

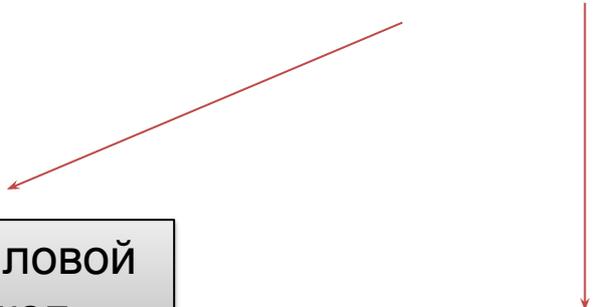
# НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Занятие 5  
21.03.2017

# Инструменты для изучения вещества

## 1) Сканирующий электронный микроскоп

Метод был разработан Г. Биннигом и Г. Рорером, которым за эти исследования в 1986 была присуждена Нобелевская премия.



Атомно-силовой  
микроскоп

Сканирующий  
туннельный  
микроскоп

Г. Бинниг показ принципиальную возможность неразрушающего контакта зонда с поверхностью образца.



Герд Бинниг

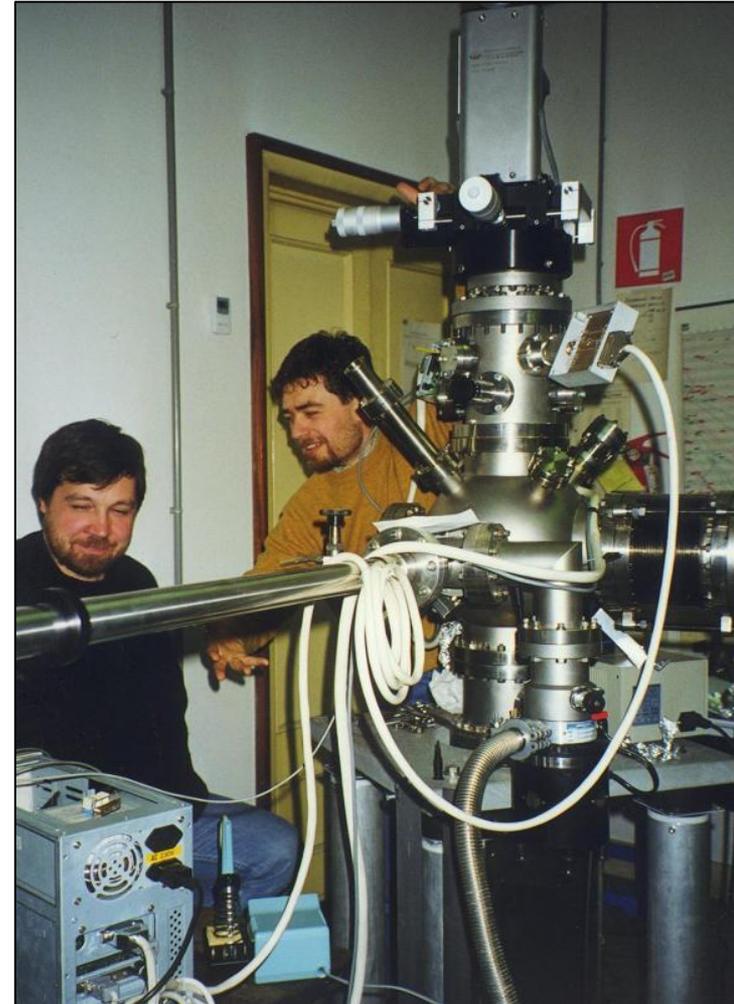


Генрих Рорер

Сканирующий туннельный микроскоп — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением.

Туннельный микроскоп работает на «**туннельном эффекте**».

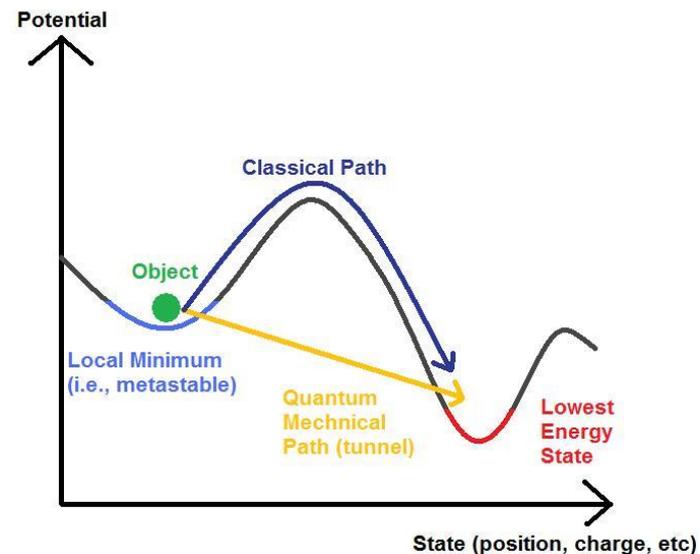
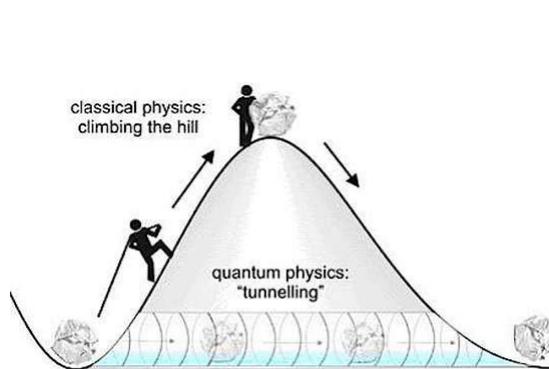
Туннельный эффект - преодоление частицей потенциального барьера к более выгодному или равному по энергии состоянию, в случае, когда её полная энергия меньше этого барьера.



Сканирующий туннельный микроскоп — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением.

Туннельный микроскоп работает на «туннельном эффекте».

Заметьте нет нарушения закона сохранения энергии!!!

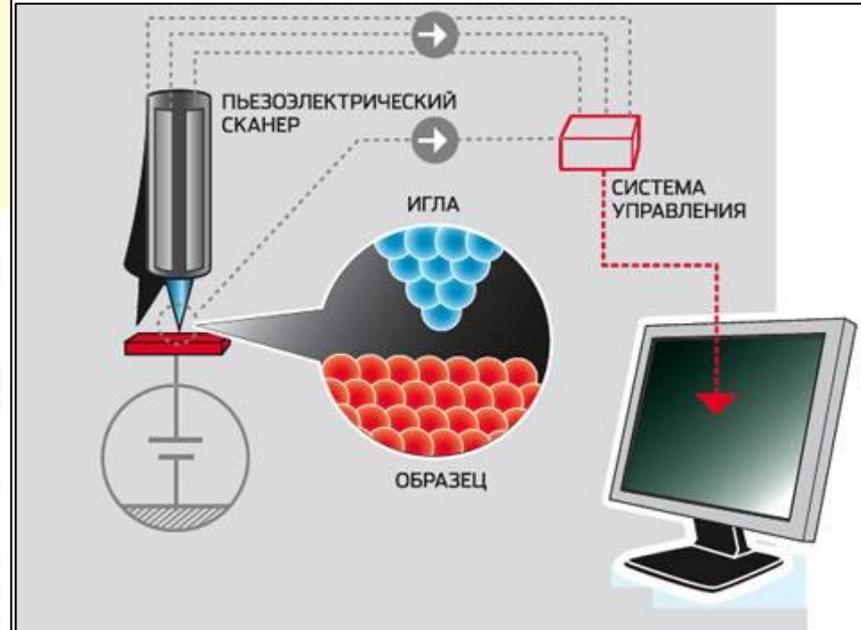
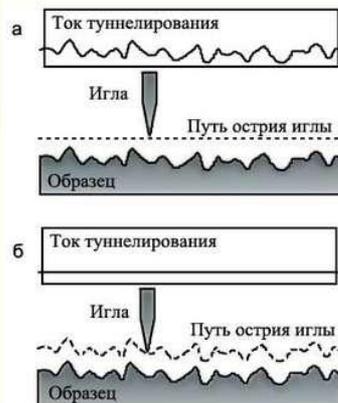
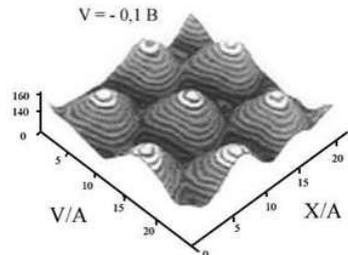
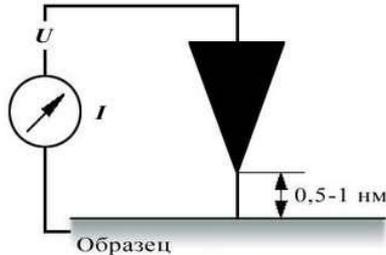


Сканирующий туннельный микроскоп — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением.

В случае со сканирующим туннельным микроскопом туннельный эффект выражается в том, что ток начинает зависеть от расстояния. Чем ближе игла к подложке, тем больше ток. Поддерживая постоянным напряжение и высоту иглы, при этом измеряя ток, получается профиль подложки.

### Сканирующий туннельный микроскоп

Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) был создан в 1982 г сотрудниками исследовательского отдела фирмы IBM *Г. Биннигом* и *Х. Рёрером*.

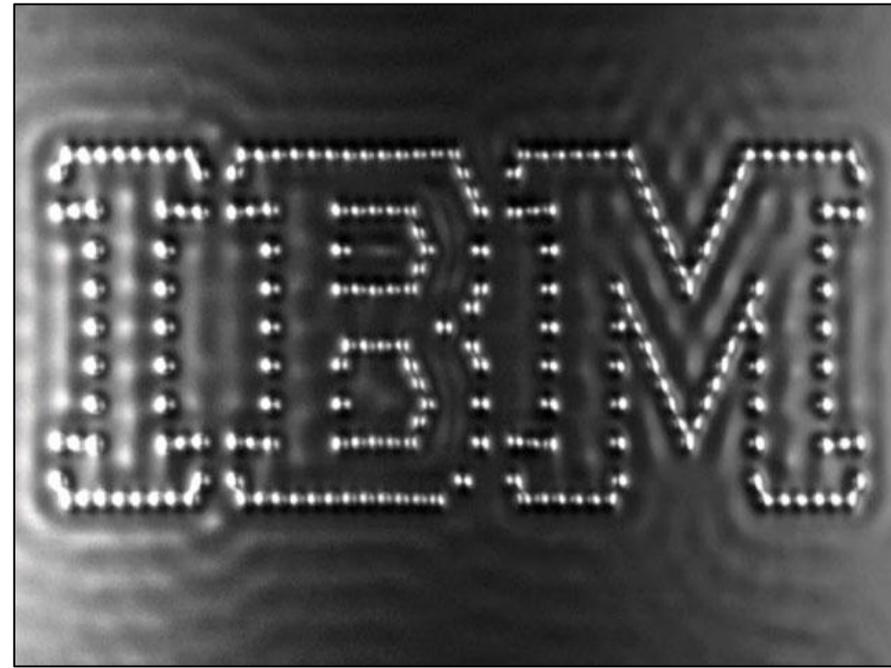


Сканирующий туннельный микроскоп — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением.

С помощью туннельного микроскопа можно перемещать атомы.

Если напряжение между иглой микроскопа и поверхностью образца сделать в несколько больше, чем надо для изучения этой поверхности, то ближайший к ней атом образца превращается в ион и "перескакивает" на иглу.

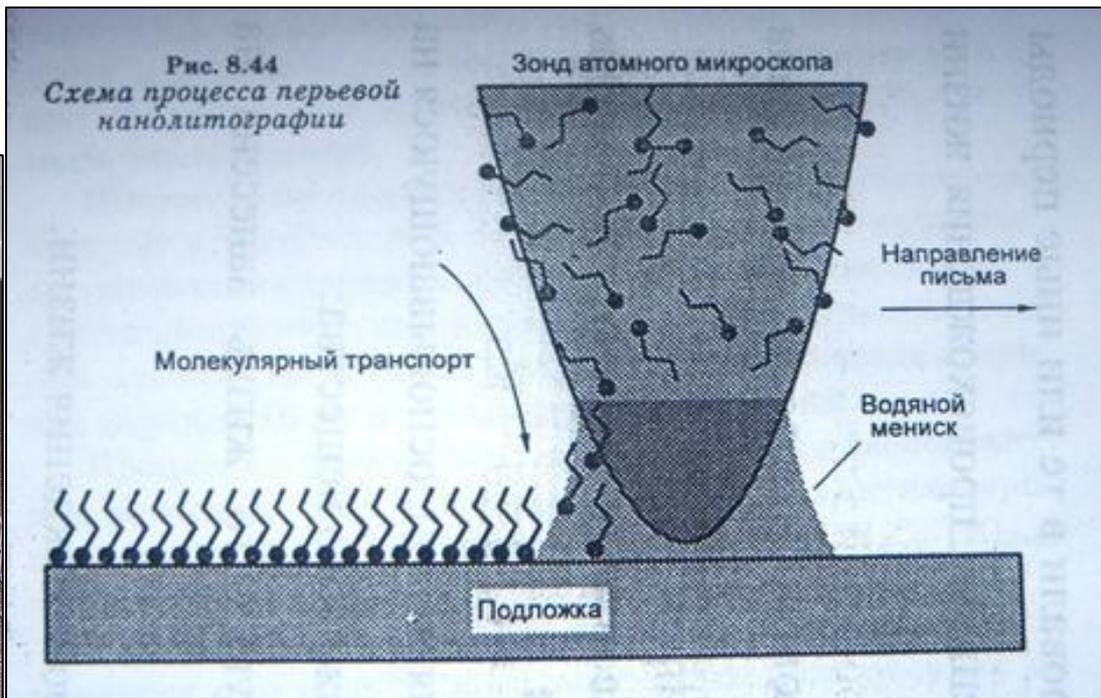
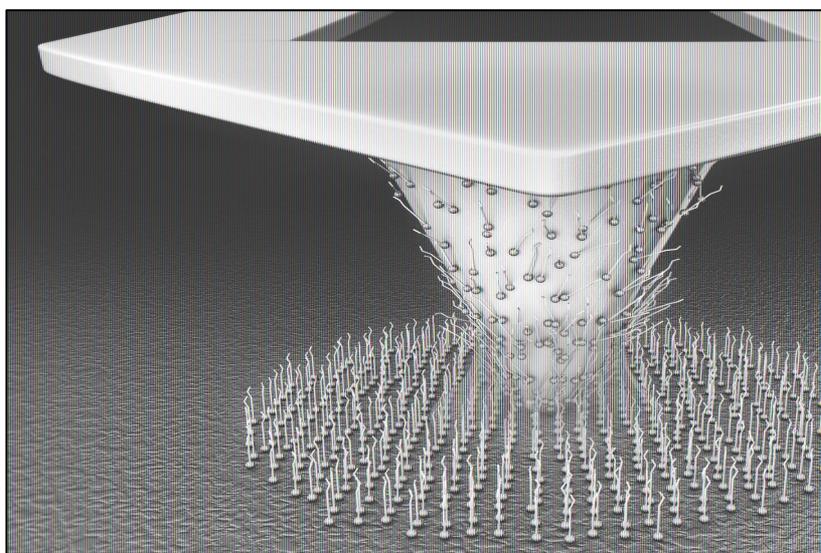
Сложенное из 35 атомов ксенона на пластинке из никеля название компании IBM, 1990 год.



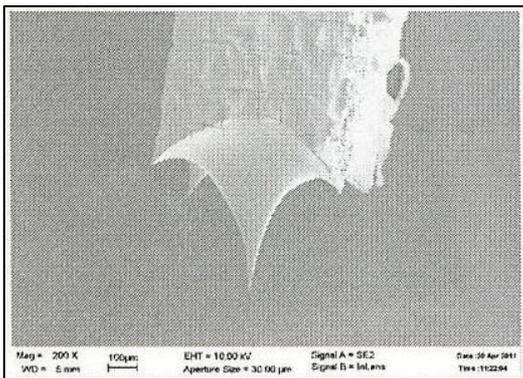
Сканирующий туннельный микроскоп — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением.

Также, если имеются полярные молекулы или ионы, они могут упорядочиваться вблизи иглы микроскопа.

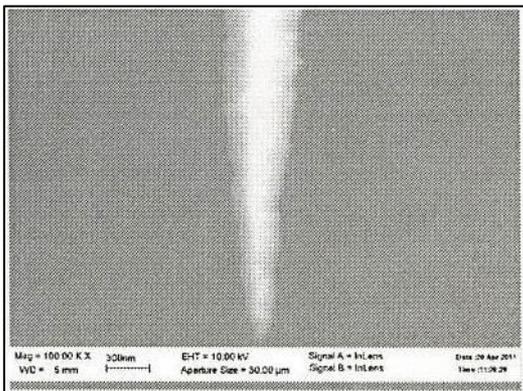
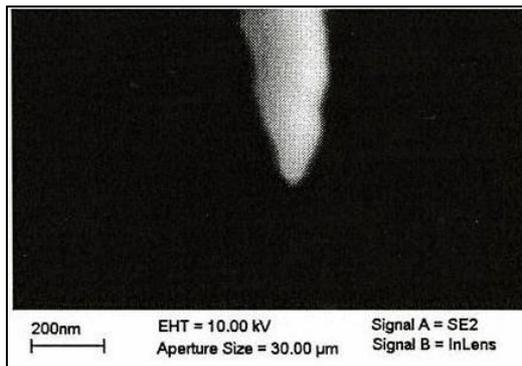
Такой способ нанесения атомов называется - перьевой нанолитографией.



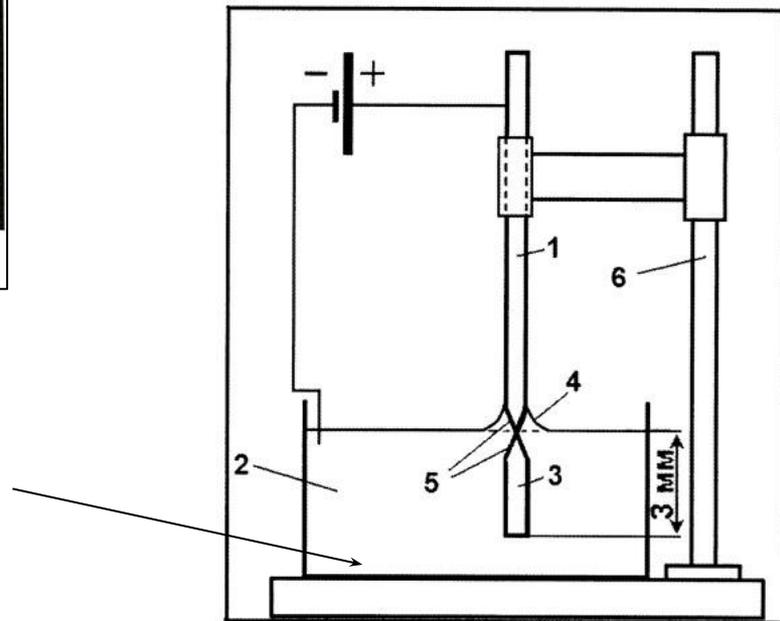
# Иглы для микроскопов получают методом электрохимического травления.



Атом острия, расположенный на  $1 \text{ \AA}$  ближе к поверхности, нежели другие атомы иглы, собирает более 90% туннельного тока.



Раствор электролита



Фиг. 1

**Оптический пинцет** представляет из себя устройство, использующее сфокусированный луч лазера для передвижения микроскопических объектов или для удержания их в определённом месте. Вблизи точки фокусировки лазерного луча свет тянет к фокусу всё, что находится вокруг.

Сила, с которой свет действует на окружающие объекты, невелика, но ее оказывается достаточно, чтобы ловить наночастицы в фокус лазерного луча. Как только частица оказалась в фокусе, ее можно двигать вместе с лазерным лучом. С помощью оптического пинцета можно передвигать частицы размером от 10 нм до 10 мкм и обирать из них различные структуры. Есть все основания считать, что в дальнейшем лазерный пинцет станет одним из мощных инструментов нанотехнологии

