



Основные особенности наохиими

учебно –
практическое
занятие

-NANO > XII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

www.nanometer.ru

<http://enanos.nanometer.ru>

Е.А.Гудилин, С.Г.Дорофеев, А.А.Семенова 2019 МГУ – Ханты - Мансийск

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru

Д.И. Менделеев 1834-1907

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТР

НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

3-ЭЛЕМЕНТЫ

p-ЭЛЕМЕНТЫ

d-ЭЛЕМЕНТЫ

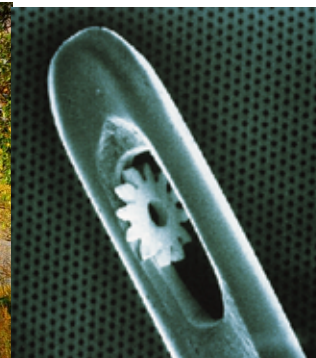
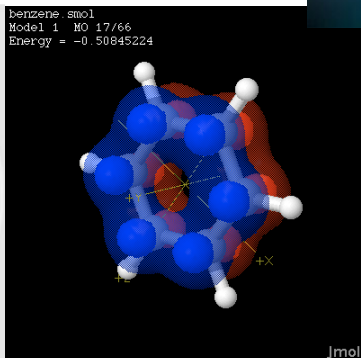
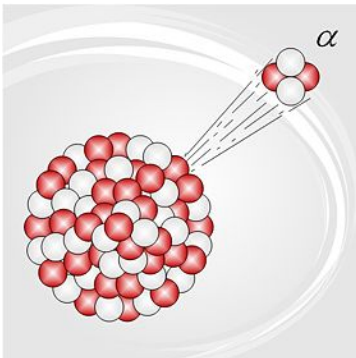
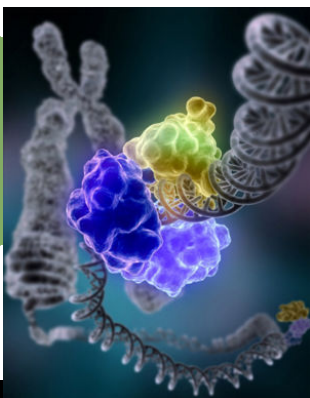
f-ЭЛЕМЕНТЫ

ЛАНТАНОИДЫ

АКТИНОИДЫ

Типы металлических частиц

	I	II	III	IV	V	VI	
Количество атомов, q	1	2	3-12	13-150	151-21100	2,2·10 ⁴ -5·10 ⁵	>10 ⁶
Средний диаметр, d, Å	2,4-3,4	4,5-6,0	5,5-8,0	8-20	20-100	100-300	>300
% поверхностных атомов	100	100	100	92-63	63-15	15-2	<2
Количество внутренних слоев в частице	0	0	0	1-3	4-18	>18	МНОГО
Соединения, полученные при взаимодействии с лигандами	ML _n	L _n M-ML _n	M _q L _n q/n < 1 малые	M _q L _n q/n ≈ 1 средние	M _q L _n q/n > 1 большие	M _q L _n q > n гигантские	M _q L(ad) _n q >> n
	Моноядерные соединения металлов	Биядерные соединения со связями металл-металл	Кластерные соединения металлов			Коллоидные металлы, черни	Ультрадисперсные металлические частицы



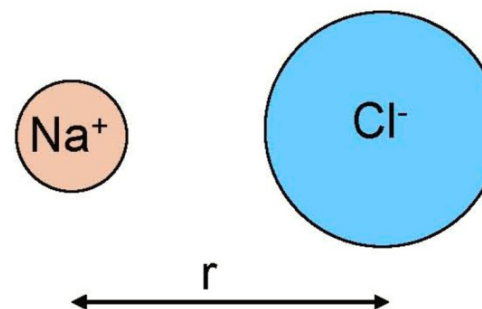
Междисциплинарность

«нано» - «гном, карлик», одна миллиардная метра



Ионная связь

Ионная связь это взаимодействие противоположных зарядов



Характеристики ионной связи:

- 1) Ненаправленность
- 2) Недеформируемость электронных оболочек
- 3) Значимость кристаллического строения:

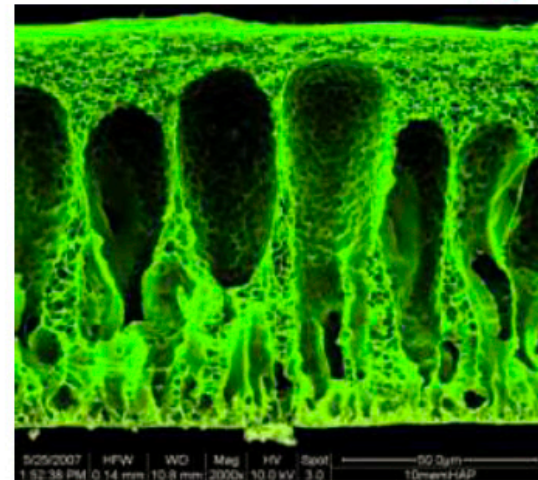
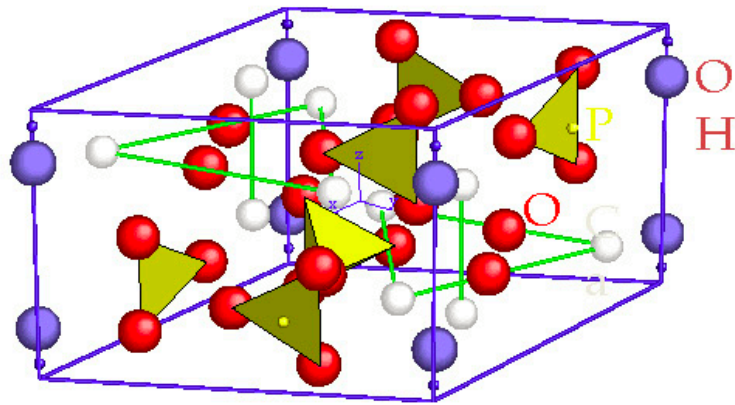
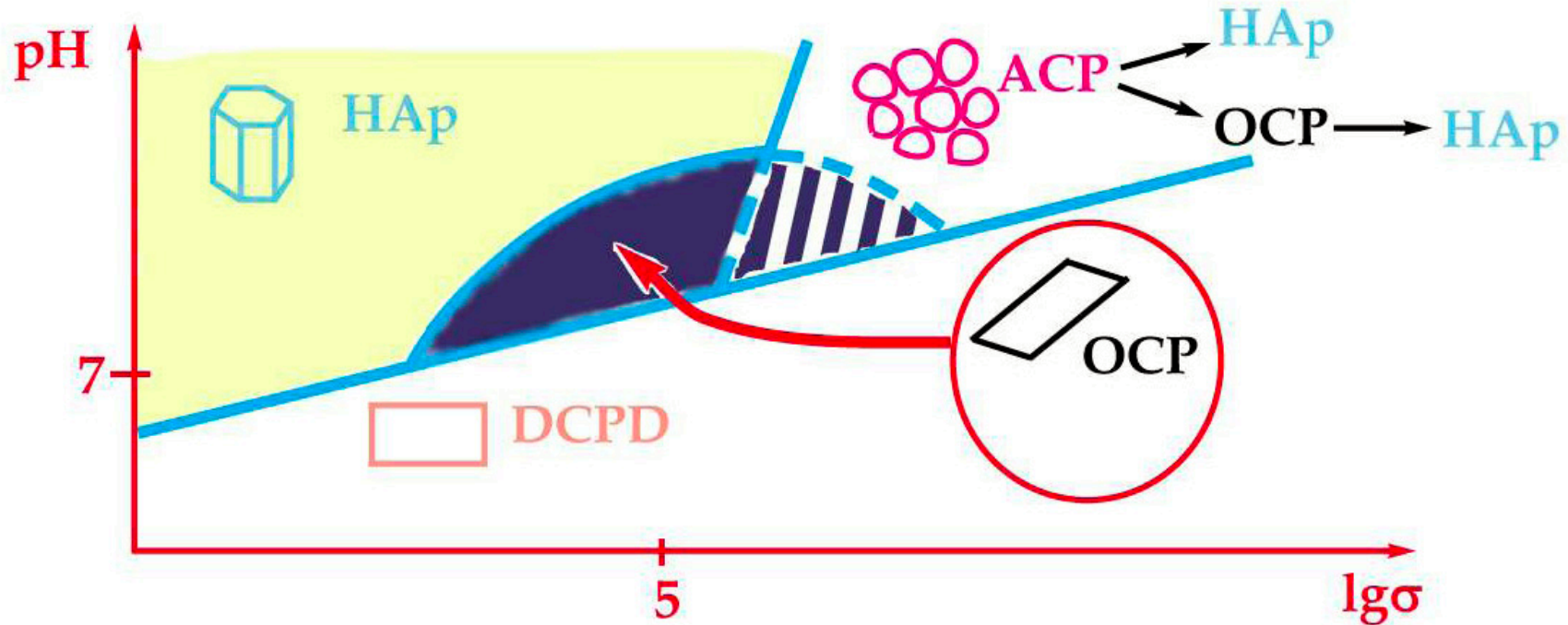
$$E_{\text{крист}} = A \cdot (|Z_+| \cdot |Z_-| \cdot e^2) / r$$

A – константа Маделунга

$$E = (|Z_+| \cdot |Z_-| \cdot e^2) / r$$

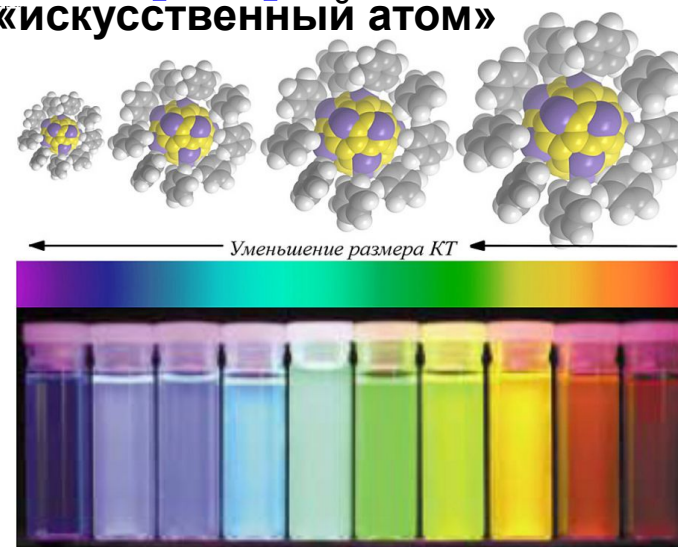


ГАП: влияние условий синтеза



Академик Ж.И.Алферов

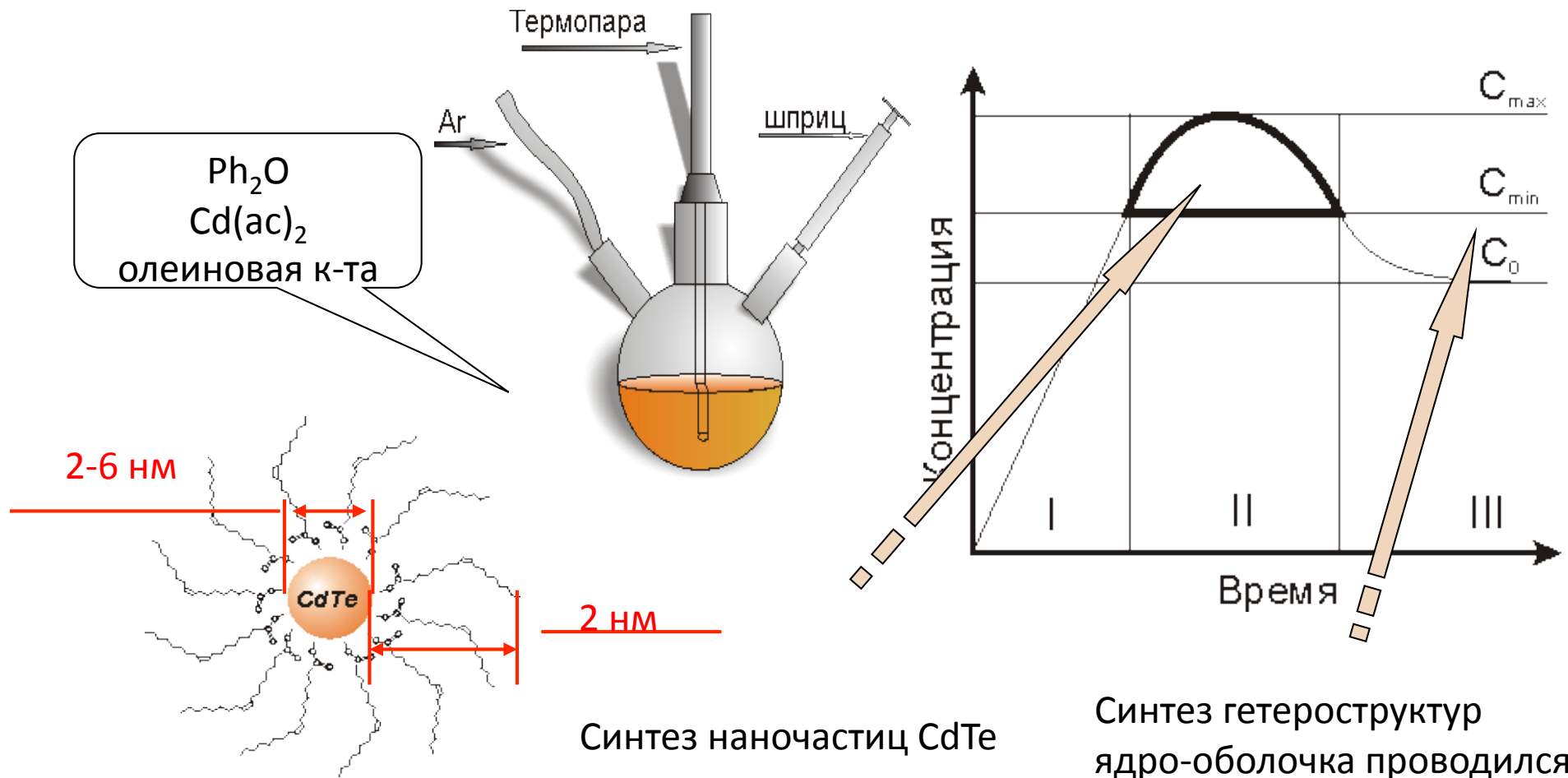
«ИСКУССТВЕННЫЙ АТОМ»



Изменение цвета (полосы испускания) коллоидного раствора частиц CdSe в оболочке ZnSe в зависимости от размера квантовых точек.



Химический синтез квантовых точек

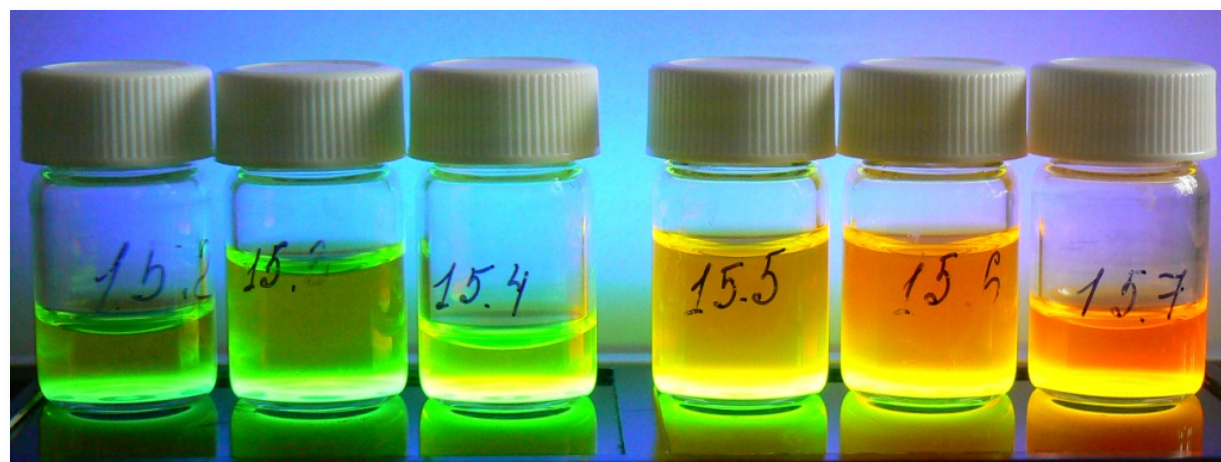
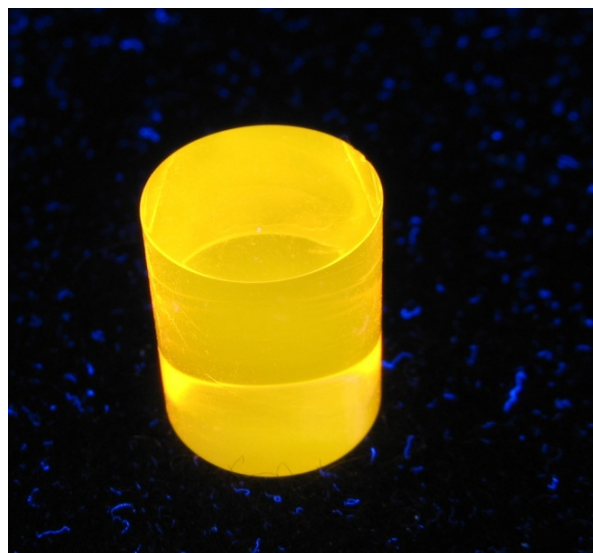
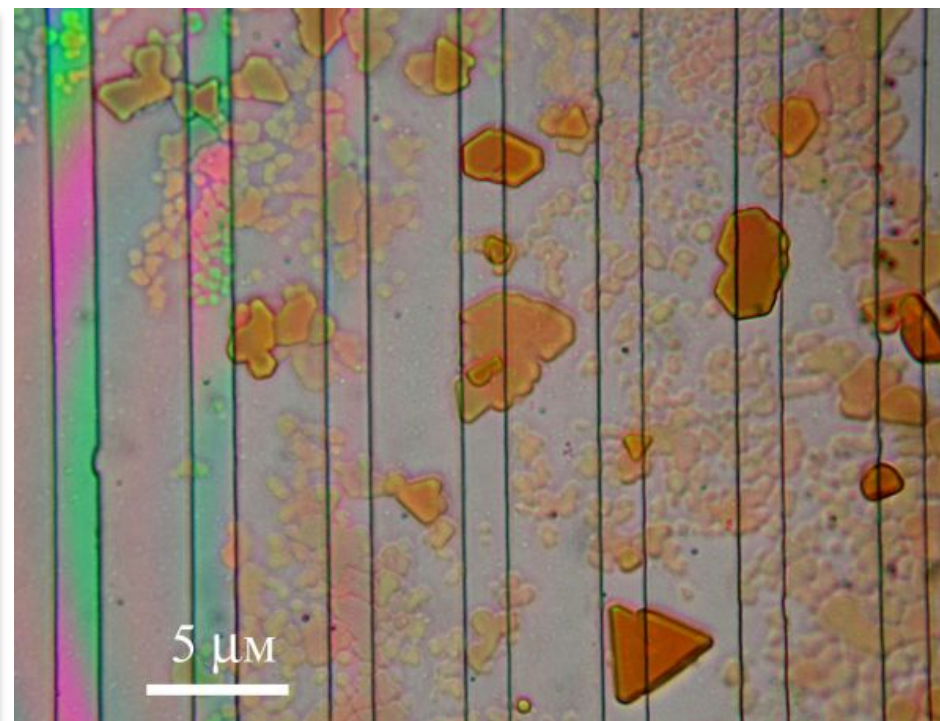
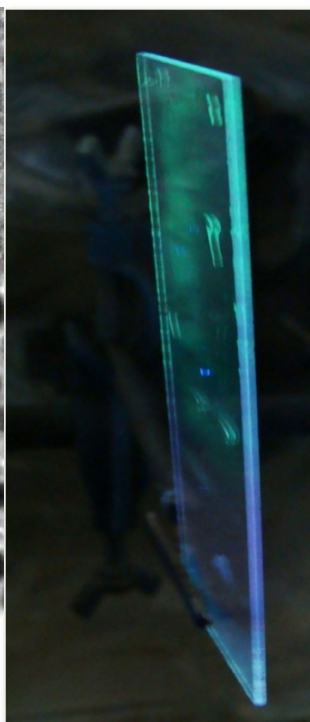
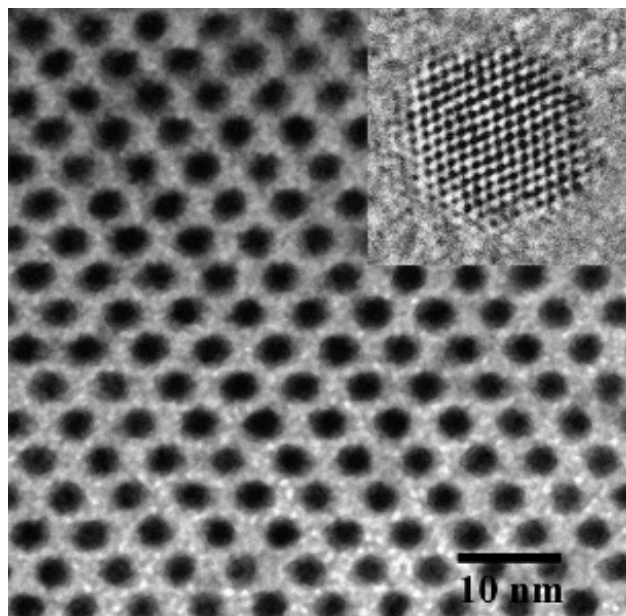


Синтез наночастиц CdTe проводился в режиме пересыщения (II)

Синтез гетероструктур ядро-оболочка проводился в режиме III методом наращивания на ядре CdTe слоя CdSe.

- мин. время
 - мах. пересыщение
- > монодисперсная система

Квантовые точки



Нанобиочастицы

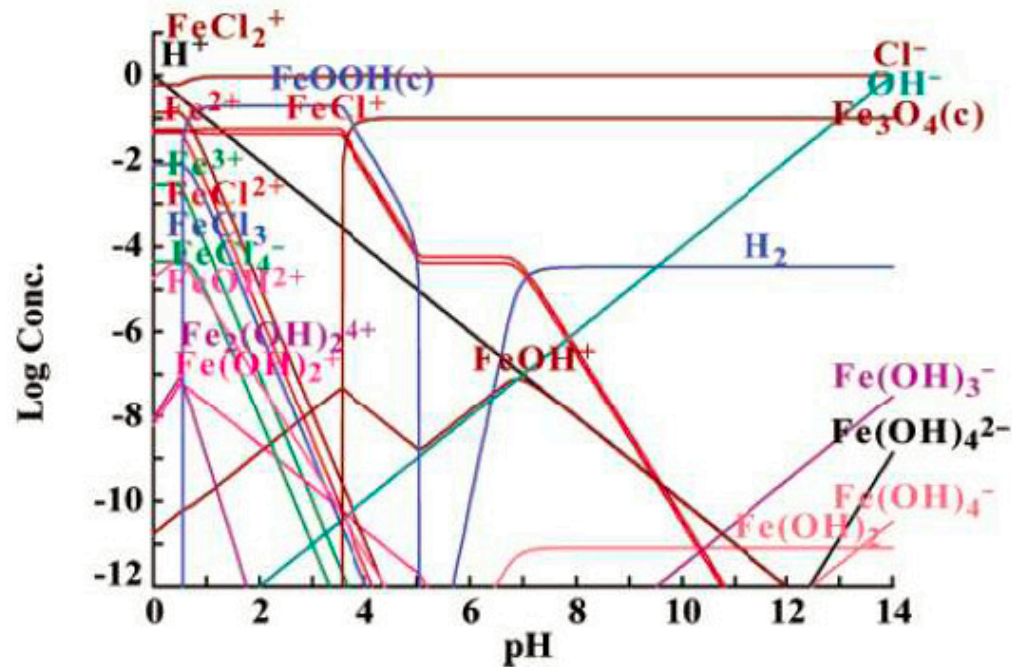
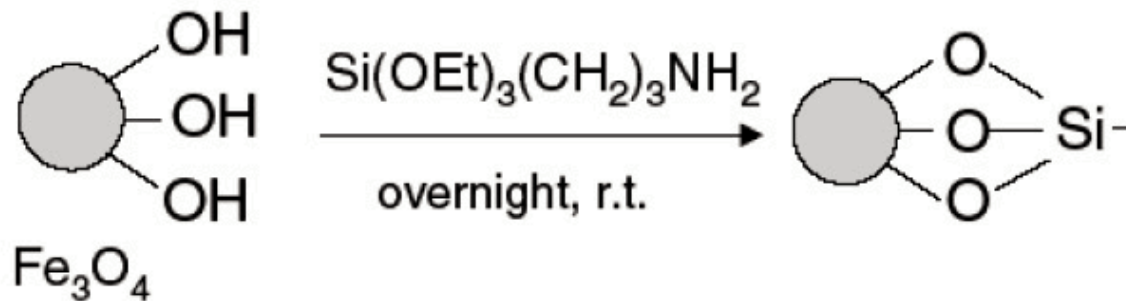
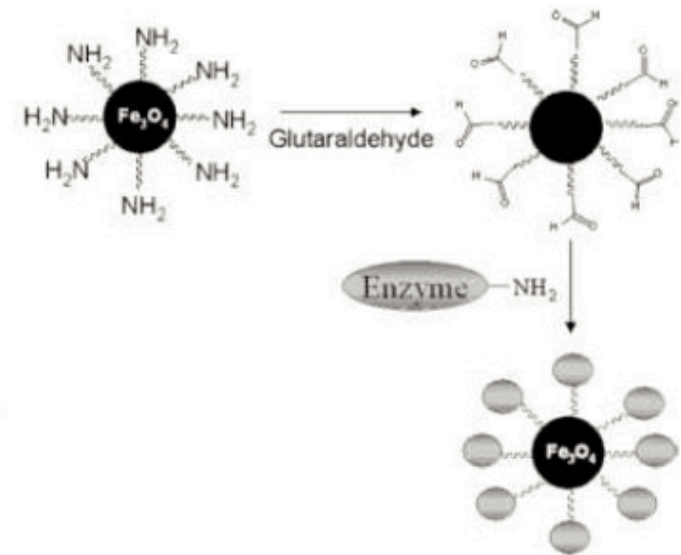
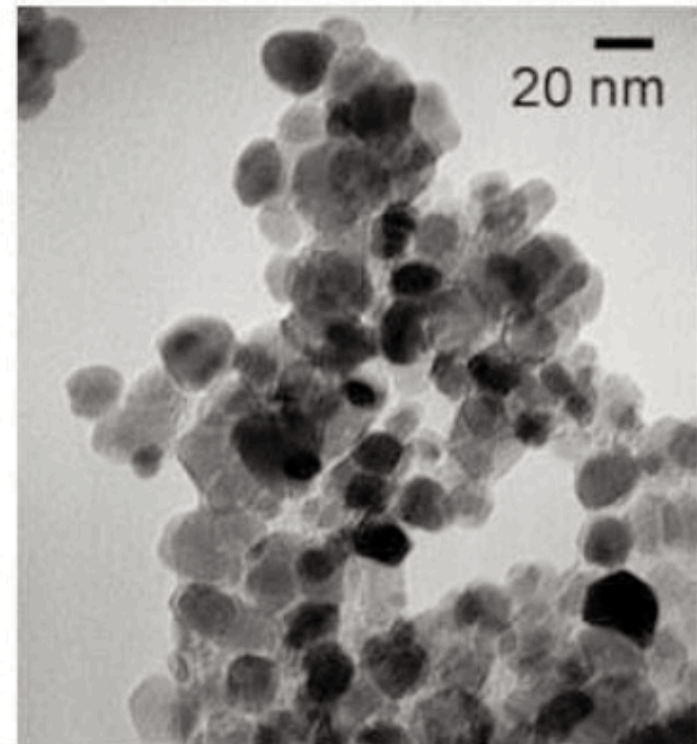
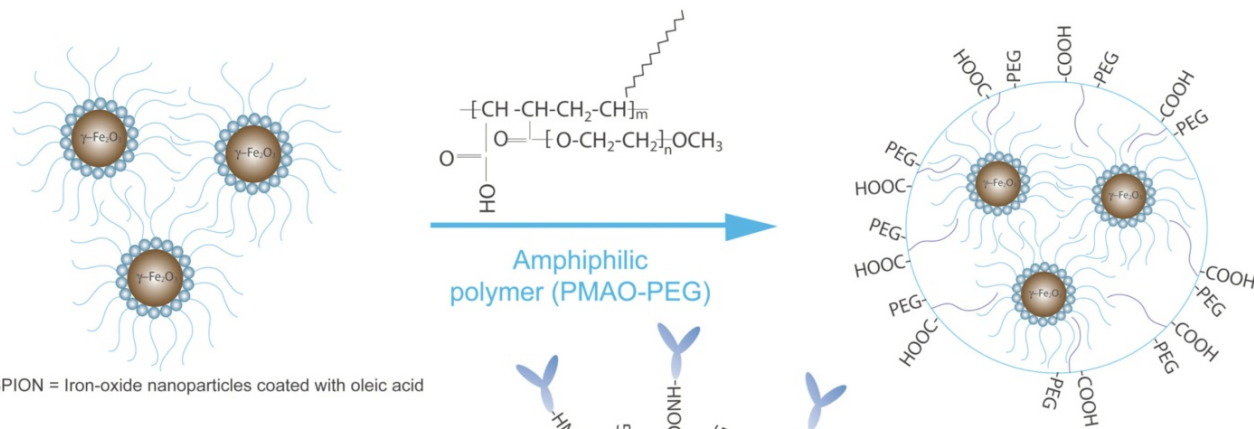
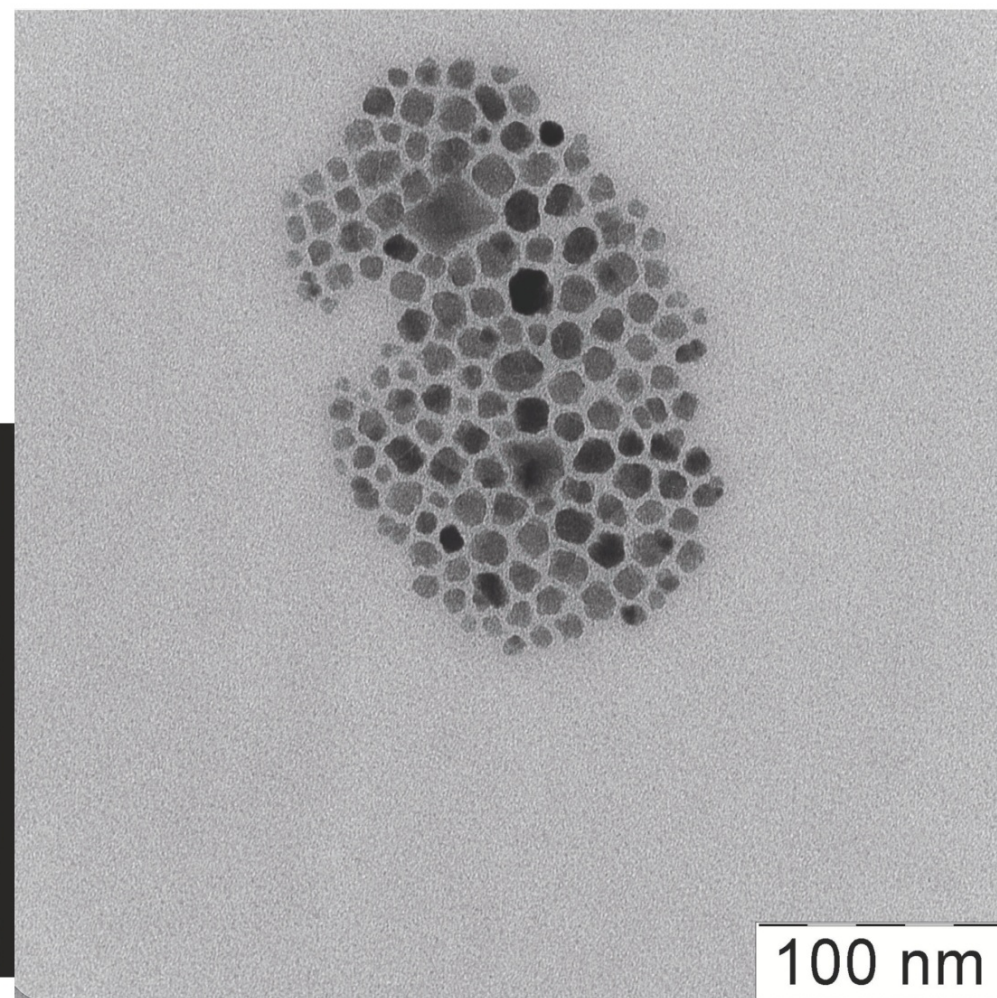
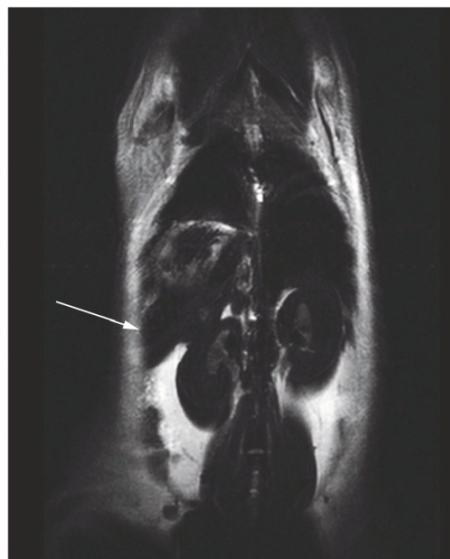
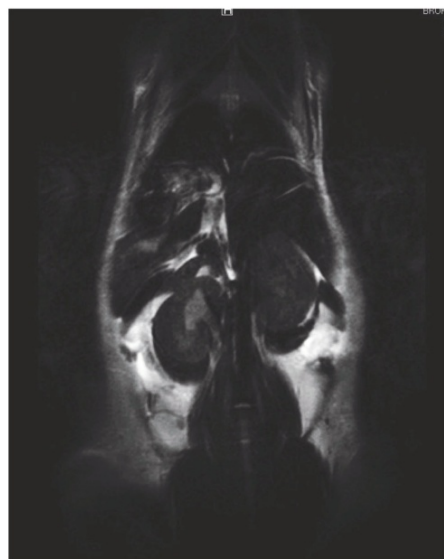
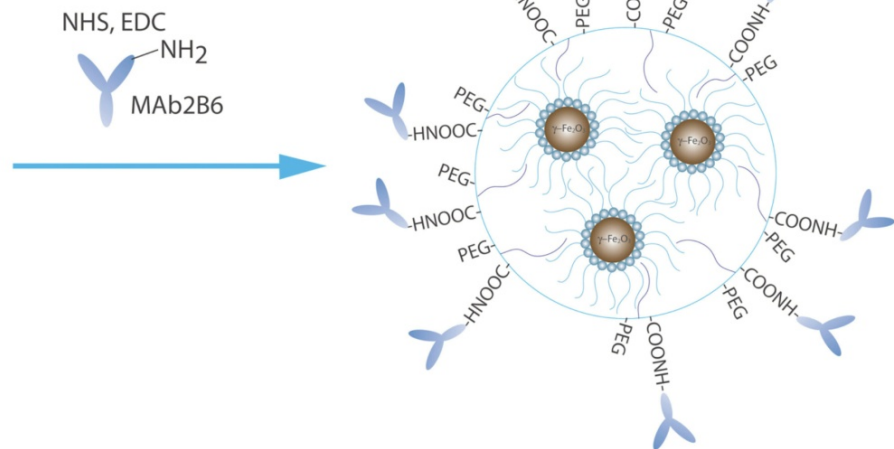


Figure 2. Thermodynamic calculations of the concentrations of all Fe^{2+} and Fe^{3+} species formed at different solution pHs. Initial conditions are $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ M}$, $[\text{Fe}^{3+}] = 0.2 \text{ M}$, and $[\text{Cl}^-] = 1.0 \text{ M}$.





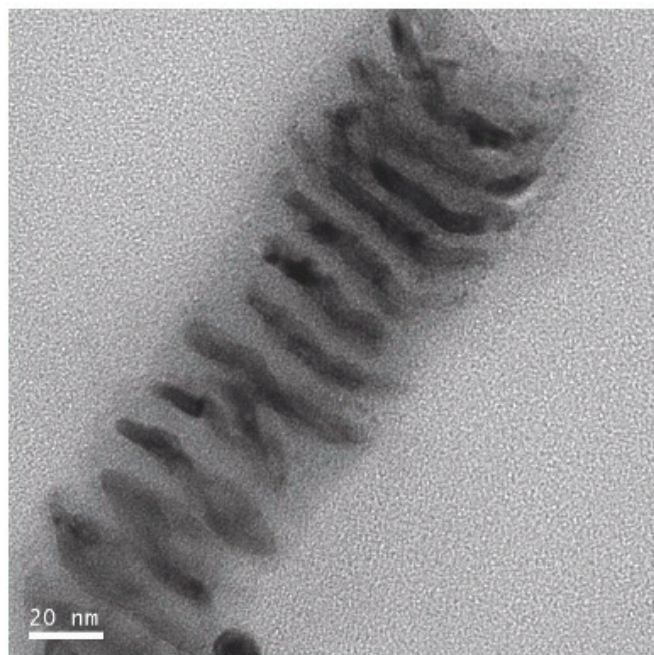
SPION = Iron-oxide nanoparticles coated with oleic acid



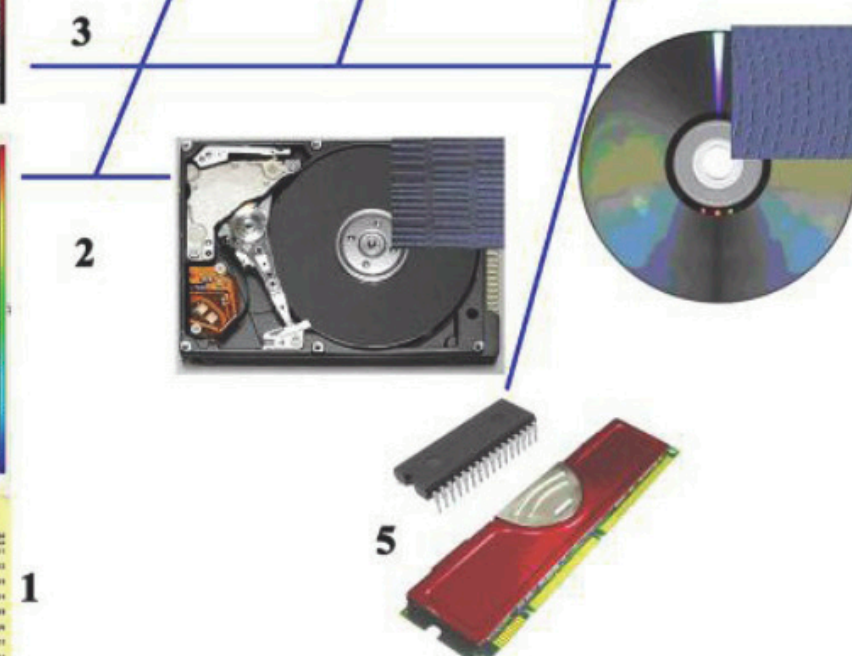
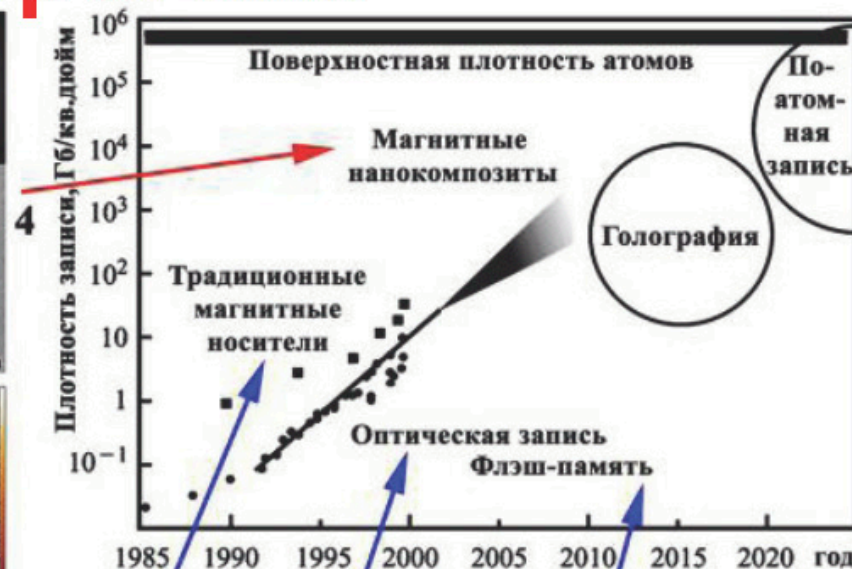
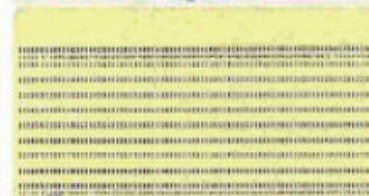
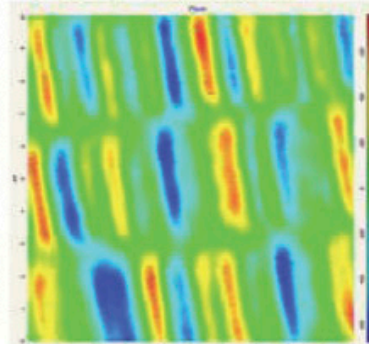
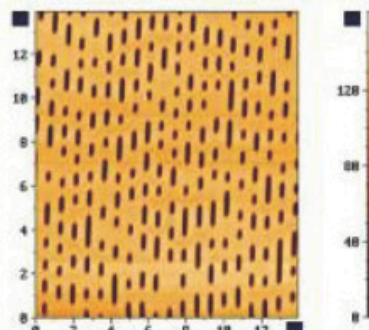
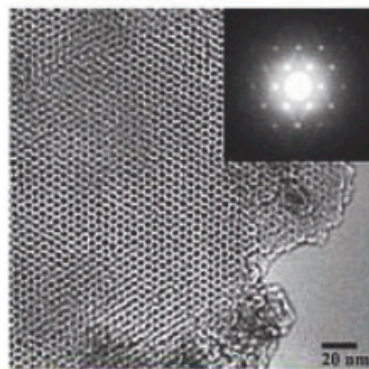
Информационные технологии и наноэлектроника

Нанопроволока Fe в мезопористом SiO₂

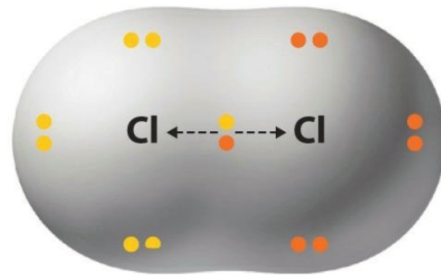
Сверхвысокая плотность записи информации (1-10 Тбит/кв.дюйм)



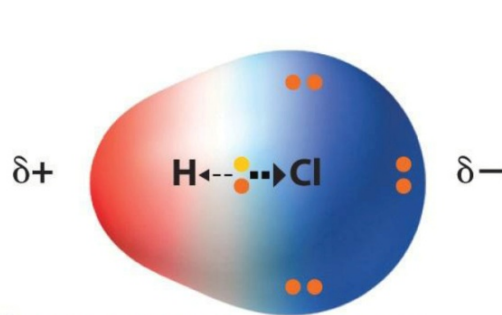
Композитная магнитная нанопроволока (электроосаждение в порах анодированного алюминия)



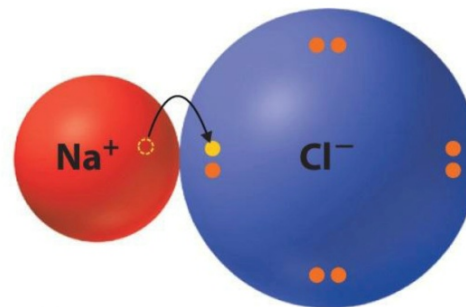
Ковалентная связь



Неполярная ковалентная связь
Связывающие электроны в равной степени принадлежат обоим атомам. На атомах отсутствует заряд.



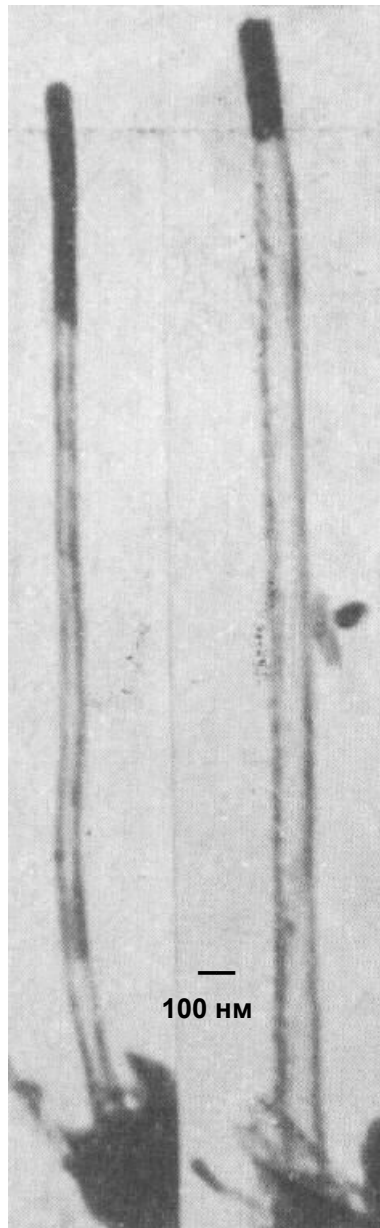
Полярная ковалентная связь
Электронная плотность смещена к более электроотрицательному атому, на котором возникает частичный отрицательный заряд. На менее электроотрицательном атоме возникает частичный положительный заряд.



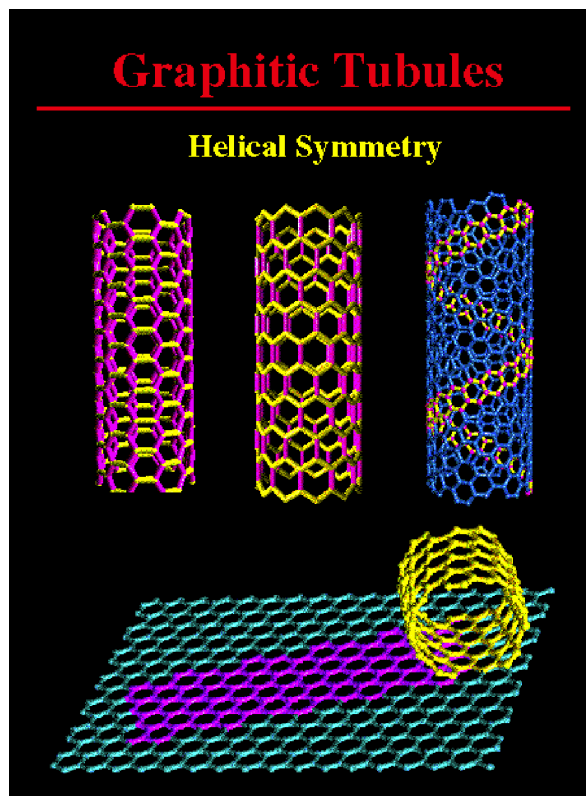
Ионная связь
Перенос одного или нескольких валентных электронов от атома металла к атому неметалла. Образуются целочисленно заряженные ионы.



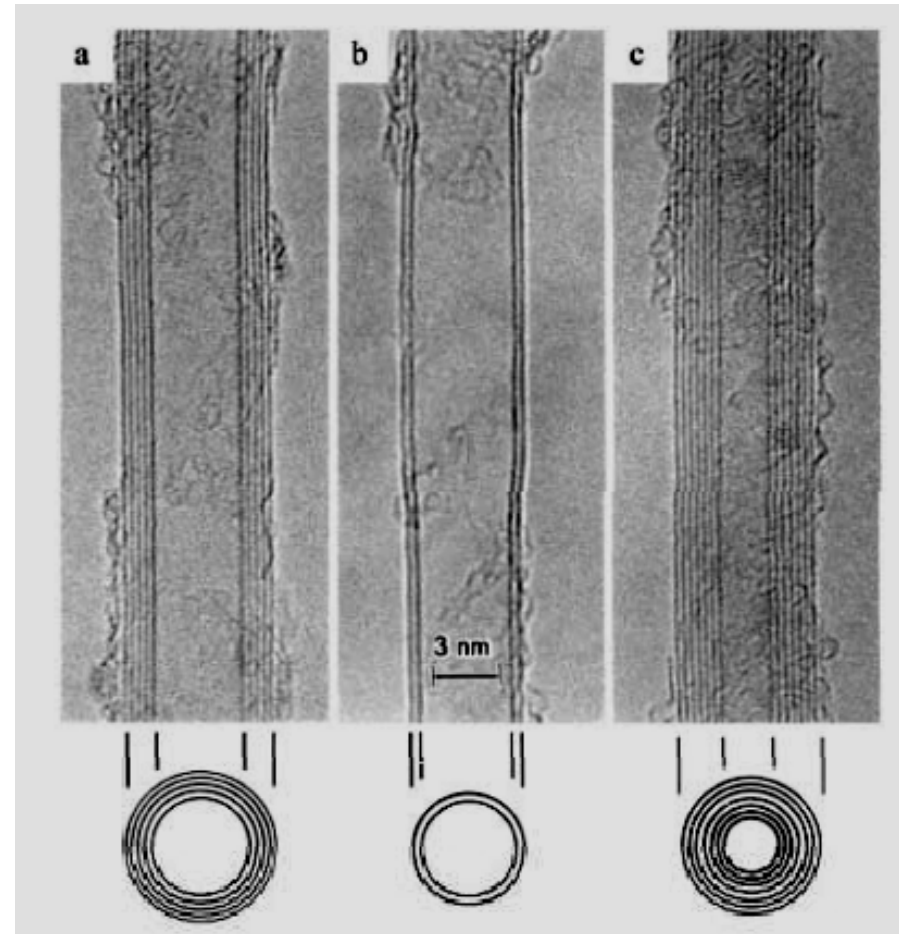
Первые РЭМ наблюдения углеродных нанотрубок



Л.В.Радужкевич, В.М.Лушкинович. О структуре углерода, образующегося при термическом разложении окиси углерода на железе ЖФХ (1952)



получены СНТ<10 нм, метод CVD (Oberlin, M. Endo, T. Koyama. J. Cryst. Growth 32, 335 (1976)).



ТЕМ наблюдение J.Iijima ([Nature,1991](#)) коаксиальных многостенных нанотрубок (катод осадок в угл дуге) различными внутренними и внутренними диаметрами и числом оболочек с различной хиральностью

Умные осадки

- Золь оксида графена

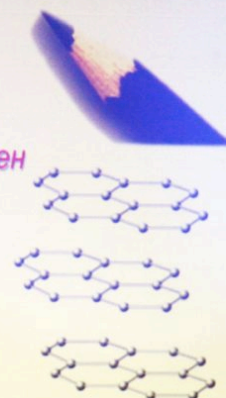
*Nano factor. mag
Kostya M...*

12.011
A2 hex
4492 T°
3825 S°
2.25
2.55
[He]2s²p²
Carbon

6
2, 4
C

Что такое sp² углерод?

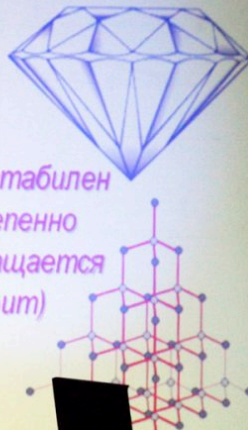
графит



стабилен

известен < 500 лет

алмаз



метастабилен
(постепенно превращается в графит)

известен 3000 лет


sp²

одинаковый химический состав

Возможные приложения

Оптические приложения
(Samsung roadmap: 2012)

Фотодетекторы




Солнечные батареи




Wang Nano Lett. (2008)

Дисплеи




Тактильные дисплеи



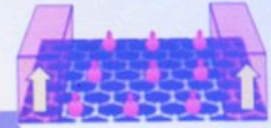
Электроника

Транзисторы

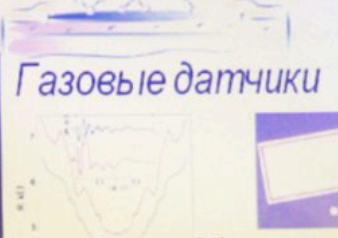
Woo et al., IEEE Et. Dev. Lett. (2009)
Lin et al., Nano Lett. (2009)
Lin et al., Science (2010)



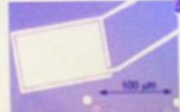
Спиновые транзисторы



Газовые датчики



Варикап




Механические датчики




Композитные материалы

прочные, проводящие, оптически прозрачные Г...

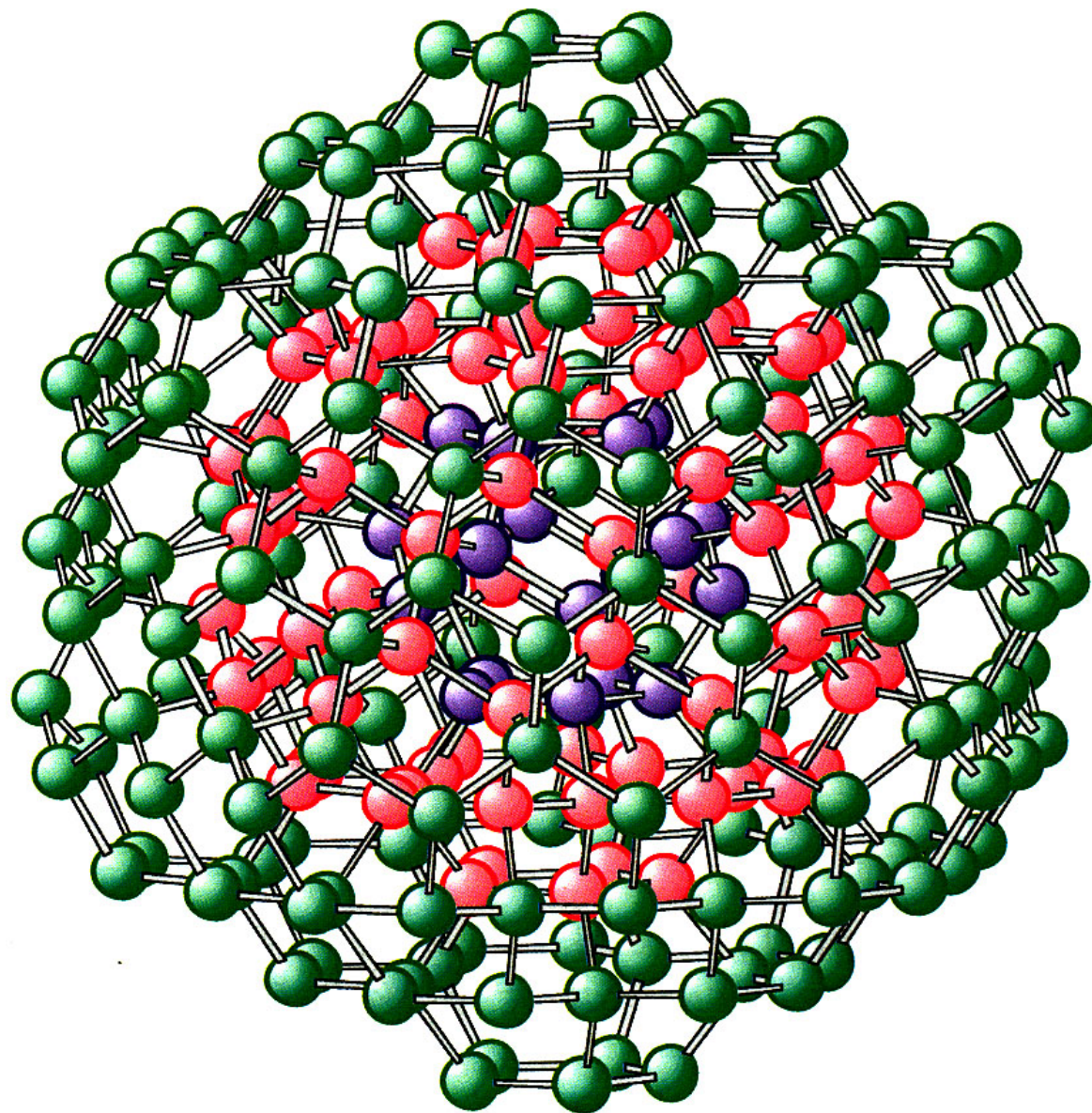


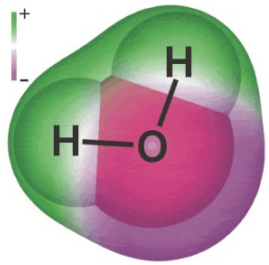
Супер-конденсаторы



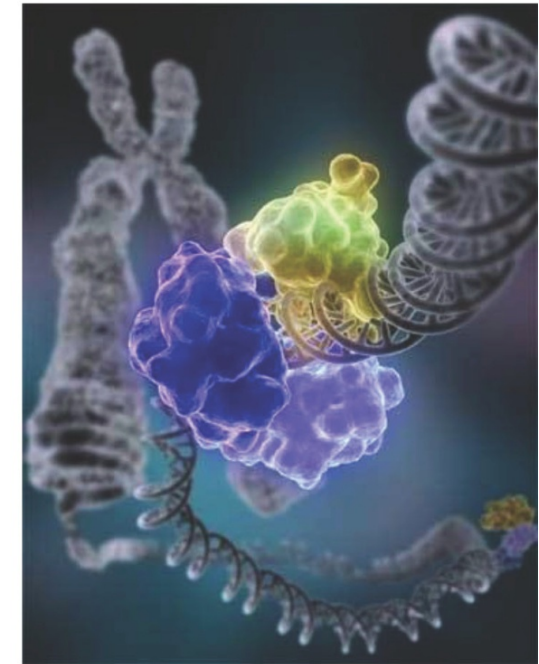
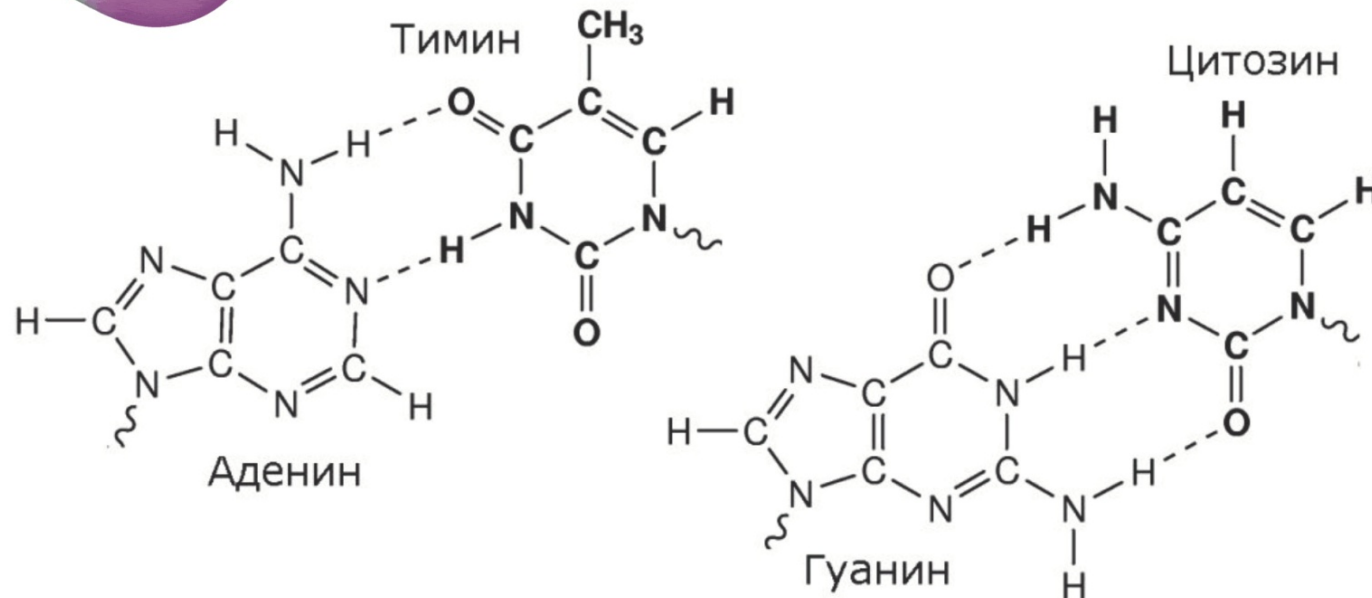


Наноалмаз





Водородная связь

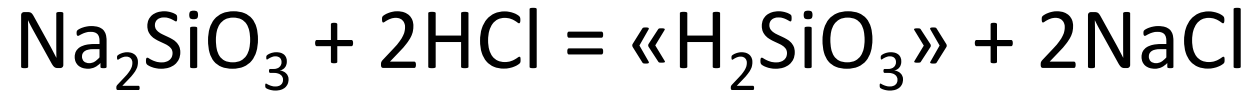


Для водородной связи необходимо наличие двух полярных ковалентных связей, в образовании одной из которых участвует атом водорода, а другой - электроотрицательный атом (кислород, азот, галоген). Водородная связь считается ключевым взаимодействием в супрамолекулярной химии. Она определяет структуру белков, двойной спирали ДНК, воды и льда, супрамолекулярных ансамблей, полимеров, оказывает влияние на свойства многих растворов.

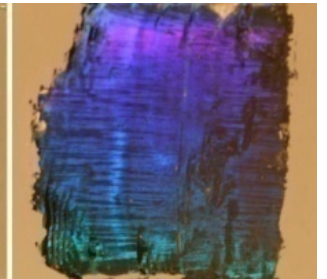
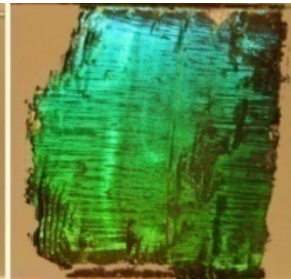
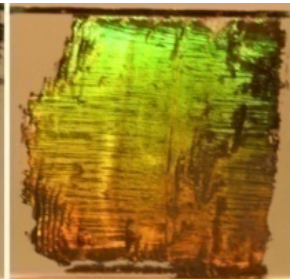
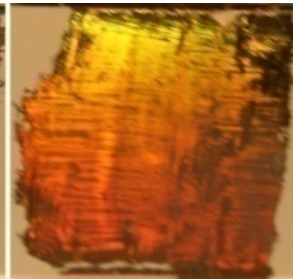
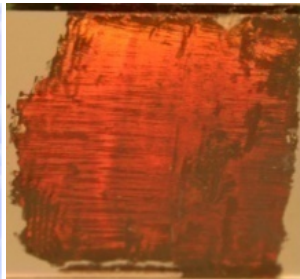
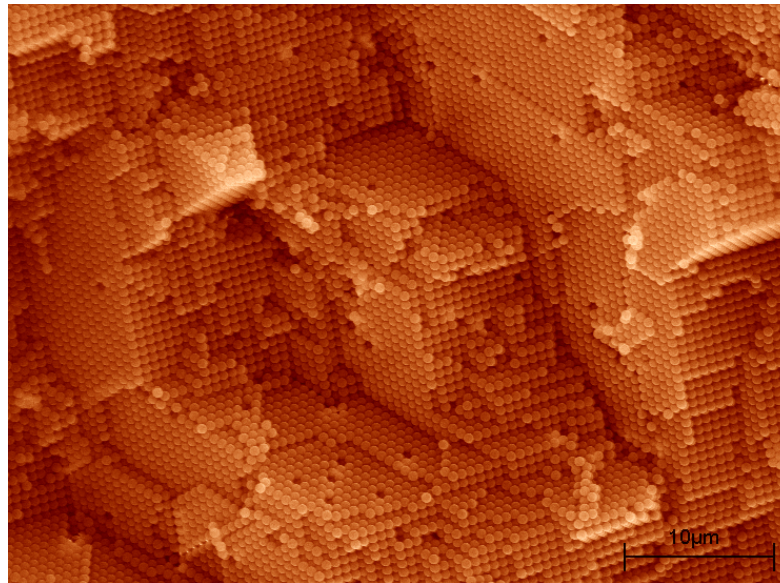
Энергия меняется в широких пределах - от 5 до 100 кДж/моль, однако обычно водородная связь намного слабее ковалентных связей. В зависимости от энергии, водородная связь имеет различный характер - от чисто электростатического (слабые связи) до преимущественно ковалентного (сильные связи).

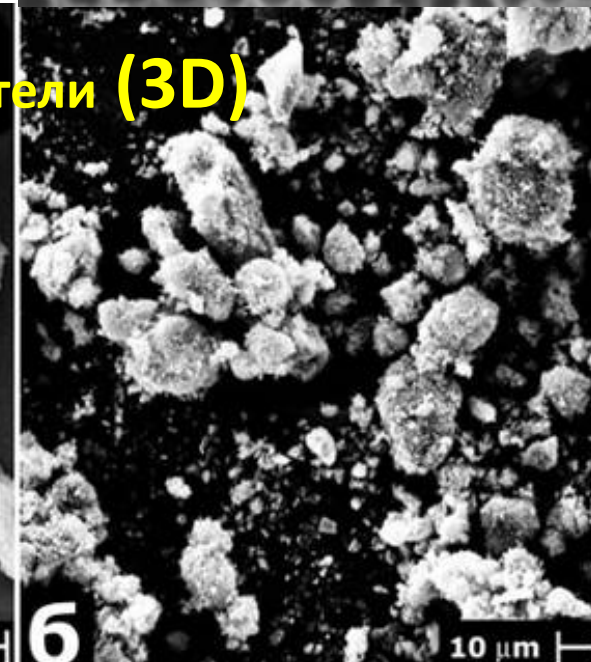
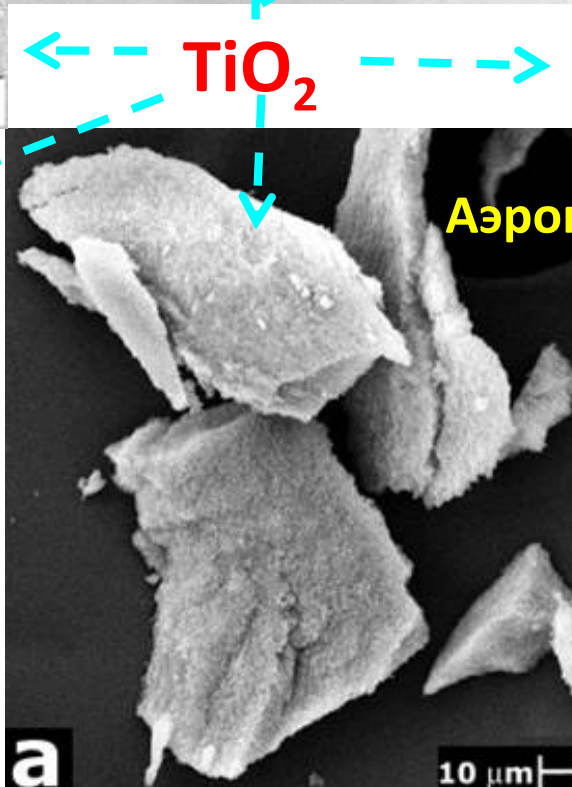
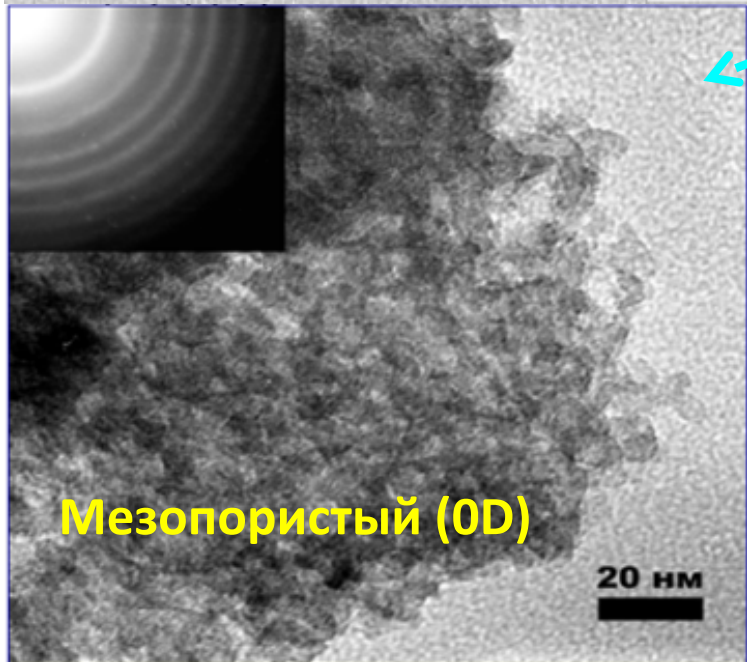
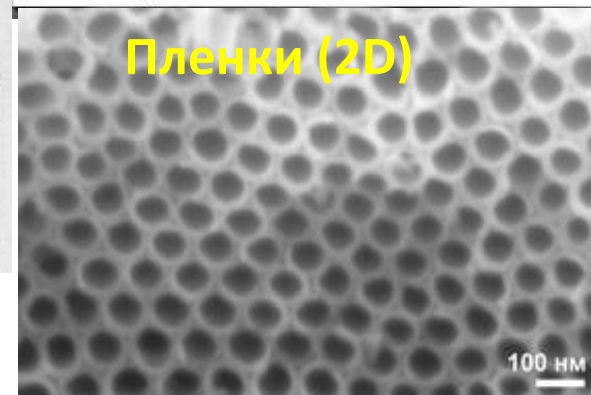
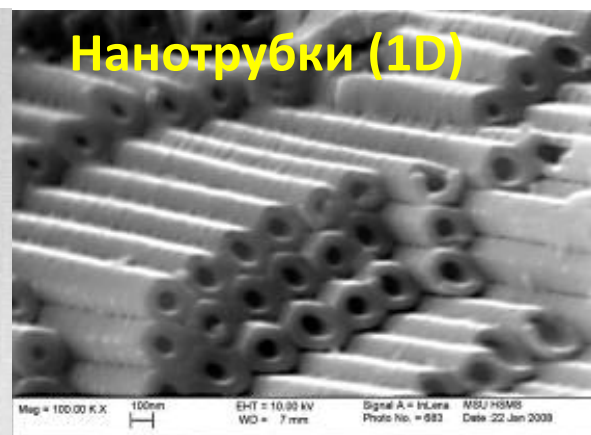
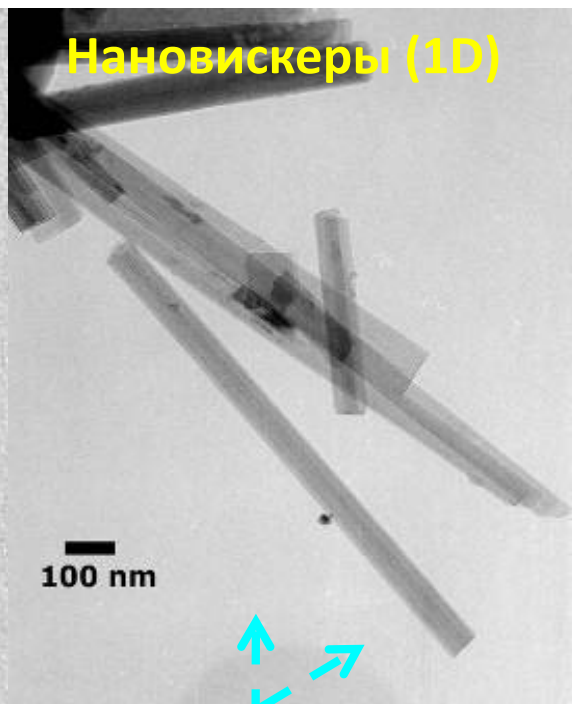
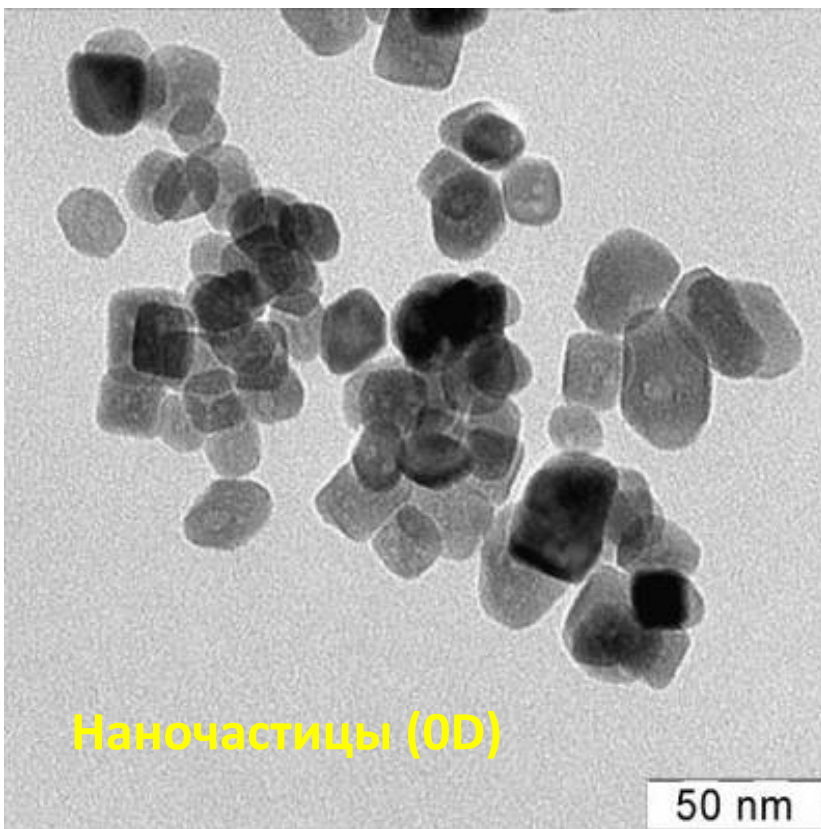
Золь, гель, аэрогель

- Застывание геля кремниевой кислоты

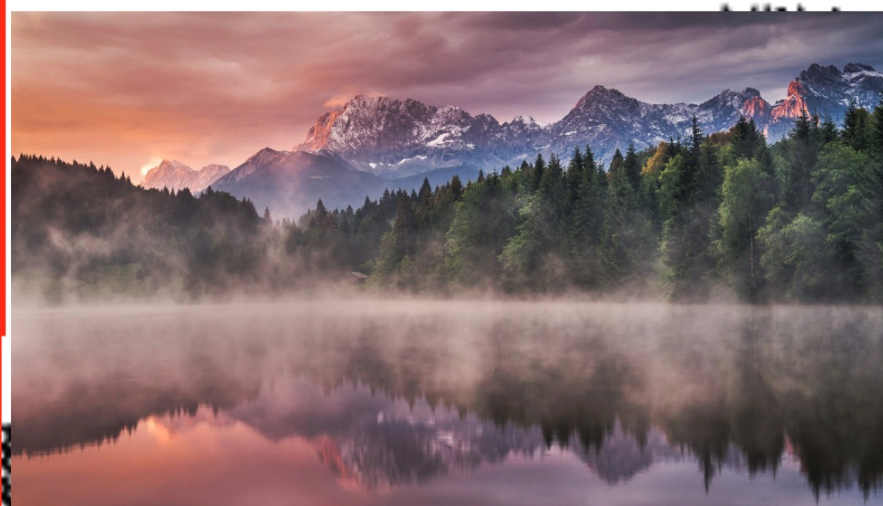
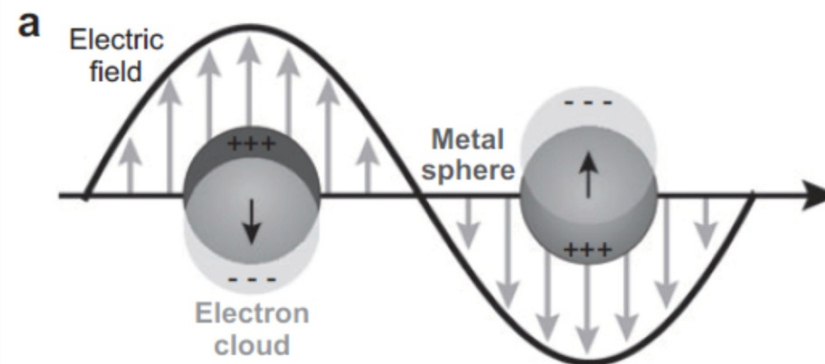
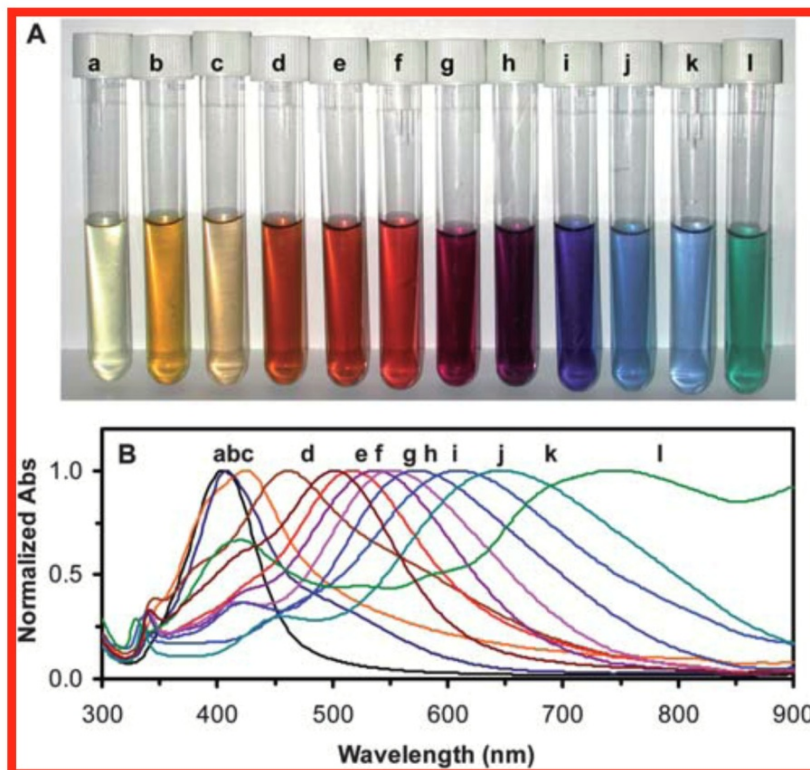


- фотонные кристаллы
- аэрогель





Металлическая связь

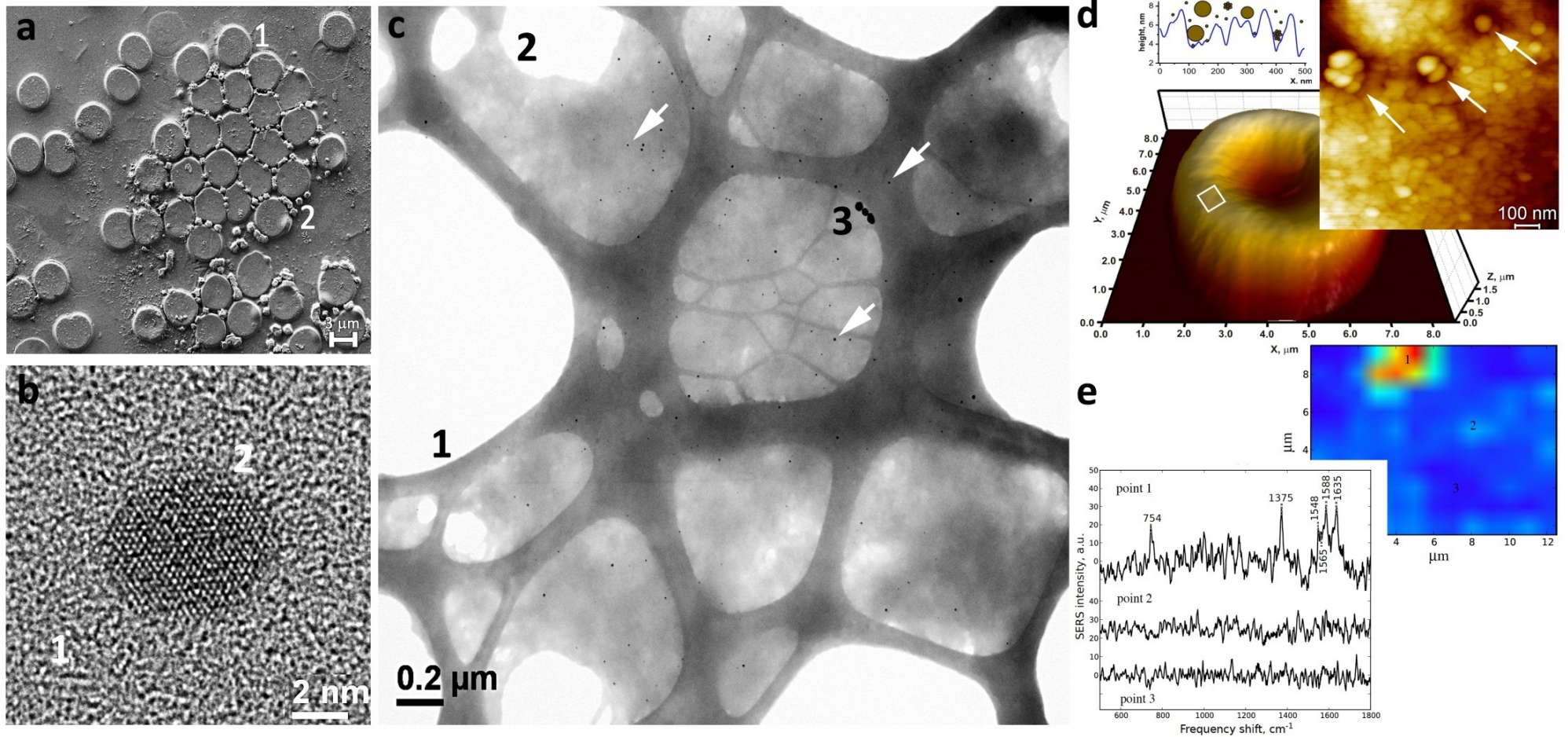


IA																	
H	IIA																
Li	Be																
Na	Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIII										
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni								
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

R. Dornhaus. *Festkörperprobleme*. 1982. XXII. 201–228.
R. Alvarez-Puebla, et al. *Small*. 2010. 6 (5). 604–610.

T. Huang, et al. *J. Mater. Chem.* 2010. 20. 9867–²⁵9876.

Серебро и клеточная мембрана



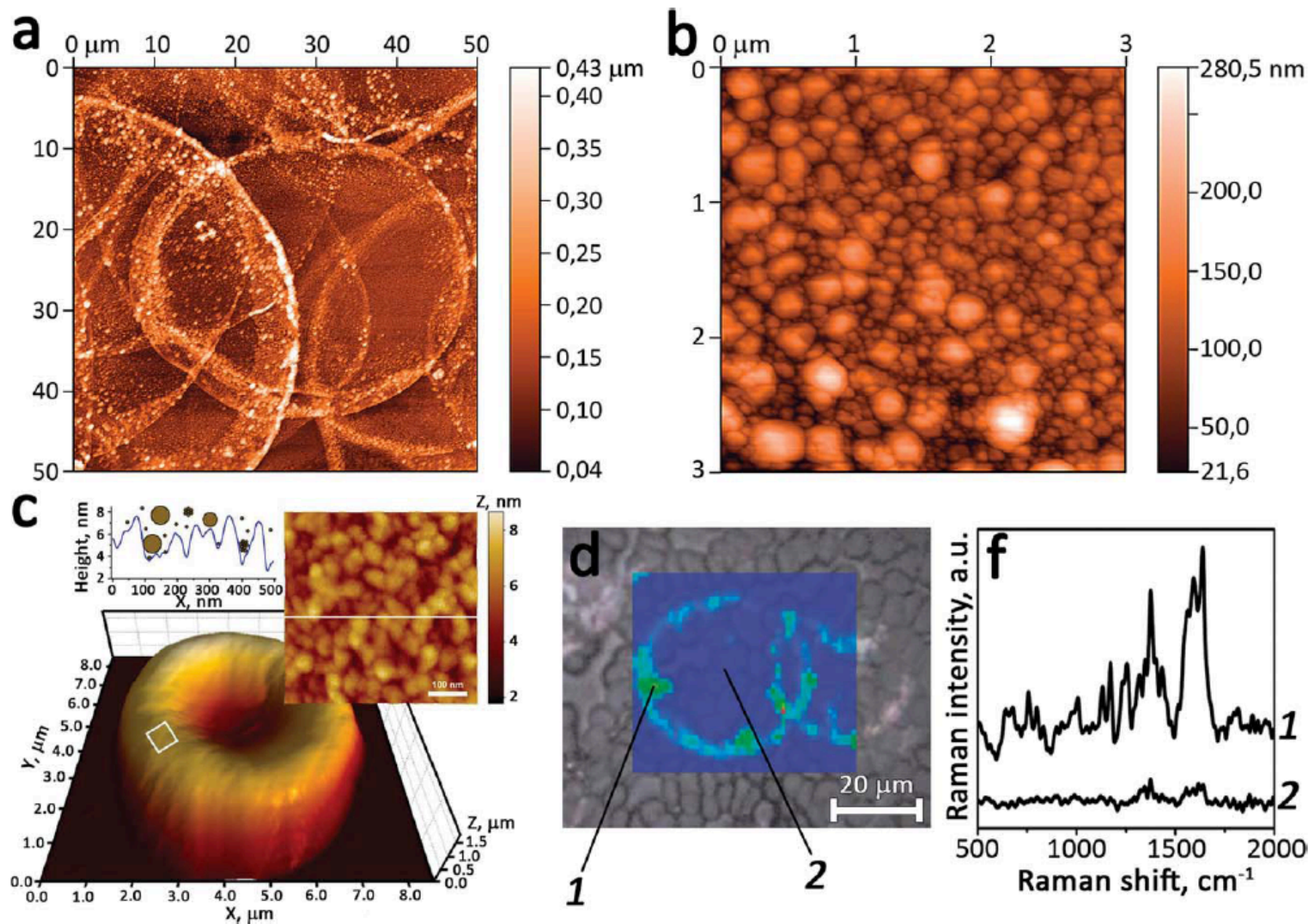


Fig. 10 The lock and key concept of successful SERS of living erythrocytes on USR substrates. (a) AFM image showing typical sizes of silver crater walls concentrating plasmonic silver; (b) AFM image of silver wall surfaces with elements suitable in their sizes ("key") for penetrating in erythrocyte membrane invaginations ("lock"); (c) AFM image of a single erythrocyte showing nanoscale details of its external surface; the profile graph is given for the white rectangular area, the spheres show hypothetically silver wall elements attempting to enter invaginations; (d) SERS mapping of erythrocytes on the USR substrate and typical SERS spectra measured from different points: on a crater wall and on a flat surface.

Ван-дер-ваальсовы силы

Ван-дер-ваальсовы силы существуют всегда между атомами и молекулами, но могут быть пренебрежимо малы при наличии ионных или ковалентных взаимодействий

Три типа ван-дер-ваальсовых сил:

1) Диполь-дипольное притяжение

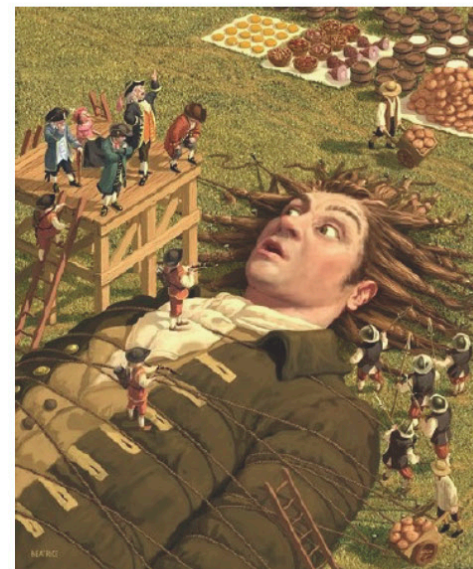
взаимодействие постоянных диполей

2) Индукционное притяжение

взаимодействие постоянного и наведенного диполей

3) Дисперсионное притяжение

взаимодействие мгновенных диполей



Строение лап геккона ([K. Autumn, et al. *American Scientist*, 2006, 124])

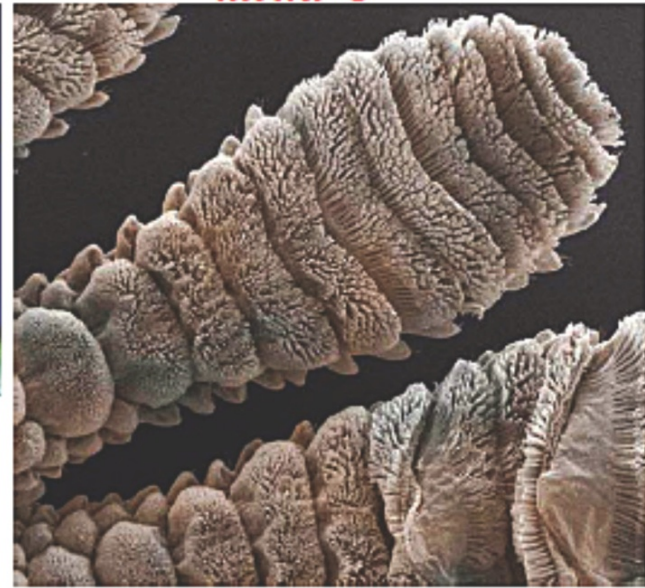
МАКРО



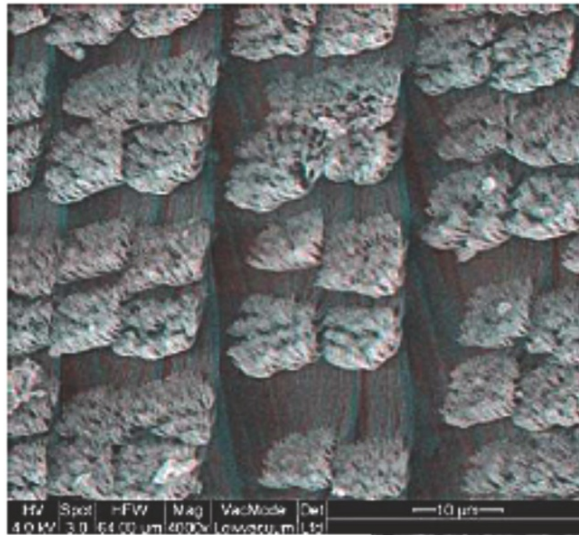
МЕЗО



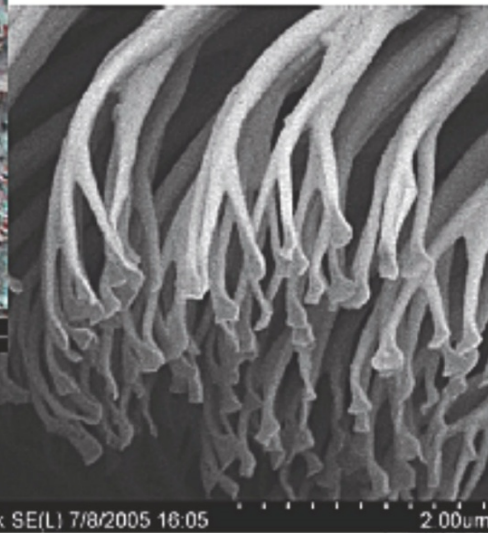
МИКРО



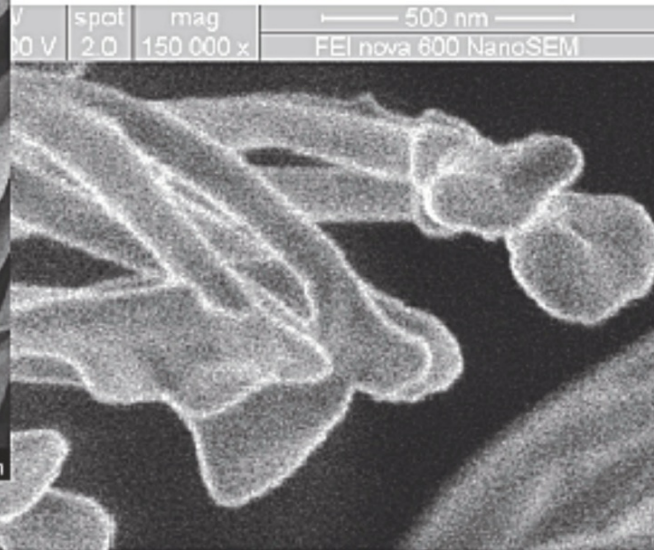
СУБ-МИКРО



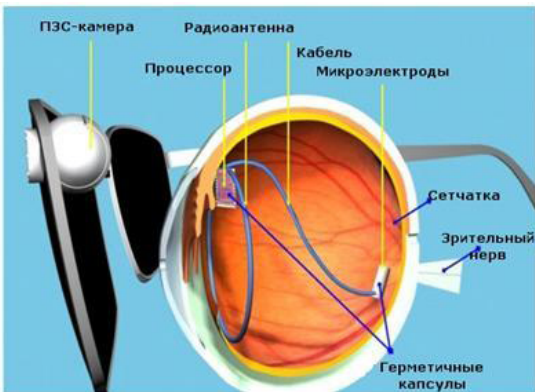
НАНО



НАНО

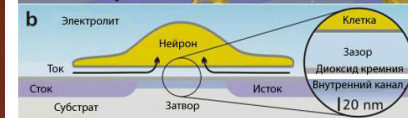
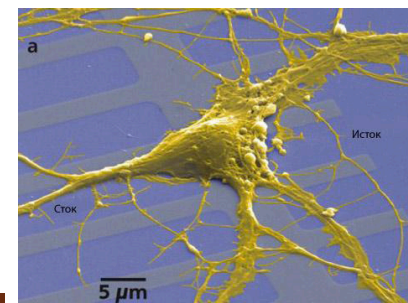
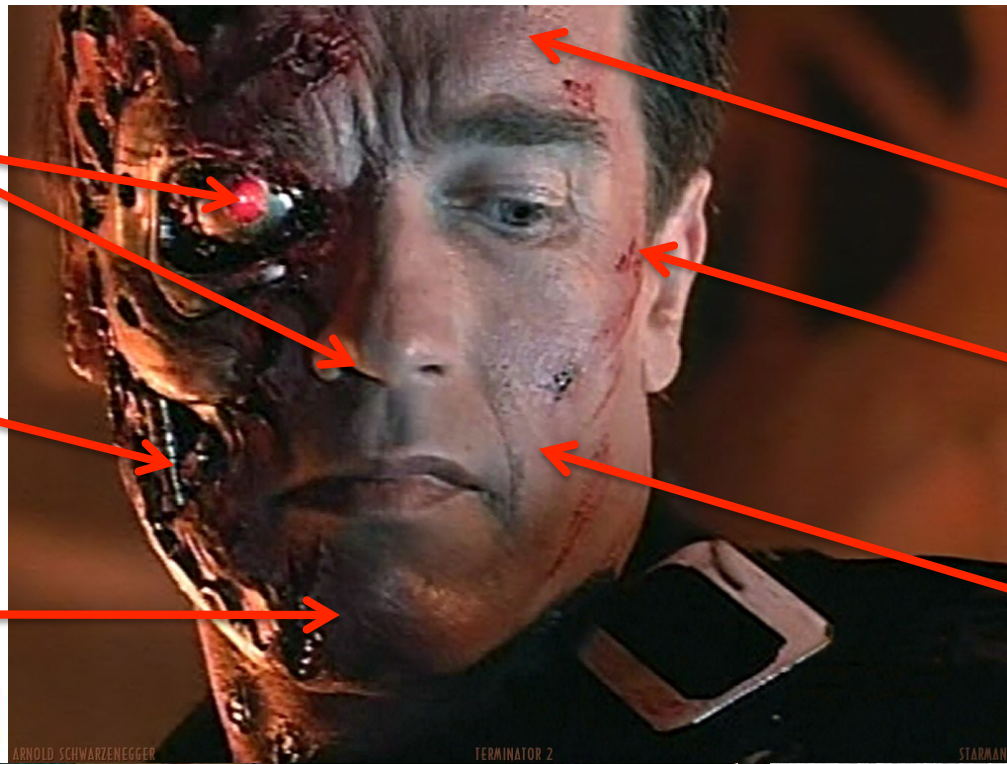
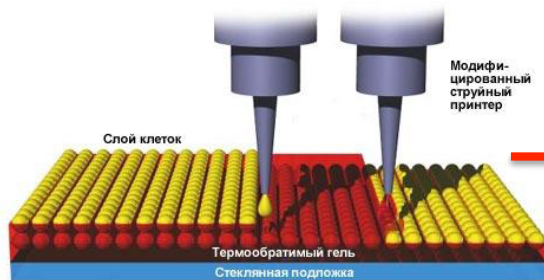


Материалы для биологии



Сенсоры

Нанокерамика и сплавы



Гибридные материалы

Терапевтические, диагностические наночастицы

Полимеры, нанокомпозиты

