

Наноматериалы

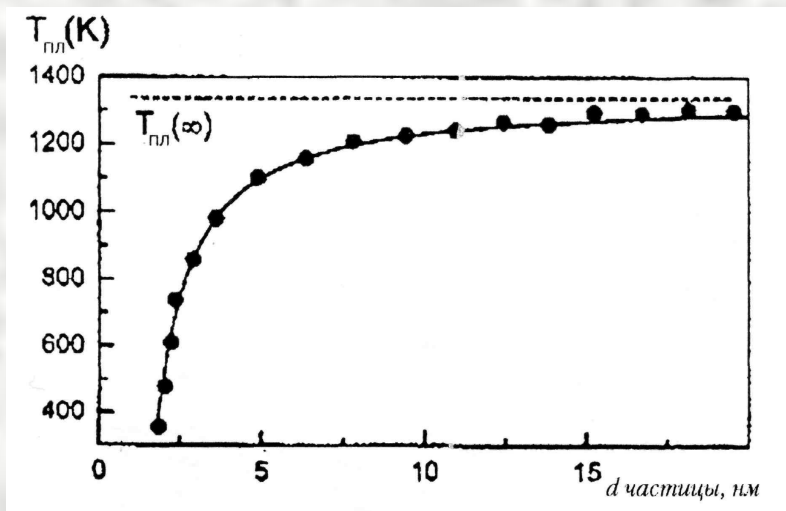
и

нанотехнологии

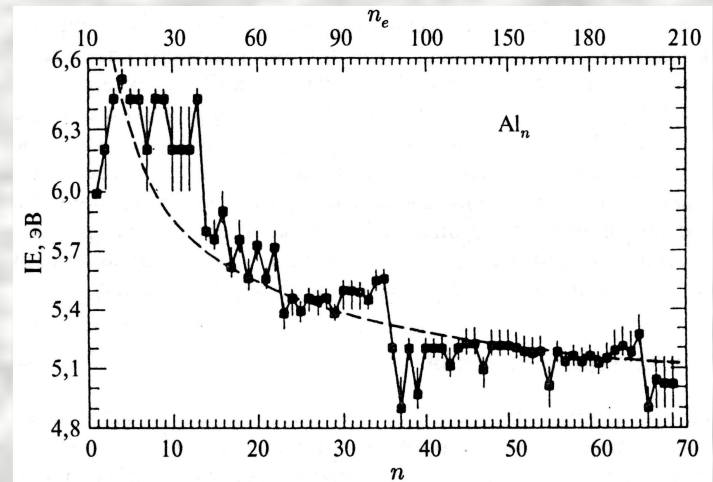
- вчера, сегодня, завтра

Классификация частиц по размерам

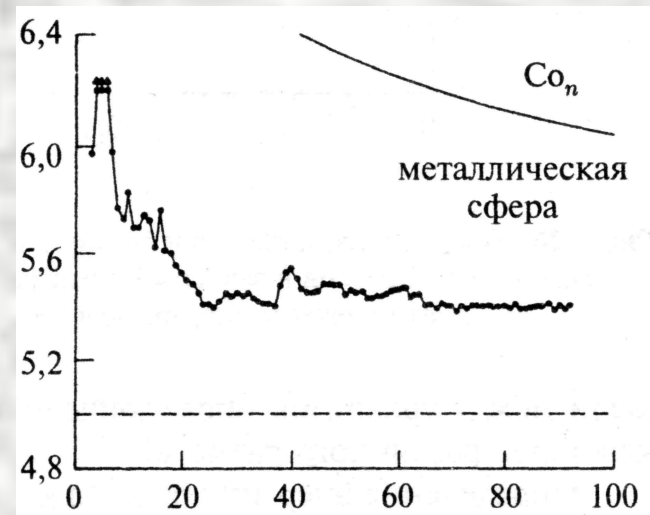
<i>a</i>						
Область I Молекулярные кластеры	Область II Кластеры твердого тела	Область III Микро- кристаллы	Область IV Частицы компактного вещества			
$N \leq 10$	$10^2 \leq N \leq 10^3$	$10^3 \leq N \leq 10^4$	$N > 10^5$			
Поверхность и объемы неразличимы	Соотношение поверхность/ объем ≈ 1	Соотношение поверхность/ объем < 1	Соотношение поверх- ность/объем $\ll 1$			
<i>б</i>						
Химия	Наночастицы				Физика твердого тела	
Атом	$N = 10$	$N = 10^2$	$N = 10^3$	$N = 10^4$	$N = 10^6$	Комплексное вещество
<i>в</i>						
Сверхмалые кластеры		Малые кластеры		Большие кластеры		
$2 < N < 20$		$20 < N \leq 500$		$500 < N \leq 10^7$		
$2R \leq 1,1 \text{ нм}$		$1,1 \text{ нм} \leq 2R \leq 3,3 \text{ нм}$		$3,3 \text{ нм} \leq 2R \leq 100$		
Поверхностный и внутренний объемы неразделимы		$0,9 \geq N_s/N_b \geq 0,5$		$0,5 \geq N_s/N_b$		
<i>г</i>						
Химия атомов	Нанохимия					Химия твердого тела
	Число атомов в частице					
Единичные атомы	10	10^2	10^3	10^4	10^6	Компактное вещество
диаметр частицы, нм	1	2	3	5	7	10 > 100



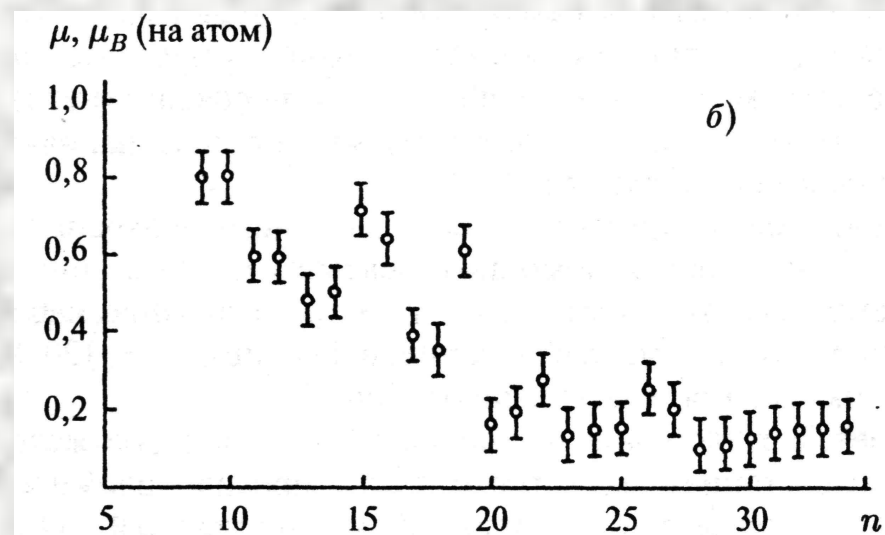
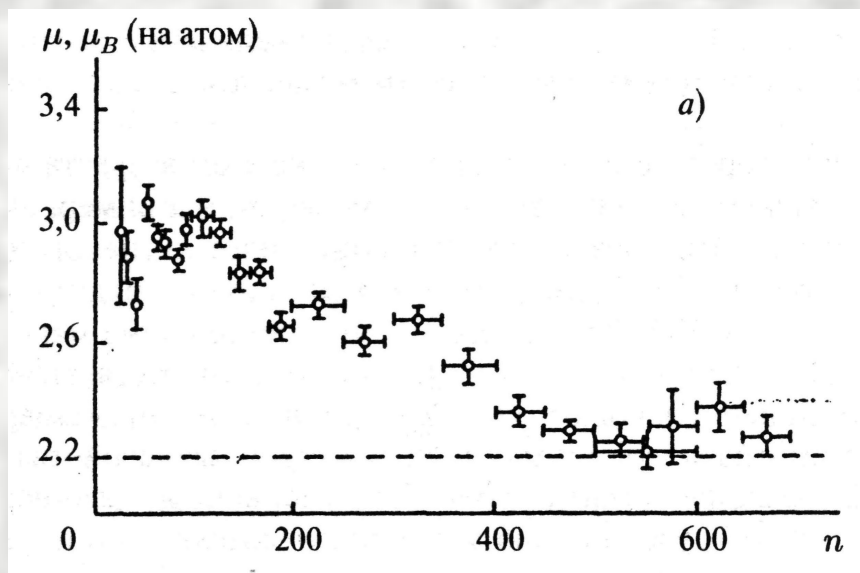
*Зависимость температуры плавления золота от размера частиц:
 точки — экспериментальные данные; сплошная линия рассчитана по уравнению (1) при $a = 1,6$, $h = 0,204$ нм*



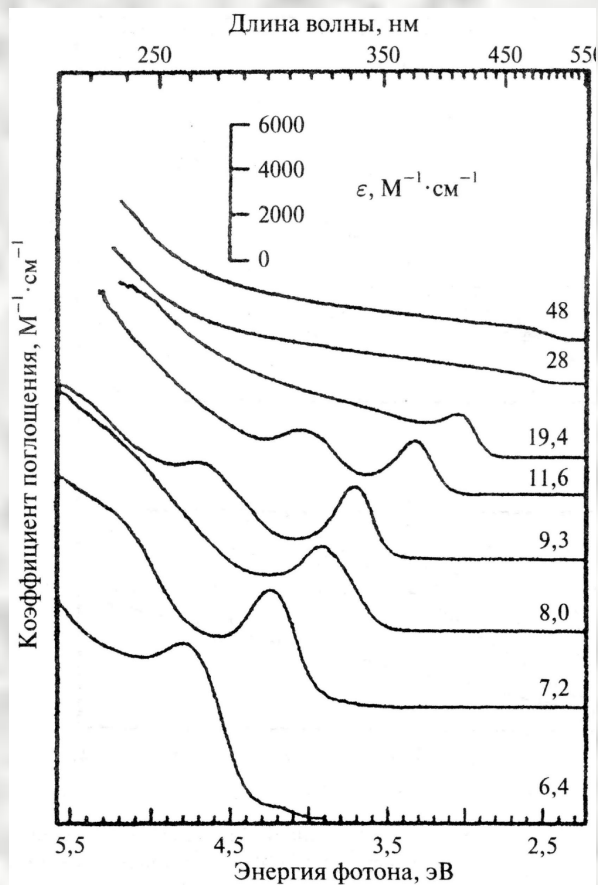
*Энергии ионизации кластеров Al_n , полученные после фотоионизации.
 Пунктирная линия — расчет для классической металлической сферы*



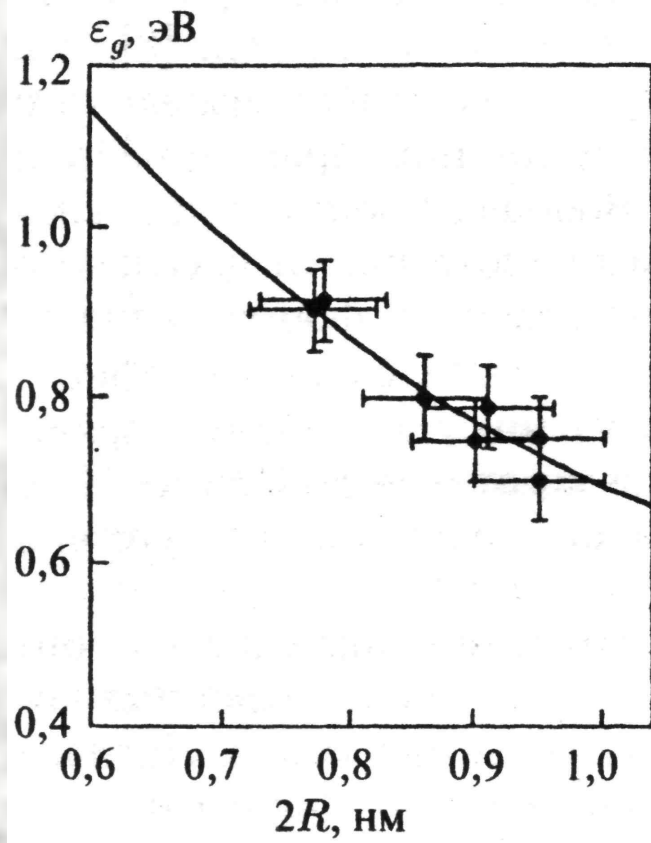
*Энергии ионизации для Fe_n и Co_n при $n = 1-100$;
пунктирная линия соответствует работе выхода электрона массивного материала,
сплошная линия — результаты расчета
согласно капельной модели*



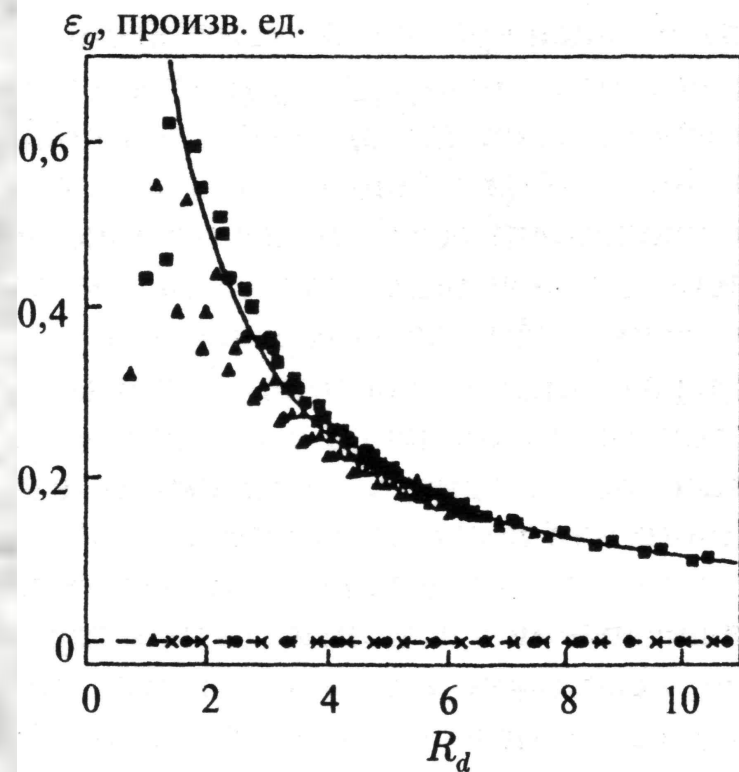
Магнитные моменты (в расчете на один атом) для кластеров Fe_n и Rh_n различного размера. Штриховая линия соответствует магнитному моменту $\mu = 2,2\mu_B$ для массивного Fe ; n — число атомов в кластере



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



a)



б)

Зависимость ширины запрещенной зоны от радиуса нанотрубки, вычисленная и измеренная для нанотрубок с различными хиральностями. $R_d == R/d_0$ — приведенный радиус нанотрубки в единицах $d_0 = 0,143$ нм; сплошные линии — $\epsilon_g \sim 1/R$

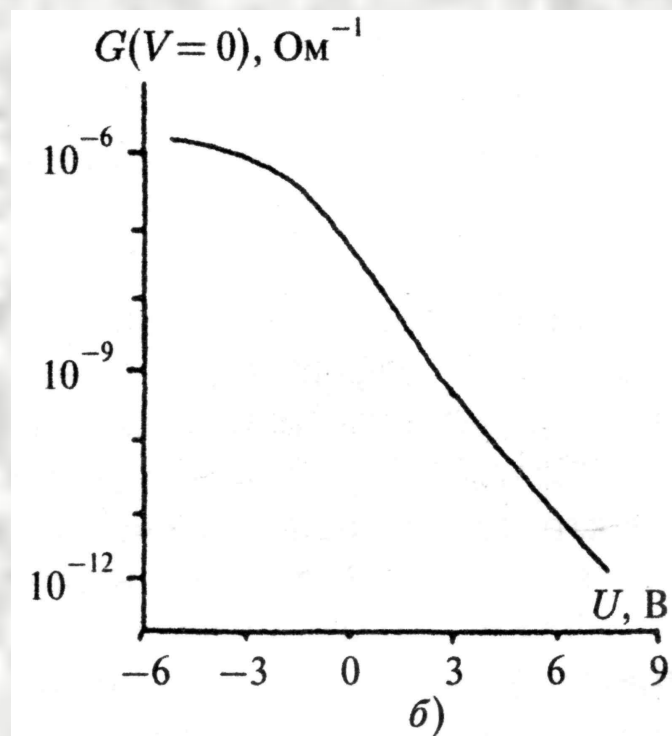
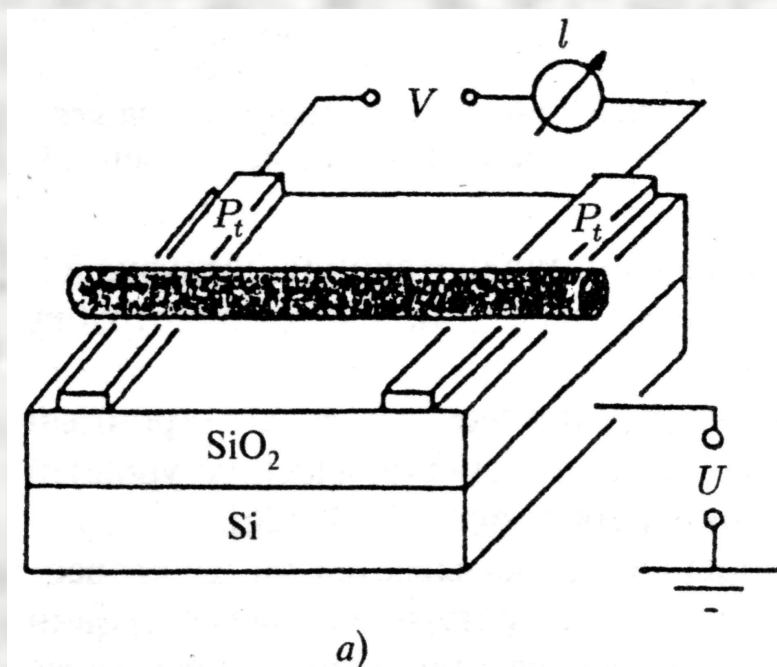
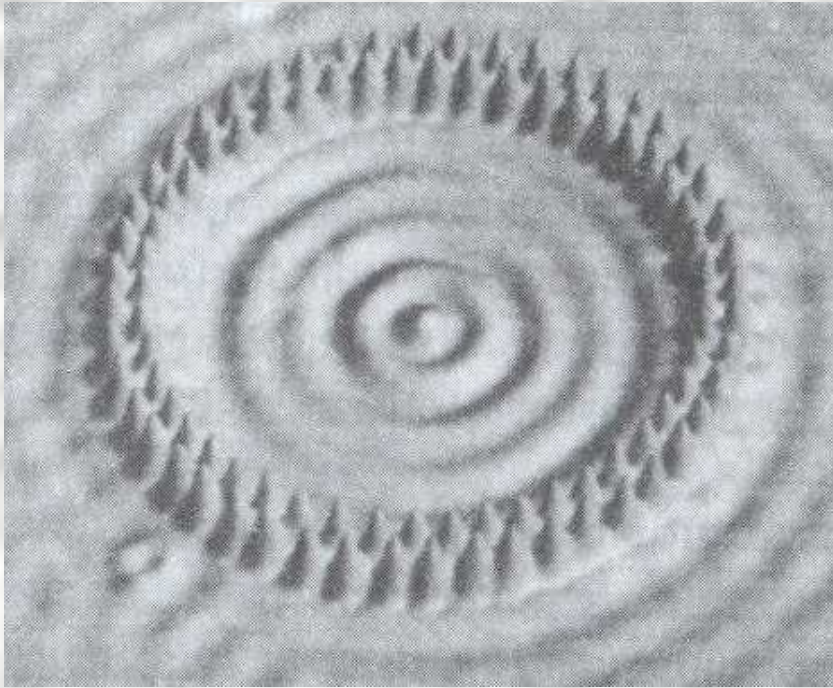


Схема полевого транзистора на полупроводниковой нанотрубке (а); зависимость проводимости цепи от потенциала затвора (б)



Кольцо из атомов железа на поверхности меди, образующие «квантовый загон», собрано посредством STM-острия.

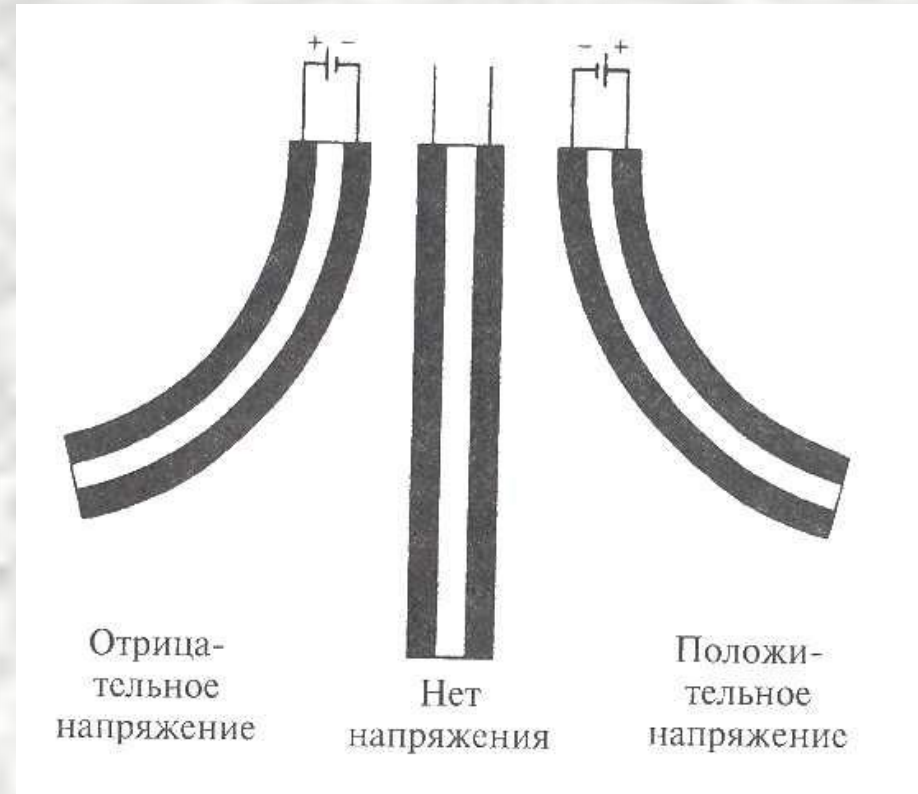
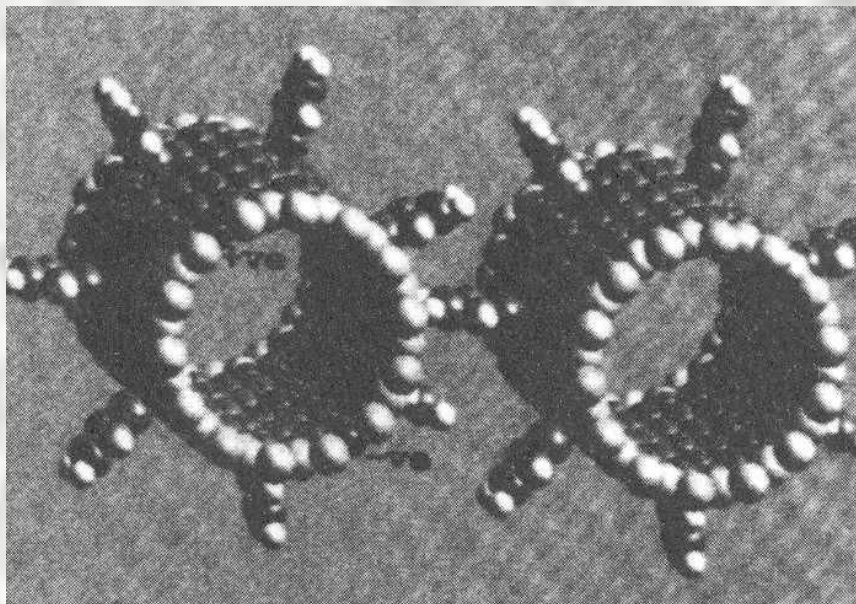
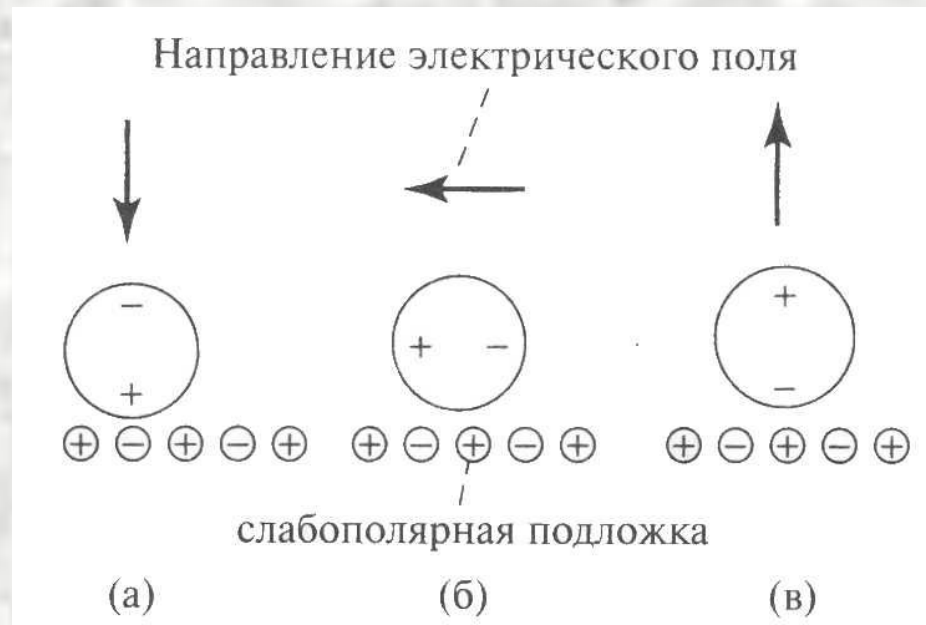


Схема актуатора, состоящего из двух листов однослойных нанотрубок, удерживаемых вместе двусторонним скотчем.



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



*Схема перекатывания
адсорбированной молекулы C60 на
поверхности кристалла со
знакопеременными зарядами
атомов внешним вращающимся
электрическим полем*

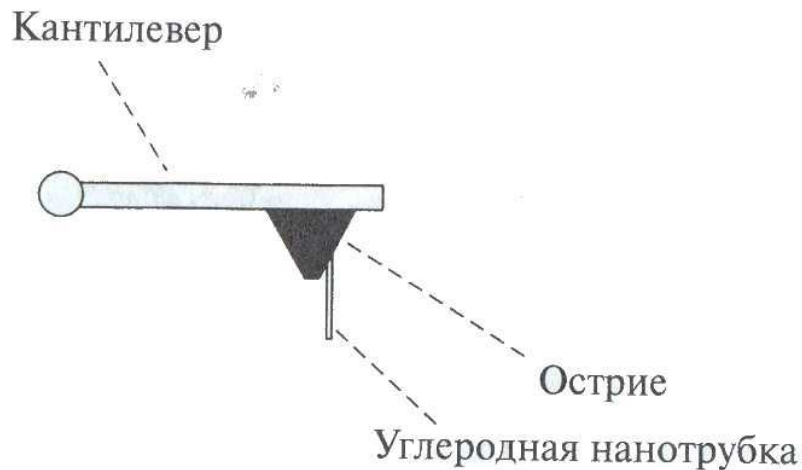
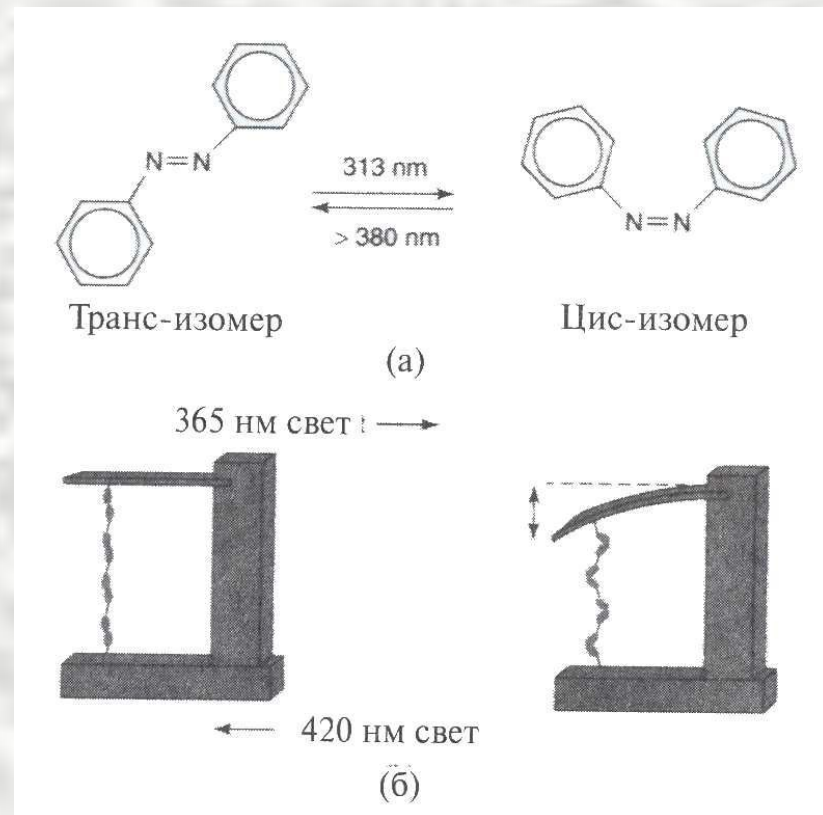


Схема размещения однослойной углеродной нанотрубки на кантилевере атомного силового микроскопа



а) индуцированная ультрафиолетовым светом цис-транс изомеризация азобензола;

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

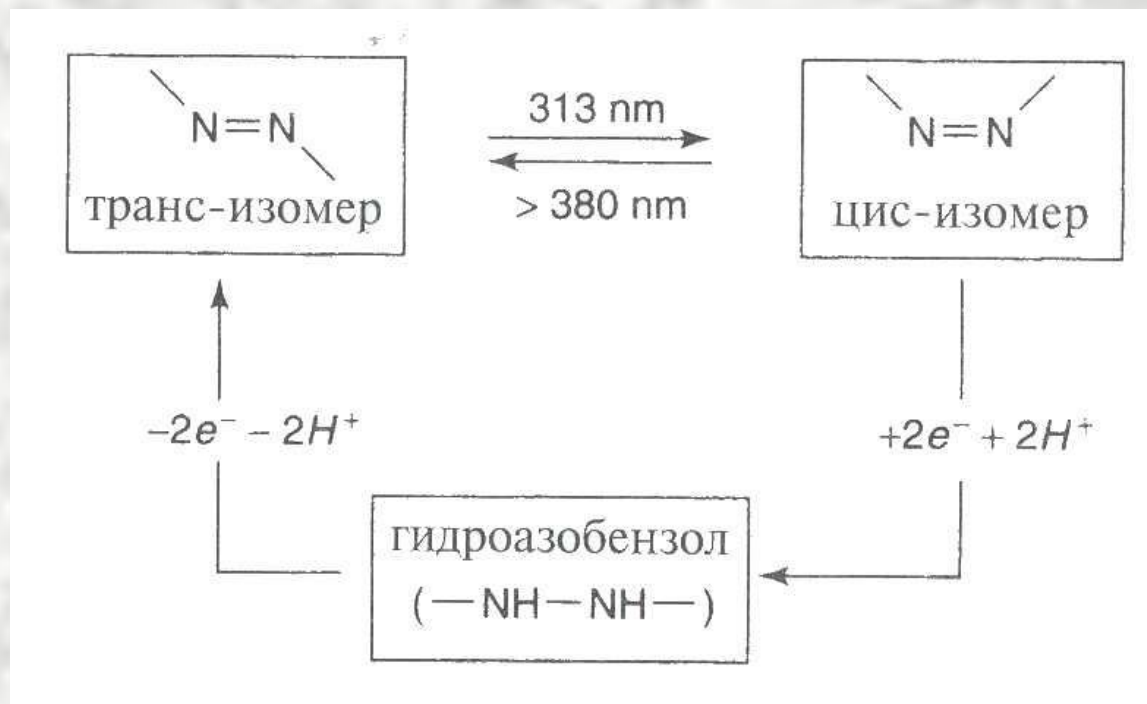


Схема управления процессом переключения азобензола посредством фотоизомеризации и электрохимии, позволяющая реализовать двухрежимный переключатель

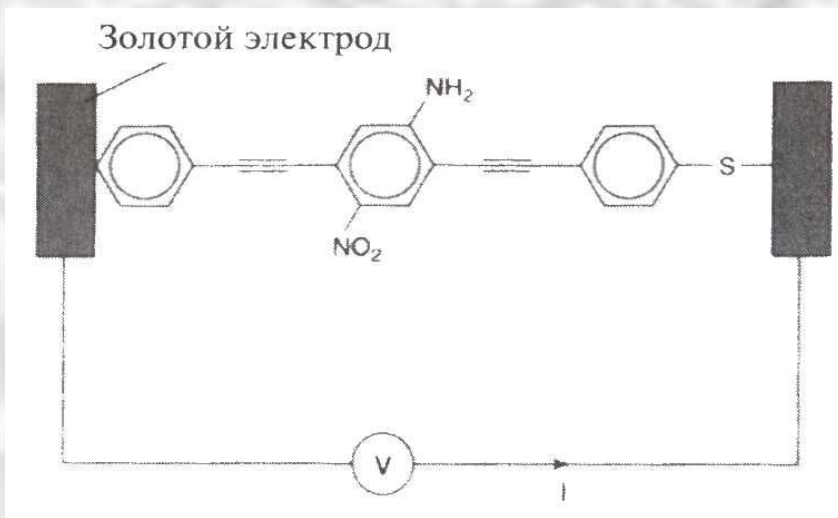
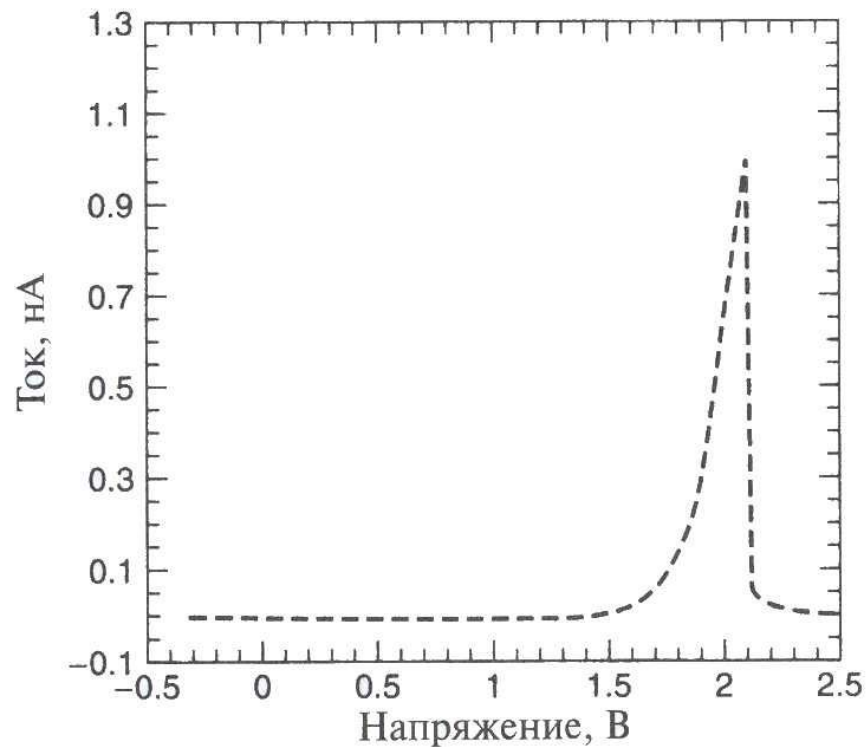
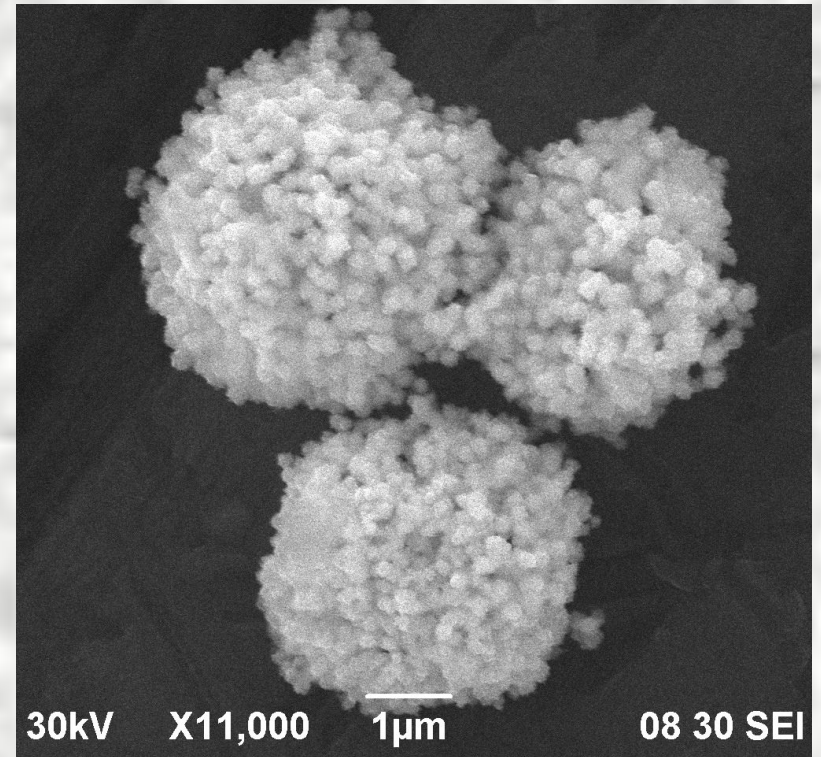
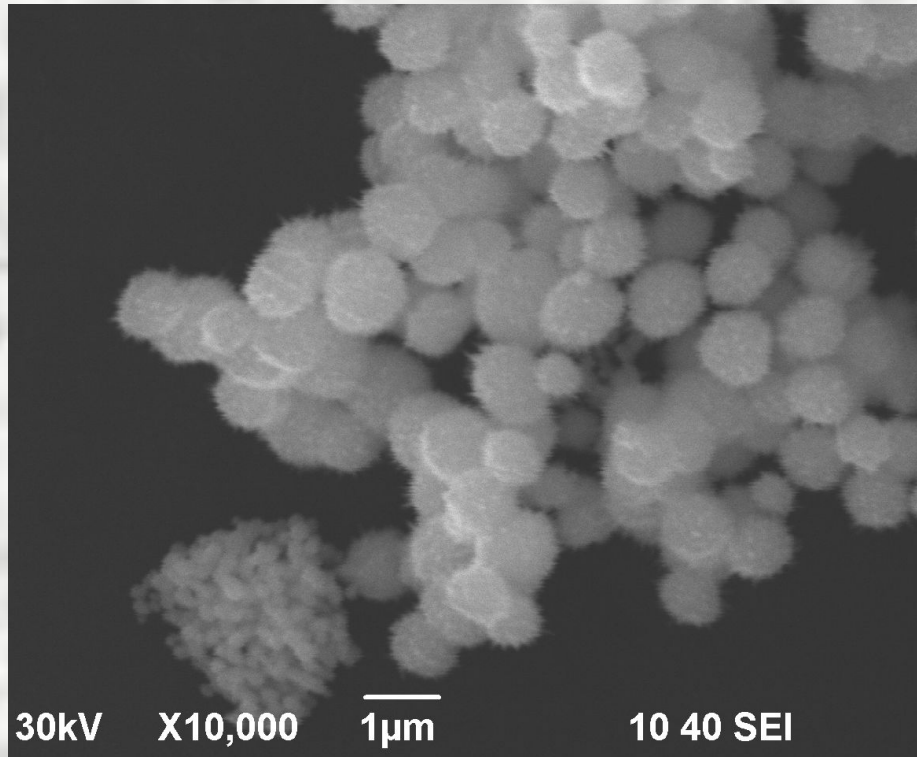


Схема электронного переключателя, выполненного на проводящей молекуле, прикреплённой концами к золотым электродам.

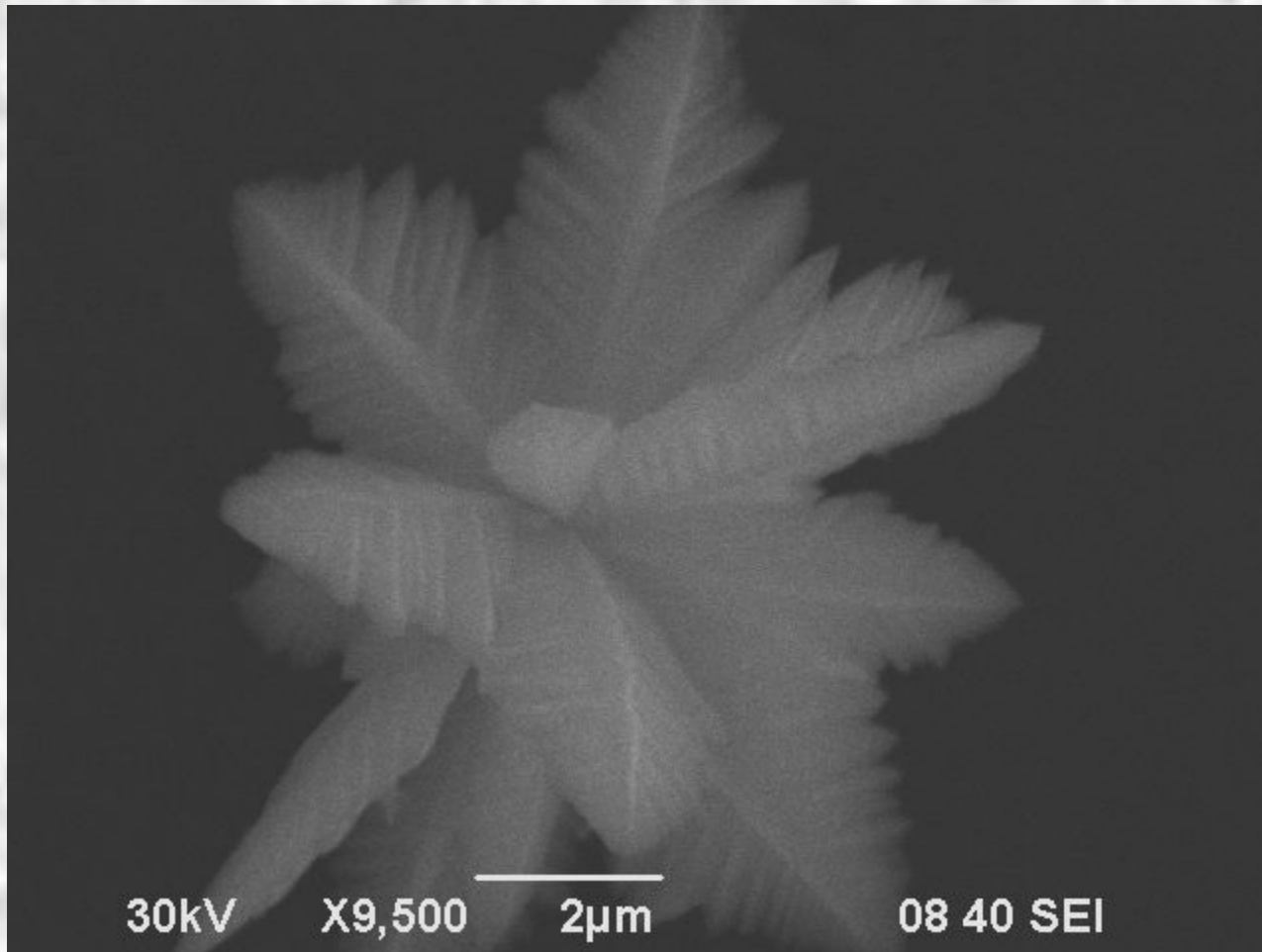


Вольтамперные характеристики электронного переключателя

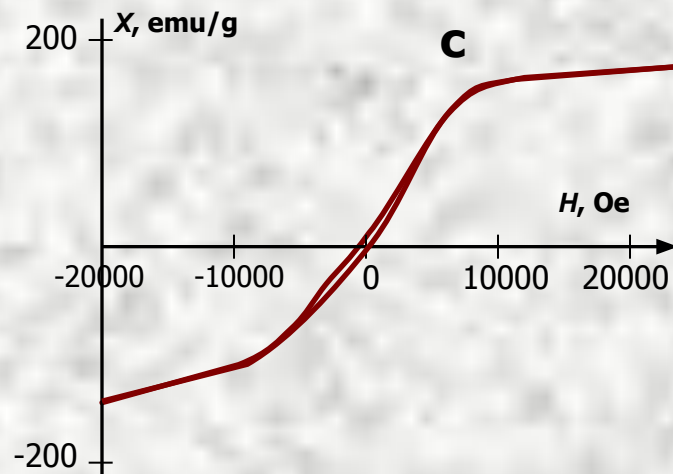
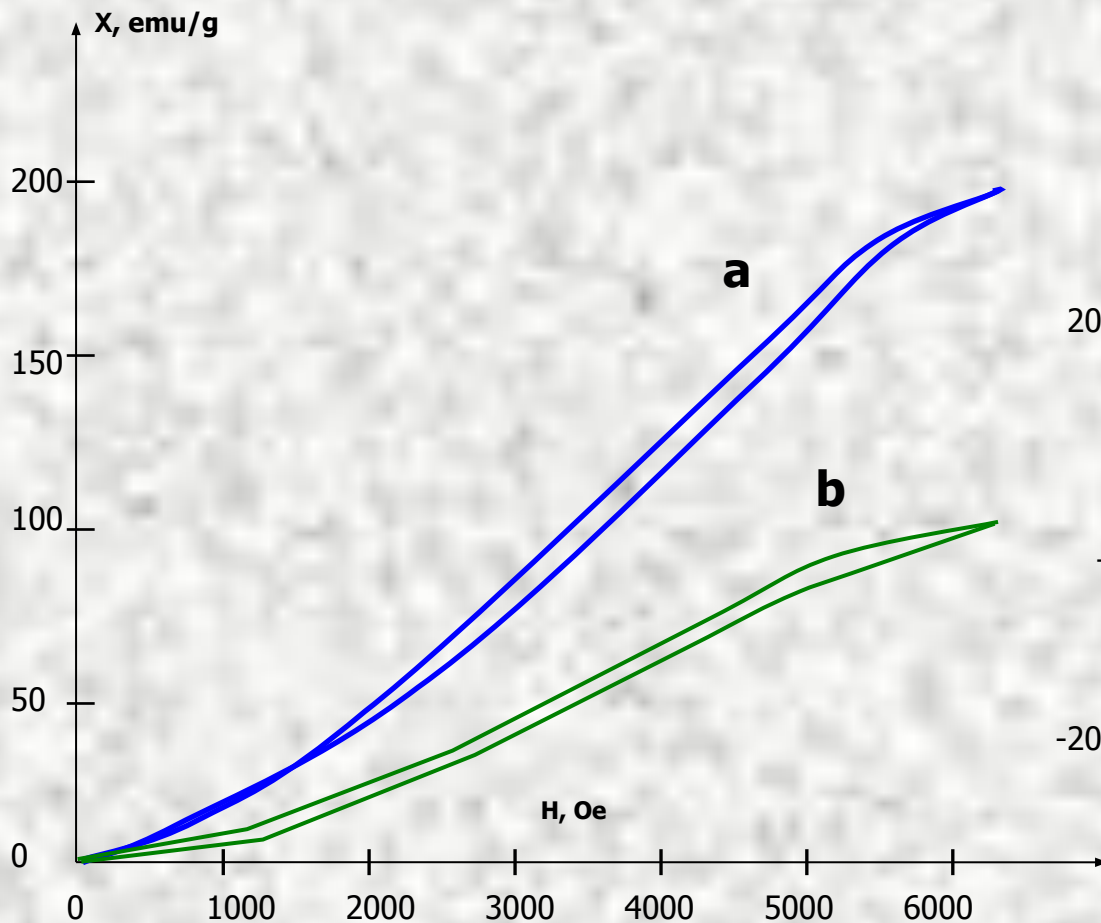
Микрофотография наноразмерного Ni



Микрофотография наноразмерного Co



Магнитные кривые

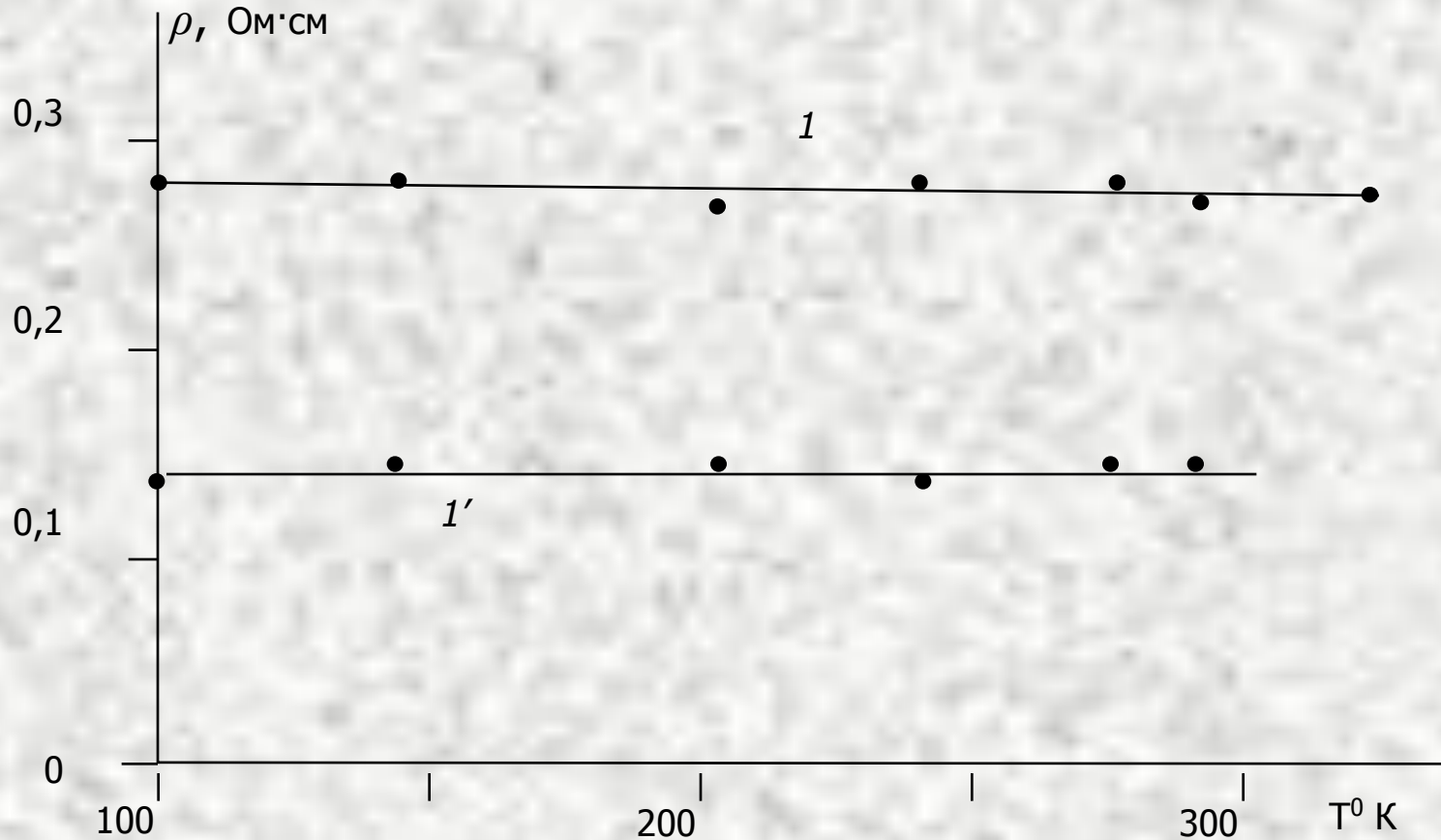


a) Образец Fe-Co (50/50);

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
за
внимание!!!