

12.10.2009

Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос).

Иммобилизация коллоидных частиц на твердых подложках.

Молекулярная "пришивки".

Искажения изображений при визуализации частиц на поверхности зондовыми методами.

Электрофорез и электроосмос - движение заряженных частиц и жидкости под действием электрического поля

$\kappa r \gg 1$ – уравнение Смолуховского:

без учета проводимости частиц

$\kappa r < 1$ – уравнение Хюккеля:

$$\mu_e = \frac{\epsilon\epsilon_0\zeta}{\eta}$$

↑
ПОДВИЖНОСТЬ

← дзета-потенциал
← вязкость

$$\mu_e = \frac{2\epsilon\epsilon_0\zeta}{3\eta}$$

← Зависят от концентрации электролита

$$\mu_p = \frac{z}{6\pi\eta r}$$

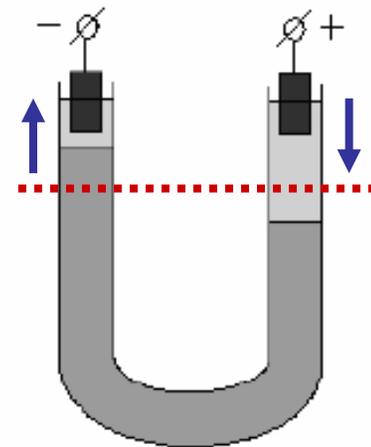
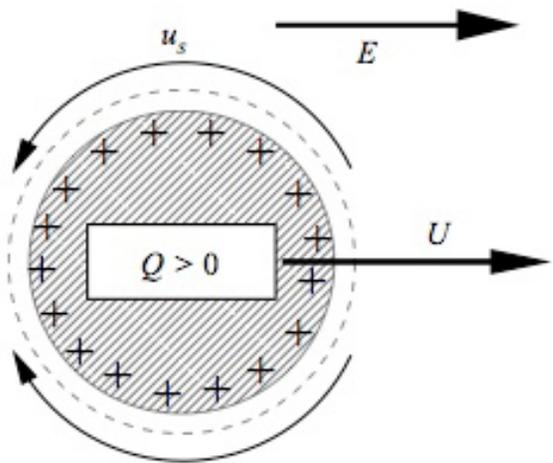
← стоксовский радиус

$$\kappa = \sqrt{\frac{e_0^2}{\epsilon\epsilon_0 kT} \sum (n_{i0} z_i^2)}$$

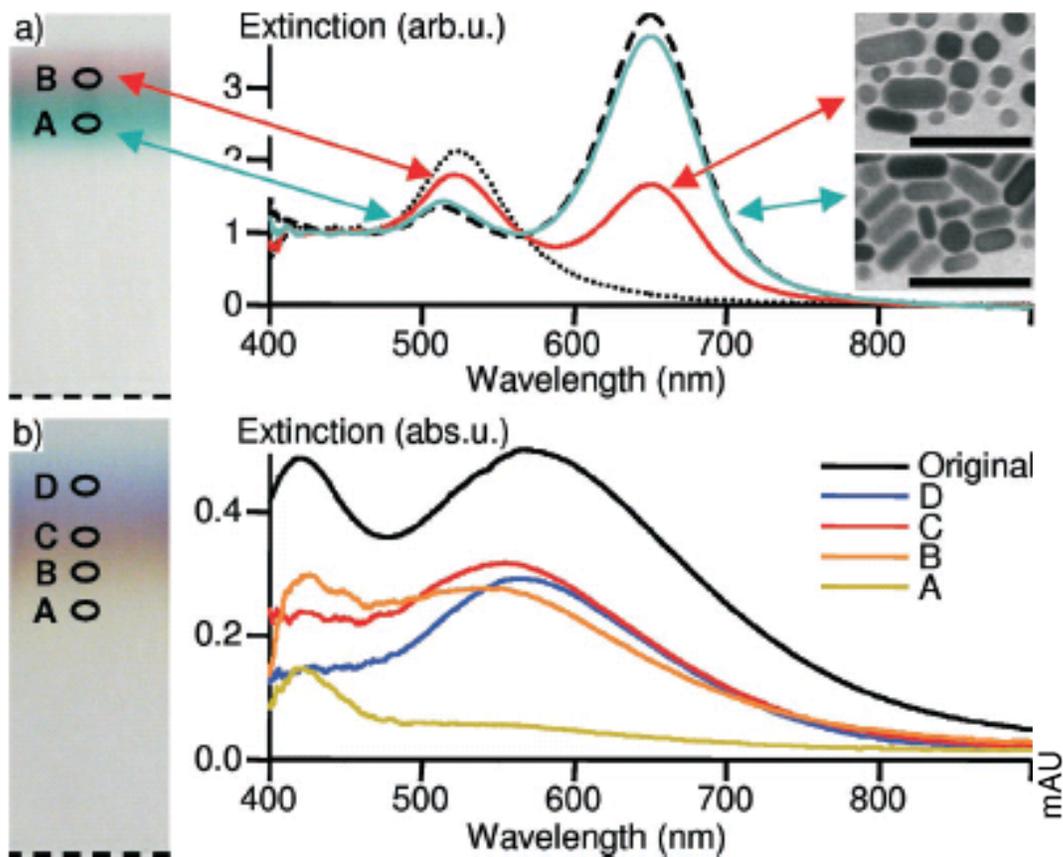
↑

Обратная дебаевская длина

электроосмотическая подвижность



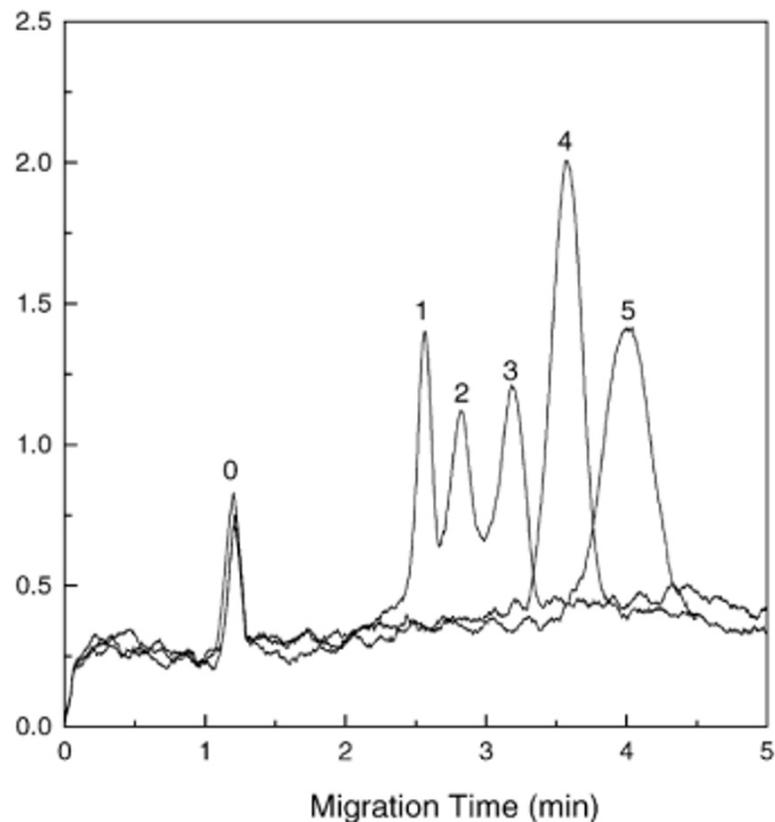
Электрофоретическое фракционирование малых частиц



Детекция:

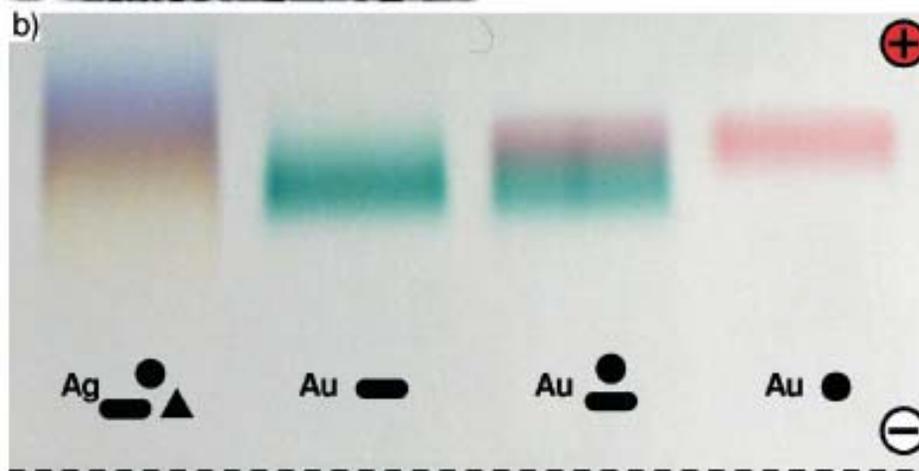
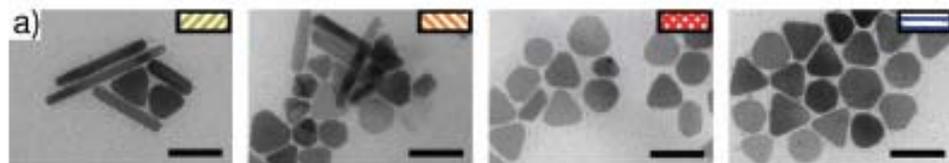
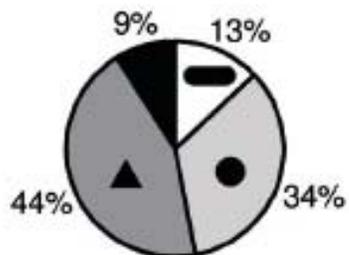
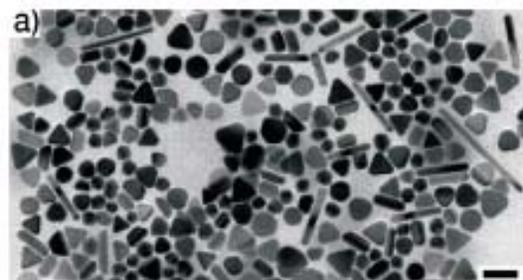
- УФ-видимая спектроскопия
- флюоресценция

Капиллярный электрофорез

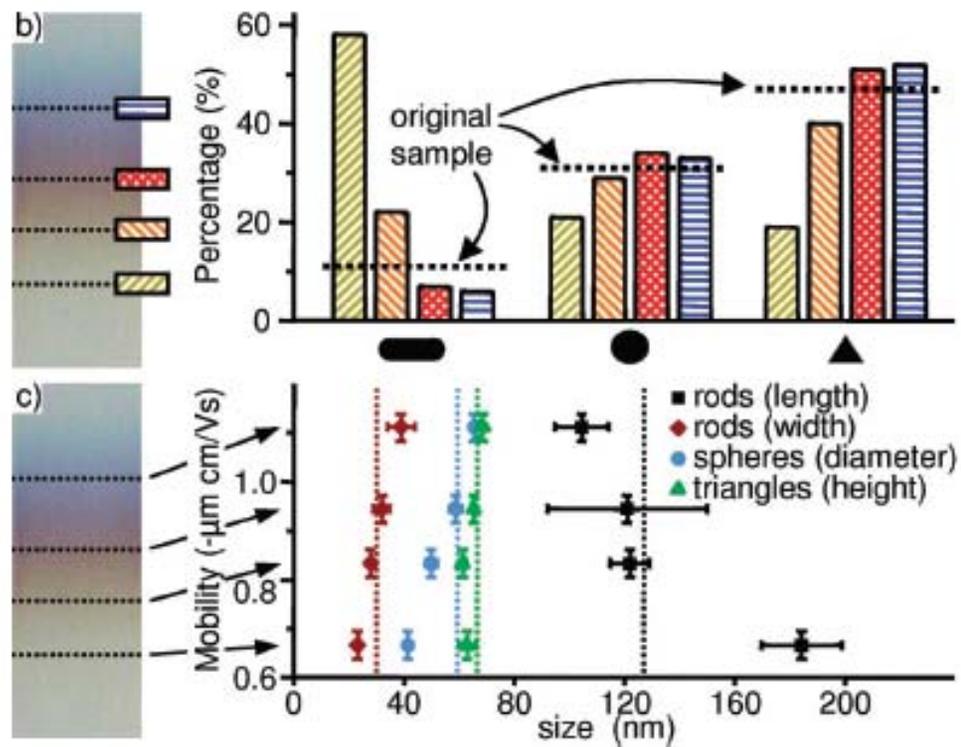


Разделение частиц по форме

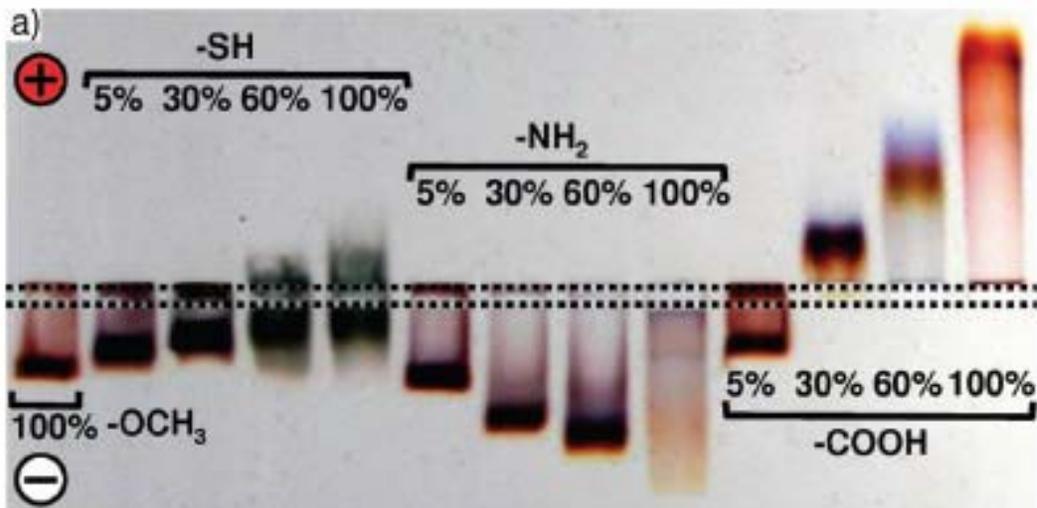
Серебро



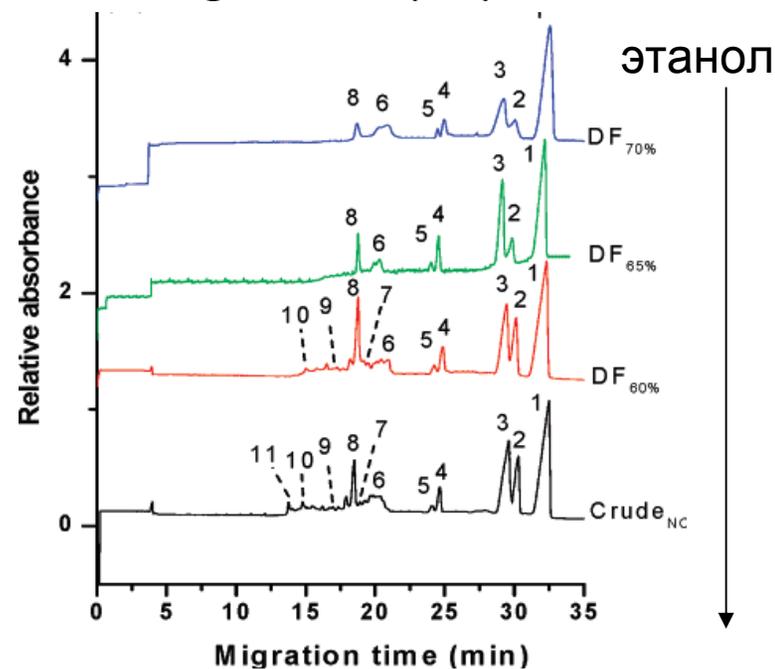
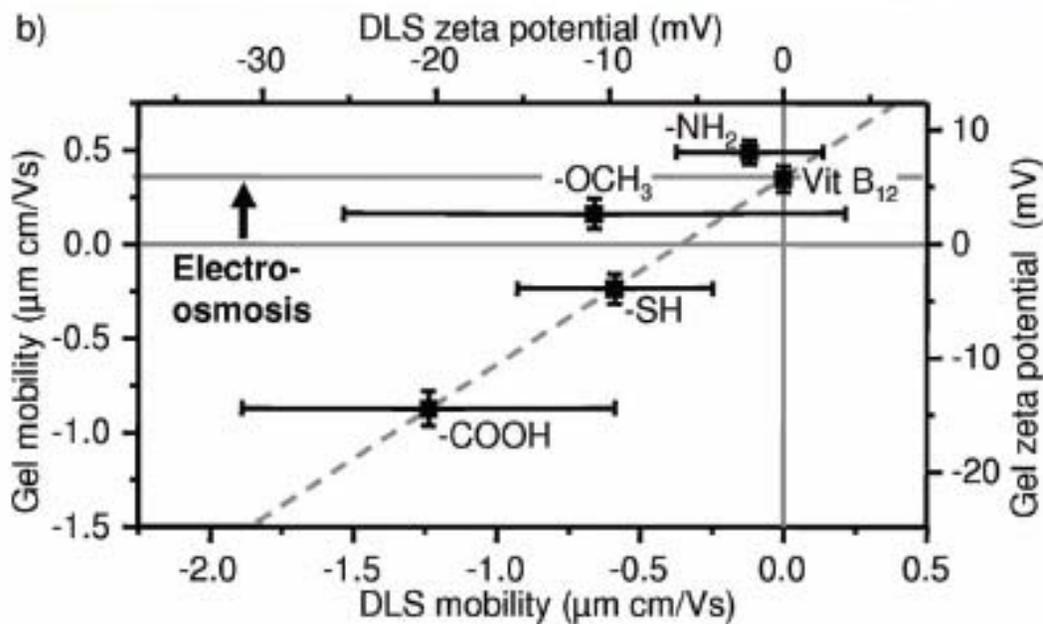
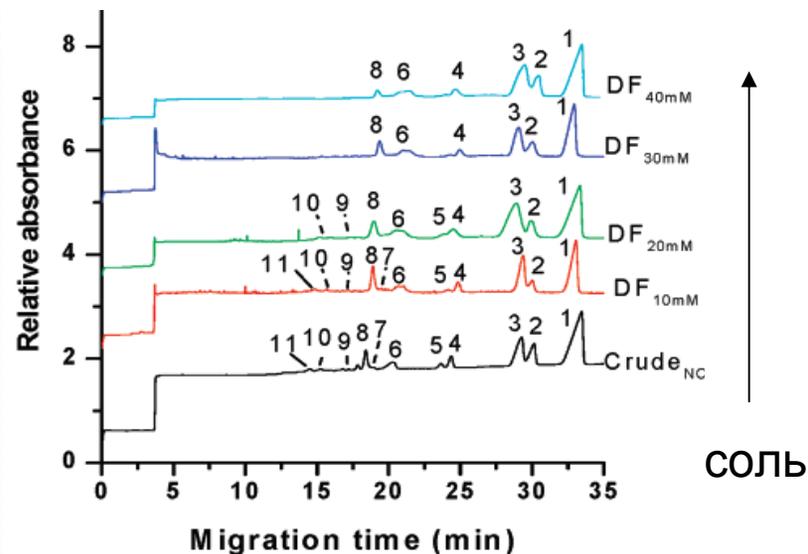
Золото



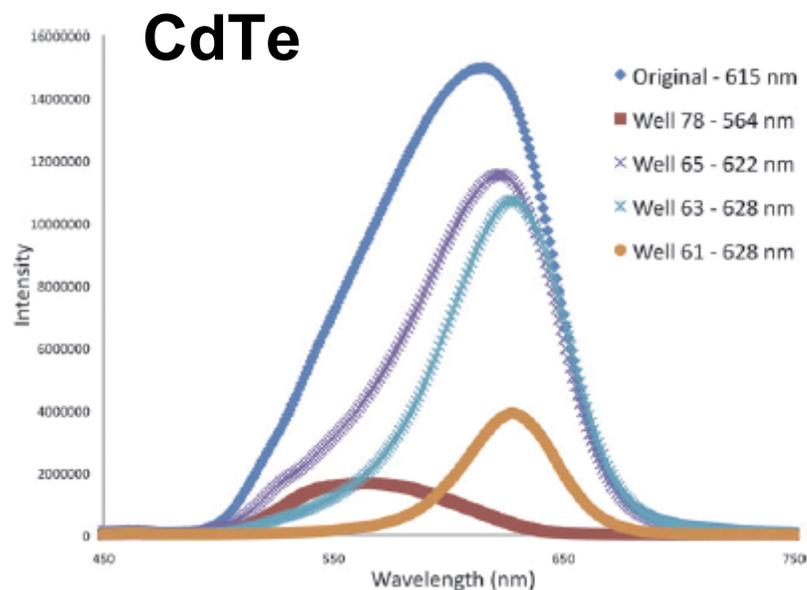
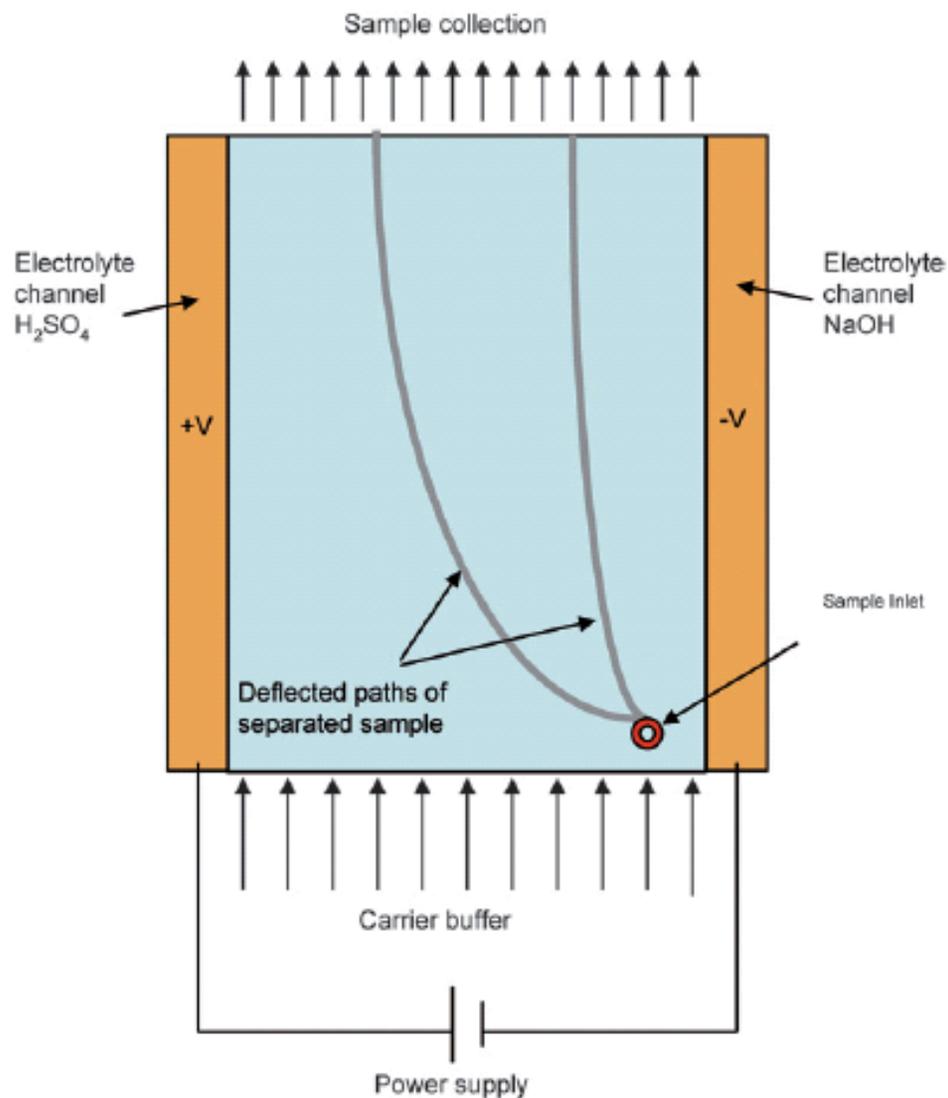
Разделение частиц по составу стабилизатора



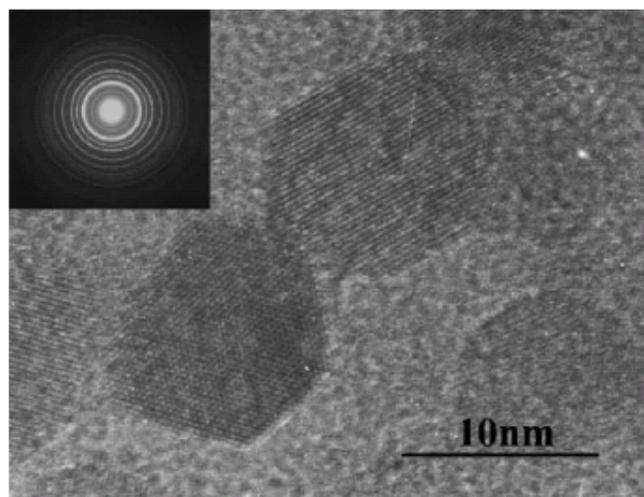
Влияние концентрации электролита и среды



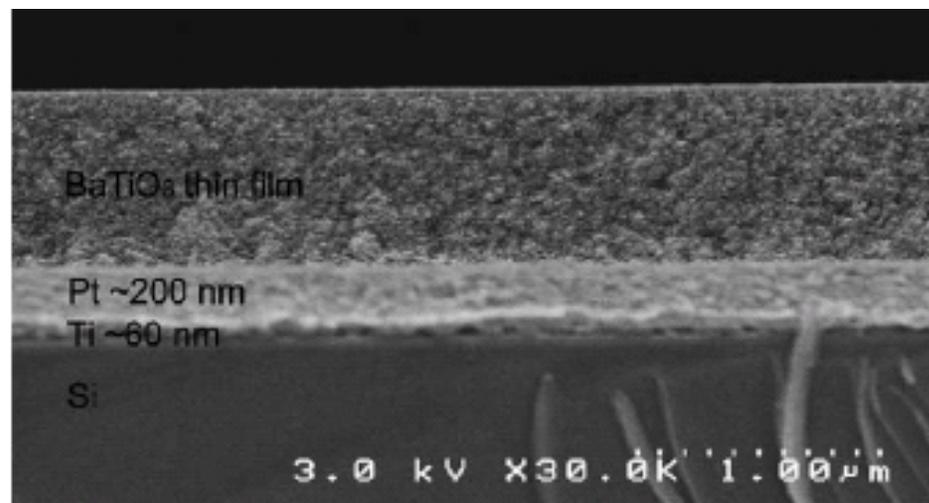
Free flow электрофорез – по нормали к направлению поля



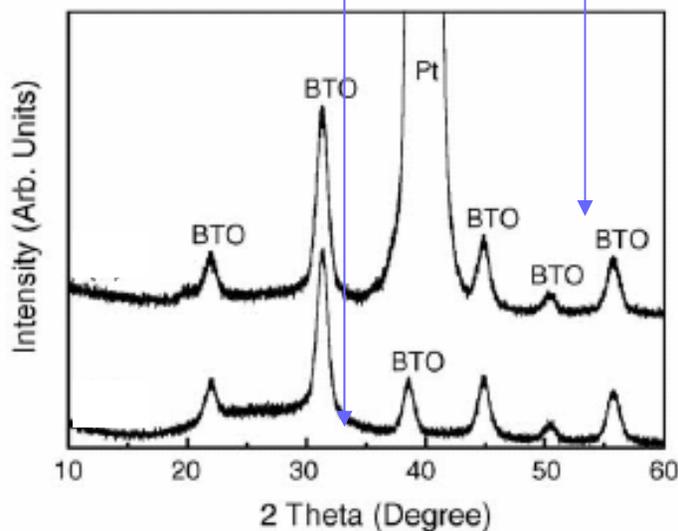
Электрофоретическое нанесение малых частиц



~10 V
→



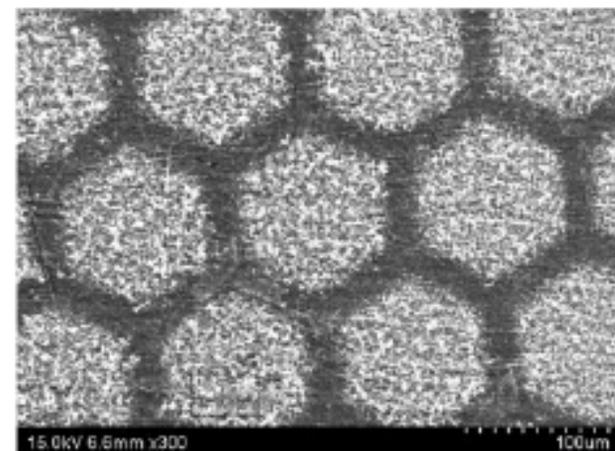
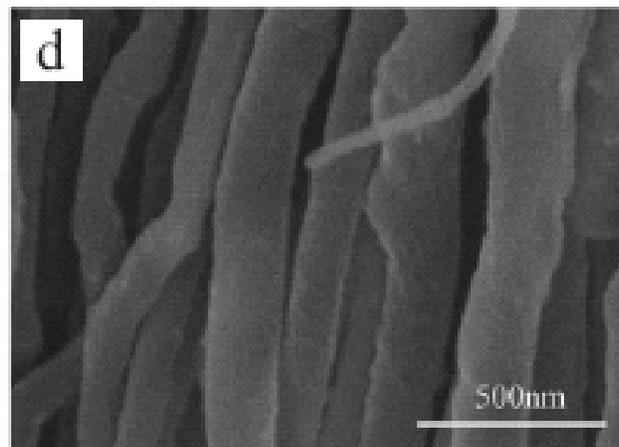
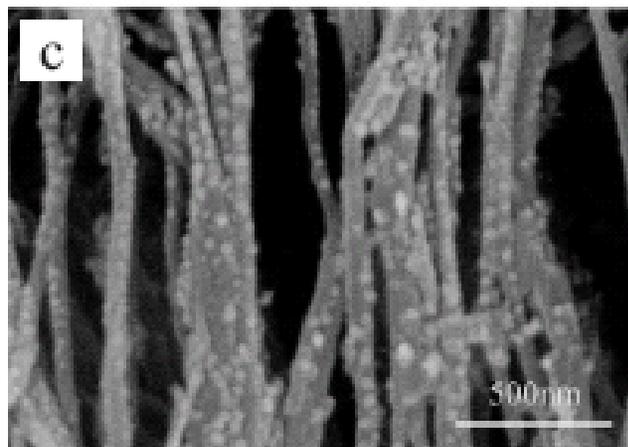
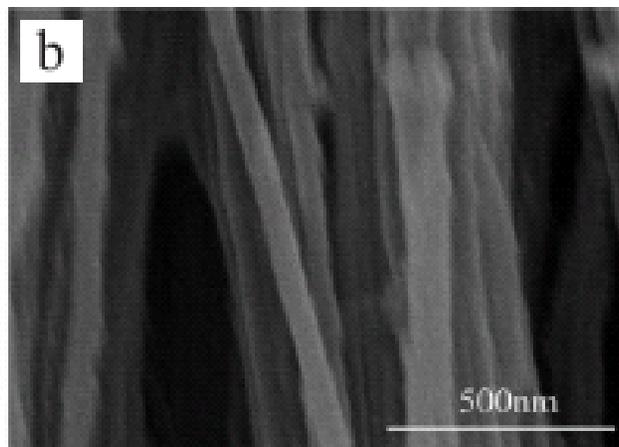
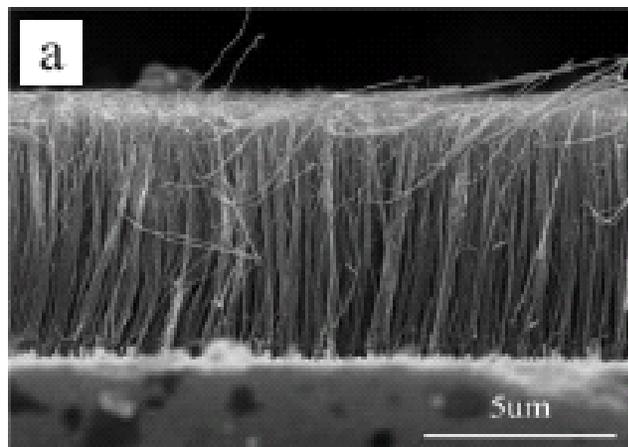
Суспензия титаната бария
в воде



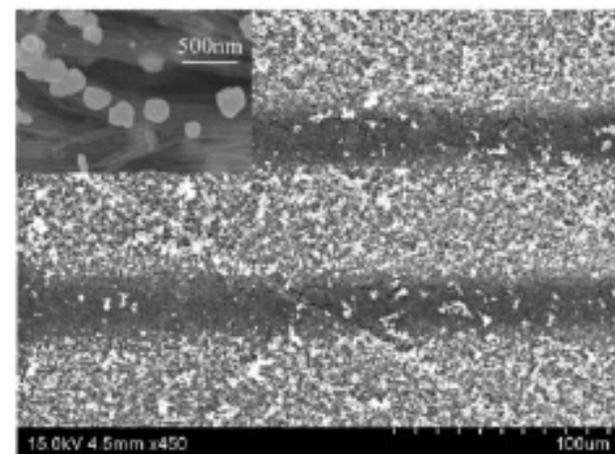
- возможность нанесения на изделия сложной формы
- низкие энергозатраты
- предварительный контроль размера частиц

Электрофоретическое нанесение на изделия очень сложной формы

Диоксид титана/углеродные нанотрубки
для коаксиальных проводов



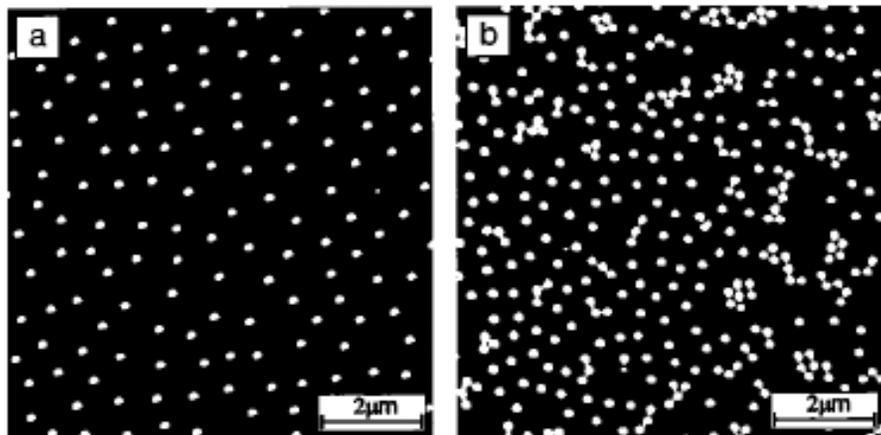
a



Adv. Mater.
19 (2007) 1239

Степень заполнения поверхности при электрофоретическом осаждении

Экранирование отталкивания



0.01 mM 0.1 mM
(концентрация электролита)

Langmuir 14 (1998) 5127

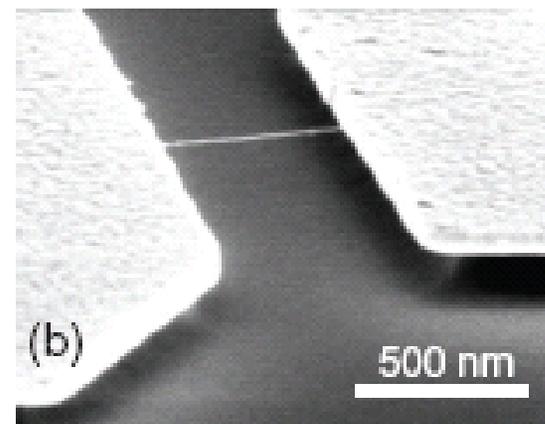
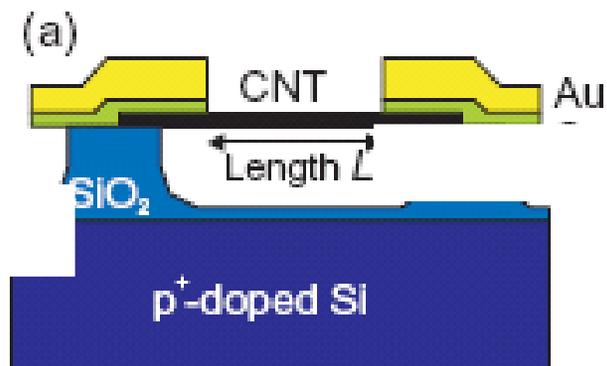
Альтернатива – нанесение определенных порций коллоида механически



**Единичные
нанообъекты**



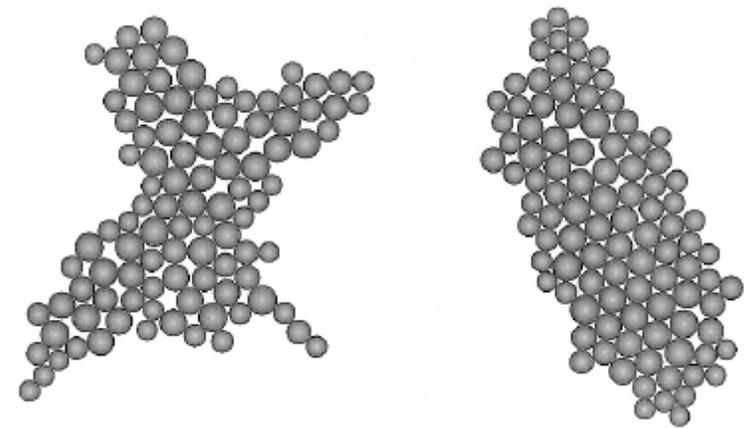
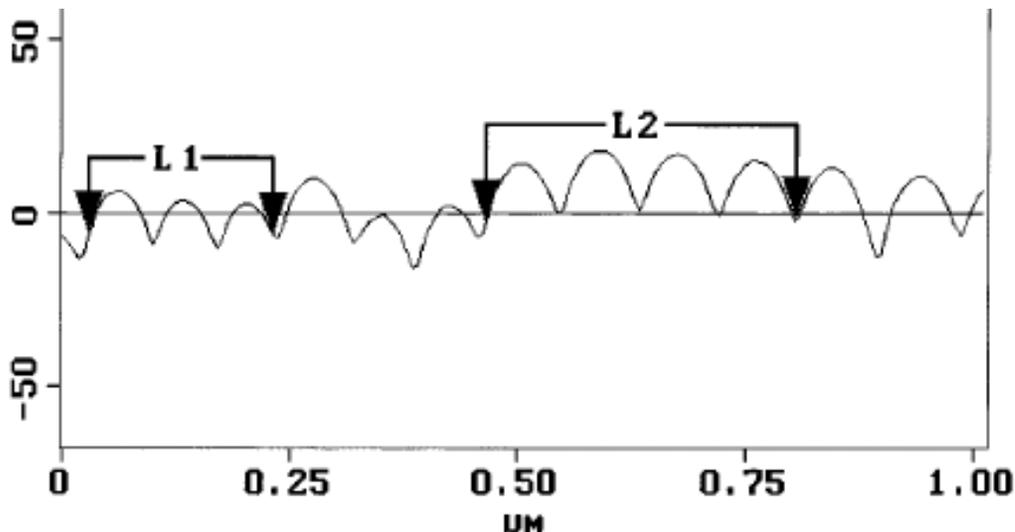
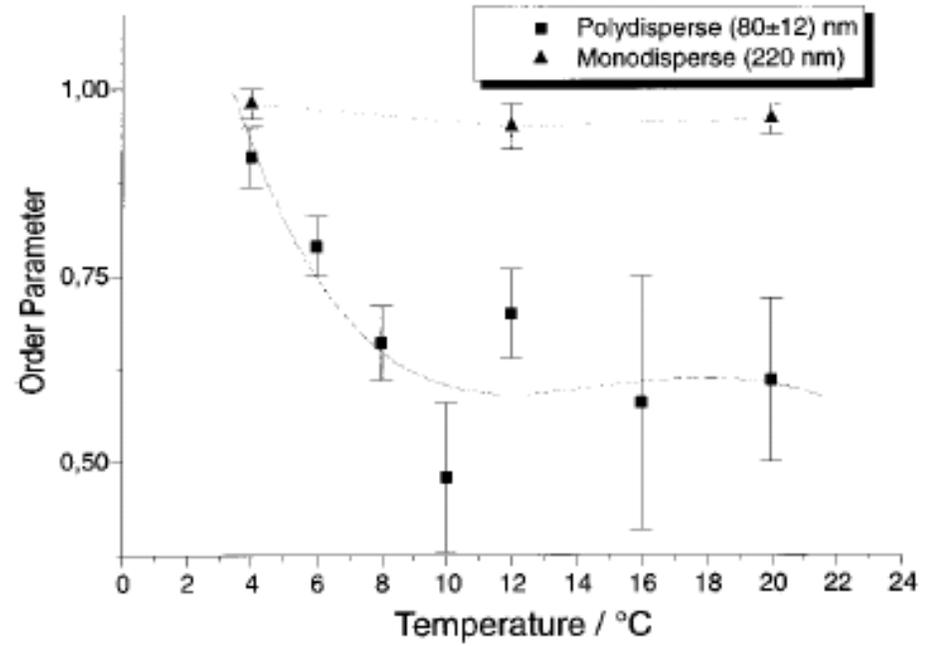
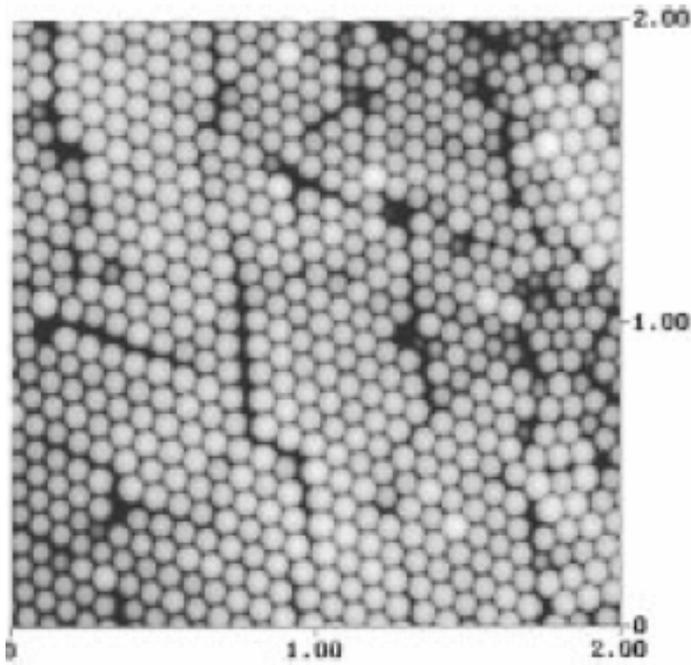
**Плотные
монослои**



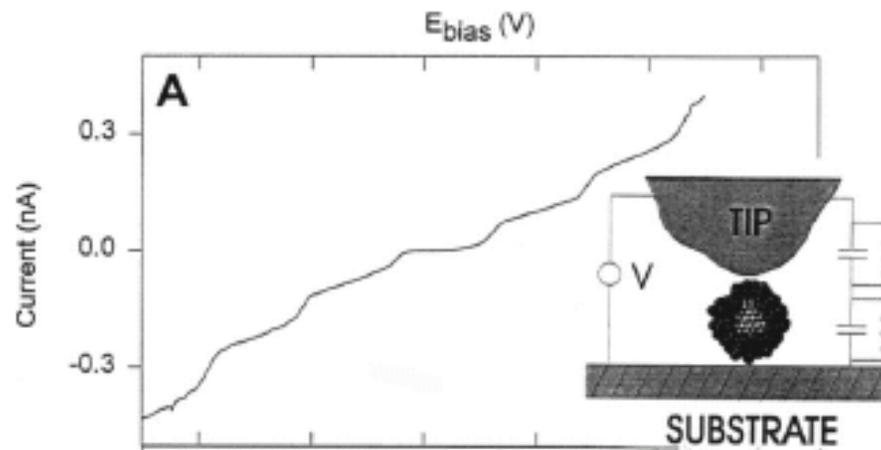
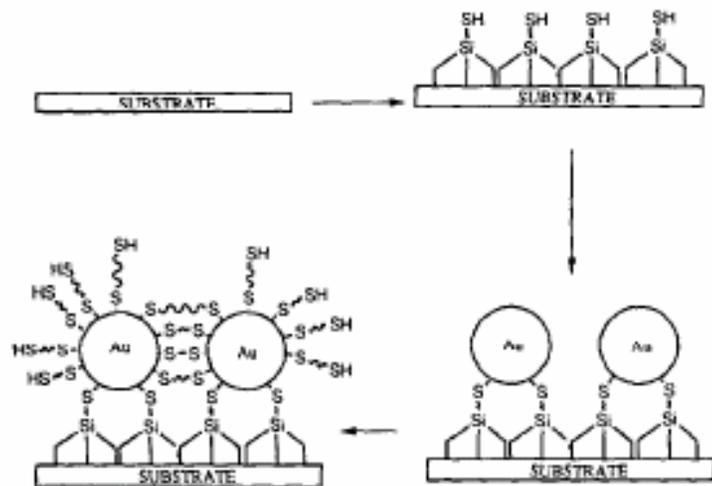
Углеродные нанотрубки из суспензии

New J. Phys. 10 (2008) 095003

Упорядочение частиц механически нанесенного коллоида при испарении растворителя



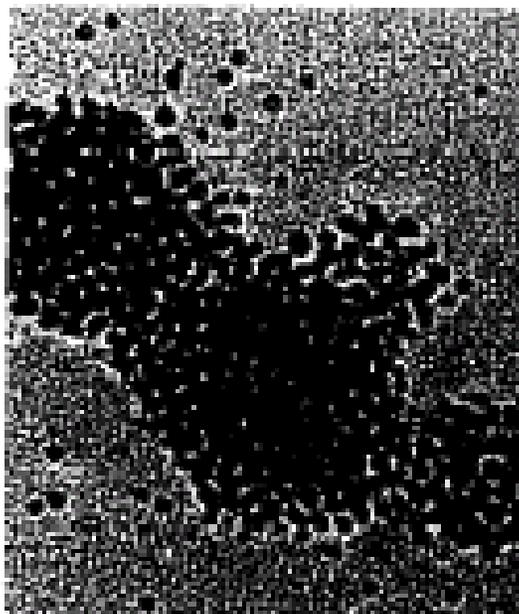
Иммобилизация при погружении подложки в коллоидный раствор. «Пришивка» тиолами.



Chem. Rev. 108 (2008) 2688

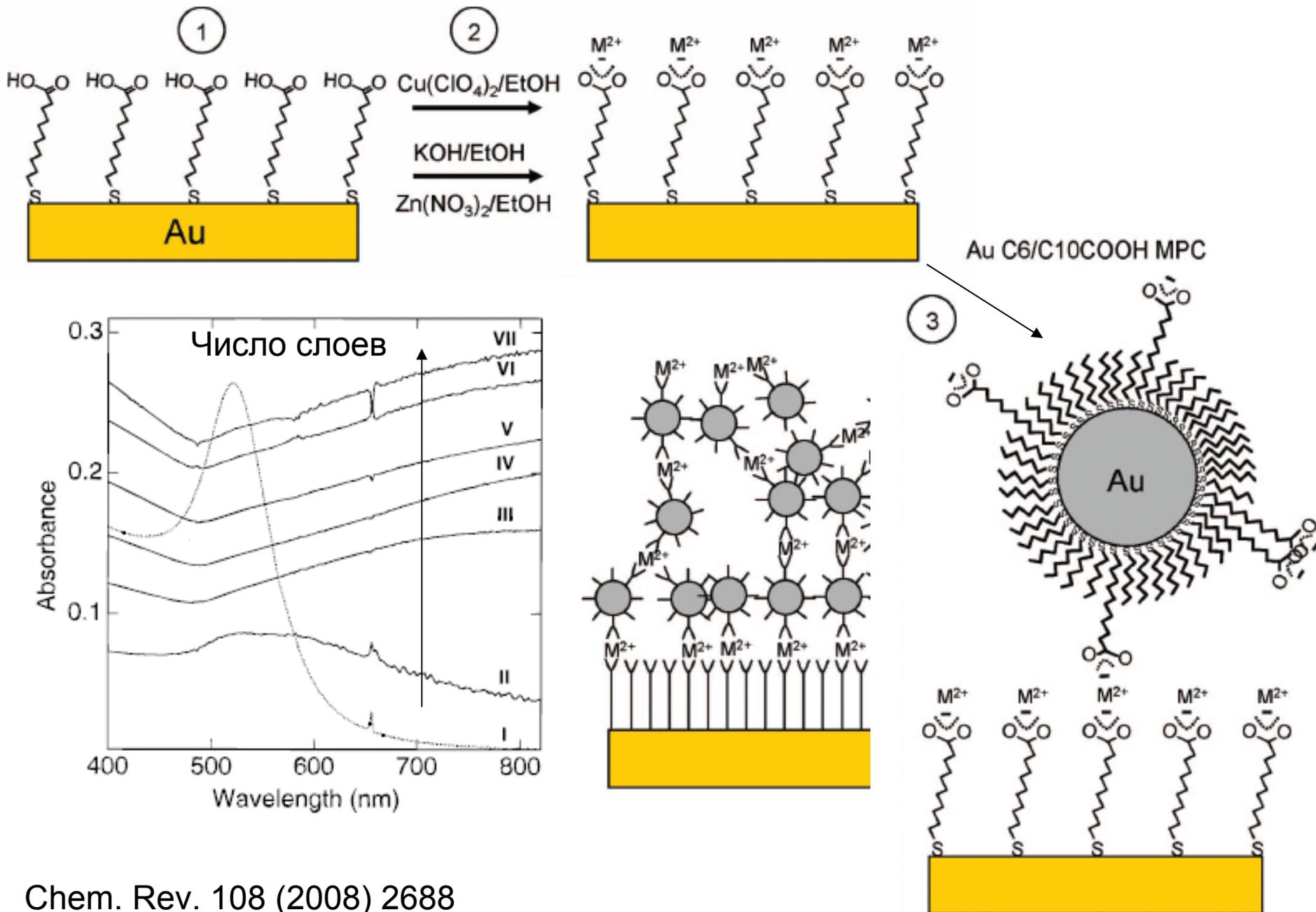
Стратегии:

- поверхность - тиол – частица – тиол
- частица – дитиол – поверхность -.....



J. Electroanal. Chem. 409 (1996) 187

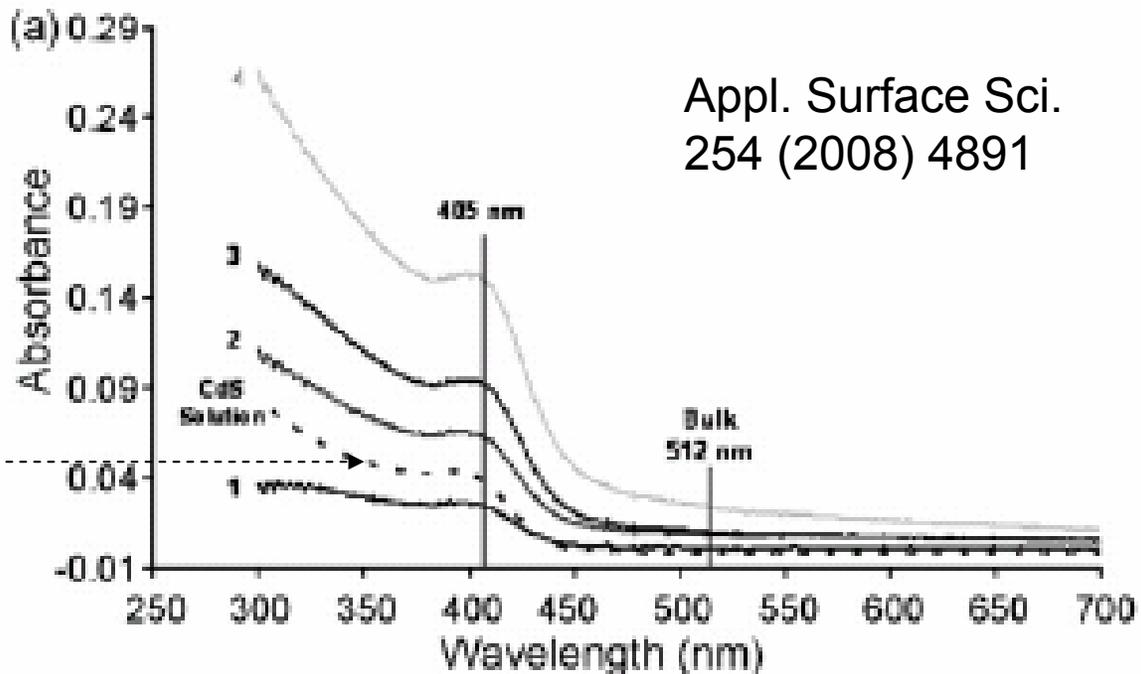
Электростатическая «пришивка»



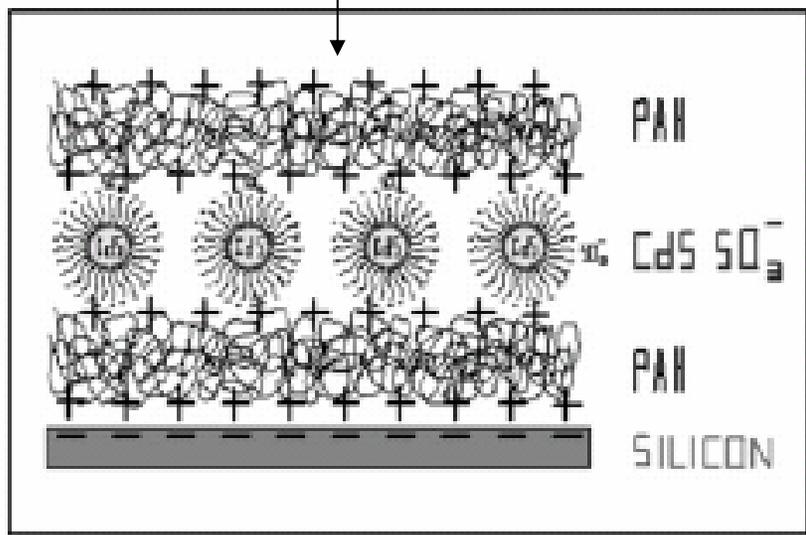
Электростатическая самоорганизация

Иммобилизованные частицы (указано число слоев) →

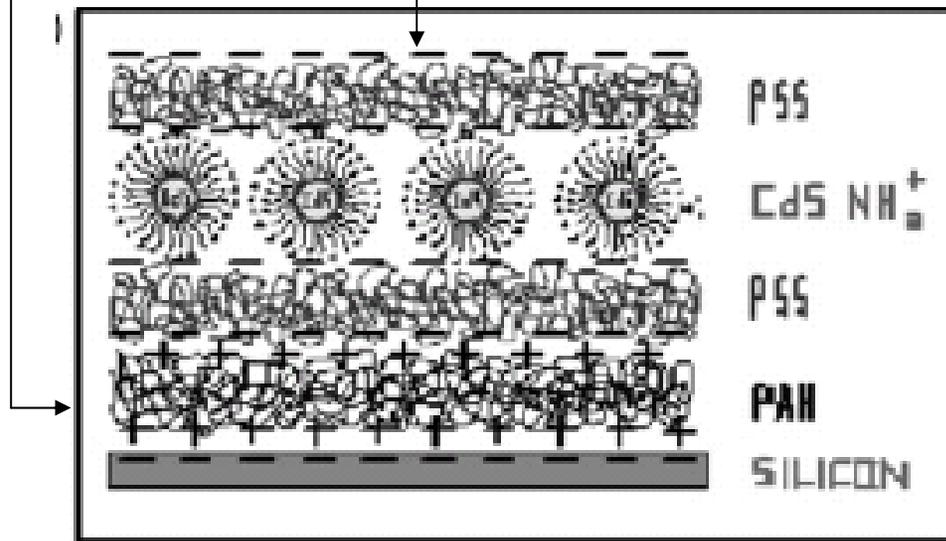
Спектр коллоидного раствора →



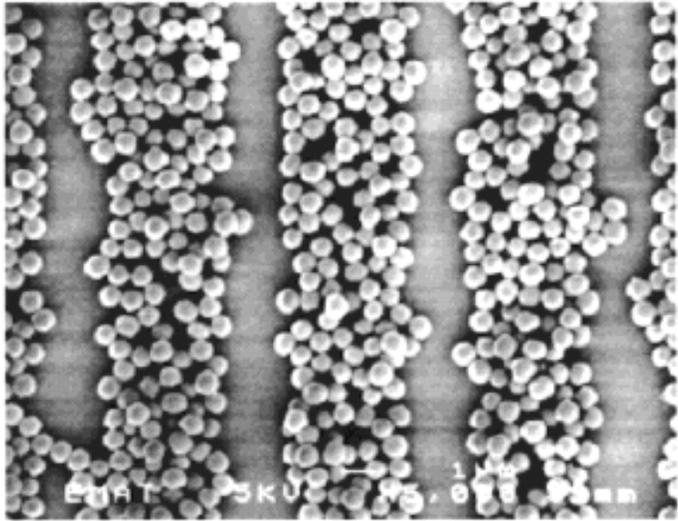
Поли(аллиламин)



Поли(стирол-сульфонат)

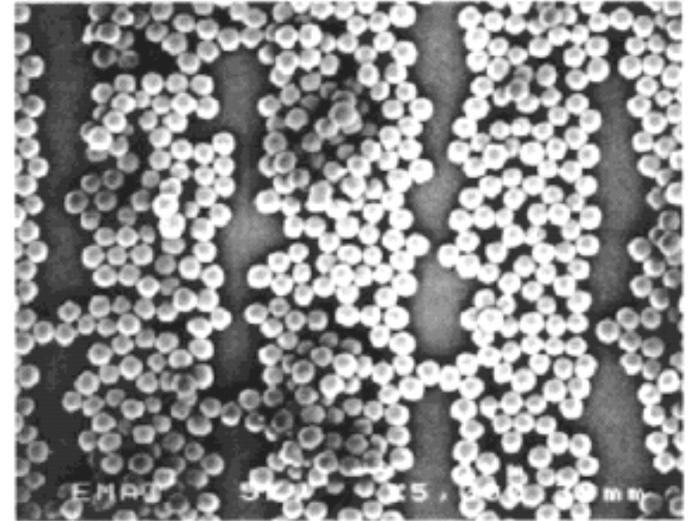


Конкуренция ионов и частиц за заряженные группы



Нет электролита

5 μm

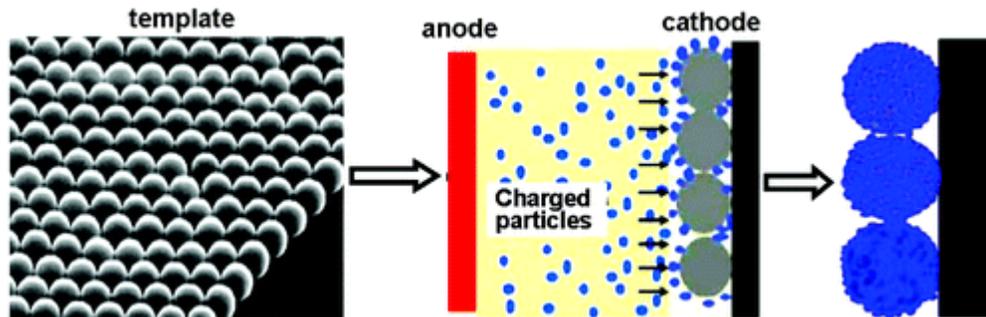


Есть электролит (NaCl)

5 μm

Langmuir 16 (2000) 7825

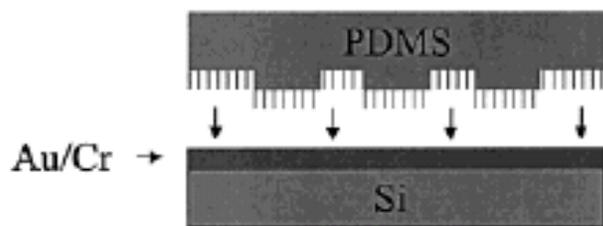
Темплатирование слоями сфер (hollow sphere arrays, HSA)



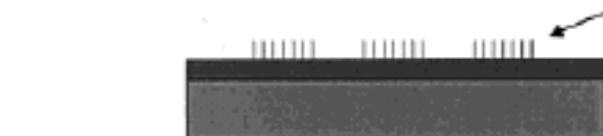
Langmuir 25 (2009) 6287

Технология и ее оптимизация

Слабый
полиэлектролит



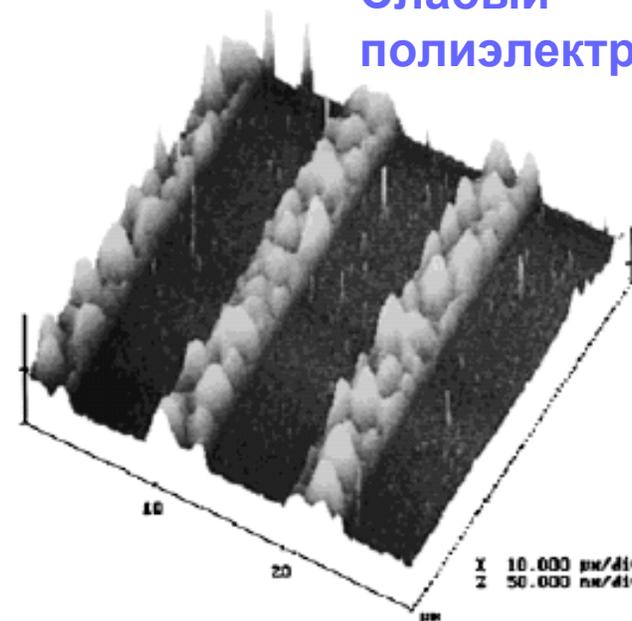
Pattern transfer
by stamping



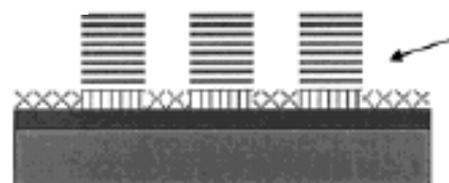
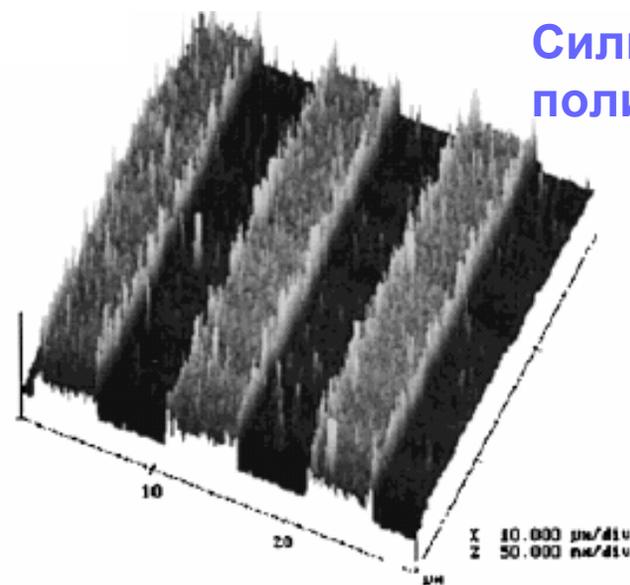
Thiol 16-mercaptohexadecanoic
acid (COOH), adhesion-
promoting



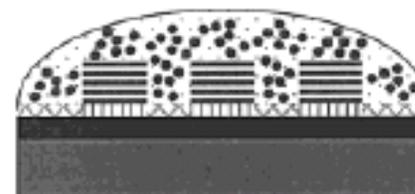
11-mercaptoundecanoic
triethyleneglycol (EG)
SAM, adhesion resisting



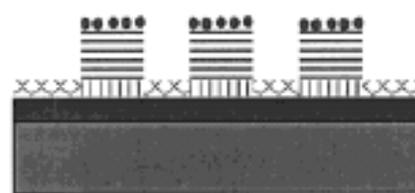
Сильный
полиэлектролит



Polyelectrolyte multilayer
adsorption onto COOH
regions



Expose polyelectrolyte
surface to colloidal
slurry (SiO₂, PS)



Rinse off excess
slurry, dry

Локализация, управляемая гидрофильностью поверхности

Управляется плазменной обработкой

Поли(диметилсилоксан)

Patterned PDMS stamps

Поли(диаллил-диметиламмоний)

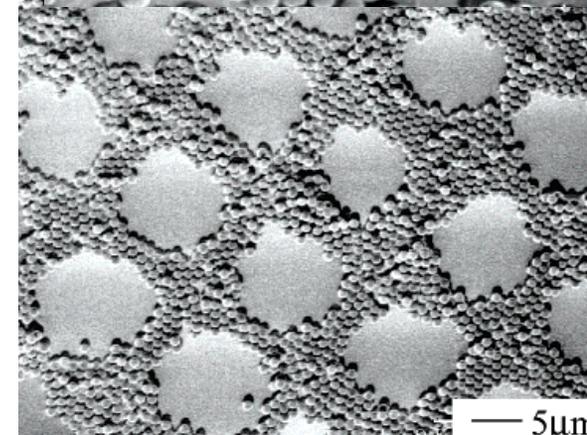
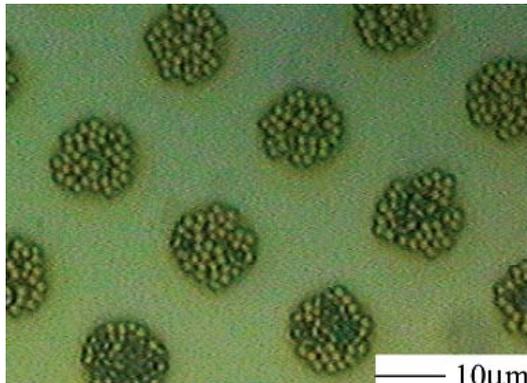
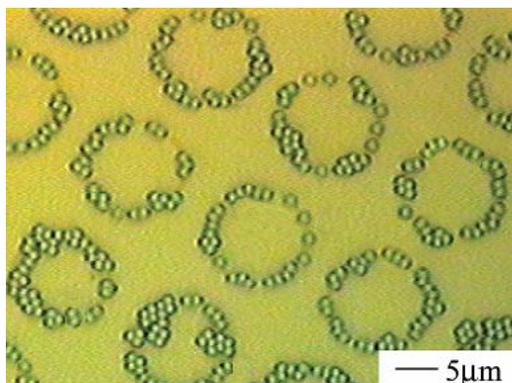
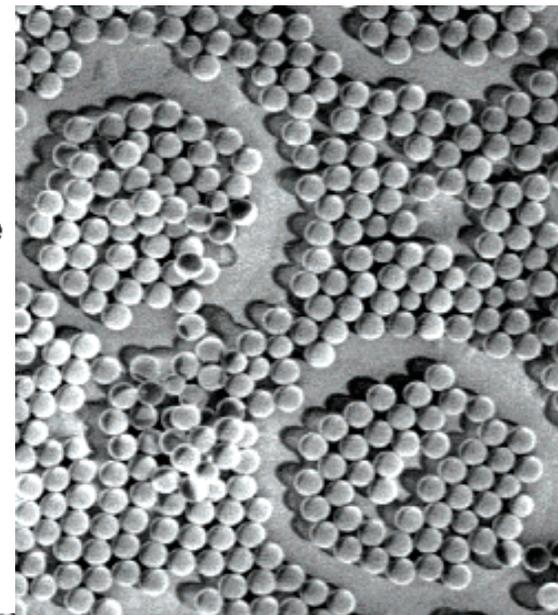
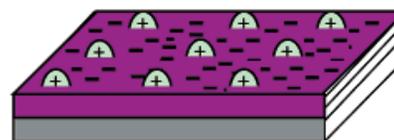
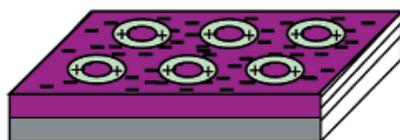
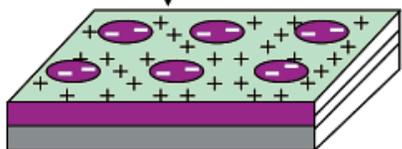
(PDAC/SPS)₁₀ multilayer film

Stamp one PDAC layer on SPS surface

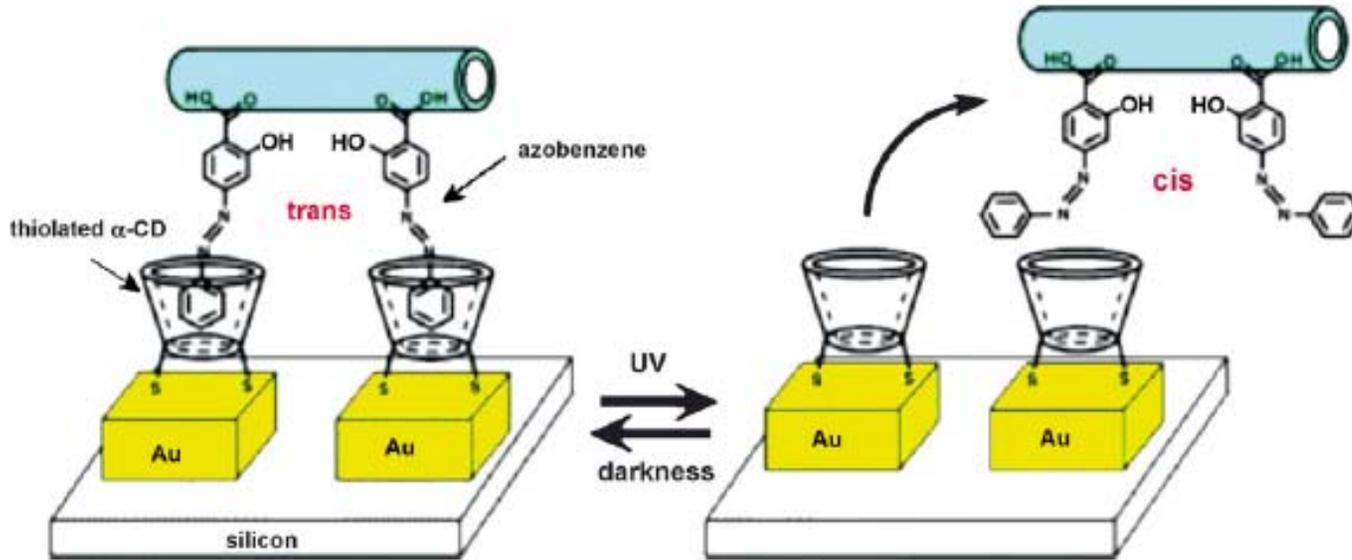
Hydrophilic PDMS surface

Slightly hydrophilic PDMS surface

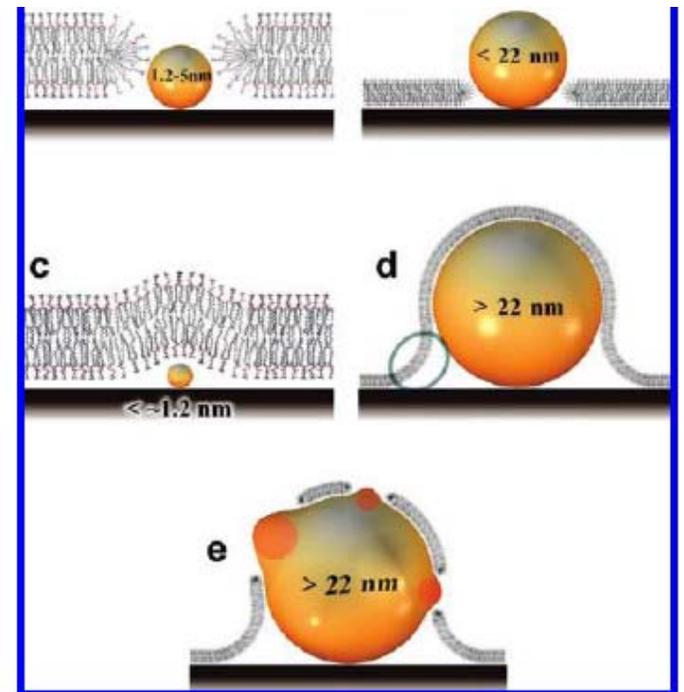
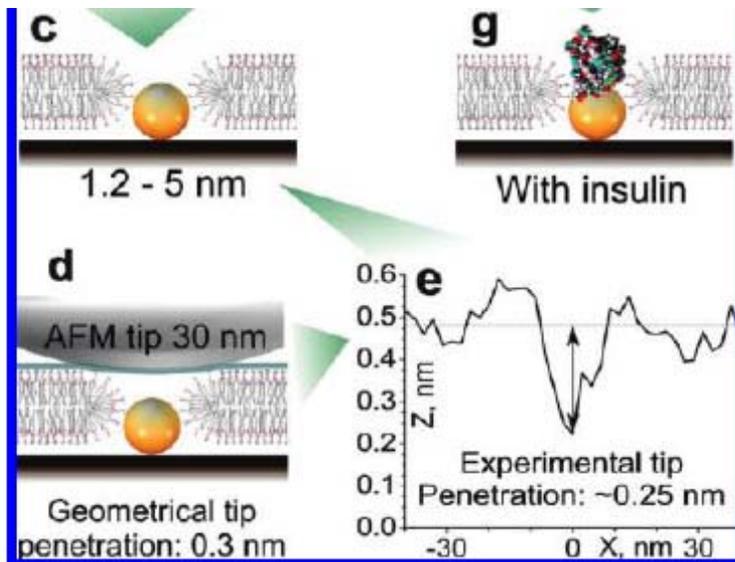
Hydrophobic PDMS surface



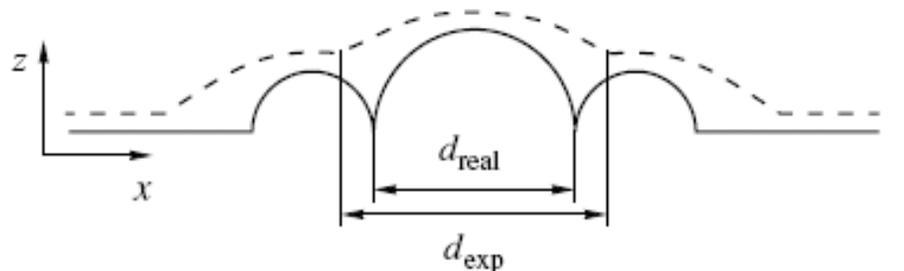
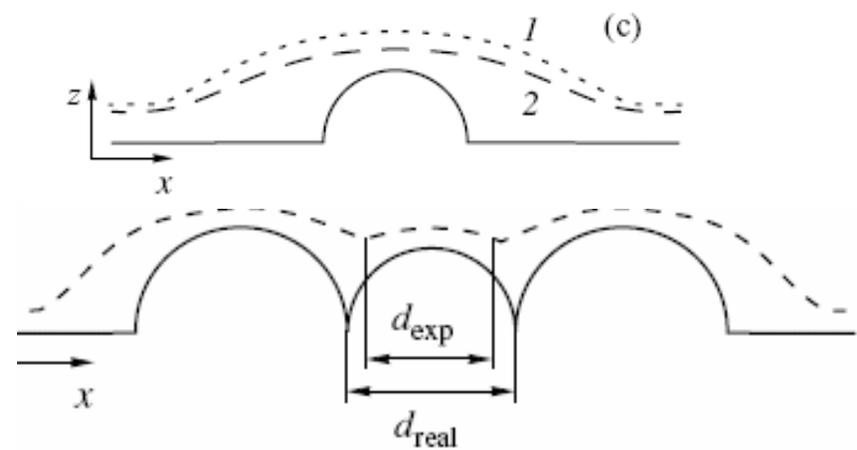
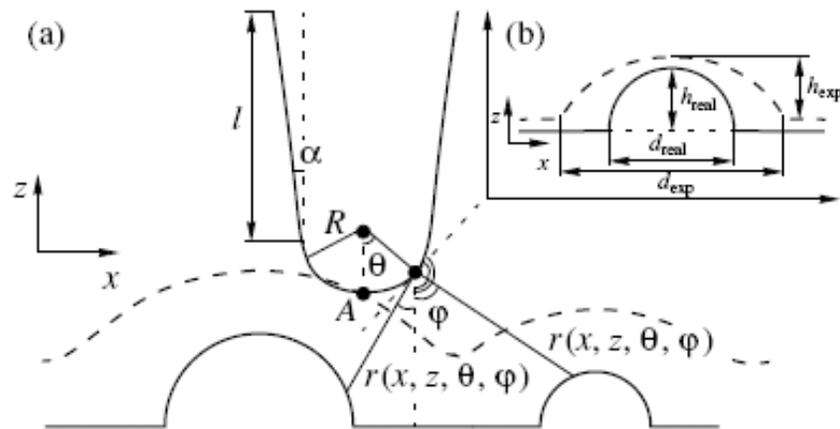
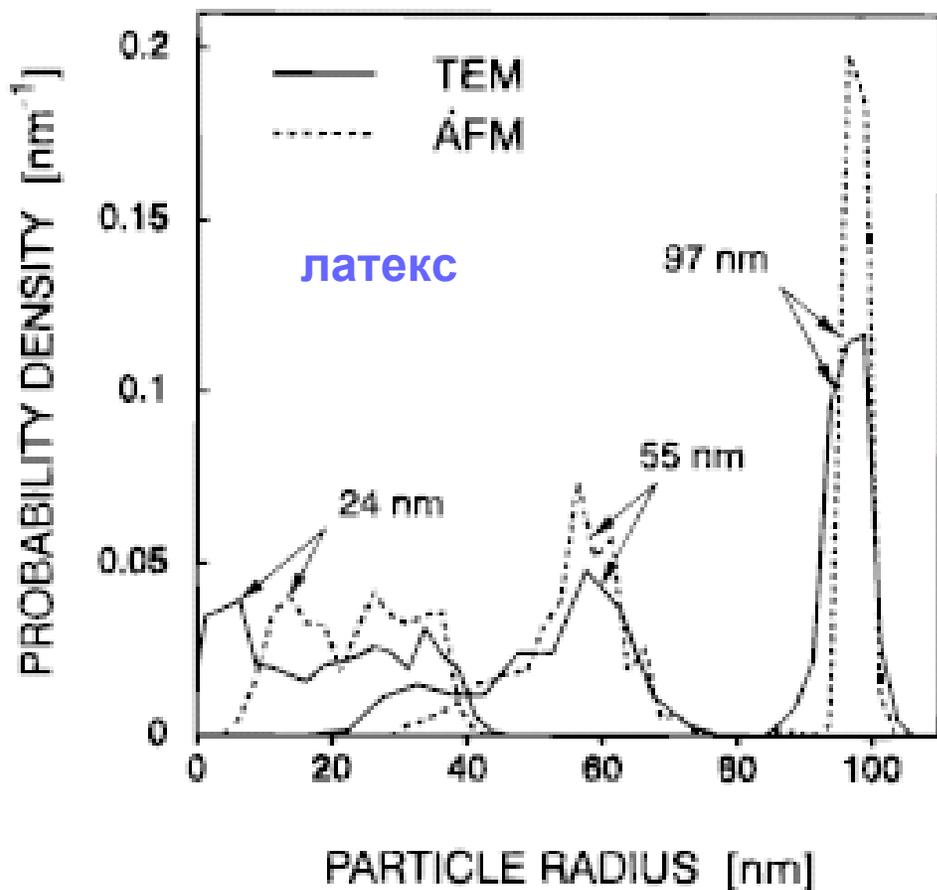
Циклодекстрины – молекулярное распознавание



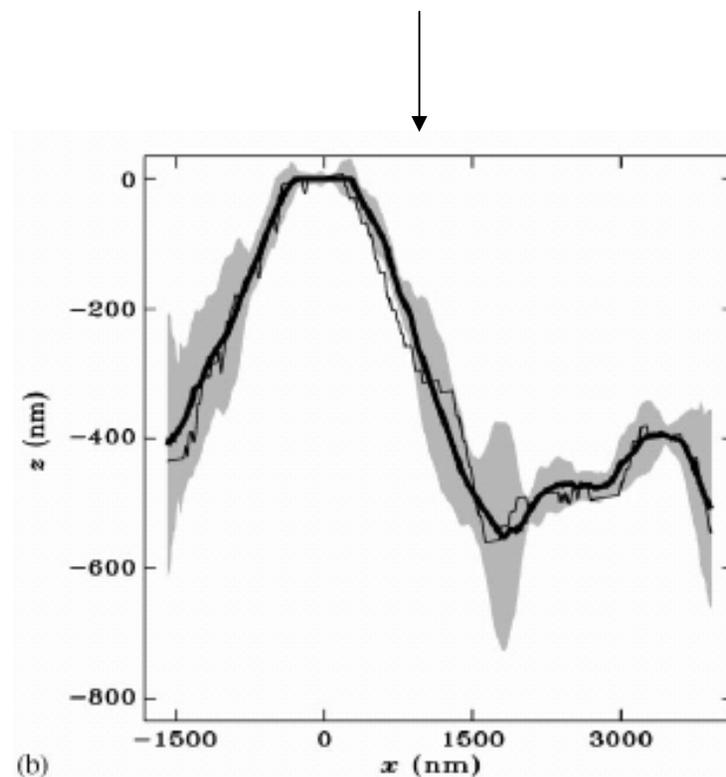
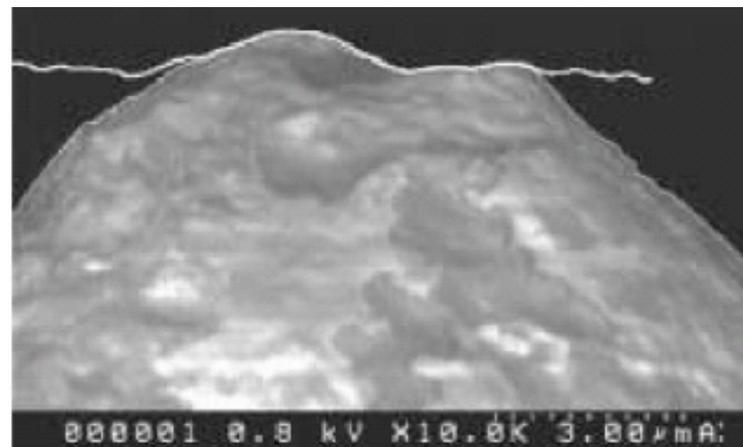
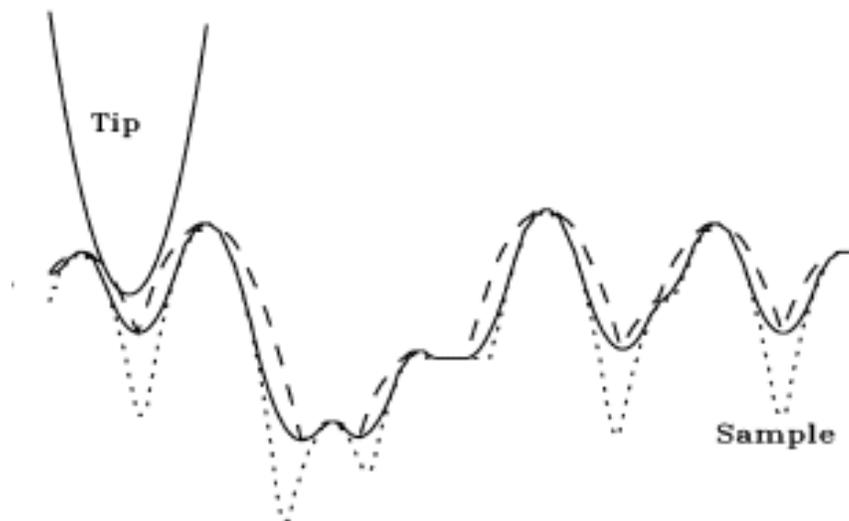
Биологические молекулы



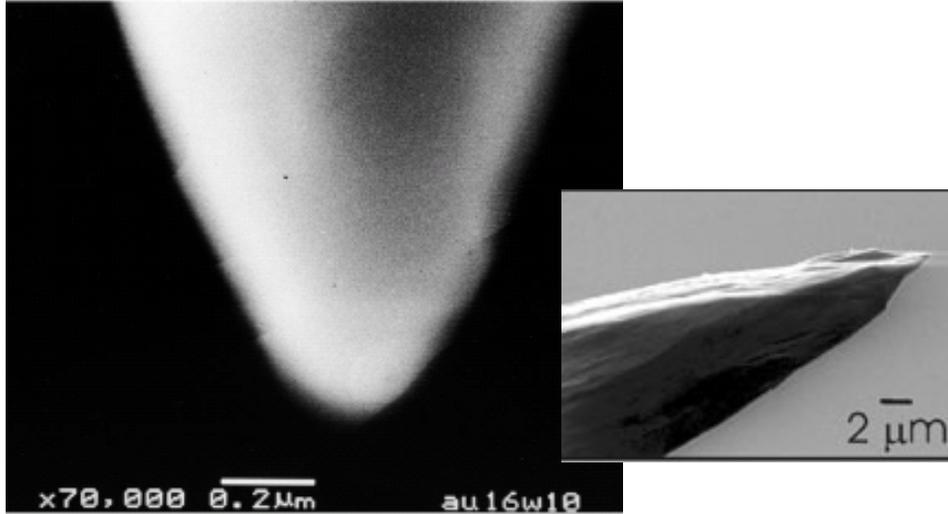
Сопоставление данных просвечивающей и зондовой микроскопии. Причины искажения изображений.



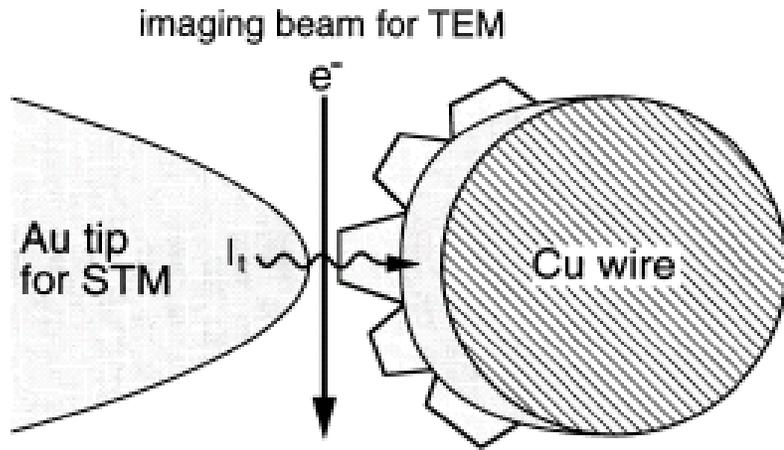
Коррекция изображений, полученных зондовыми методами. Определение формы зонда.



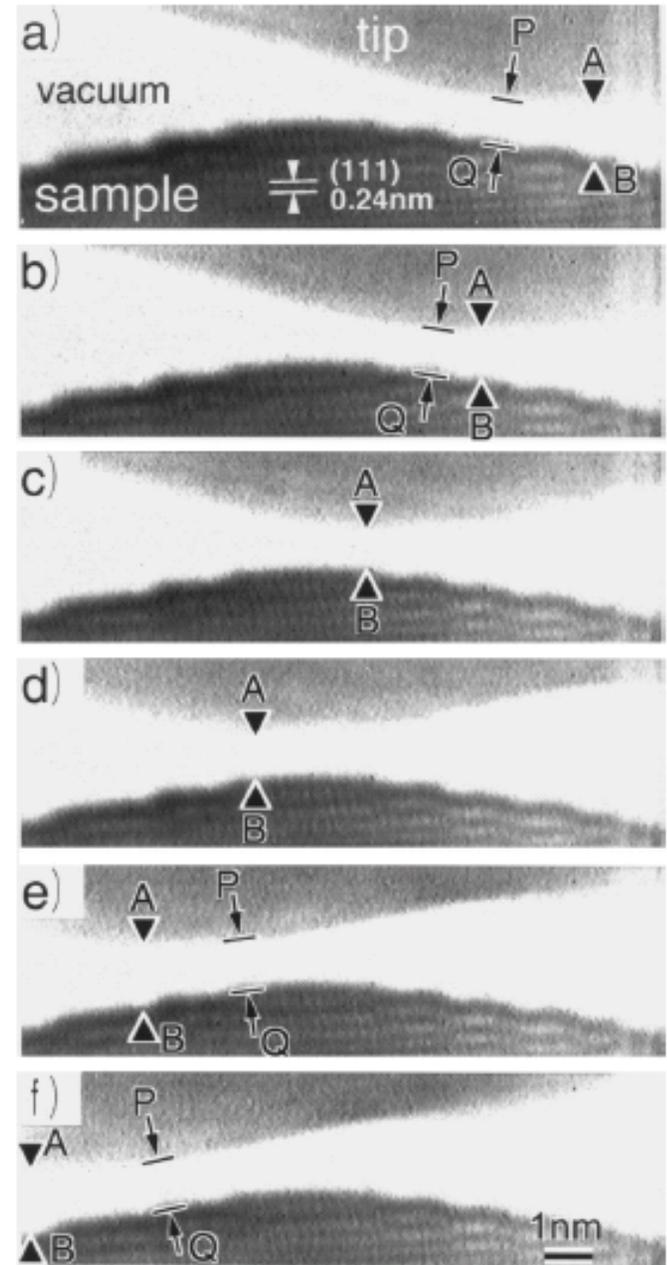
Создание зондов с остриями сравнительно правильной формы



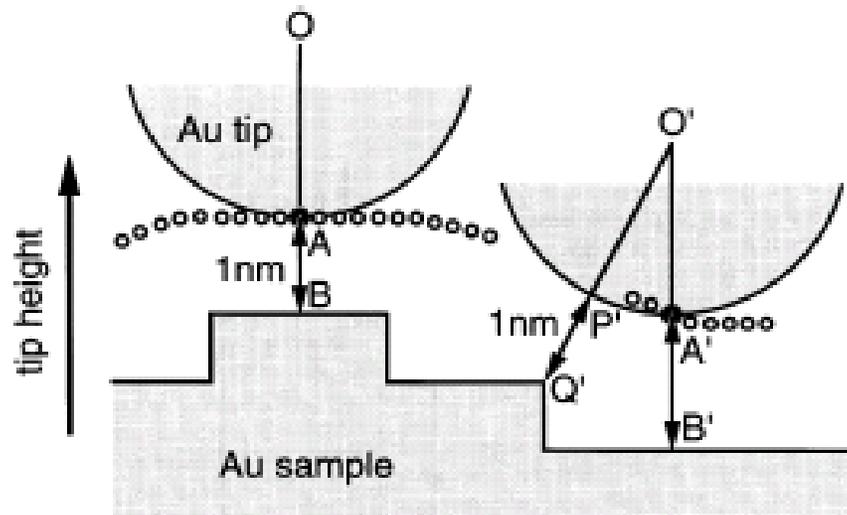
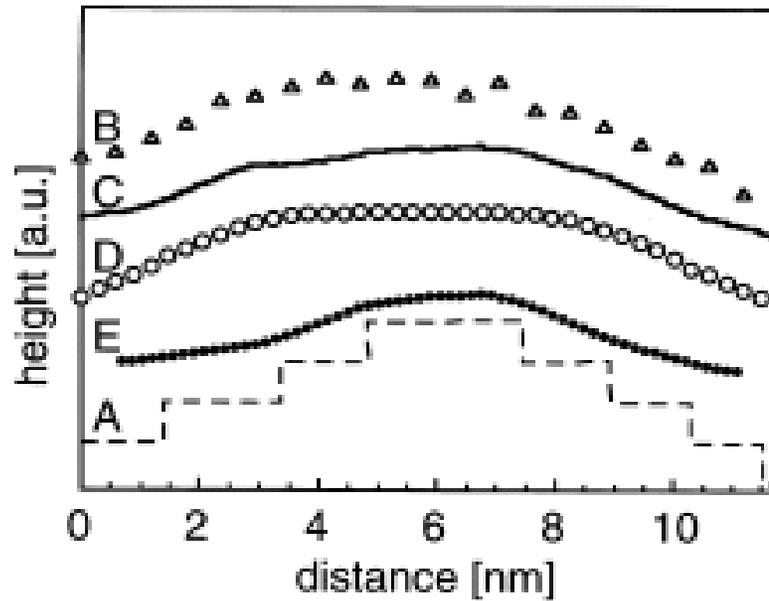
Травление в мениске



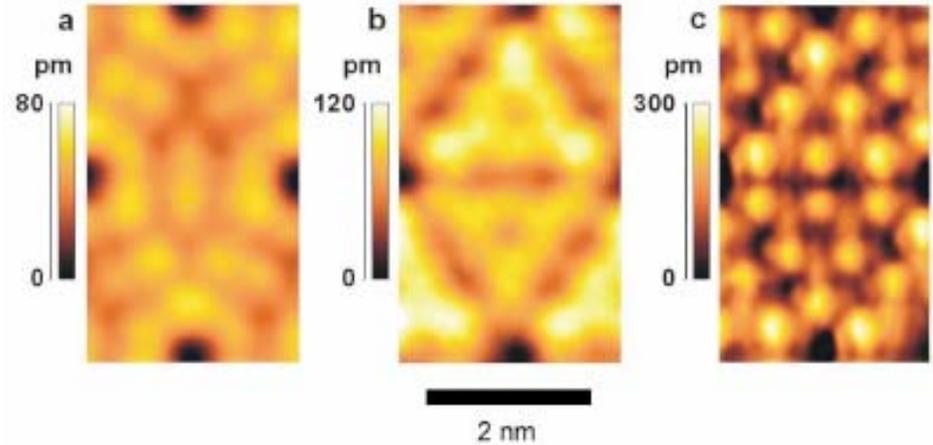
Иммобилизация объекта известной геометрии



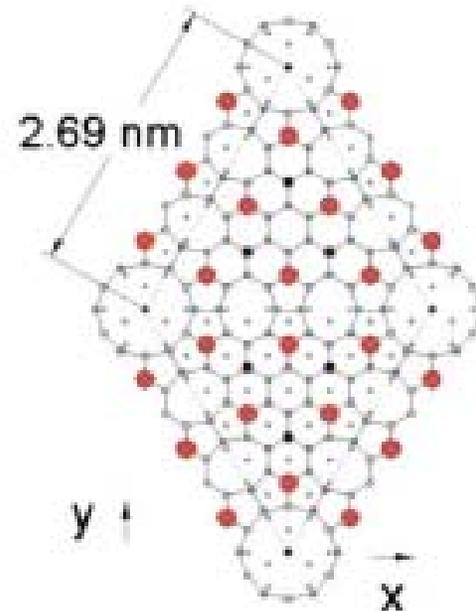
«Упрощенные» объекты для тестирования зондов



Динамические (осцилляционные) режимы



Si(111)-(7x7)



Phys.Rev.B
68 (2003)
045301

Моделирование СТМ-изображений

