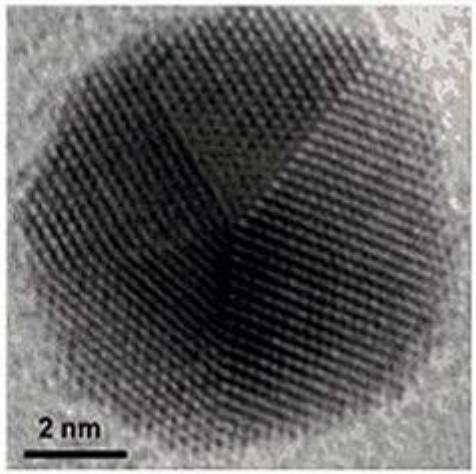


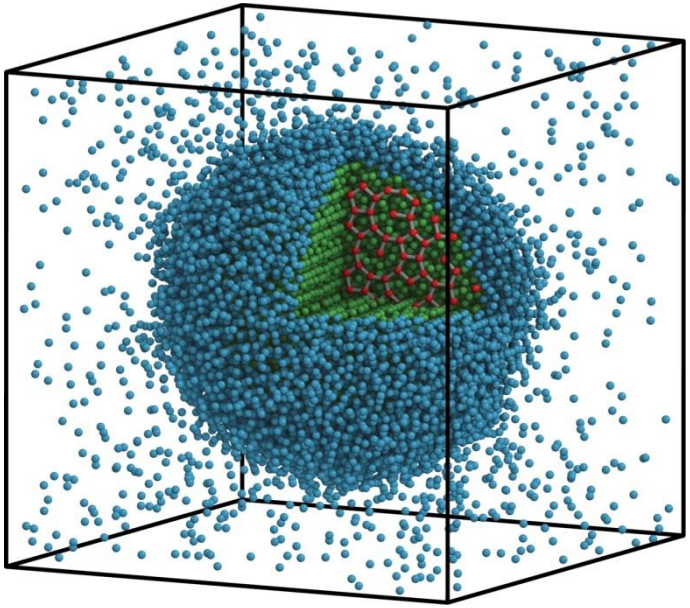
Кластеры M_qL_n			
q	3–12	13–150	151–21 100
Средний диаметр, нм	0,55–0,80	0,8–2,0	2,0–10,0
Количество поверхностных атомов M, в %	100	92–63	63 – 15
Число внутренних слоев в ячейке кластера	0	1–3	4–18

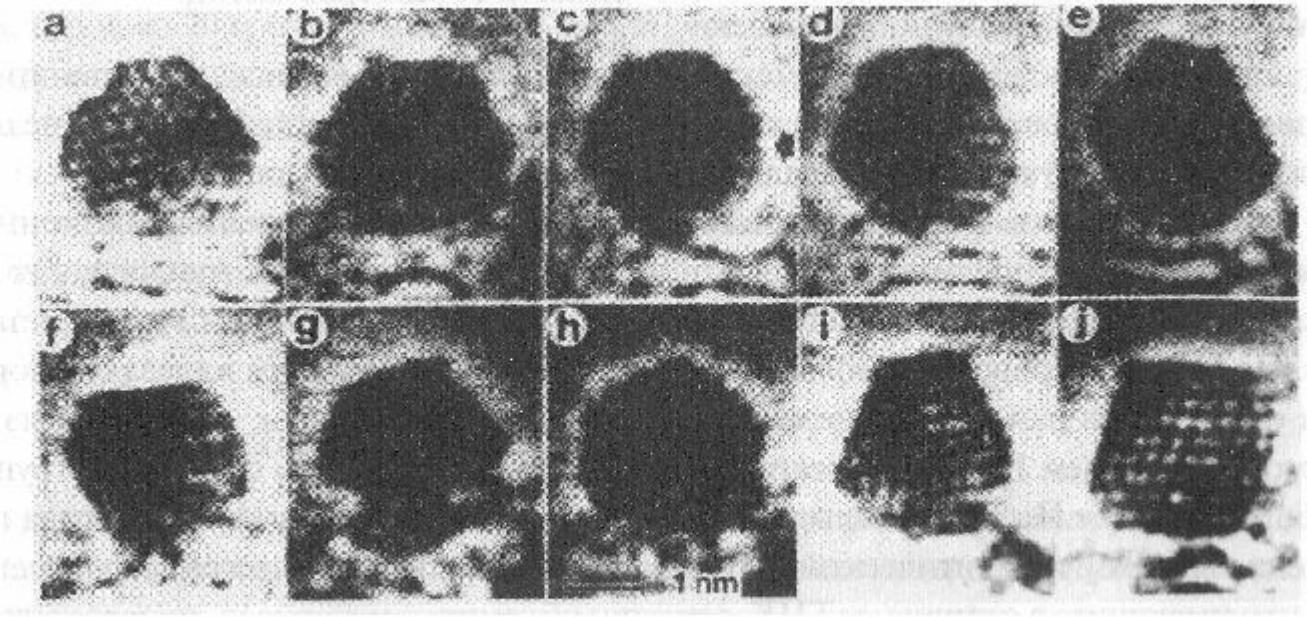
трансляционная симметрия – ее больше нет.

Наночастицы









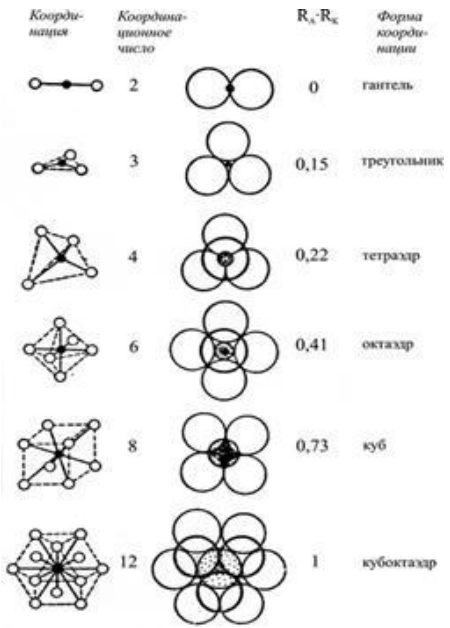
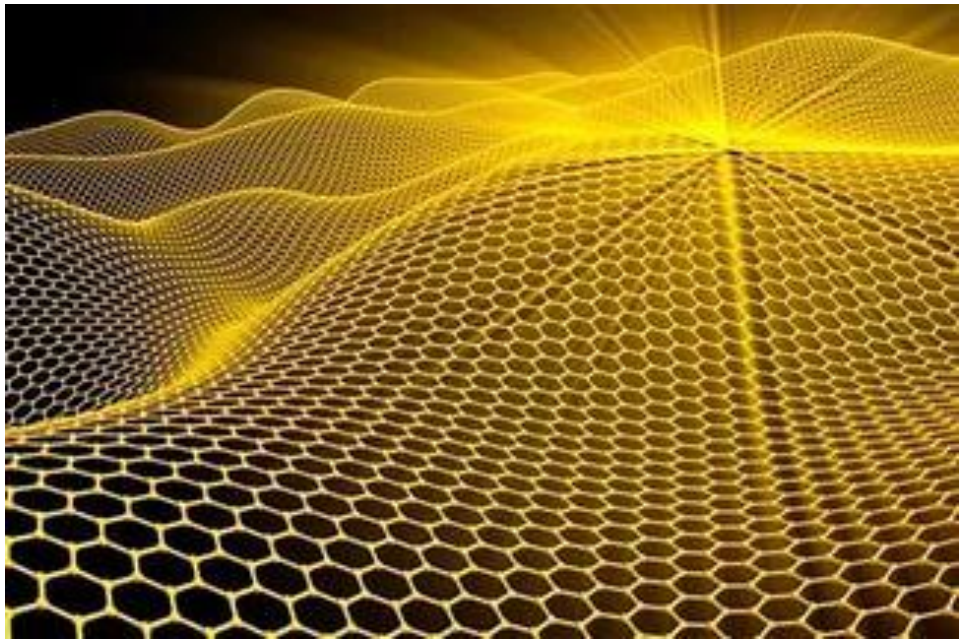
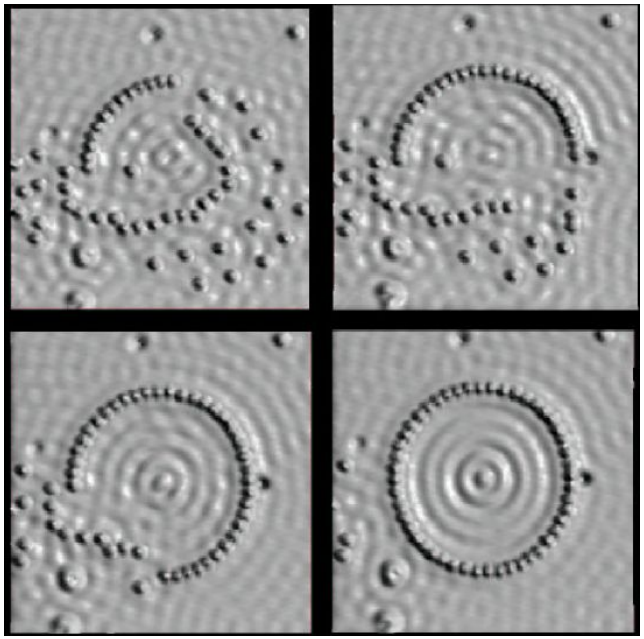


Рис. 51. Последовательность снимков наночастицы золота, состоящей из примерно 460 атомов, сделанных на электронном микроскопе в различные моменты времени. Видны флуктуационные изменения структуры.

Нанопленки

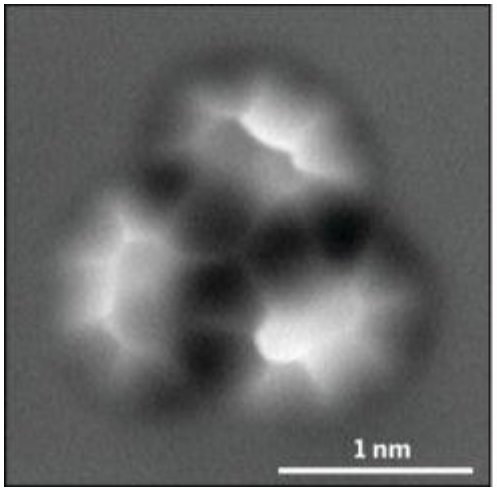


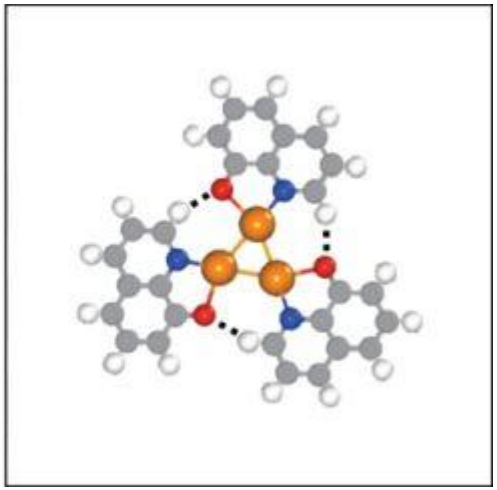


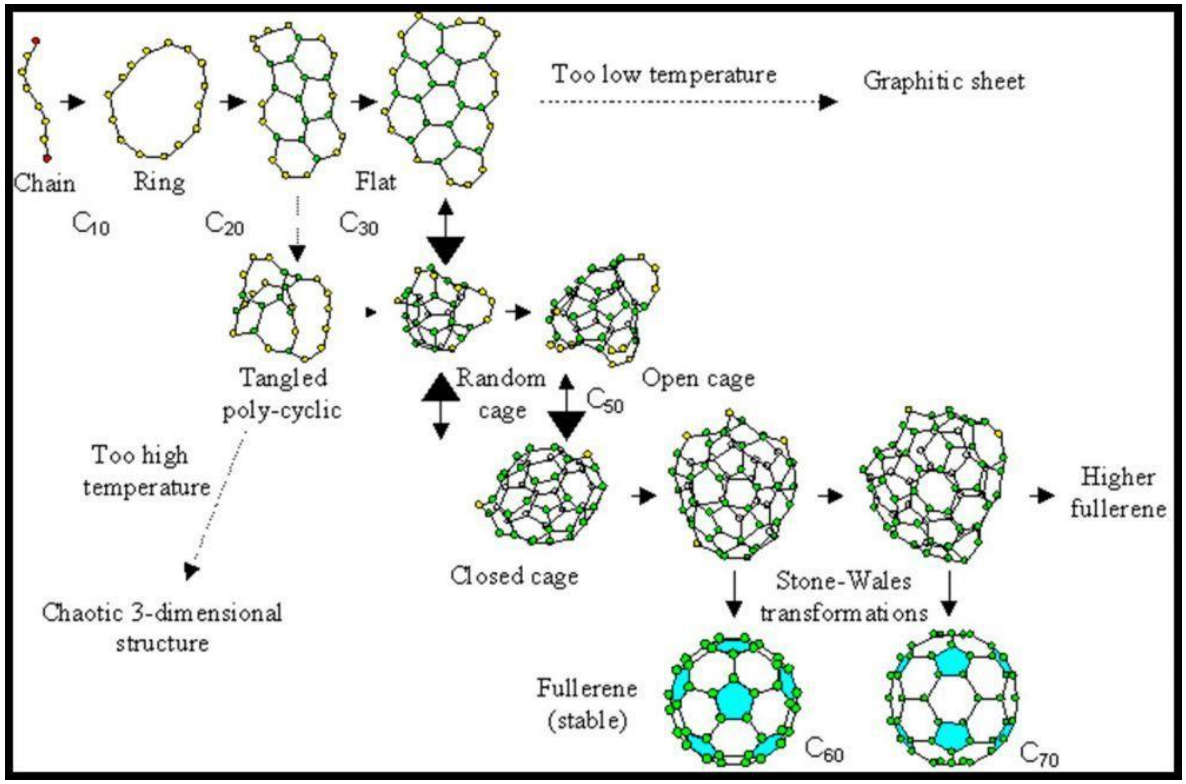
Нановолокна

УНТ, нановискеры, наностержни, нанонити

Особенная кристаллическая структура
Анизотропия поляризации излучения
Малодефектность, упругие релаксации


1 nm




Chain
Ring
Flat
C_{10}
C_{20}
C_{30}
Too low temperature
Graphitic sheet
Tangled poly-cyclic
Random cage
Open cage
C_{50}
Too high temperature
Chaotic 3-dimensional structure
Closed cage
Stone-Wales transformations
Higher fullerene
Fullerene (stable)
C_{60}
C_{70}

Доклады

- Анализ при помощи электронной микроскопии (оже-сигнал, рентген)
- Анализ при помощи АСМ (атомарное разрешение, хим. связи)
- Другие методы (спектроскопия, итд)