

Что такое нанообъект?

Достаточно ли иметь размер менее 100 нм, чтобы 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: нанопокрyтия, 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

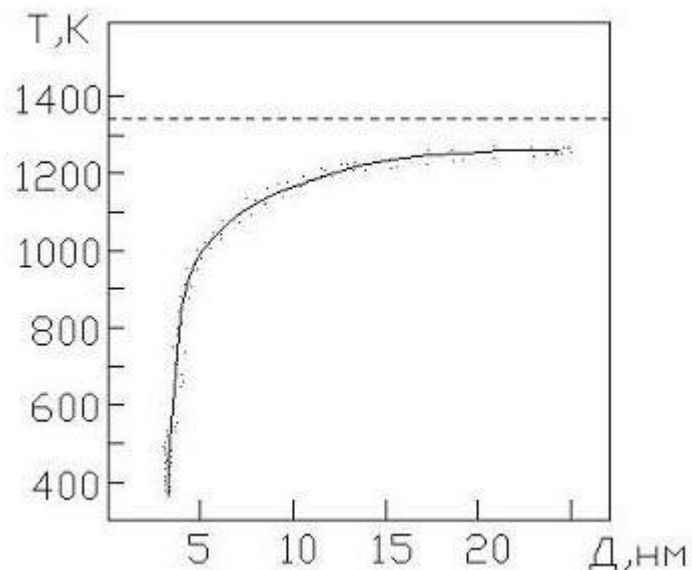
изменение термодинамических и кинетических свойств кристалла, когда хотя бы один из его геометрических размеров становится соизмеримым с длиной волны де Бройля электронов. Этот эффект связан с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях.



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

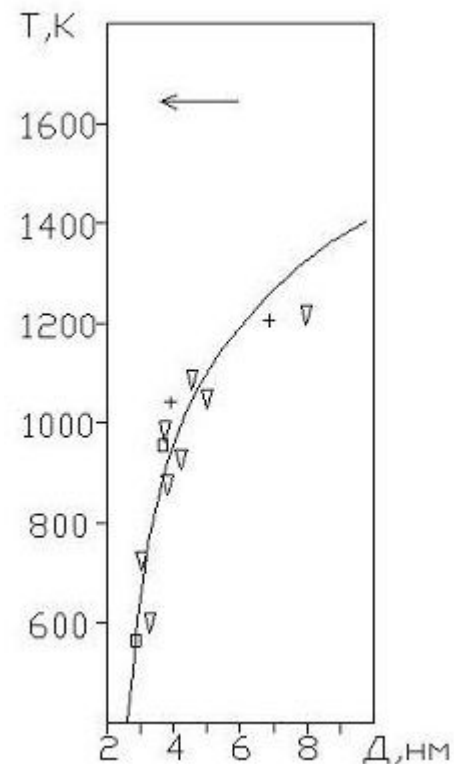
~~Закон Ома, параллельное и последовательное соединение...~~

Температура плавления



Зависимость температуры плавления от диаметра наночастицы золота.

Сплошная линия – расчетные, точки – экспериментальные значения, пунктир – температура плавления макроскопического образца



Свободная энергия

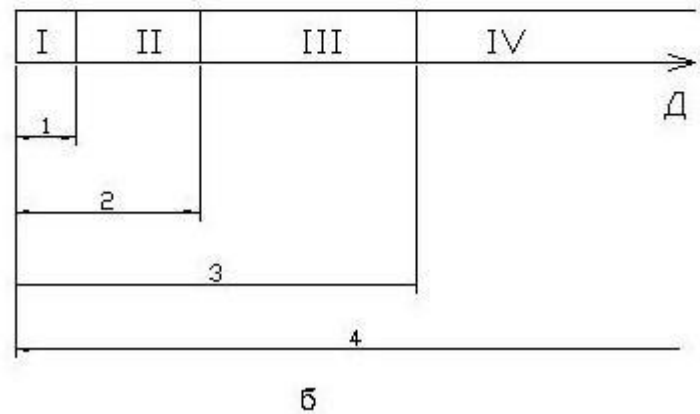
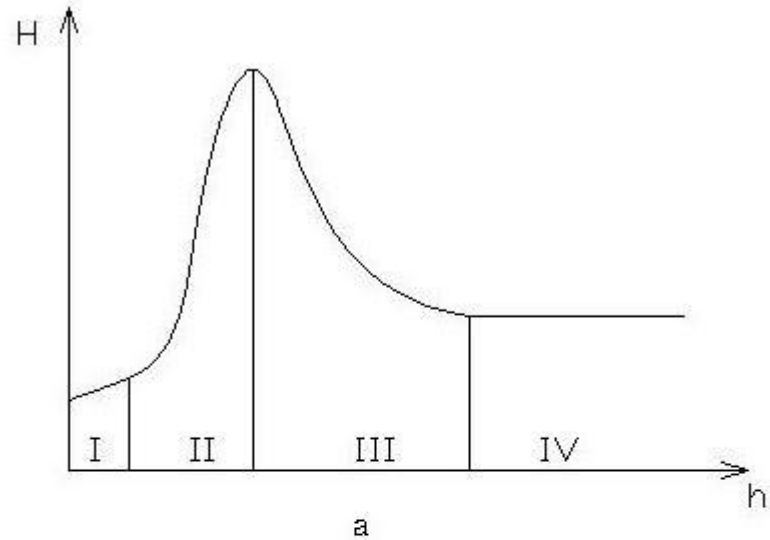
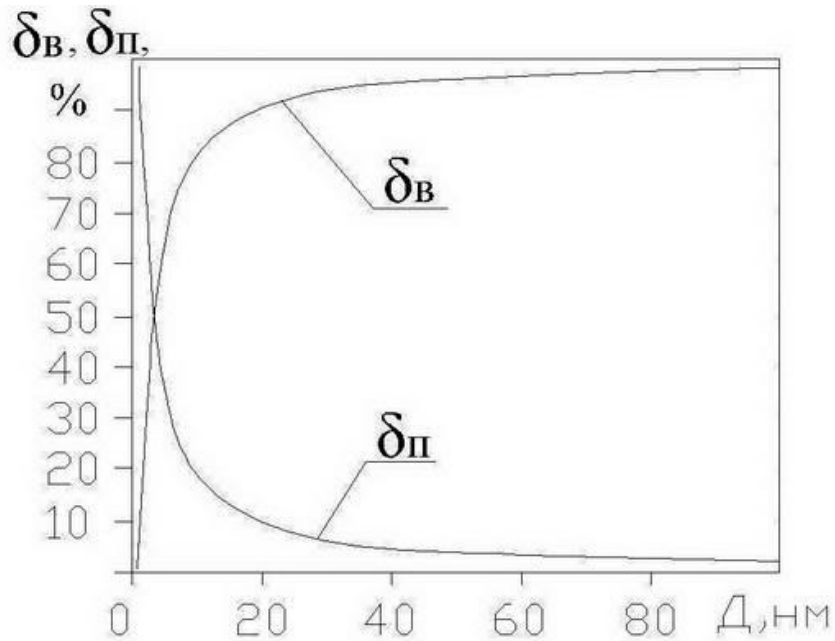
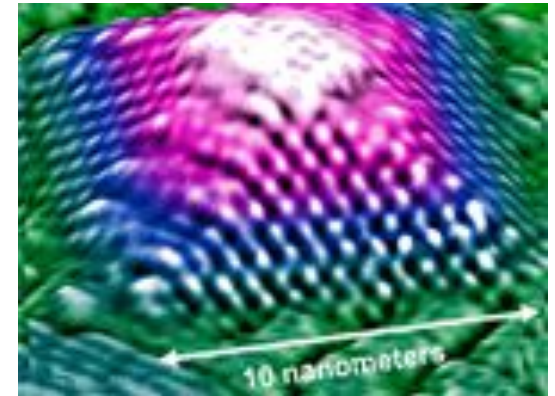
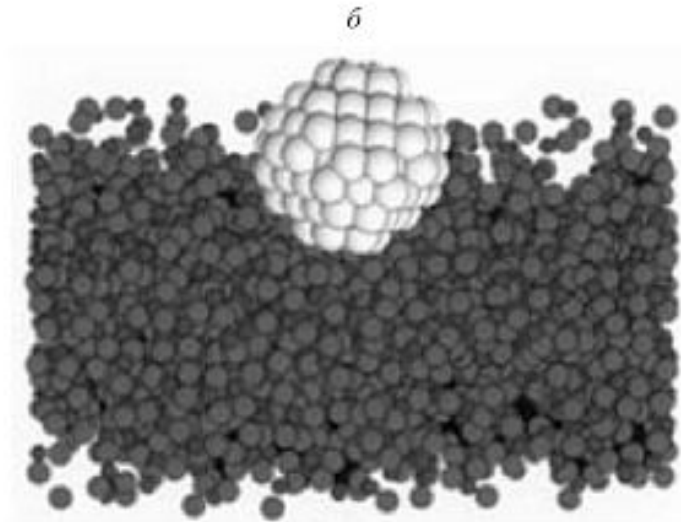
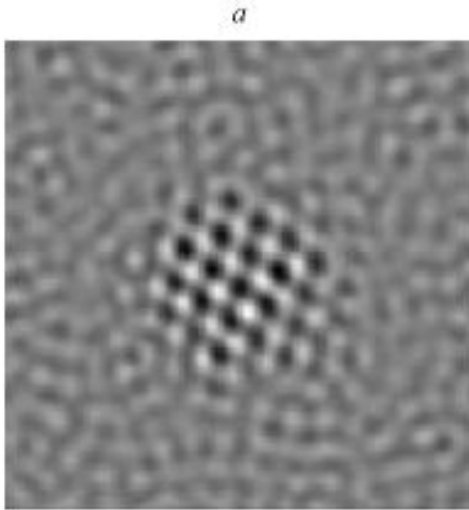



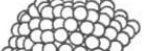










Схема изменения структуры и твердости H по сечению объектов на расстоянии h от поверхности к сердцевине (а) и их классификация по структуре или размеру диаметра D (б).

I, II, III, IV – области различных структурных состояний. 1,2,3,4 – группы

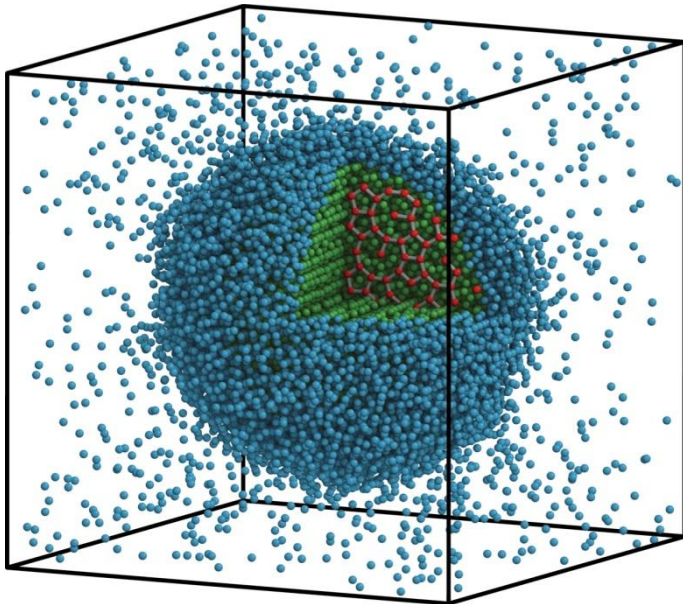
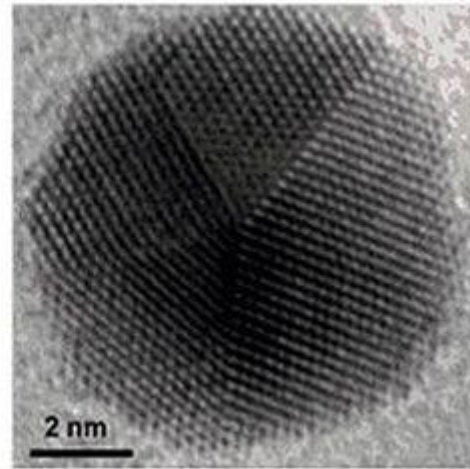
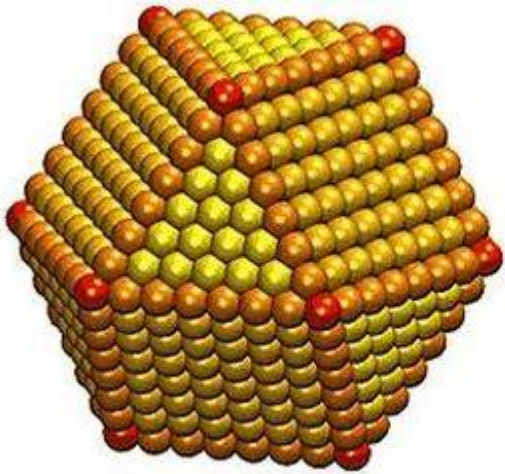
Нанокластеры

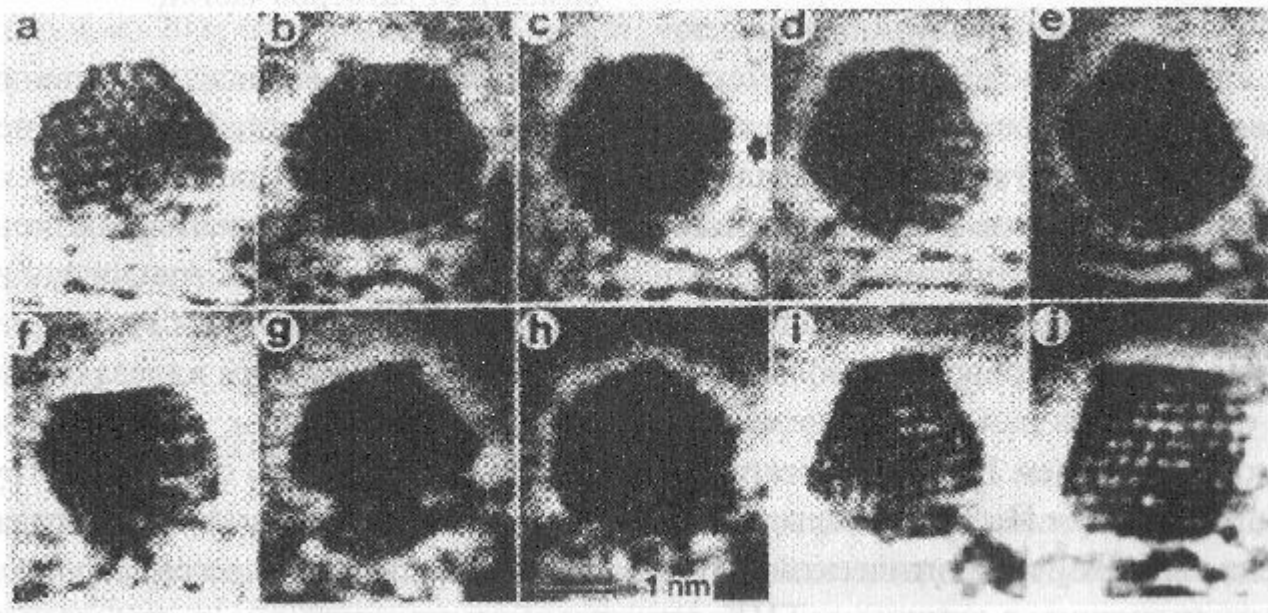


Кластеры $M_q L_n$	 $q=3$	 $q=4$	 $q=13$	 $q=309$
	 $q=5$	 $q=6$	 $q=55$	
	 $q=7$	 $q=8$	 $q=147$	
	 $q=12$		 $q=561$	
q	3-12		13-150	151-21 100
Средний диаметр, нм	0,55-0,80		0,8-2,0	2,0-10,0
Количество поверхностных атомов M_s , в %	100		92-63	63-15
Число внутренних слоев в ячейке кластера	0		1-3	4-18

трансляционная симметрия – ее больше нет.

Наночастицы

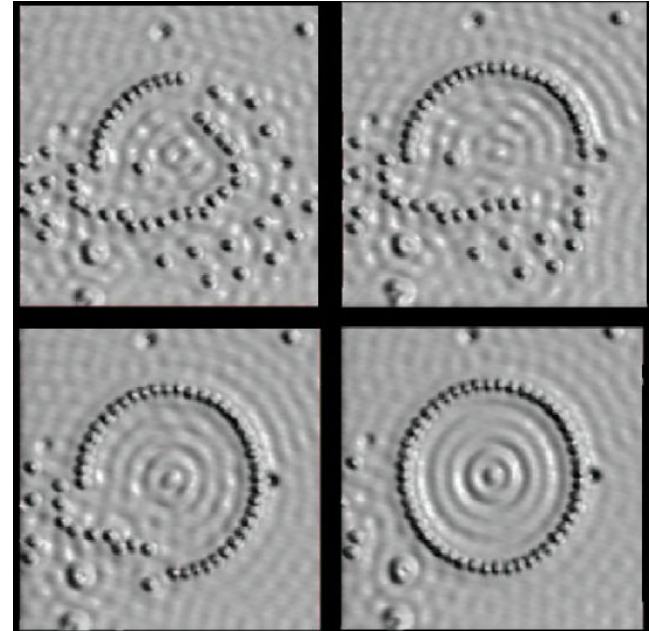
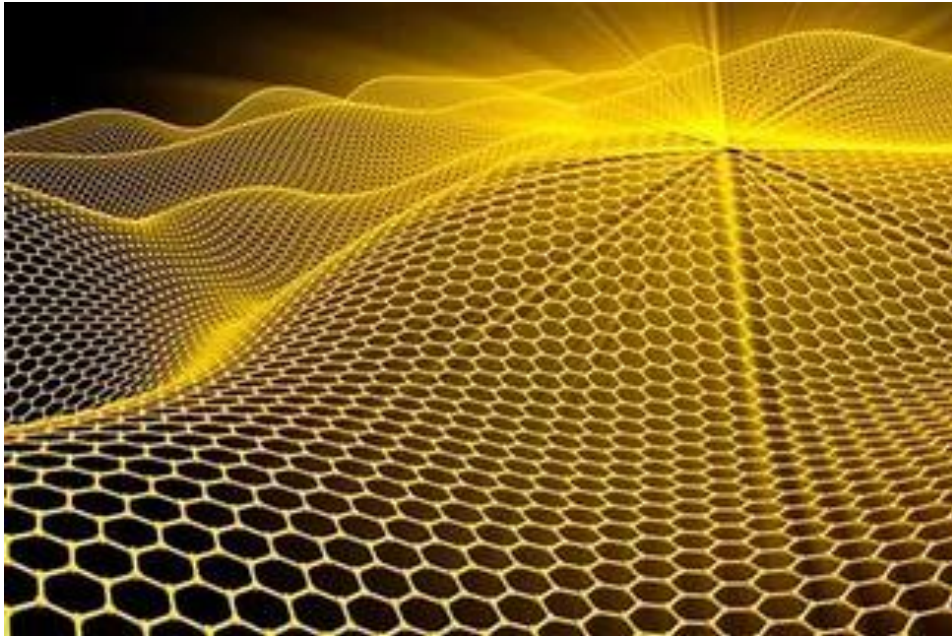




Координация	Координационное число	$R_s - R_c$	Форма координации
	2	0	гантель
	3	0,15	треугольник
	4	0,22	тетраэдр
	6	0,41	октаэдр
	8	0,73	куб
	12	1	кубооктаэдр

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

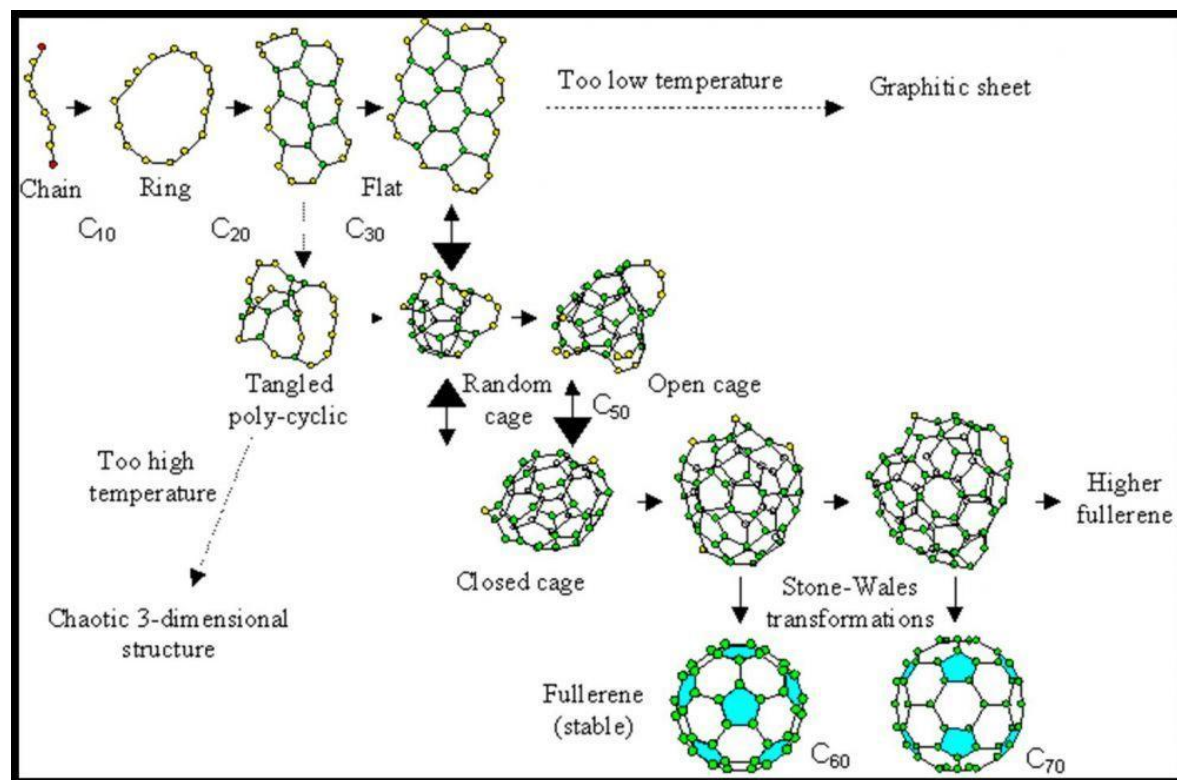
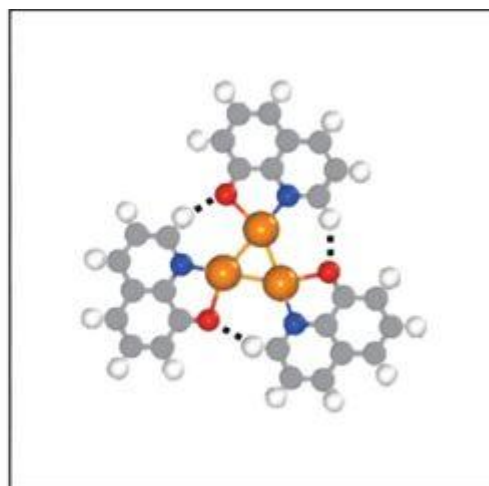
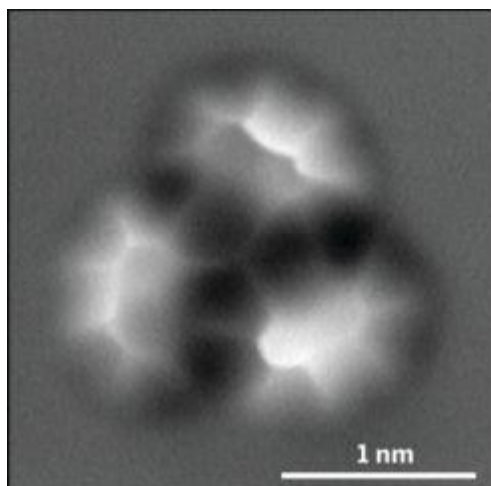
Нанопленки



Нановолокна

УНТ, нановискеры, наностержни,
нанонити

Особенная кристаллическая структура
Анизотропия поляризации излучения
Малодефектность, упругие релаксации



Доклады

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