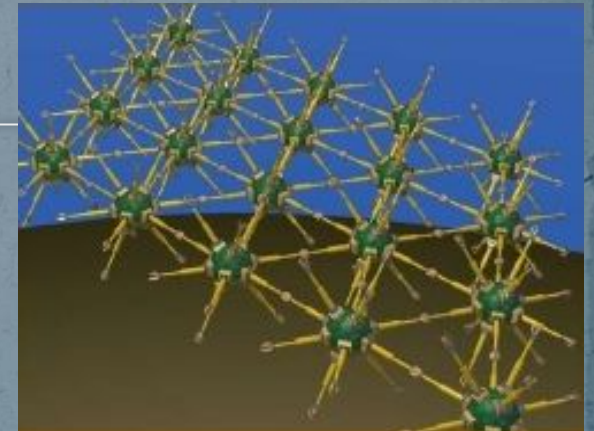
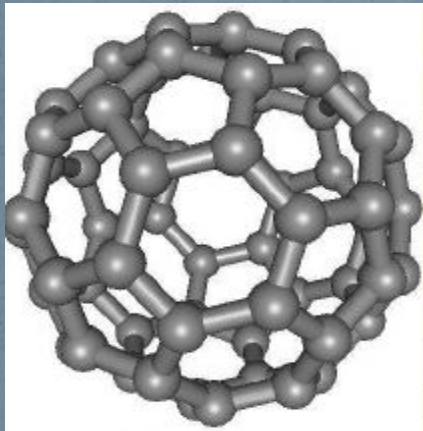


# Бионанотех – Нанобиотех (вводная лекция)



Волгоград - 2017

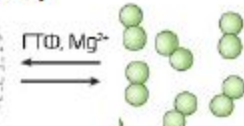
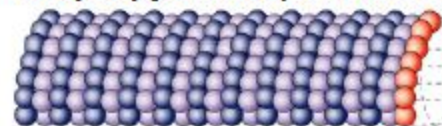
# «Нано»-тренд и биология

- Конвергенция биотехнологии и нанотехнологии – новое явление
- Результат – новые направления:
- БИОнанотехнология
- НАНОбиотехнология

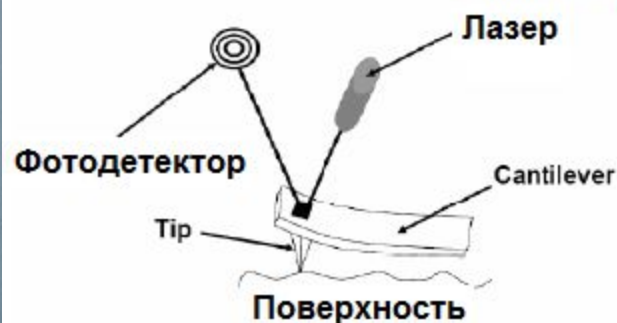
**Куручкин Илья Николаевич**  
д.х.н., профессор  
Химический Факультет МГУ  
[ikur@genebee.msu.su](mailto:ikur@genebee.msu.su)



Микротрубочка (диам. 20 нм)



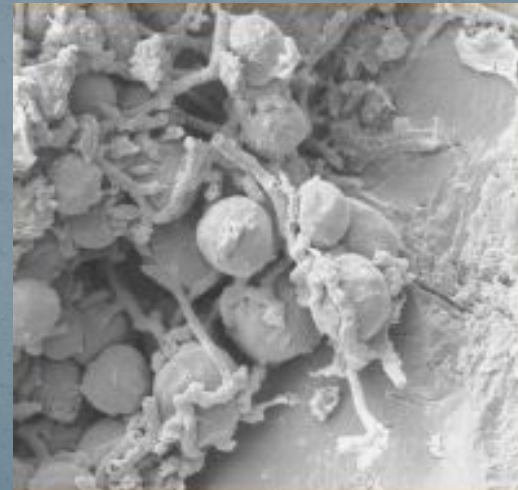
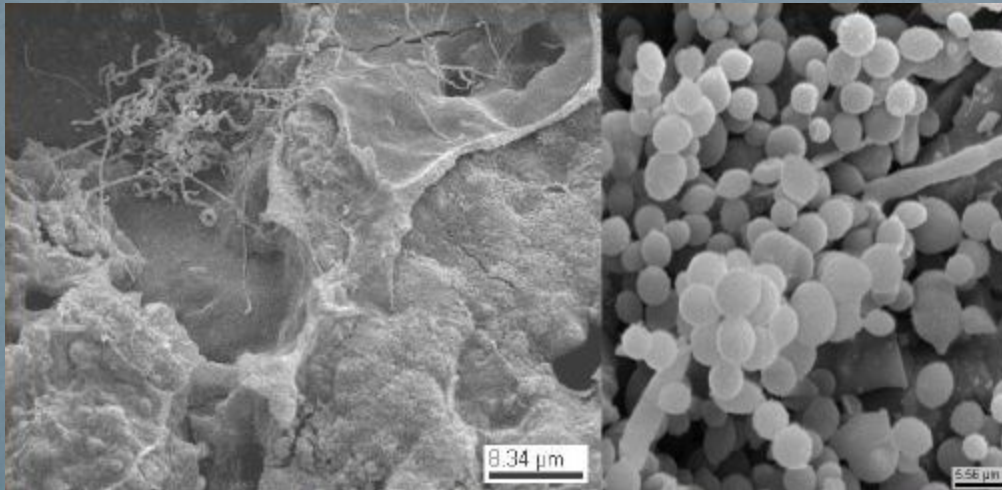
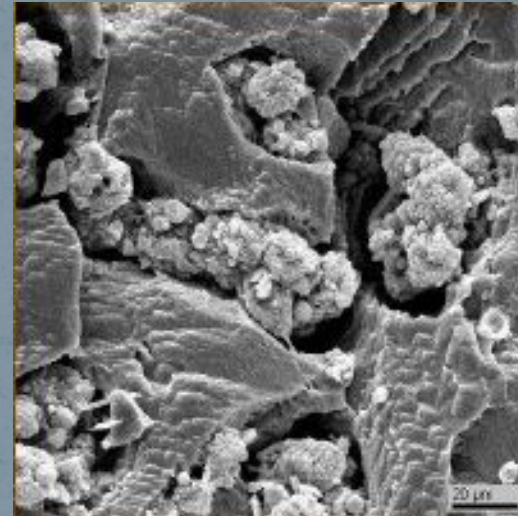
Димеры тубулина





# Что такое НАНО- ?

- Нанотехнологии – технологии, которые имеют дело с объектами размером не более 100 нм и используют их уникальные свойства, возникающие вследствие того, что в наночастицах, благодаря их малым размерам, существенно изменяются физико-химические свойства вещества.





# Интересные вопросы

- польза нанотехнологий (зачем они вообще нужны человечеству);
- опасные последствия применения их в жизни;
- почему в России боятся нанотехнологий?
- способна ли Россия «догнать и перегнать» Запад и Азию в сфере нанотехнологий?
- что придет на смену нанотехнологиям и придет ли вообще что-то?
- каково применение их в разных сферах – медицине, IT, автомобилестроении, в быту, при освоении космического пространства, в роботостроении, в оружии будущего и в других областях?
- наконец, многих сегодня просто интересует, что такое вообще нанотехнологии.

# БИОНАНО- и НАНОБИО

- Нанобиотехнология – первое упоминание в *MedLine* в 2000 году.
- Бионанотехнология – в 2004 году

## НАНОТЕХНОЛОГИИ



ПОЗВОЛЯТ ПОЛУЧИТЬ  
ДО 500 ТОНН СГУЩЕННОГО МОЛОКА  
ИЗ ОДНОЙ ДОХЛОЙ СУХОЙ МУШКИ

[antitecomprador.ru](http://antitecomprador.ru)



# БИОНАНО- и НАНОБИО



## Бионанотехнологии «Био» для нанотехнологии

Самосборка наноструктур  
из биомолекул

Биологические  
наноструктуры в качестве  
матриц для синтеза  
наноматериалов

Биомиметика

Биомолекулярная  
электроника

...

## Нанобиотехнологии «Нано» для биологии

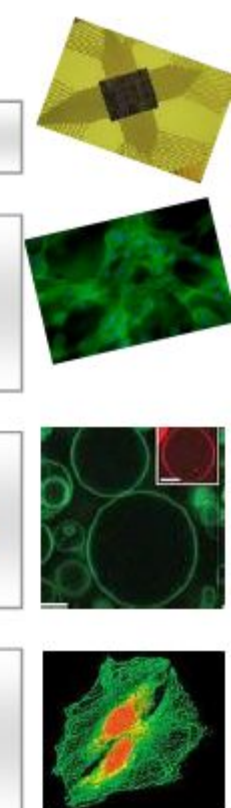
Lab-on-a-chip

Тканевая инженерия на  
наноструктурированных  
матрицах

Наноконтейнеры для  
доставки лекарственных  
средств

Неорганические  
наночастицы для *in vivo*  
диагностики и лечения

...



# История нанотехнологии

- 1905 год. Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказывал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.
- 1931 год. Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.
- 1959 год. Американский физик Ричард Фейнман впервые опубликовал работу, в которой оценивались перспективы миниатюризации.



# История нанотехнологии

- 1968 год. Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанотехнологии поверхностей.

- 1974 год. Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово "нанотехнологии"

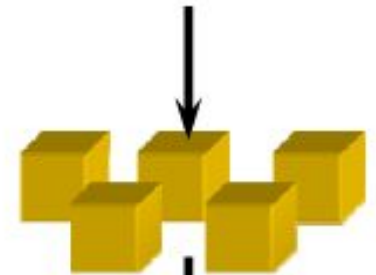
- 1981 год. Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали микроскоп (туннельный), способный показывать отдельные атомы.



# Самосборка

- Образование структур такого рода должно быть основано на комбинации узнающих модулей, что вытекает из геометрической комплементарности и химического узнавания.
- Самосборка – центральный процесс во всех биологических системах.

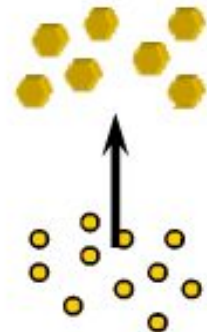
объемный материал



нано-объекты

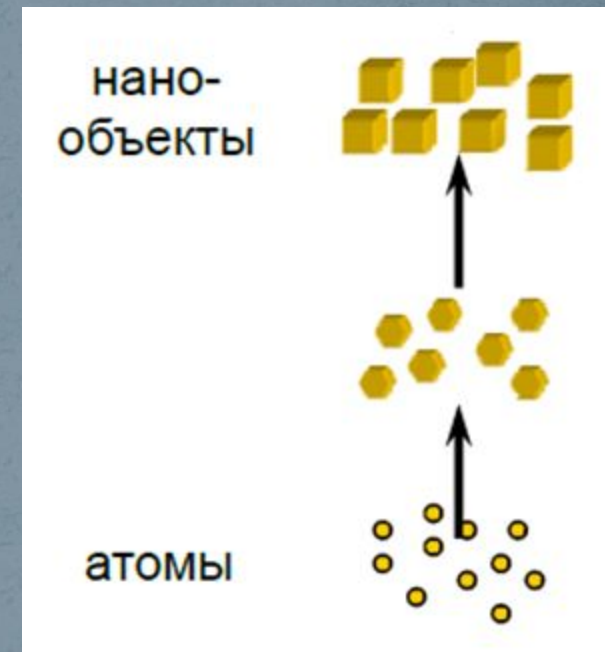


атомы



# Самосборка и самоорганизация

- Простые «строительные блоки» собираются вместе, образуя супермолекулы или ассоциаты с уникальными физико-химическими свойствами и функциями
- В природе существенную роль играет необратимость – основа большинства процессов самоорганизации (диссипативные структуры).

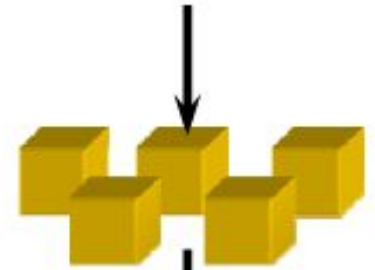




# Самосборка

- В большинстве случаев сборка сложных биологических систем идёт без использования исходных матриц.
- Самосборка – идёт за счёт многоточечных нековалентных взаимодействий «строительных блоков»: водородные связи, электростатические и гидрофобные взаимодействия.

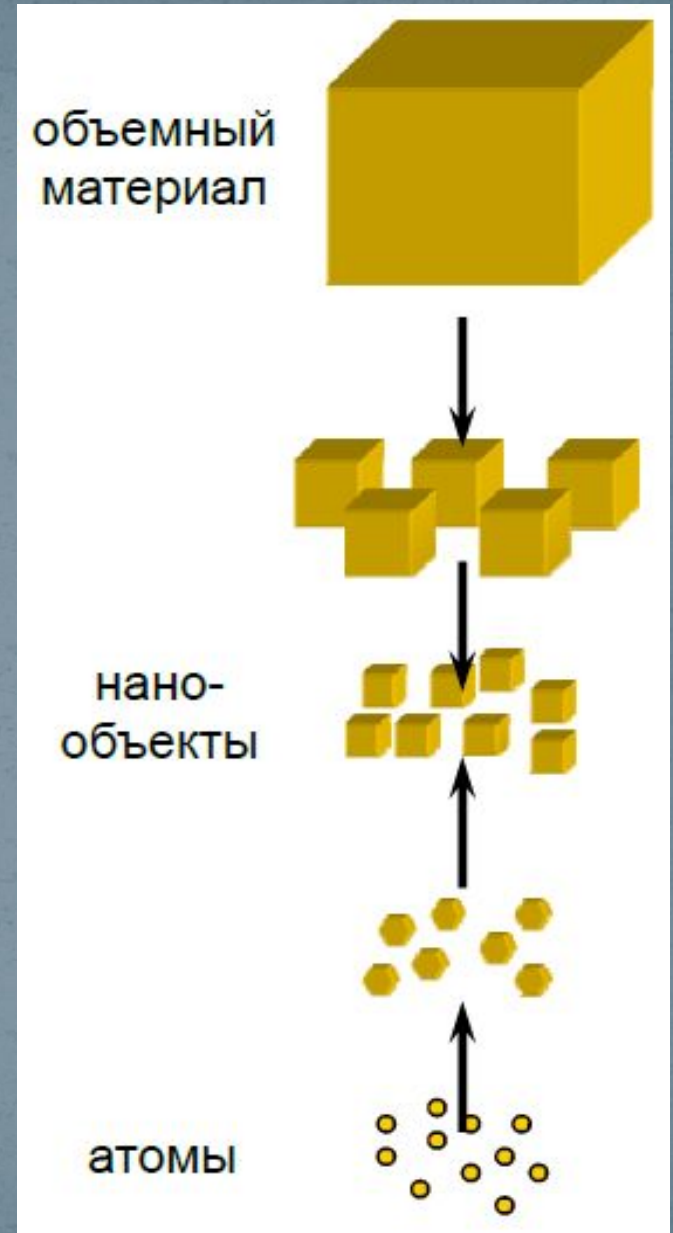
объемный материал



нано-объекты

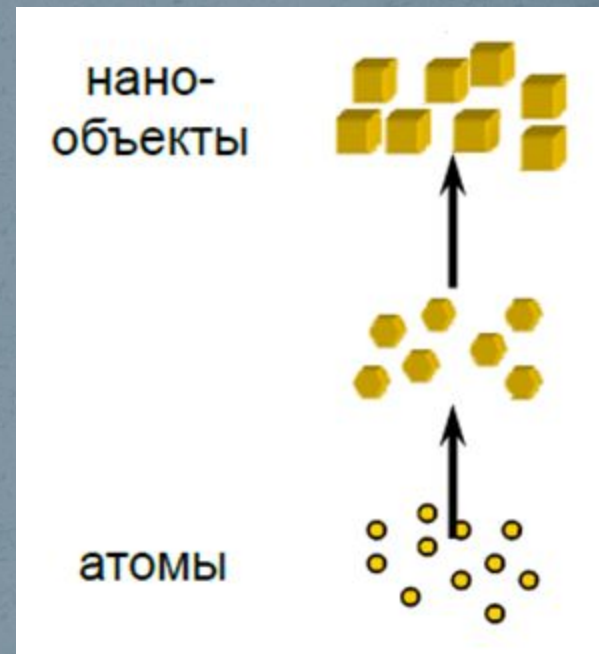


атомы



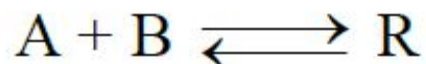
# Самосборка

- «Молекулярное узнавание» описывает способность молекул взаимодействовать друг с другом с высокой аффинностью и специфичностью.
- Это один из краеугольных камней описания процессов самосборки.



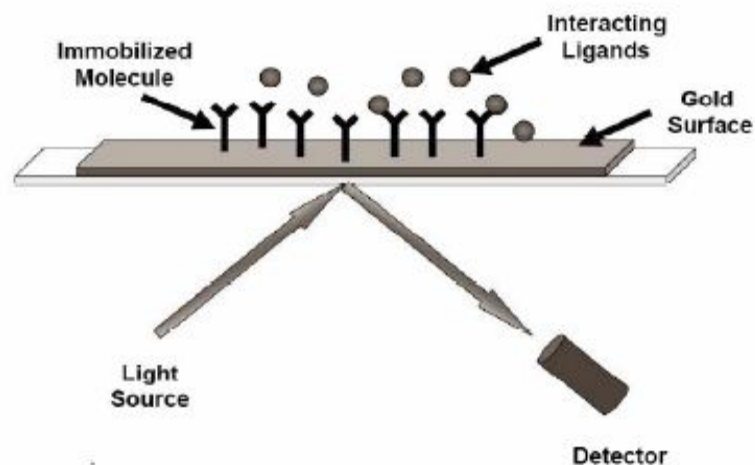
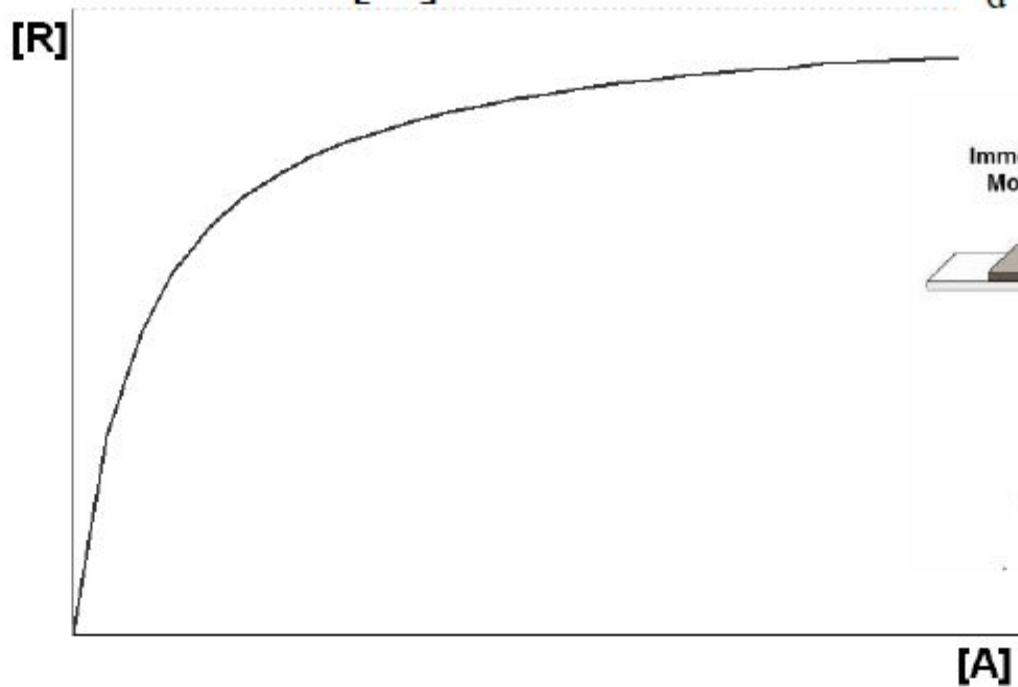


# Аффинность молекулярного узнавания



$$K_d = \frac{[A][B]}{[R]}$$

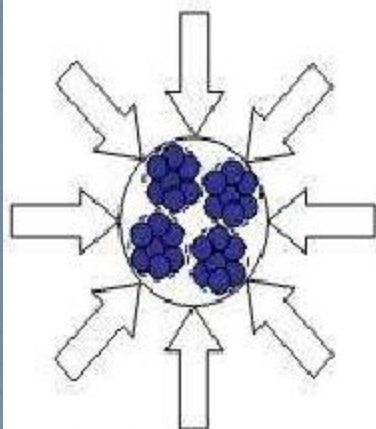
$$[R] = \frac{[B]_0 \times [A]}{K_d + [A]} \quad \text{при } [B] \ll [A]$$



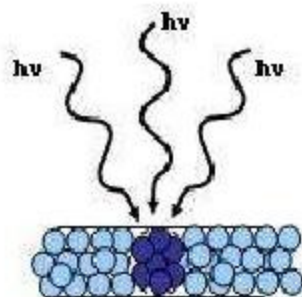
# Афинность молекулярного узнавания

- Специфическим связыванием считают тогда, когда значение  $K_d$  – ниже 1 мкМ.
- Антиген-антитело -  $K_d$  –  $10^{-9}$  –  $10^{-12}$  М.
- Лиганд-рецептор -  $K_d$  –  $10^{-6}$  –  $10^{-10}$  М





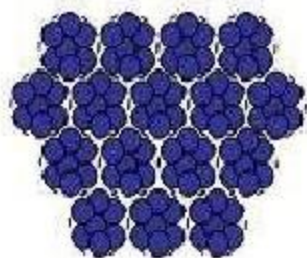
Дуговой разряд, взрывное осаждение, травление



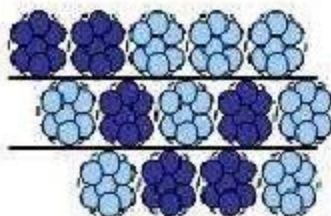
Групповые процессы, напыление, эпитаксия, электронно-лучевая и ионная литография, плазменные методы



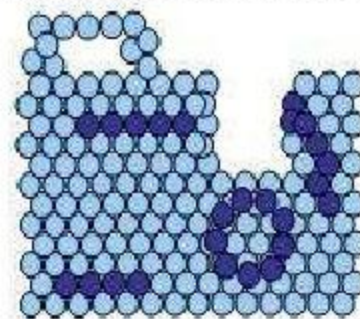
Управляемая сборка вещества зондовыми методами



Нанопорошки – кластеры, фуллерены, нанотрубки

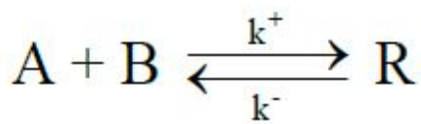


Субмикронные структуры с нанометровыми толщинами, ансамбли нанозерен

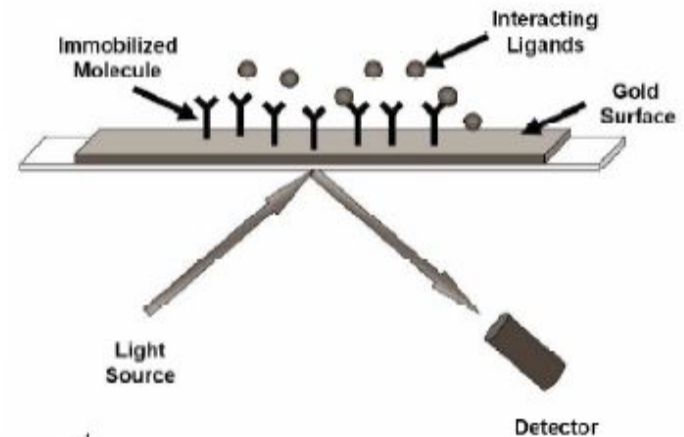
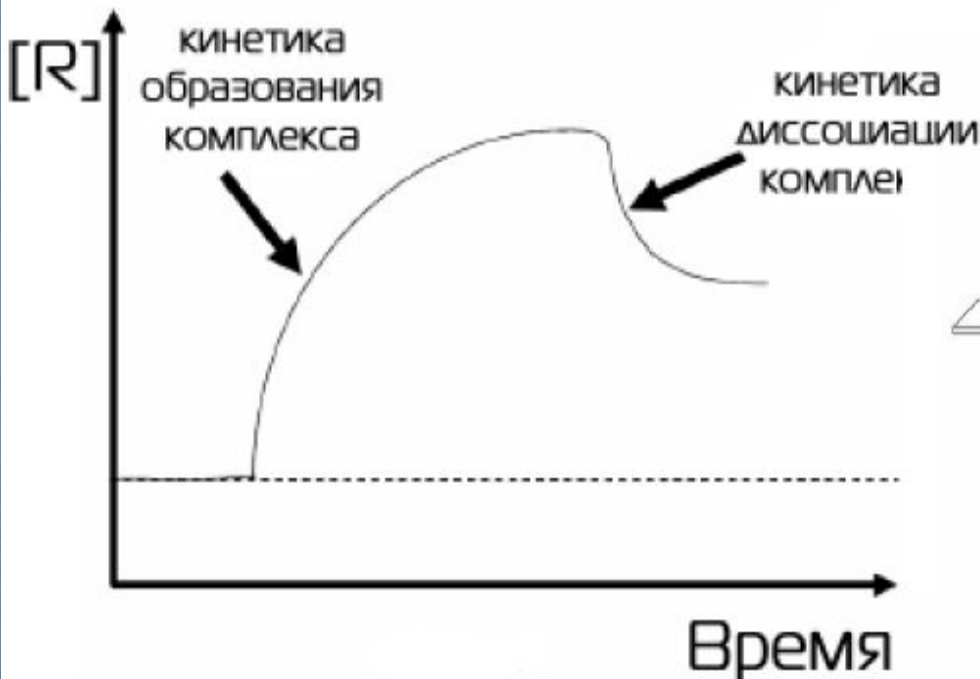


Трёхмерный синтез вещества с заданными характеристиками

# Кинетика молекулярного узнавания



$$K_d = \frac{k^+}{k^-}$$

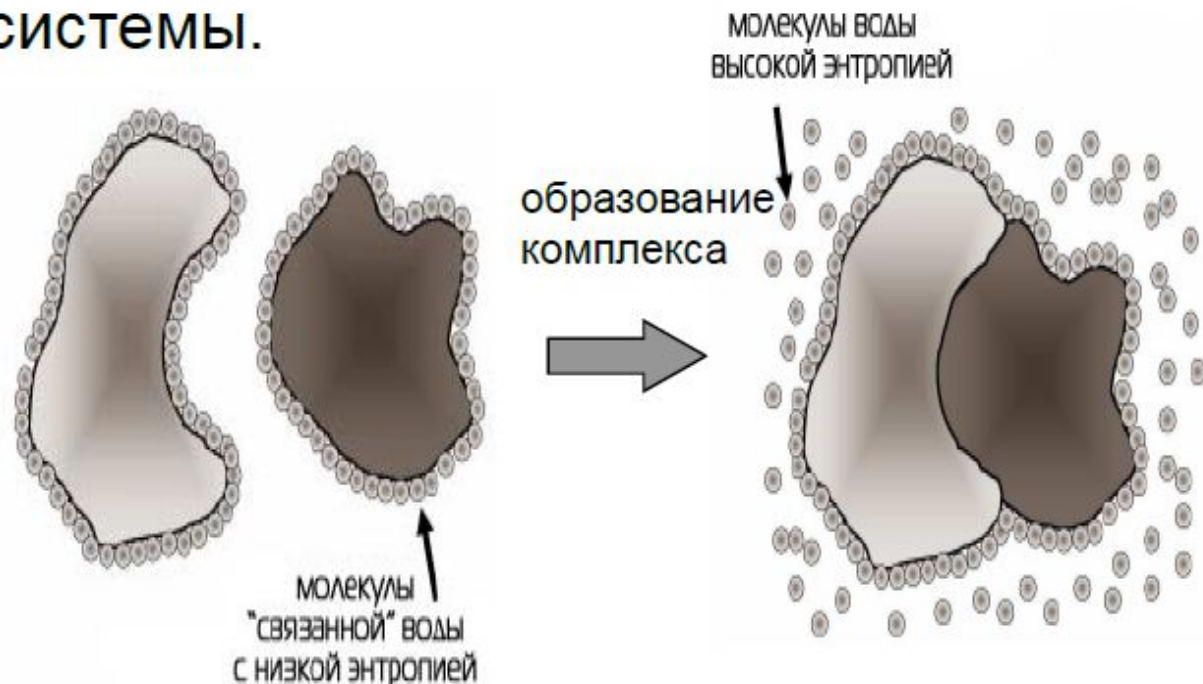




# Термодинамика молекулярного узнавания

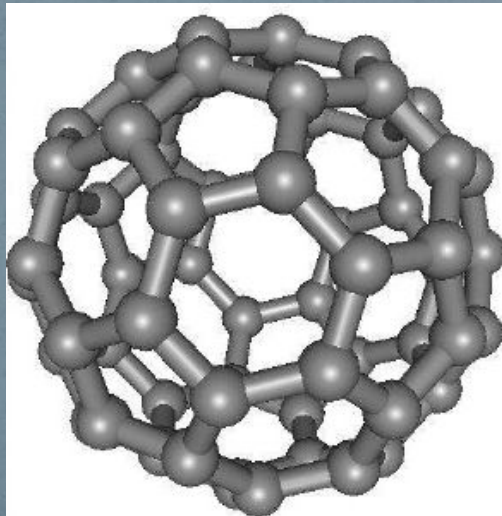
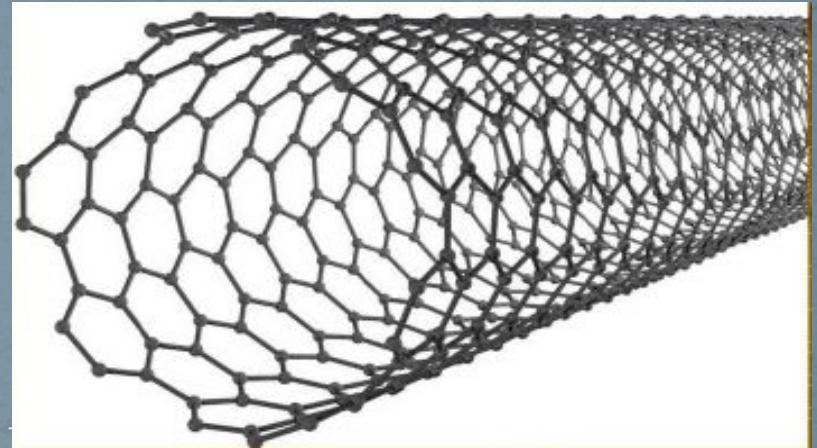
- Чаще всего движущей силой является увеличение энтропии системы.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$



# Наноуглеродные материалы

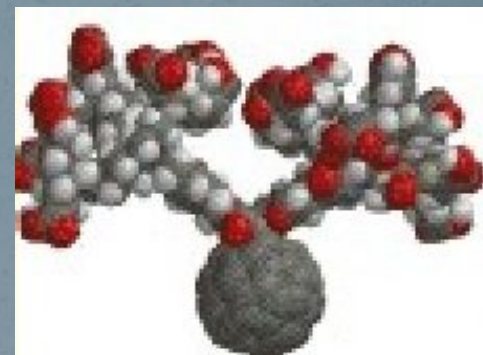
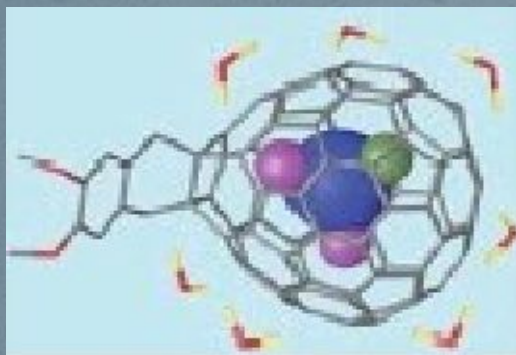
- Графит
- Алмаз
- Фуллерены 1985



- **Фуллерены** — молекулярные соединения, представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из четного числа трехкоординированных атомов углерода.
- Углеродные **нанотрубки** — протяженные цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров



# Перспективы фуллеренов



- Органические производные фуллерена обладает активностью против вируса СПИД
- Способность действовать в качестве биологических антиоксидантов
- Использование как контрастирующих агентов в ЯМР-томографии
- Фуллерены весьма перспективны для диагностики, терапии рака и иммунотерапии
- Фуллерены не токсичны для человека

# Можно почитать ...

Запороцкова И.В. Нанотехнологии и наноматериалы: научные, экономические и политические реалии нового века Нанотехнологии и наноматериалы: научные, экономические и политические реалии нового века // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика.

Экология Нанотехнологии и наноматериалы: научные, экономические и политические реалии нового века // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. 2015. № 1. С. 18-29.

Макаров В.В., Лав А., Сеницына О.В. и др. «Зеленые» нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием растений «Зеленые» нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием

## Спасибо за внимание !

Белоглазова С.А. Развитие нанотехнологических