

Образовательные материалы Наноолимпиады

Лекция: к 150 годовщине Периодической таблицы Д.И.Менделеева



Периодическая Таблица Элементов Д.И.Менделеева и наномир (часть 3)

МАГНЕТИЗМ

СВЕТ

d и f элементы



Е.А.Гудилин

goodilin@yandex.ru

Наноэлементы Периодической таблицы Д.И.Менделеева

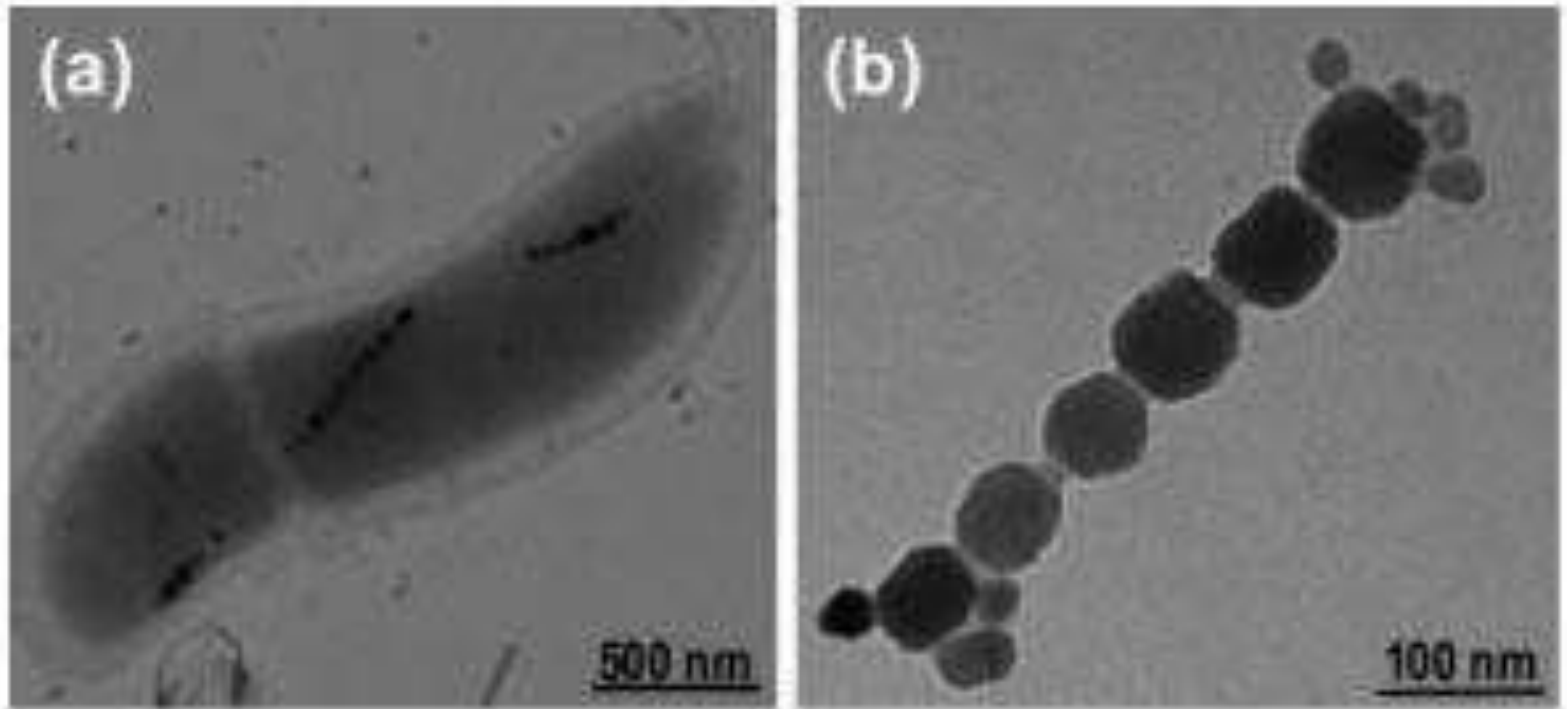
-NANO>XIII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!



s – sunflowers, p – peony, d – daisy, f – forget-me-not

Магнитосомы бактерий



- (a) *Magnetospirillum magneticum* с цепочками магнитосом внутри; (b) нанокристаллы магнетита, соединенные фосфолипидной мембраной.

Нанобиочастицы

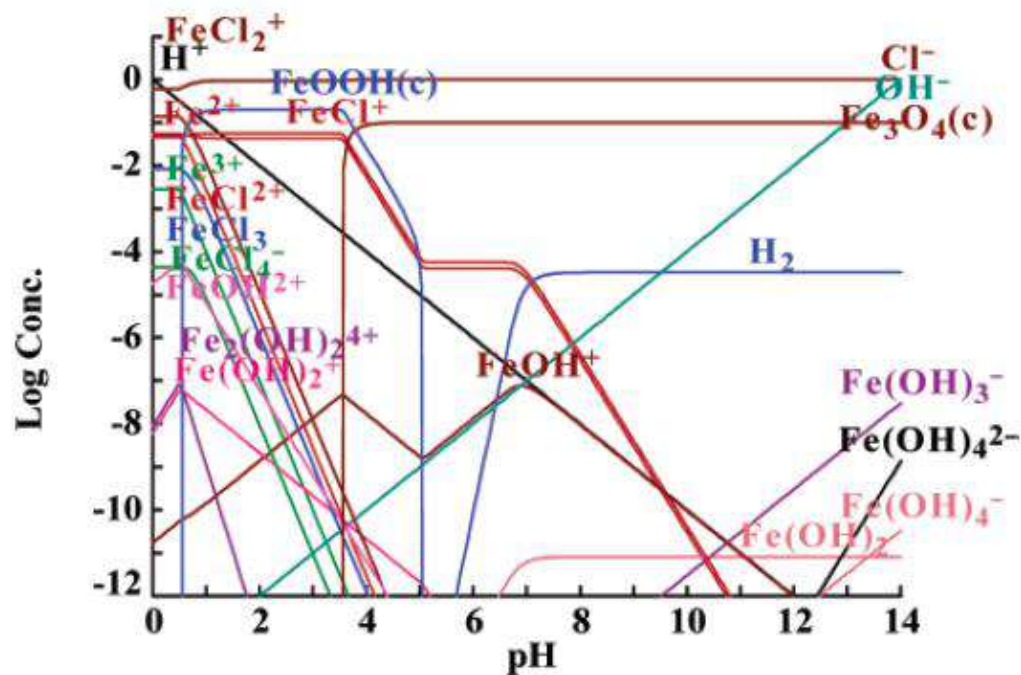
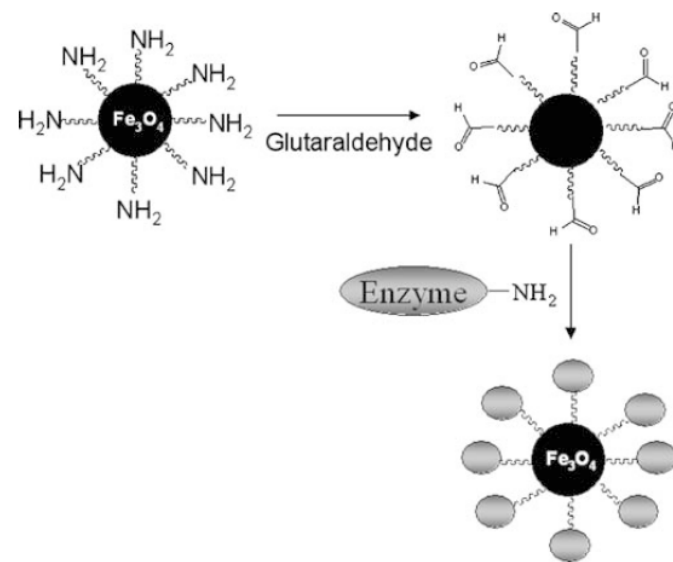
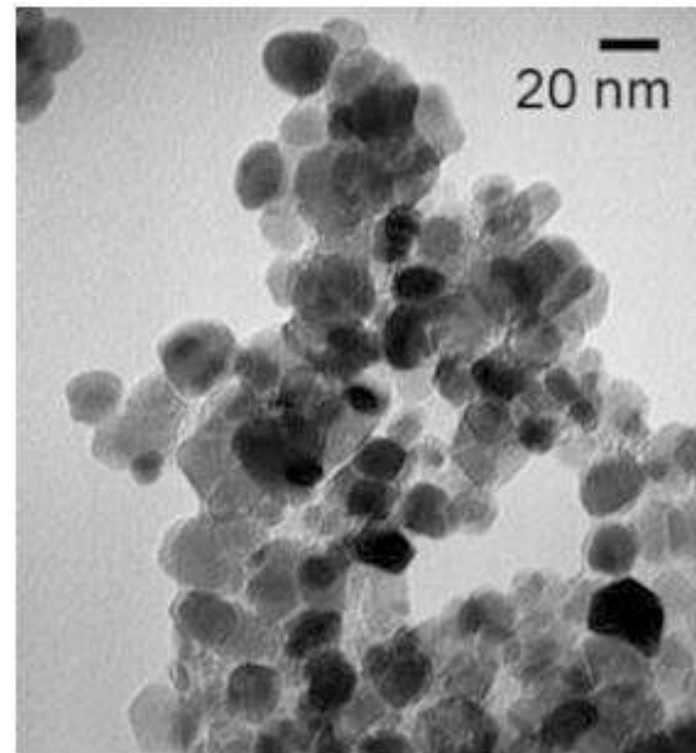
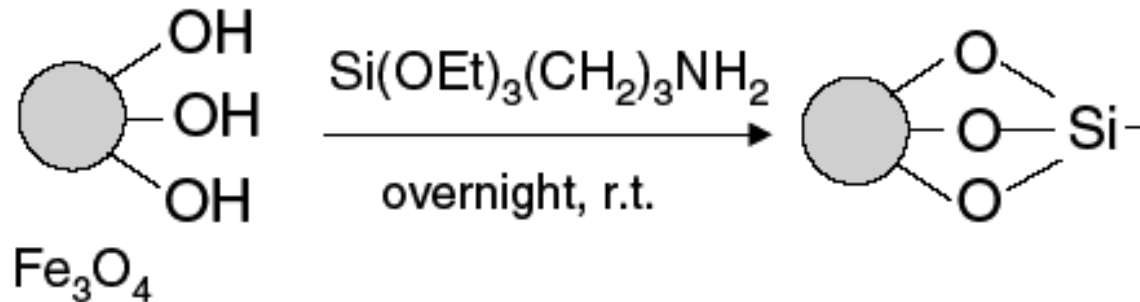


Figure 2. Thermodynamic calculations of the concentrations of all Fe^{2+} and Fe^{3+} species formed at different solution pHs. Initial conditions are $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ M}$, $[\text{Fe}^{3+}] = 0.2 \text{ M}$, and $[\text{Cl}^-] = 1.0 \text{ M}$.



«Нанобио»



➤ Малый размер

⇒ могут проникать в капилляры, ткани и клетки

➤ Развитая поверхность

⇒ «контейнеры» для биологически активных В-В

⇒ частицы неорганических материалов можно сделать нетоксичными

⇒ свойства частиц зависят от состояния поверхности

➤ Необычные для свойства – магнитные и оптические



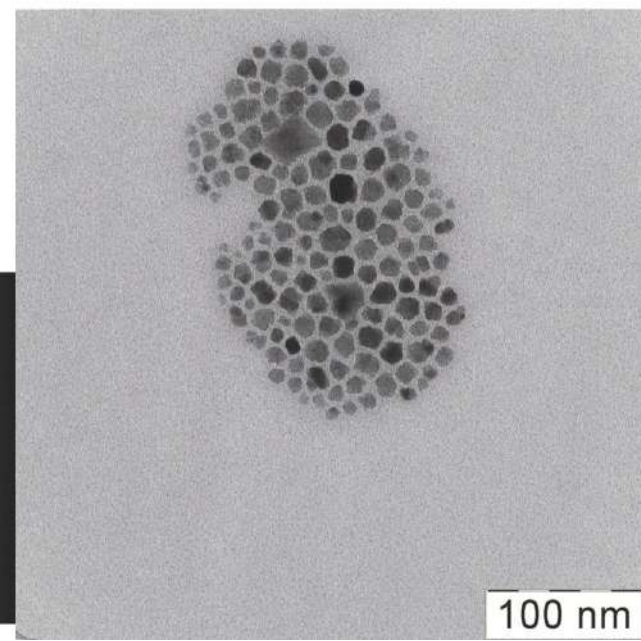
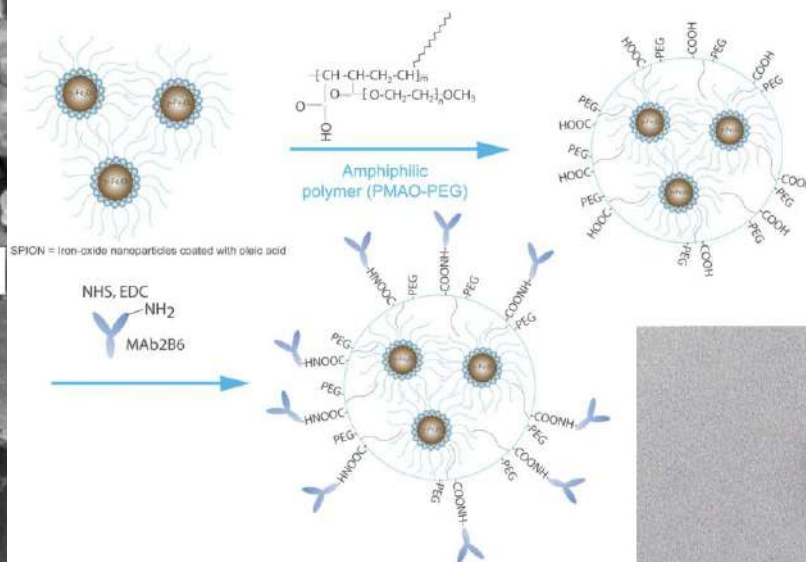
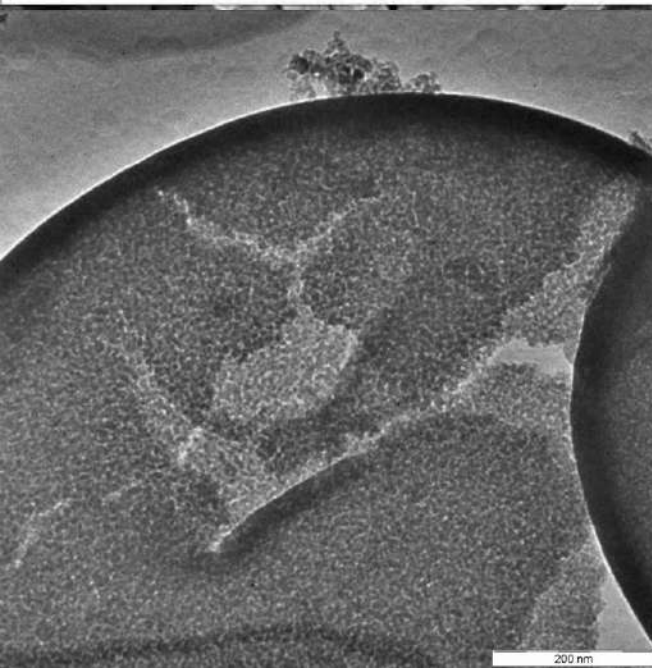
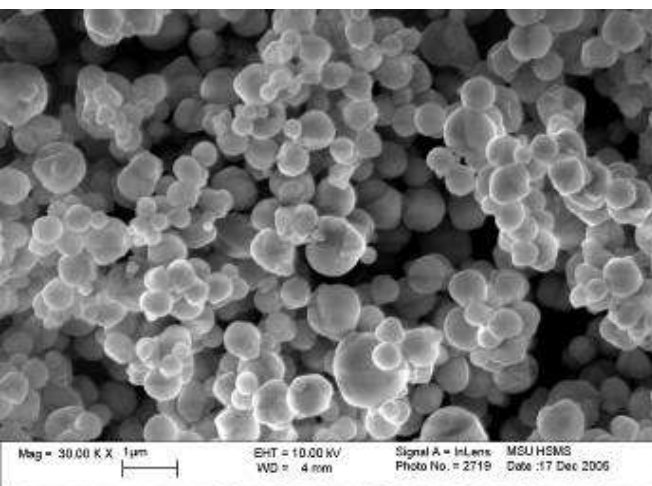
Создание новых биосовместимых наноматериалов с нетоксичной защитной оболочкой для медицинской диагностики, программируемой доставки лекарств и лечения онкологических заболеваний.

SPION:

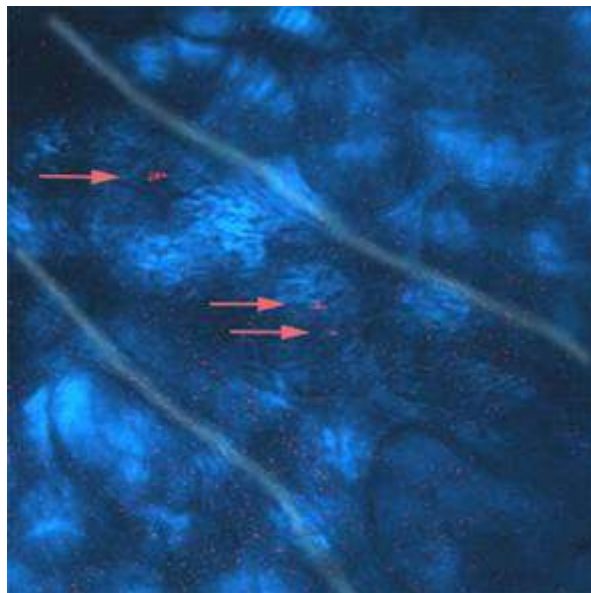
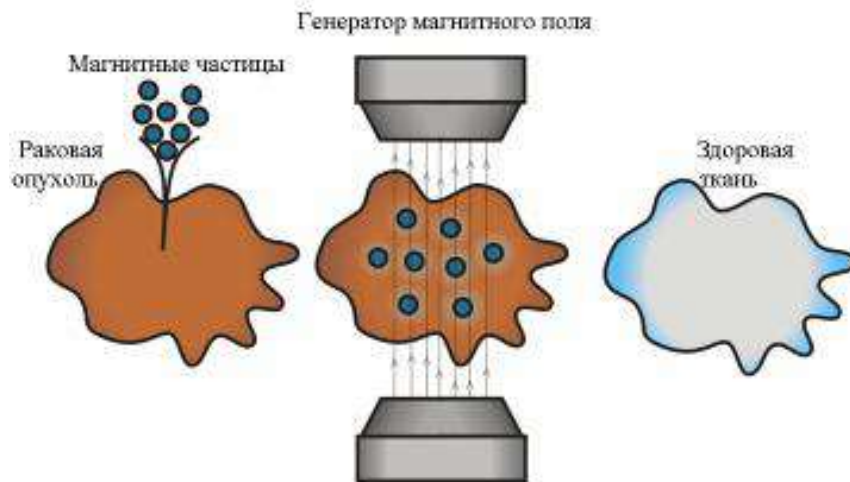
- Малый размер, лучшее проникновение
- Высокая площадь контакта, лучше контейнеры
- Биосовместимость



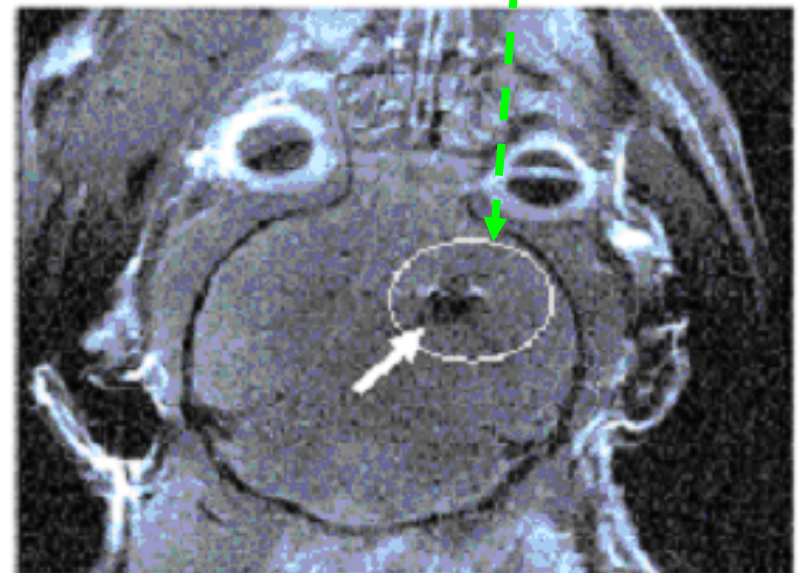
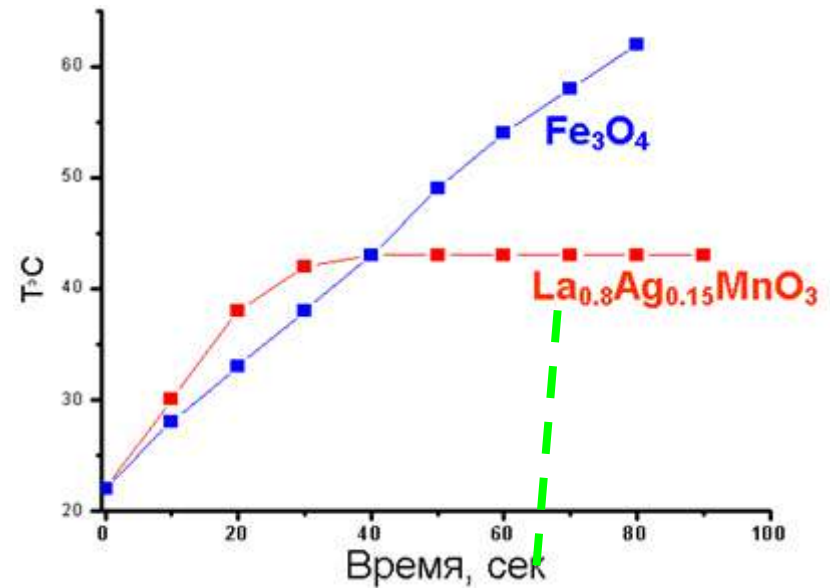
Томография



Локальная гипертермия



43-45⁰C: гибель раковых клеток,
выживание нормальных

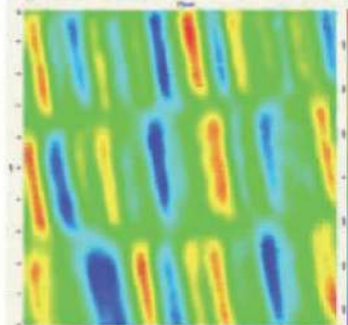
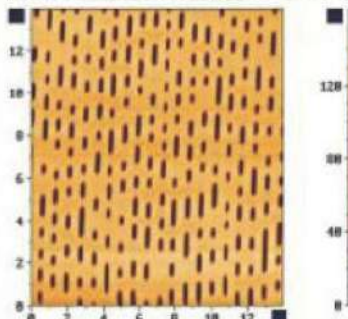
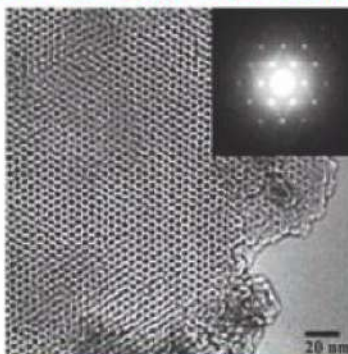


Информационные технологии и наноэлектроника

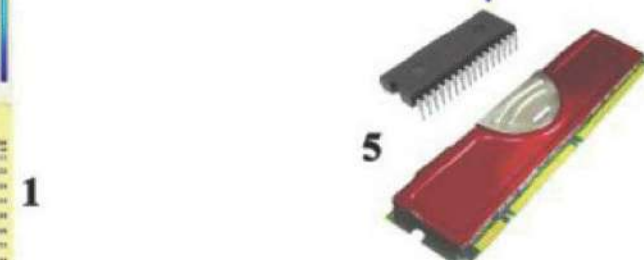
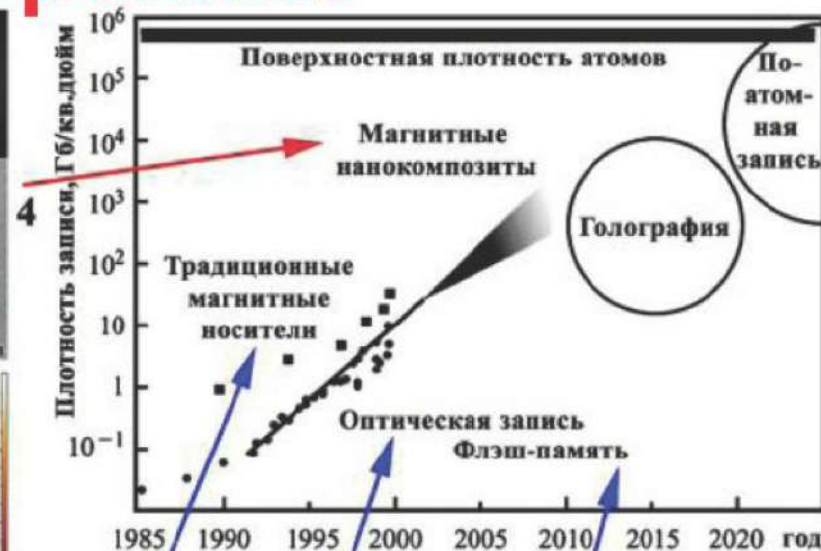


Нанопроволока Fe в мезопористом SiO_2

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

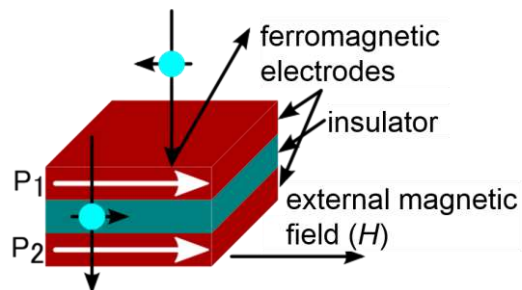


Композитная магнитная нанопроволока (электроосаждение в порах анодированного алюминия)



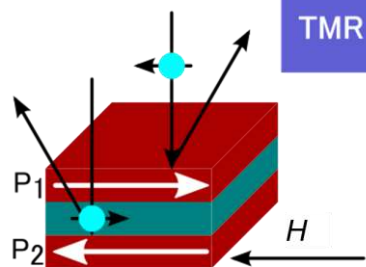
1

КМС манганиты для спинтроники



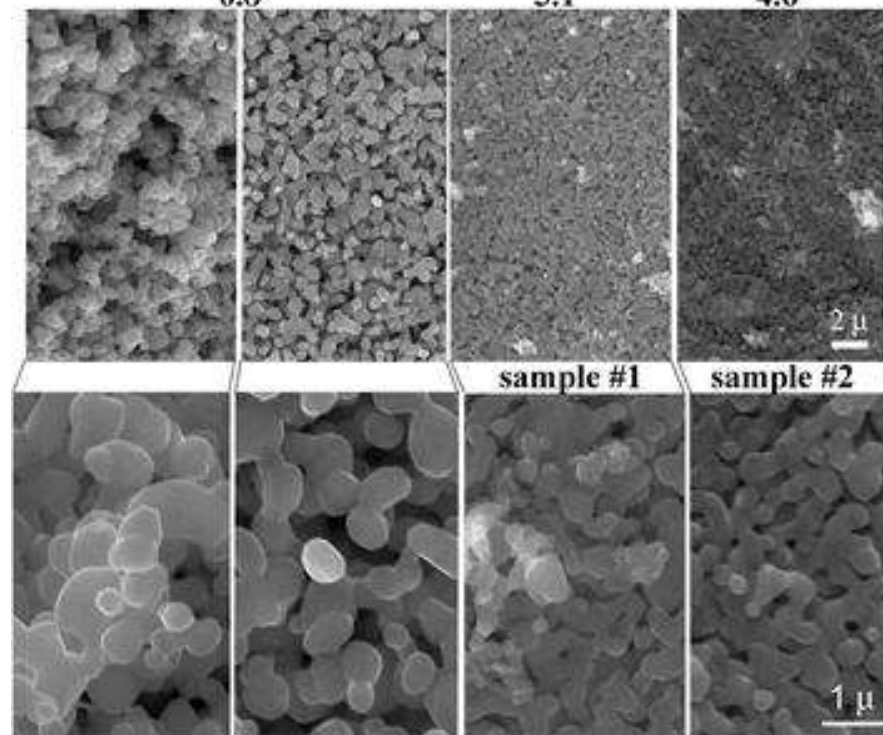
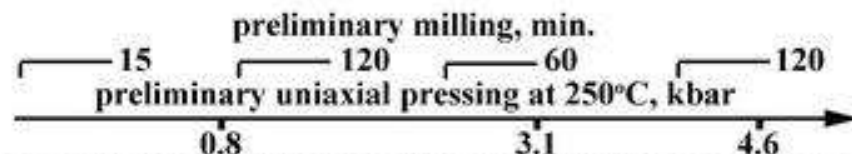
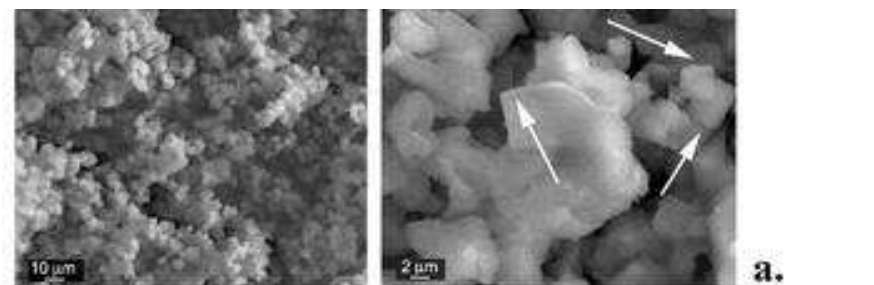
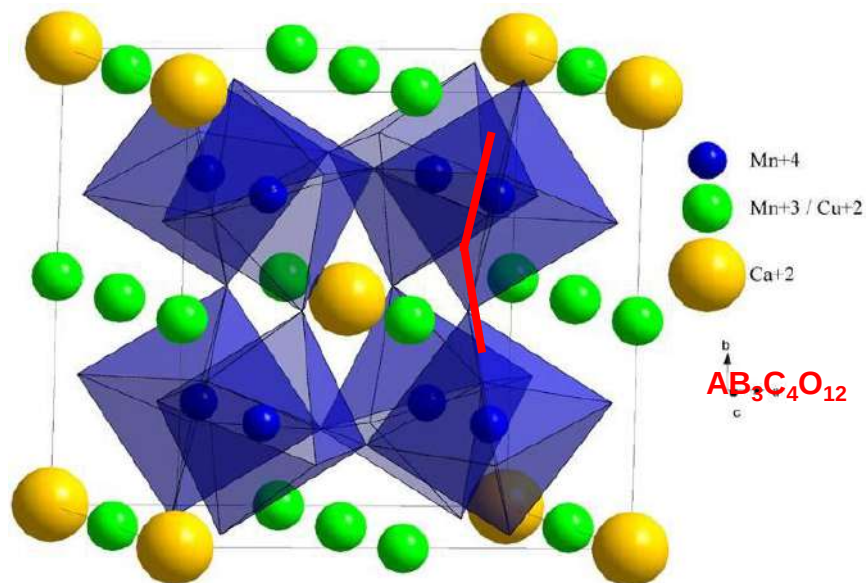
large tunnel current

$$\text{TMR} = \frac{P_1 P_2}{(1 - P_1 P_2)}$$



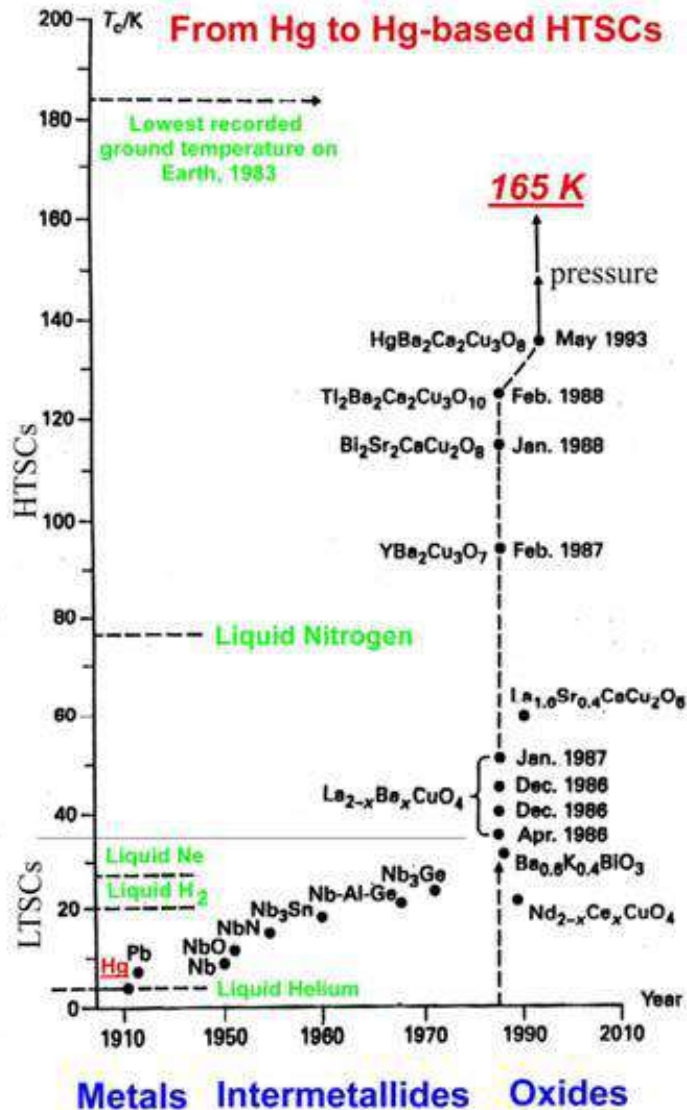
small tunnel current

За открытие ГМС Альберт Ферт (Франция) и Петер Грюнберг (ФРГ) в 2007 г. удостоены Нобелевской премии по физике



b.

ВТСП купраты: 6 Нобелевских премий



E.V. Antipov (MSU) e.a.

Hg-ВТСП

$T_c \sim 4+130\text{ K}$



J.G. Bednorz, K.A. Muller
Nobel Prize 1987

evolution



Kamerling Onnes:

Liquid He, “bad metal” Hg

$T_c \sim 4\text{ K}$

ГЕРБЕРТ УЭЛС

избранные
научно-
фантастические
произведения

Лениздат. 1959

“Кейворит”

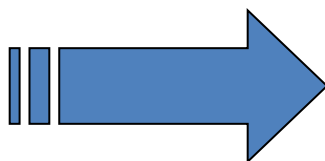
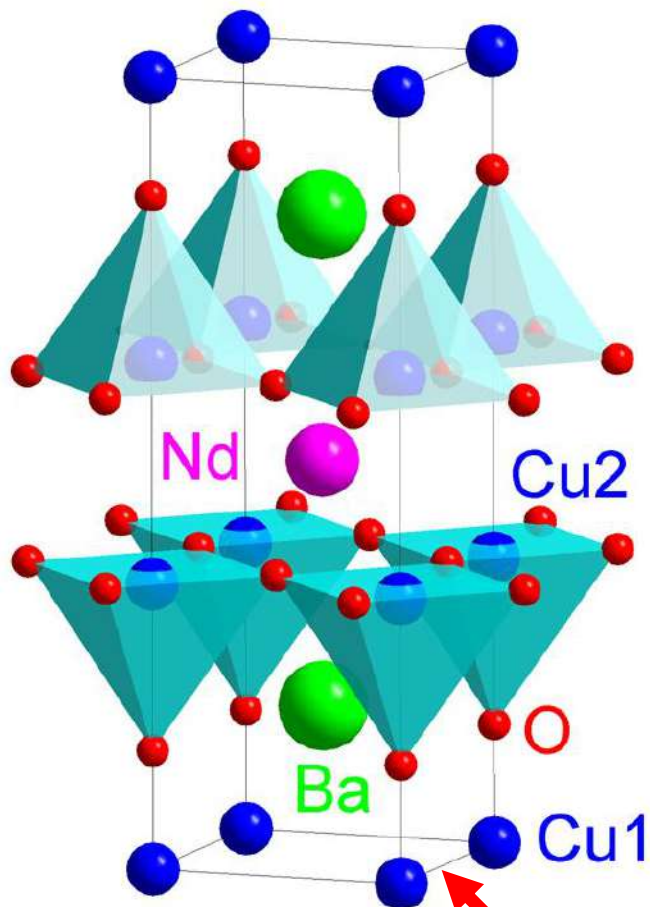
Шар
антигравитации



«Первые люди
На Луне»



Кристаллизация сверхпроводников



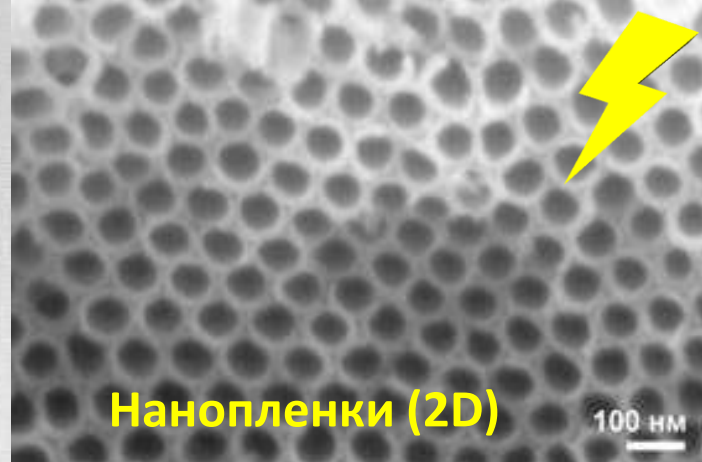
Cu^{3+}

O_2



Magnetic levitation (ISTEC)





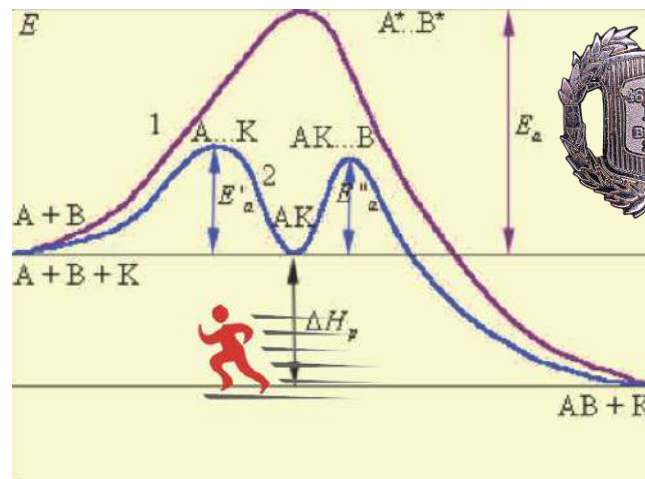
100 nm



Аэрогели (3D)

10 μm

Аэрогели (3D)

10 μm |

20 nm

1 →

2 →

Нанокompозиты

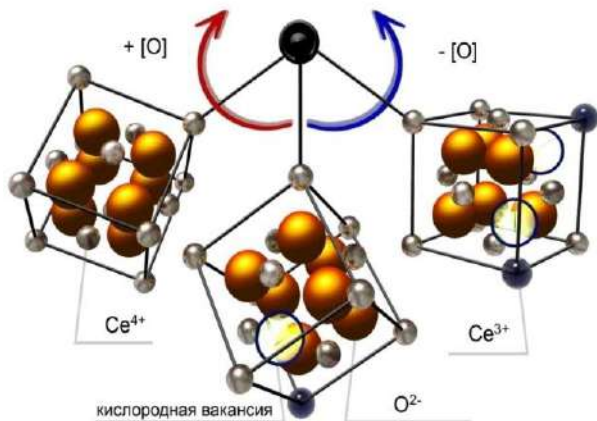
20 nm

Нанокompозиты

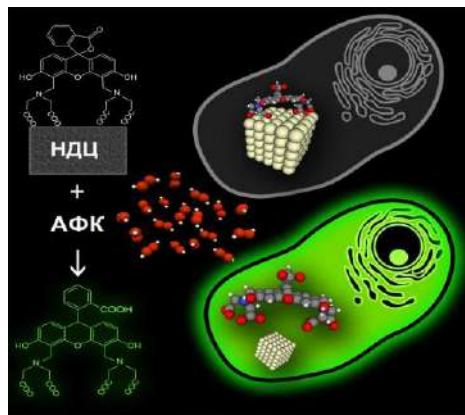
20 n



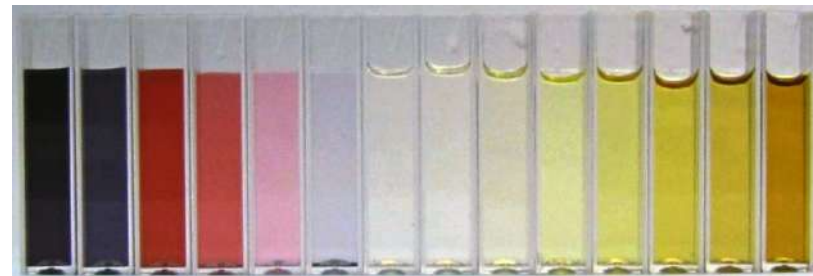
Наночастицы диоксида церия как нетоксичные антиоксиданты



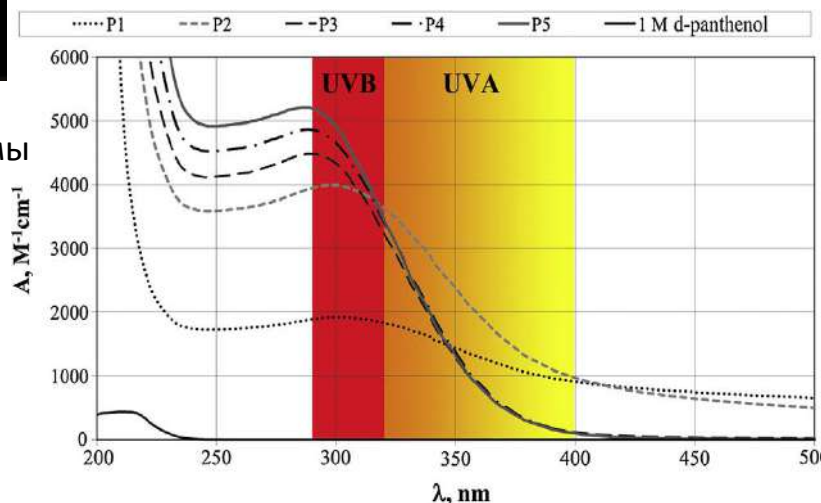
Оксид церия может восстанавливать свою активность



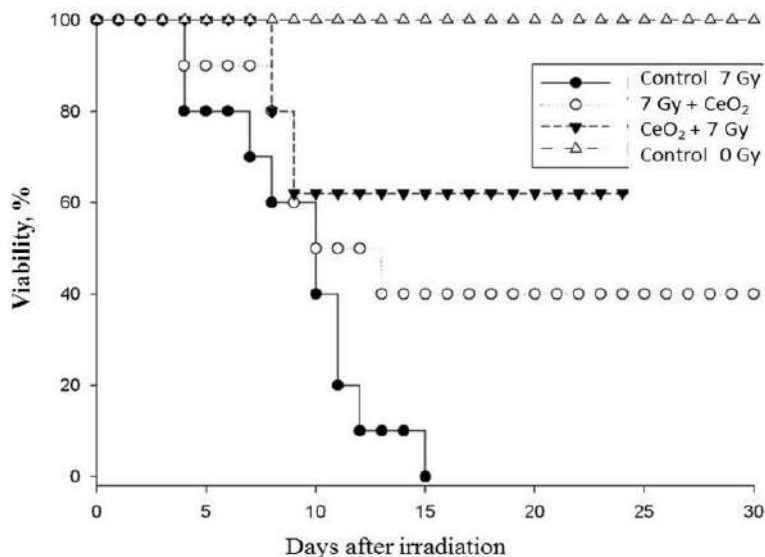
Оксид церия с кальцеином высвечивает активные формы кислорода в клетках



Золи наночастиц оксида церия



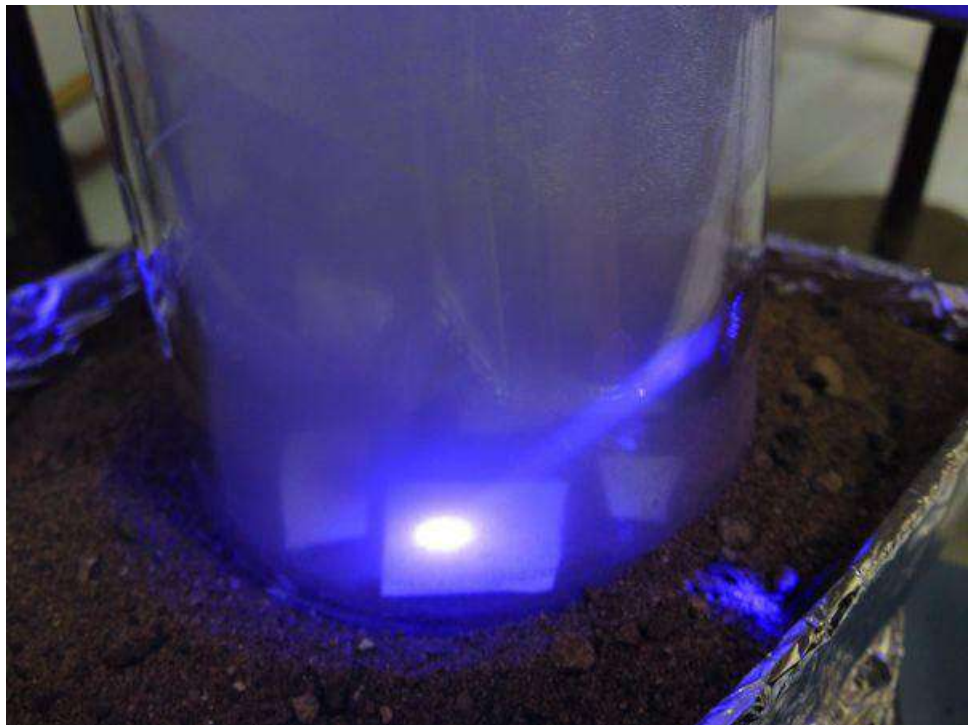
Эффективный солнцезащитный материал без существенной фотокаталитической активности



Оксид церия помогает выживать после ионизирующего излучения

<https://www.facebook.com/vladimir.ivanov.18062>

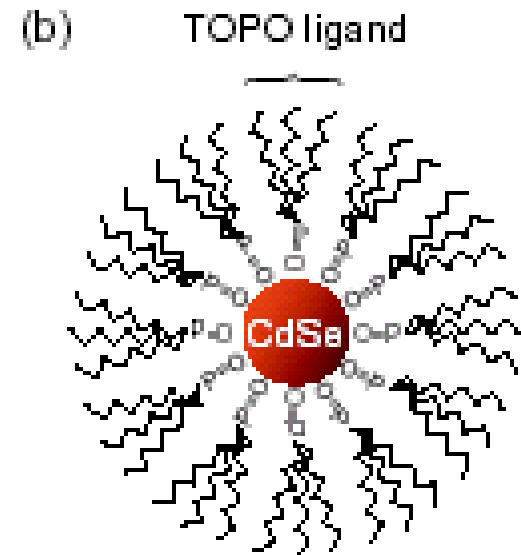
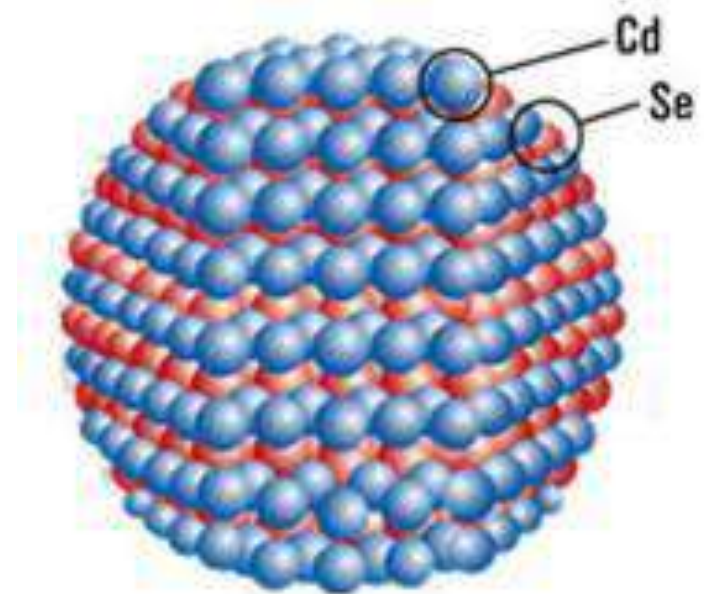
Эффект Тиндаля



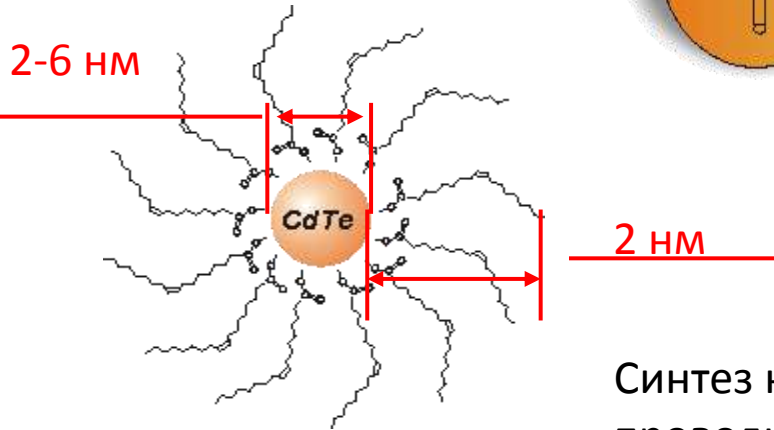
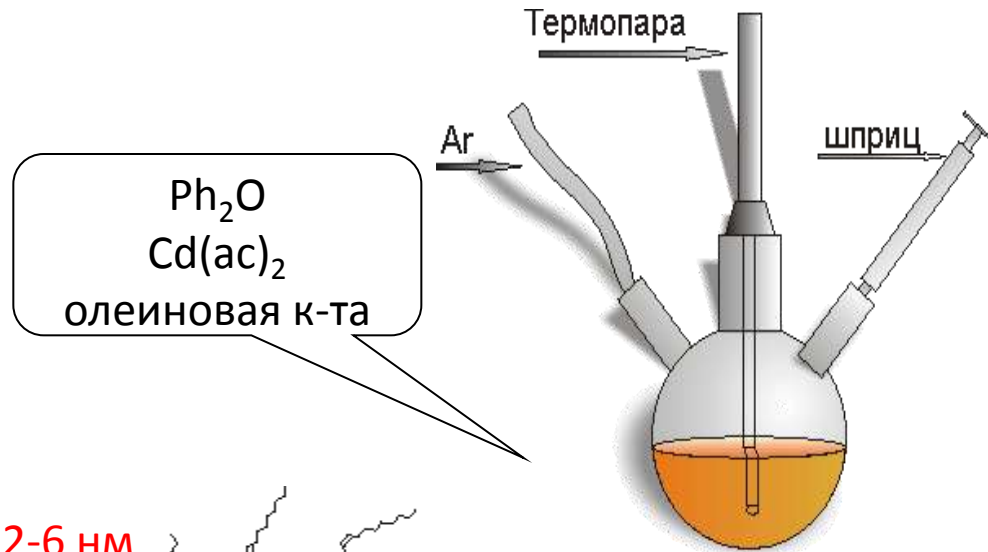
Коллоидные квантовые точки

- Наночастицы полупроводника, покрытые стабилизатором
- Требования к наночастицам
 - узкое распределение по размерам
 - отсутствие агломерации
 - пассивирование оборванных связей на поверхности
- Требования к стабилизатору
 - объемный “хвост”
 - прочная связь с поверхностью
 - сродство к растворителю

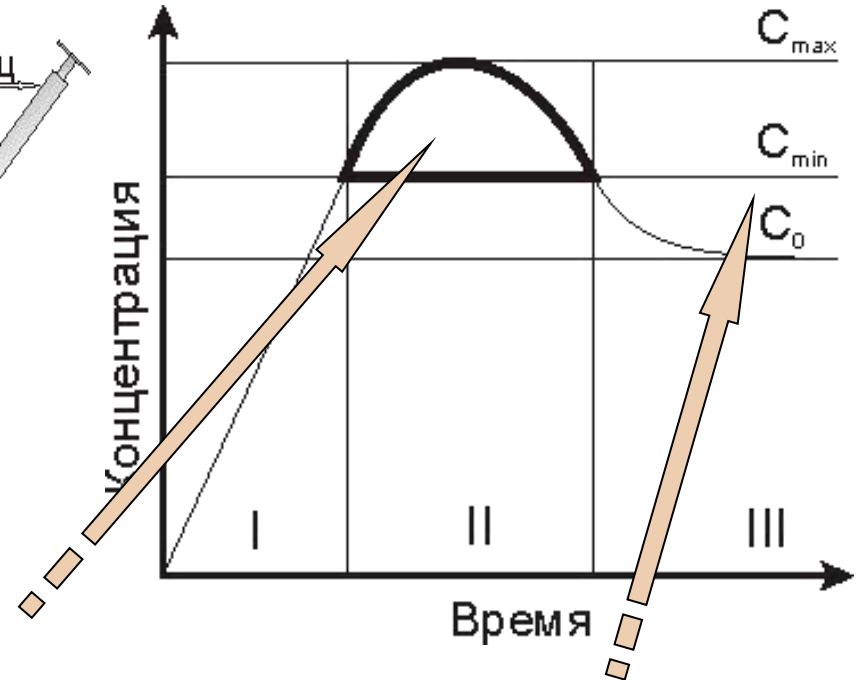
«Зародыш» - баланс изменения
«объемной» и «поверхностной»
свободной энергии...



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.

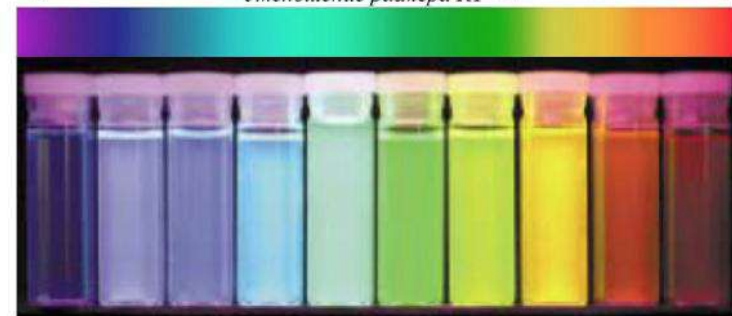
- мин. время
 - макс. пересыщение
- > монодисперсная система

Академик Ж.И.Алферов

«Искусственный атом»



← Уменьшение размера КТ ←



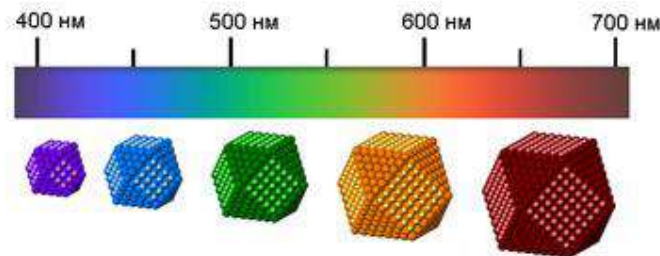
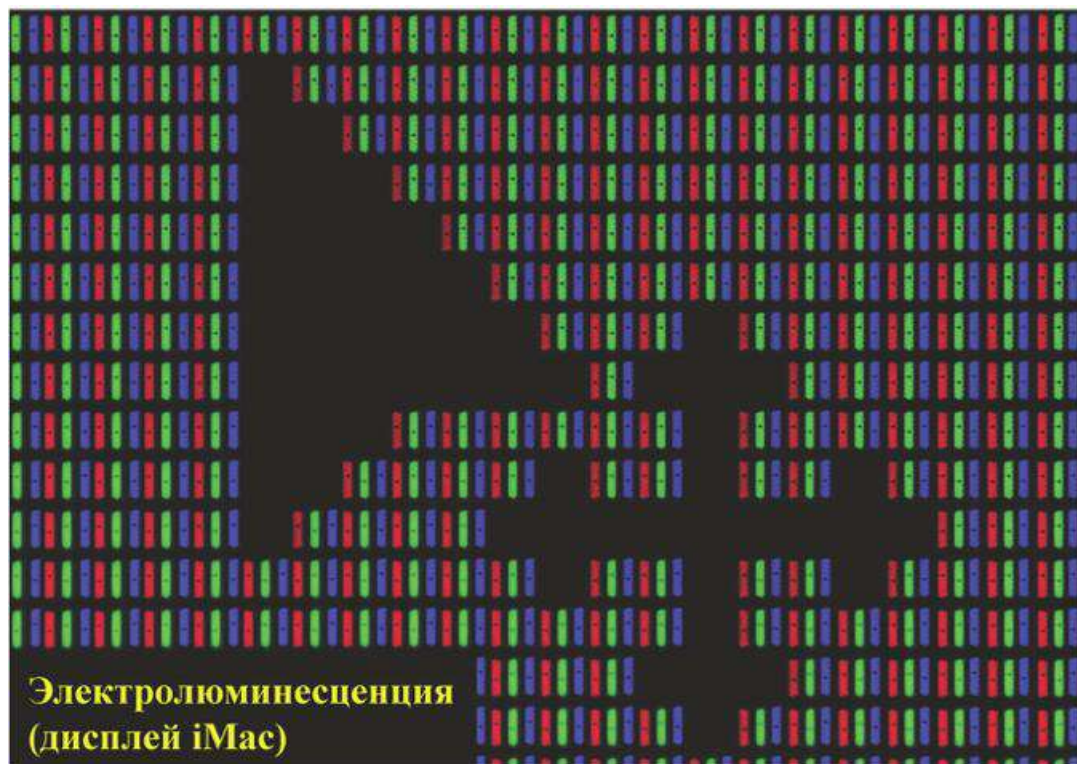
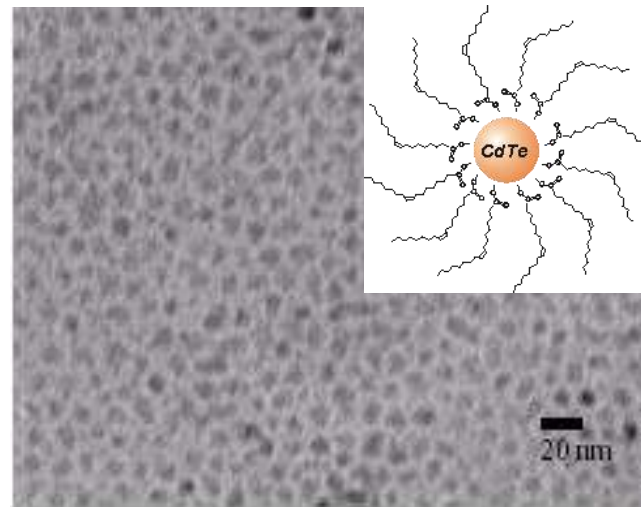
Изменение цвета (полосы испускания) коллоидного раствора частиц CdSe в оболочке ZnSe в зависимости от размера квантовых точек.



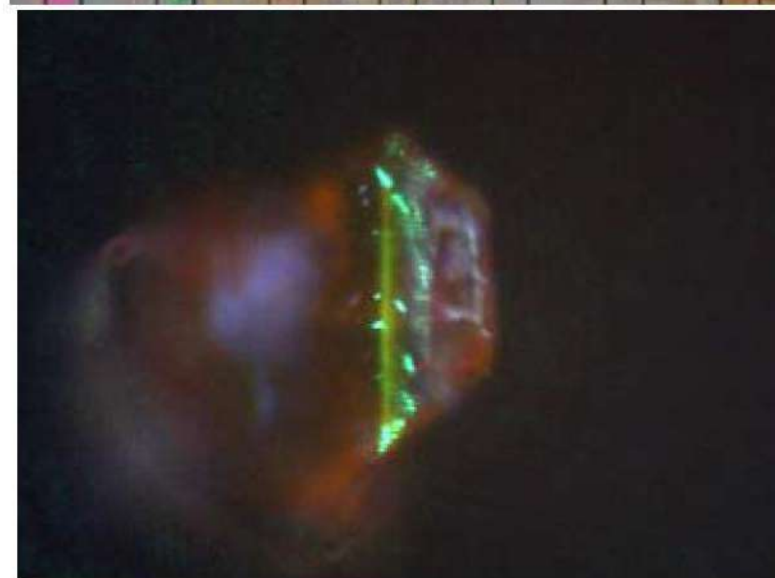
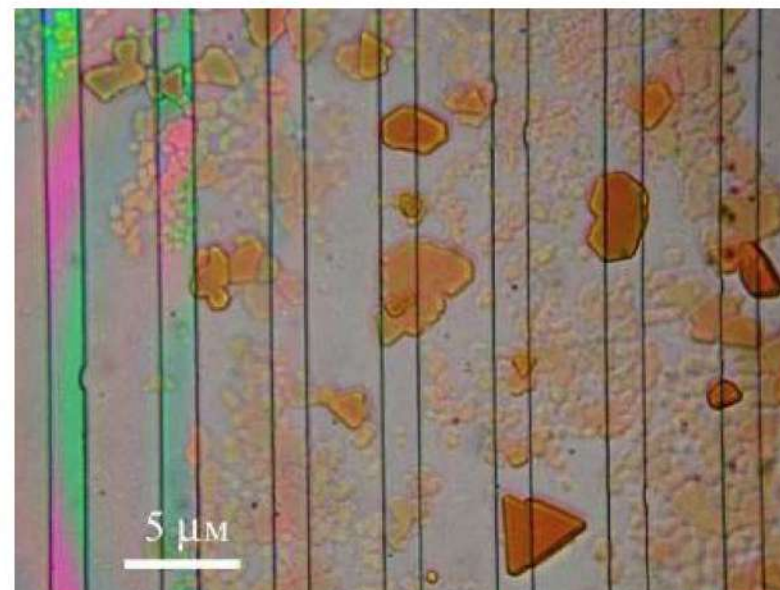
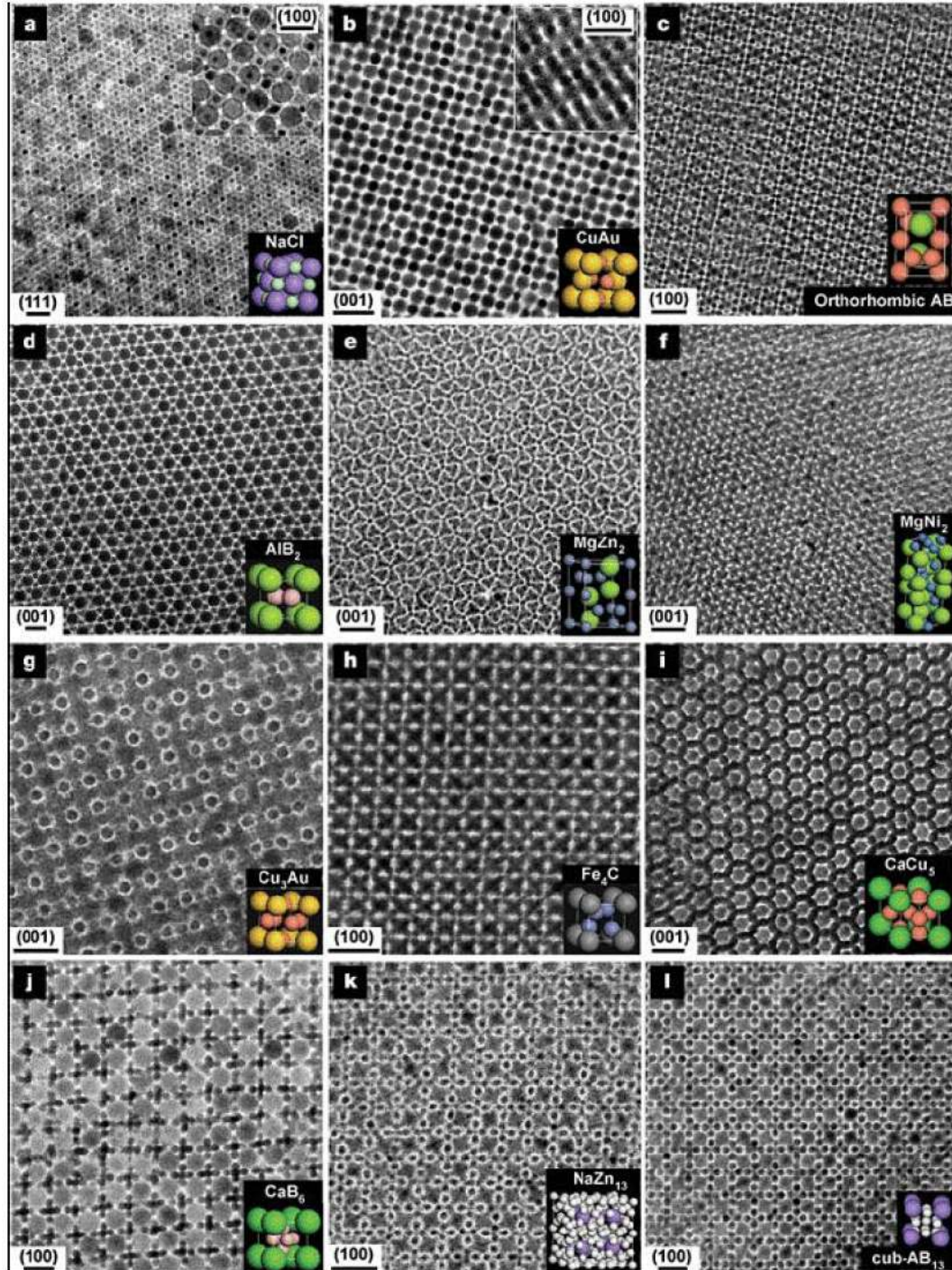
Квантовые точки



Нобелевская премия по физике за 2000: физика гетероструктур, электроника и оптоэлектроника (Жорес Иванович Алферов (ФТИ им.А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург, Россия), Герберт Кремер (Калифорнийский институт в Санта Барбаре, США), Джек С. Килби (Даллас, Техас, США)).



Самосборка наноструктур



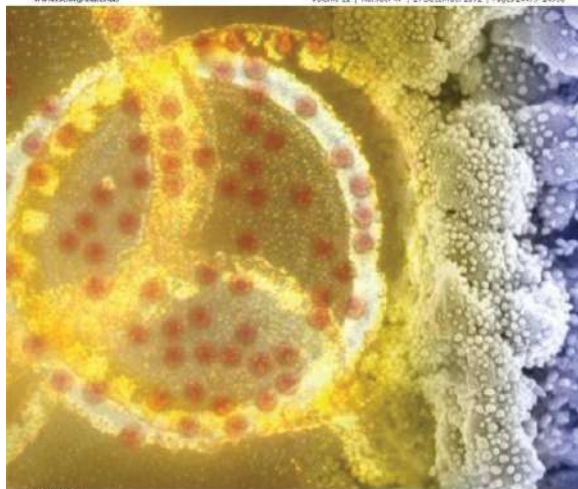
Коллоидный кристалл из
квантовых точек (ФНМ МГУ)

Наночастицы благородных металлов

Journal of
Materials Chemistry

www.rsc.org/materials

Volume 22 | Number 47 | 21 December 2012 | Pages 24479–24926



EDS/EDS-CL

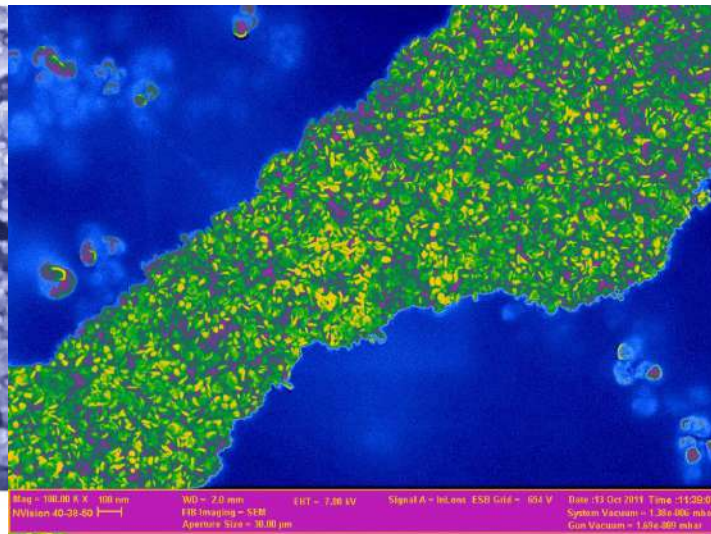
RSC Publishing

PAPER

Sagana A. Cordoba et al.
Porous Au nanostructures with structured, hollow morphology for biosensor chips



0020-7179(2012)22:47:1-8



CrystEngComm

www.rsc.org/crystengcomm

Volume 15 | Number 39 | 21 October 2013 | Pages 8035–8058



RSC Publishing

COVER ARTICLE

Semenov et al.
Synthesis of silver nanostructures prepared by aerosol spray pyrolysis

- десятки способов контролируемого восстановления
- легкость получения ультрадисперсных систем заданной концентрации и с контролируемой морфологией дисперсной фазы
- низкая токсичность и цитотоксичность наночастиц
- надежная модификация поверхности (тиолы, амины)
- широкий диапазон структурно – чувствительных свойств
- разработке активных элементов для современных методов спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния при определении нМ концентраций аналитов по «молекулярным отпечаткам пальцев»



Фильм



Реальность



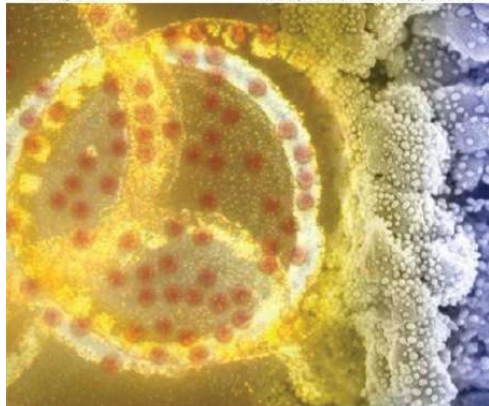
Плазмонные наночастицы



Journal of
Materials Chemistry

www.rsc.org/materials

Volume 22 | Number 47 | 21 December 2012 | Pages 2473–2498



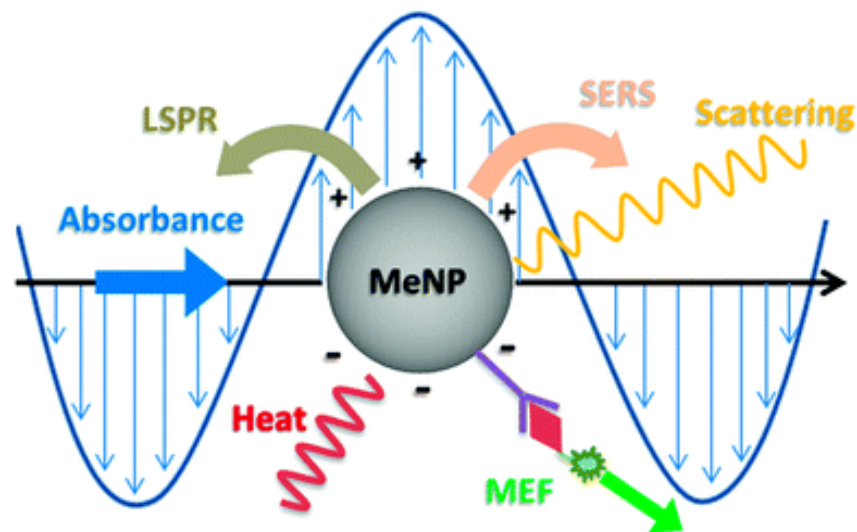
RSC Publishing

PAPER
Leyla A. Goulet et al.
Thiophene SERS substrates with octahedral silver nanocrystals for biosensing

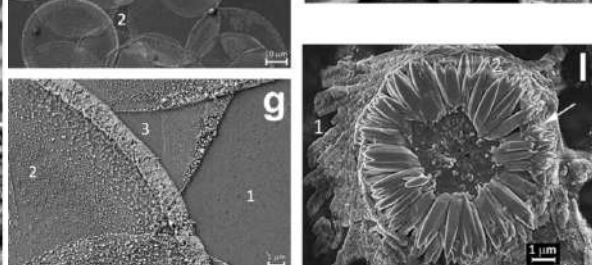
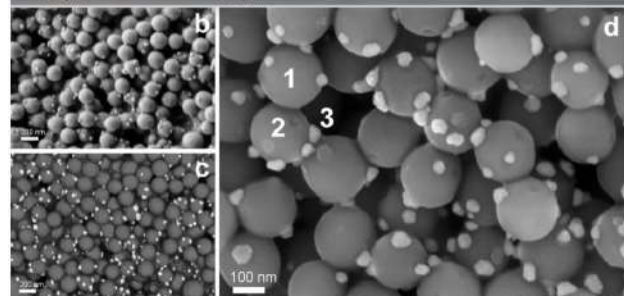
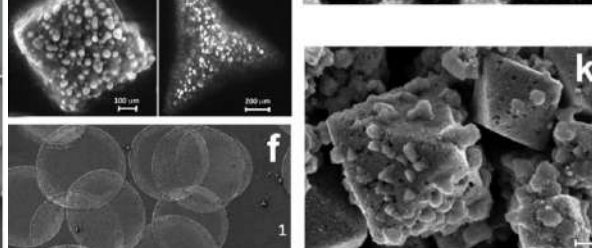
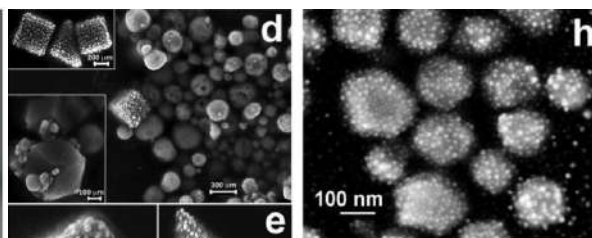
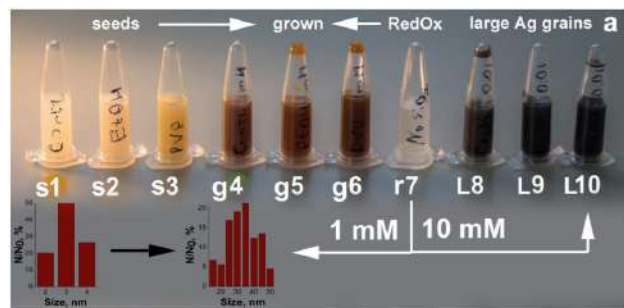
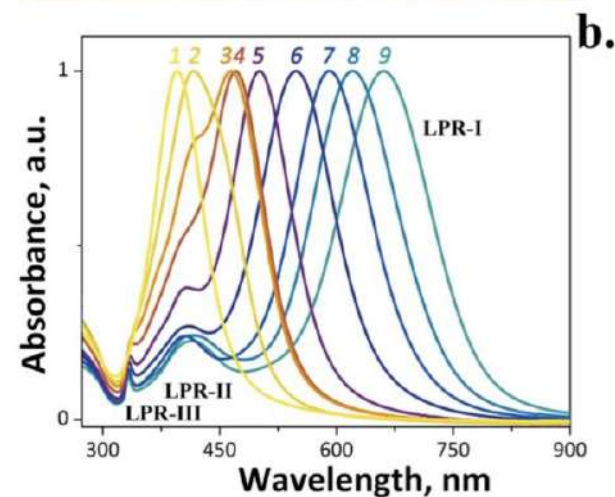
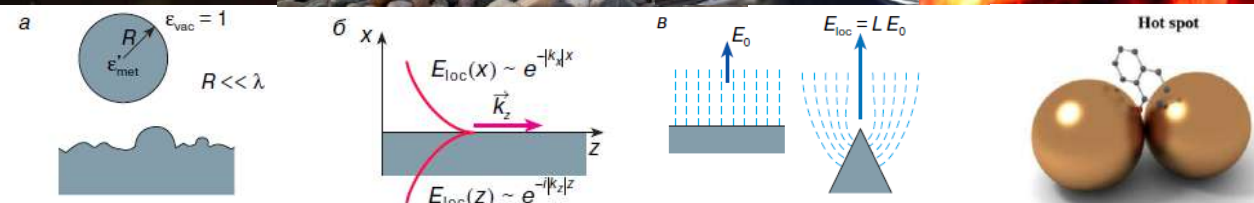


0020-7179(2012)22(47)1-9

IA																			VIIIA
H	He																		
Li	Be																		
Na	Mg	III A	IV A	V A	VI A	VII A													
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
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		



Структура и плазмоны



- размер
- форма
- углы
- контакты
- иерархия

Surface-Enhanced Raman Scattering/Spectroscopy

Поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние
(спектроскопия комбинационного рассеяния)



Леонид Исаакович
Мандельштам



Григорий Самуилович
Ландсберг



Sir Chandrasekhara
Venkata Raman



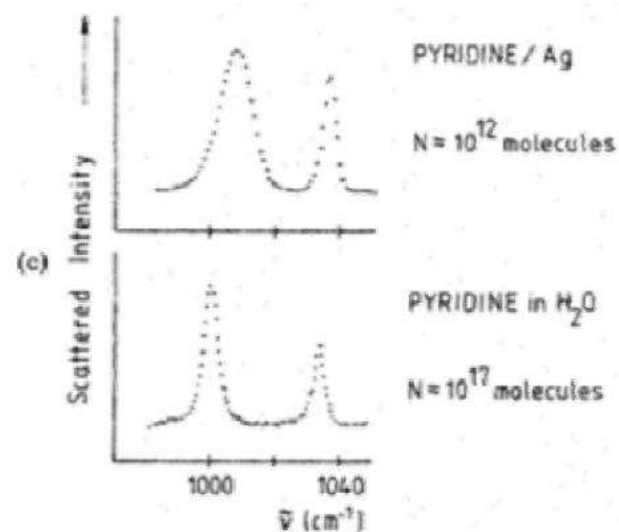
Kariamanikam
Srinivasa Krishnan



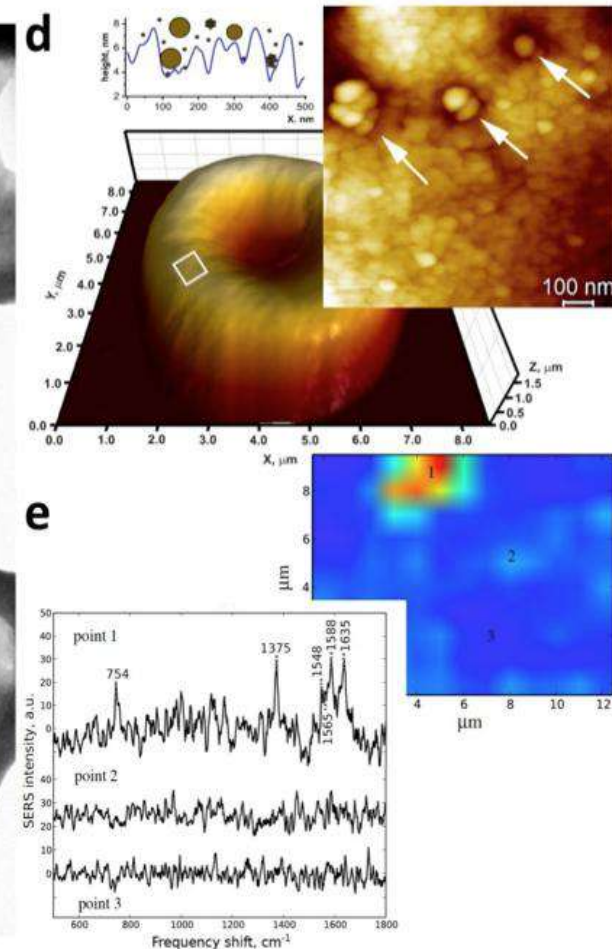
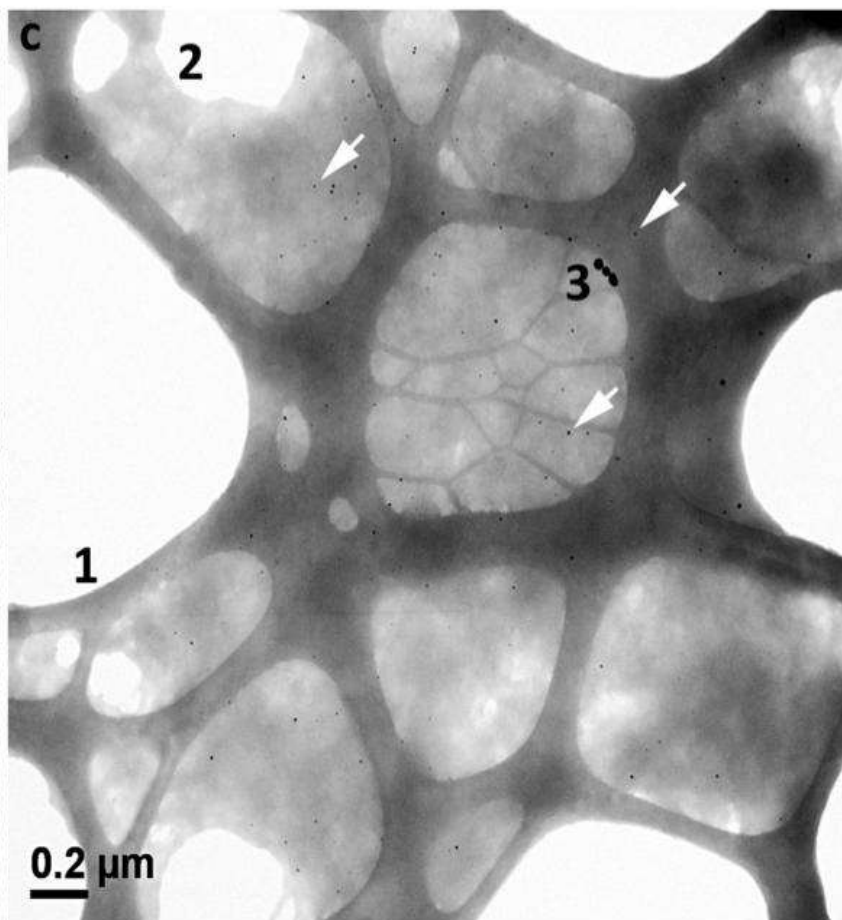
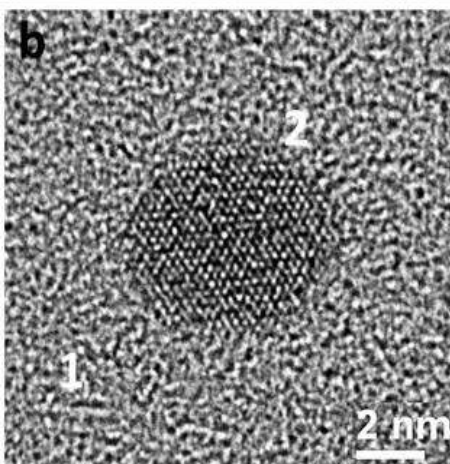
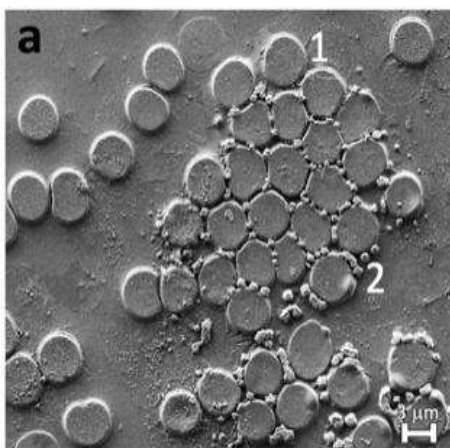
Martin
Fleischmann

1928 г. — открытие явления комбинационного
рассеяния света Л.И.Мандельштамом и
Г.С.Ландсбергом (Россия) для кристаллов и
независимо от них Ч.В.Раманом и
К.С.Кришнаном (Индия) для жидкостей.

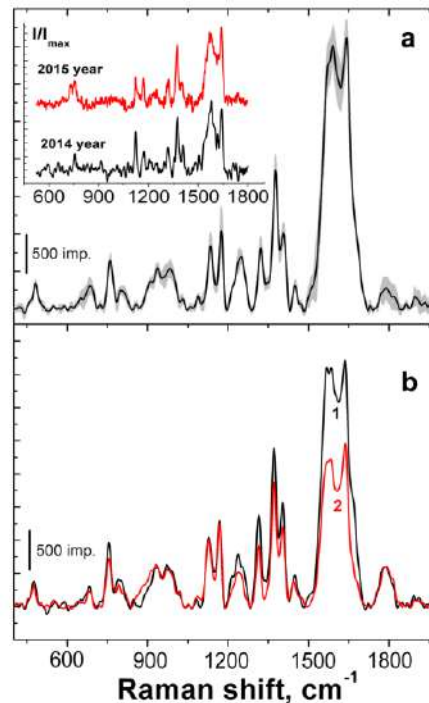
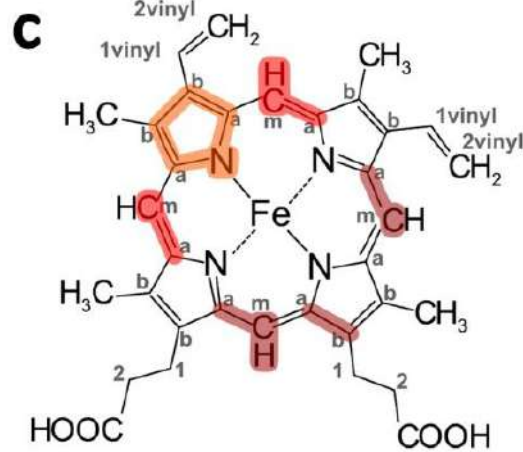
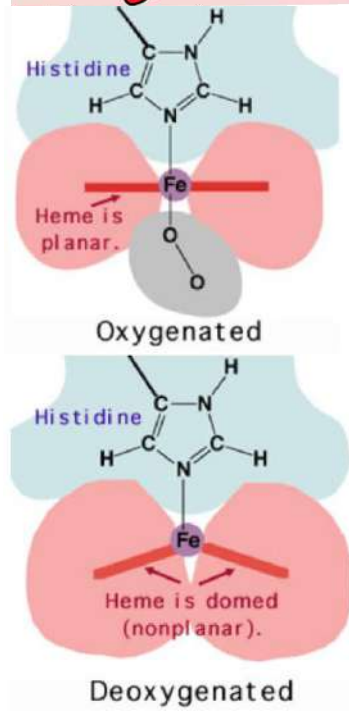
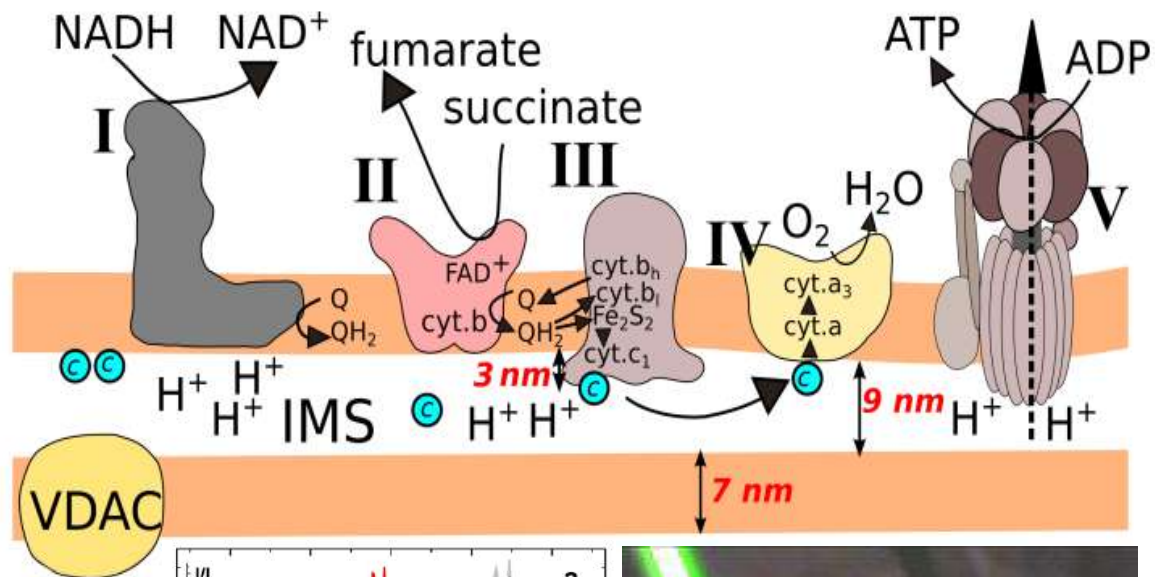
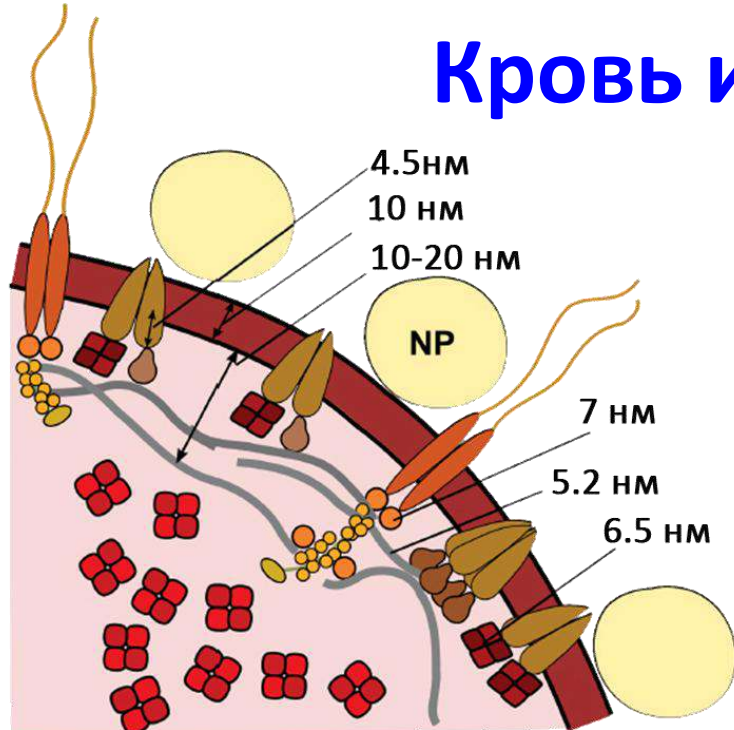
1974 г. — работа по исследованию пиридина,
адсорбированного на серебряном электроде.



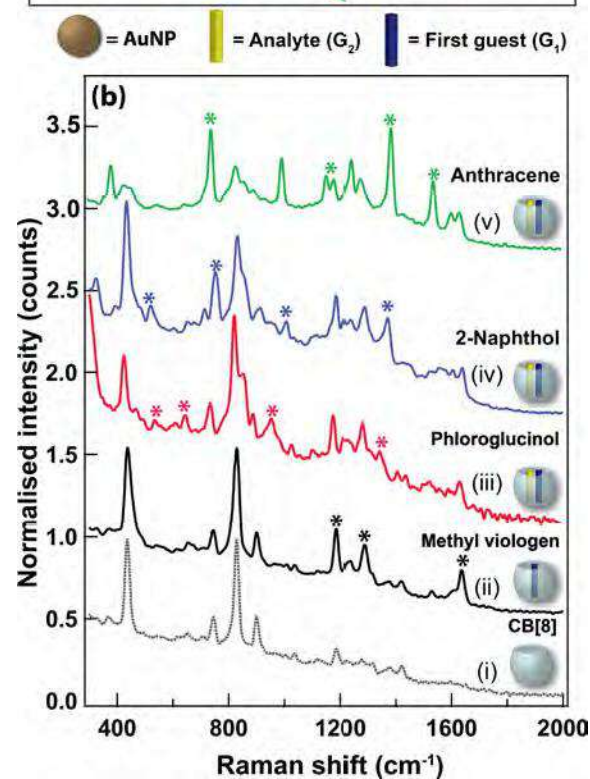
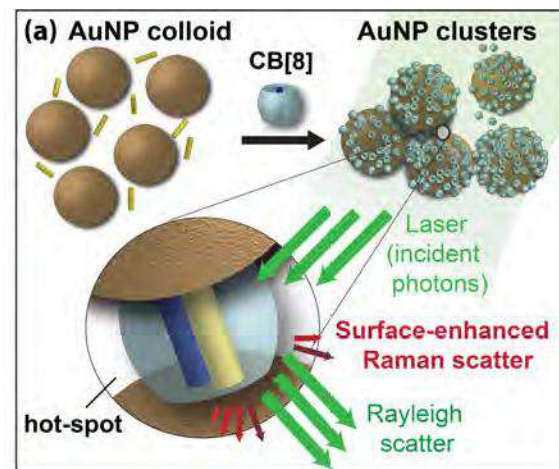
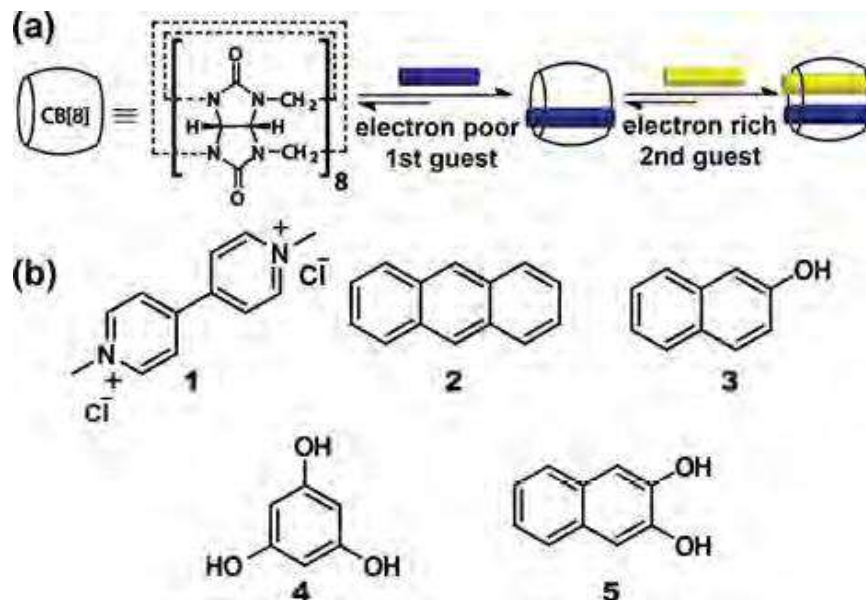
Серебро и клеточная мембрана



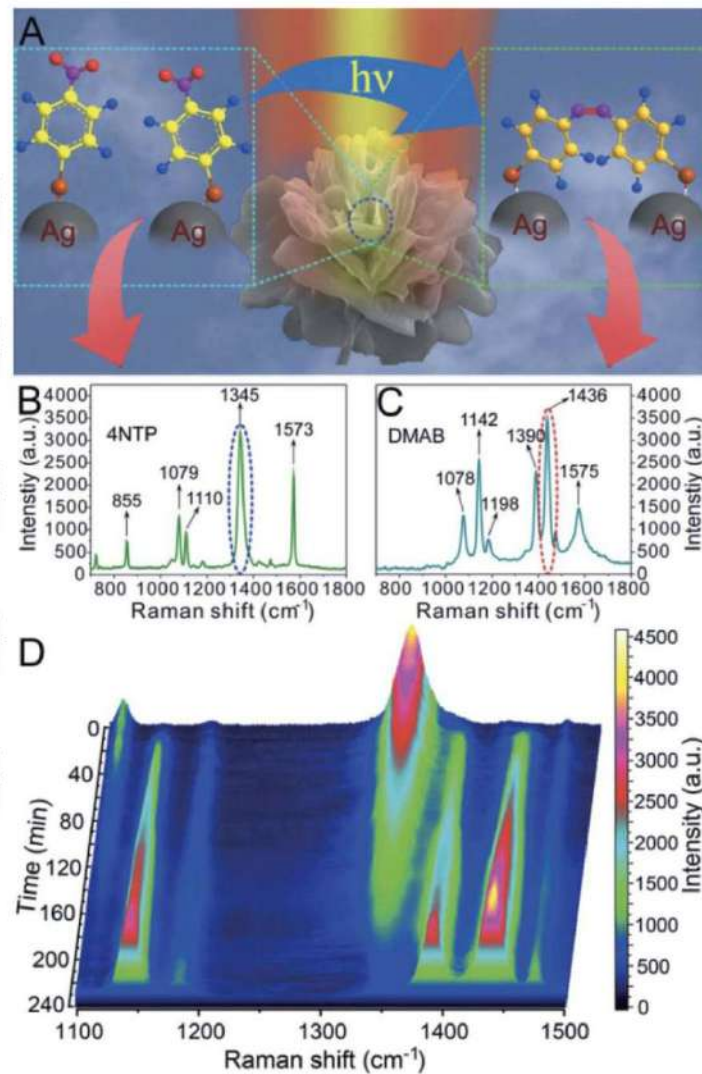
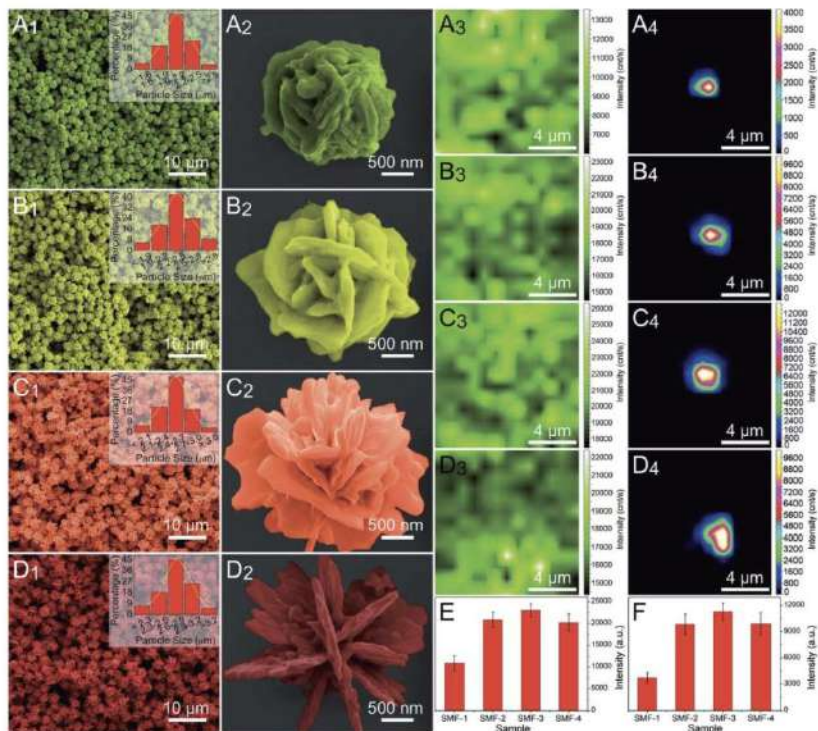
Кровь и митохондрии



Супрамолекулярная химия + КПЗ X SERS



Фотоиндуцированный катализ и in situ SERS



X. Tang et al. Nanoscale, 2014

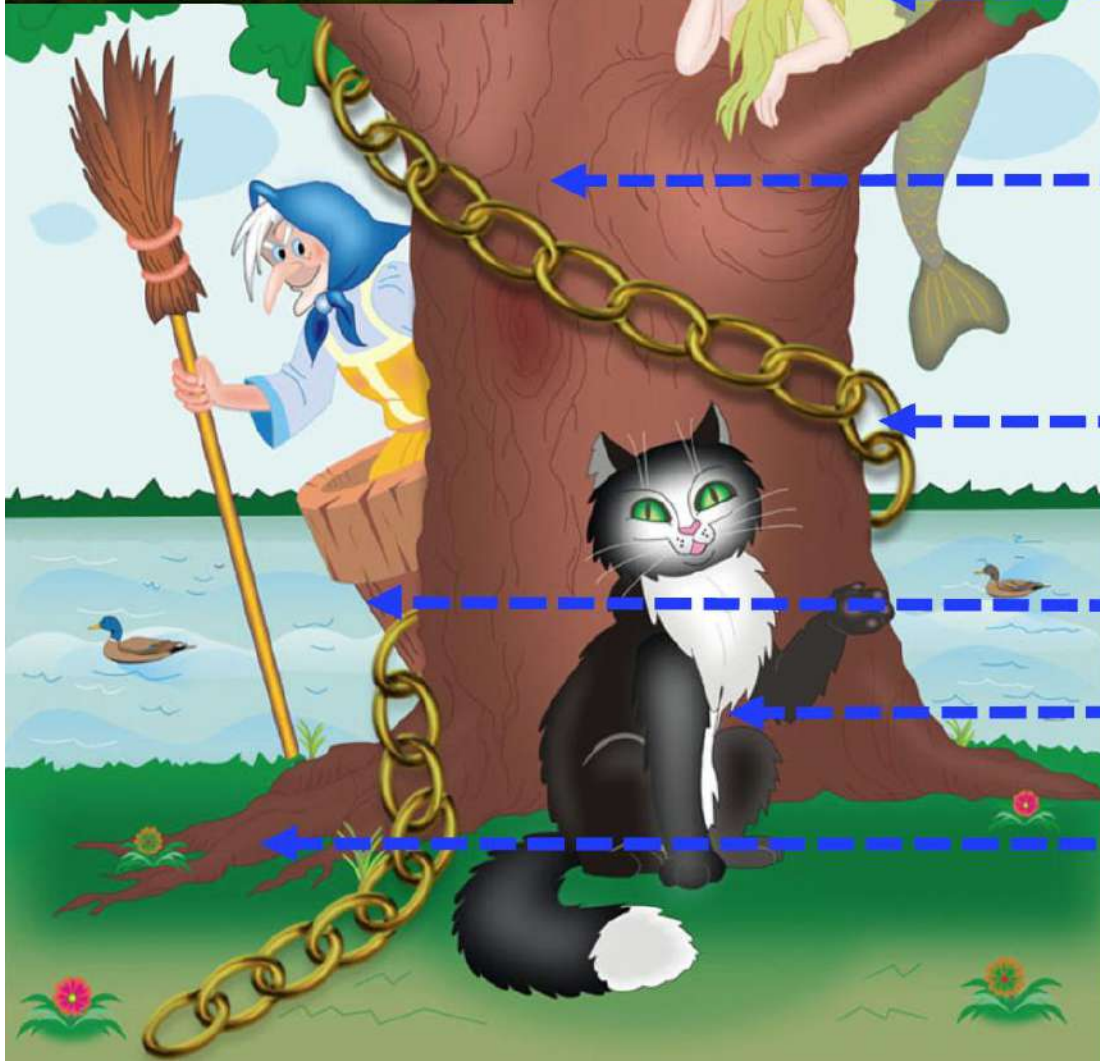
Наноэлементы Периодической таблицы Д.И.Менделеева

-NANO>XIII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!



s – sunflowers, p – peony, d – daisy, f – forget-me-not



Наноиндустрия

Плоды

социум

Нанотехнологии

Стержень

Наноматериалы

Материализация мечты

практика

идеи

Нанонаука

Фундаментальные основы

NANO >> XII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

ПИК НЕОБОСНОВАННЫХ
ОЖИДАНИЙ

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ
ГИПЕРБОЛИЗАЦИЯ



XIV Наноолимпиада <http://enanos.nanometer.ru>
<https://www.facebook.com/enanos.nanometer.ru>

Благодарности

К.А.Солнцев, Ю.Гогоци, П.Вайс,
В.И.Путляев, А.А.Елисеев, А.В.Лукашин,
А.А.Семенова, Н.А.Браже, Г.В.Максимов,
А.Б.Тарасов, К.С.Напольский, Д.М.Иткис,
Р.Б.Васильев, С.Г.Дорофеев, И.А.Веселова,

Д.И.Менделеев