Наноматериалы

U

нанотехнологии

- вчера, сегодня, завтра

Классификация частиц по размерам

Область I Молекулярные кластеры №≤10		Область II Кластеры твердого тела 10 ² ≤№ 10 ³		Область III Микро- кристаллы 10 ³ ≤№10 ⁴		Об Ча ве	Область IV Частицы компактного вещества N> 10 ⁵		
						N>			
Поверхность и объемы неразличимы		Соотношение поверхность/ объем ≈ 1		Соотношение поверхность/ объем < 1		е Со но	Соотношение поверх- ность/объем << 1		
б	_								
Химия	Наноча	стицы		Физин			ка твердого тела		
Атом	Атом $N=10$ $N=10^2$		$N = 10^3$	$= 10^3 N = 10^4$		$N = 10^{6}$		Комплексное вещество	
6					•			•	
Сверхмалые кластеры			Мал	Малые кластеры			Большие кластеры		
2 <n<20< td=""><td colspan="4">20<n≤500< td=""><td colspan="2">500<n≤10<sup>7</n≤10<sup></td></n≤500<></td></n<20<>				20 <n≤500< td=""><td colspan="2">500<n≤10<sup>7</n≤10<sup></td></n≤500<>				500 <n≤10<sup>7</n≤10<sup>	
<i>2R</i> ≤1,1 нм				1,1 нм≤2 <i>R</i> ≤3,3нм			3,3нм≤2 <i>R</i> ≤ 100		
Поверхностный и внутренний объемы неразделимы				$0,9 \ge N_s / N_v \ge 0,5$			0,5 ≥	N _s /N _v	
г			•						
		Нанохимия						Химия тверлого	
Химия атомов		Ч	стице	тице		тела			
Единичные атомы		10	10 ²	10^3 1	0 ⁴	106		омпактное ещество	

2





Зависимость температуры плавления золота от размера частиц: точки — экспериментальные данные; сплошная линия рассчитана по уравнению (1) при a = 1,6, h - 0,204 нм Энергии ионизации кластеров A1n, полученные после фотоионизации. Пунктирная линия расчет для классической металлической сферы



Энергии ионизации для Fen и Con npu n = 1-100; пунктирная линия соответствует работе выхода электрона массивного материала, сплошная линия — результаты расчета согласно капельной модели



Магнитные моменты (в расчете на один атом) для кластеров Fen и Rhn различного размера. Штриховая линия соответствует магнитному моменту µ = 2,2µв для массивного Fe; n — число атомов в кластере



Коэффициенты поглощения оптического излучения для разного размера кластеров в зависимости от энергии фотонов



Зависимость ширины запрещенной зоны от радиуса нанотрубки, вычисленная и измеренная для нанотрубок с различными хиральностями. Rd == R/d0 — приведенный радиус нанотрубки в единицах d0 = 0,143 нм; сплошные линии — єg ~ 1/R 7





Схема полевого транзистора на полупроводниковой нанотрубке (a); зависимость проводимости цепи от потенциала затвора (б)







Схема актуатора, состоящего из двух листов однослойных нанотрубок, удерживаемых вместе двустороннем скотчем.





Метод изготовления шестерёнок путём прикрепления молекул бензола к внешней стороне углеродных нанотрубок

Схема перекатывания адсорбированной молекулы С60 на поверхности кристалла со знакопеременными зарядами атомов внешним вращающимся электрическим полем



Схема размещения однослойной углеродной нанотрубки на кантилевере атомного силового микроскопа



а) индуцированная ультрафиолетовым светом цис-транс изомеризация азобензола;

б) молекулярная машина, основанная на индуцированных светом изомерных превращениях азобензольного полимера, который сокращается при переходе в цисформу, вызывая изгиб кантилевера



Схема управления процессом переключения азобензола посредством фотоизомеризации и электрохимии, позволяющая реализовать двухрежимный переключатель





Схема электронного переключателя, выполненного на проводящей молекуле, прикреплённой концами к золотым электродам.

Вольтамперные характеристики электронного переключателя

Микрофотография наноразмерного Ni



14

Микрофотография наноразмерного Со



Магнитные кривые



a) Образец Fe–Co (50/50); b) Образец Co; c) Образец Fe–Co (30/70) (The University of Texas)

Зависимость удельного сопротивления наночастиц Ni (1) и Co(1`) от температуры



Благодарим

3*a*

внимание!!!