

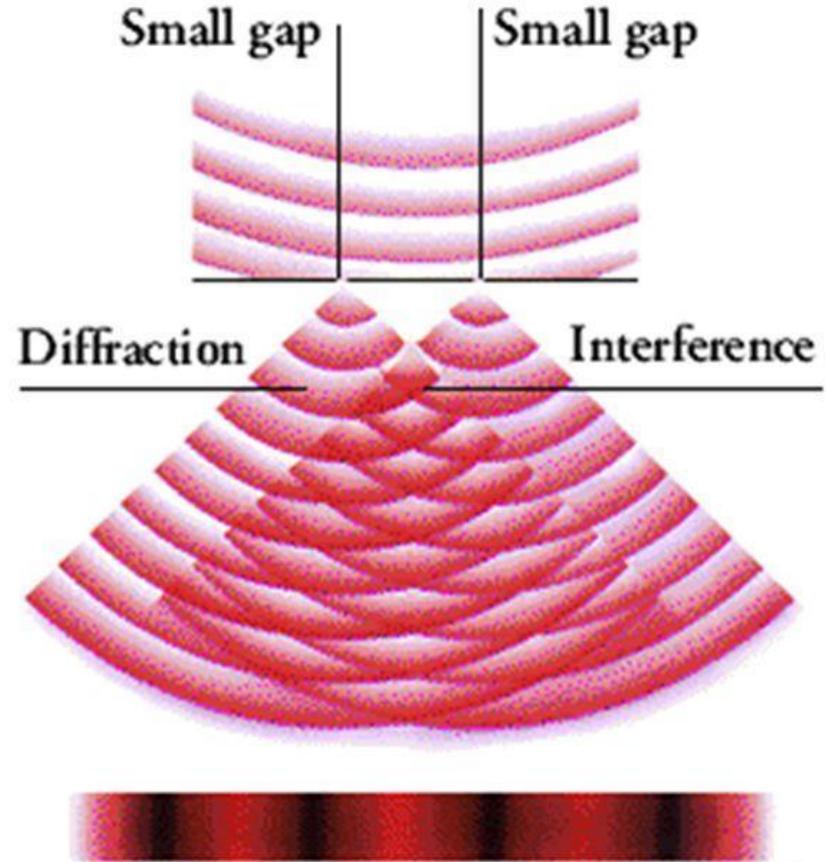
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Занятие 4
14.03.2017

Хронология развития представлений о сущности света.

В XVII веке:

Гримальди Франческо

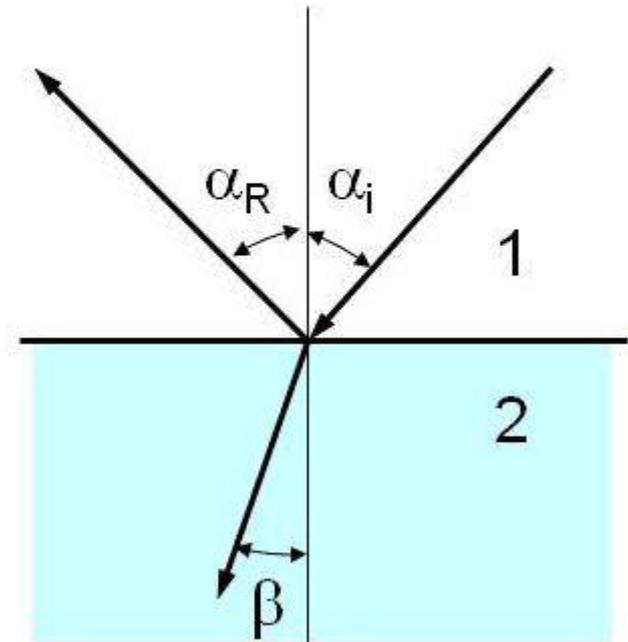


Хронология развития представлений о сущности света.

Закон преломления описывается формулой:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} \quad (1)$$

где n_{21} – **относительный показатель преломления** второй среды относительно первой



Дифракционный предел — это минимальное значение размера пятна (пятно рассеяния), которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение. Или же, простыми словами, размеры наименьшего предмета, который можно наблюдать в оптический микроскоп.

$d_{\min} = \lambda/2n$, где λ — длина электромагнитной волны в вакууме, n — показатель преломления среды.

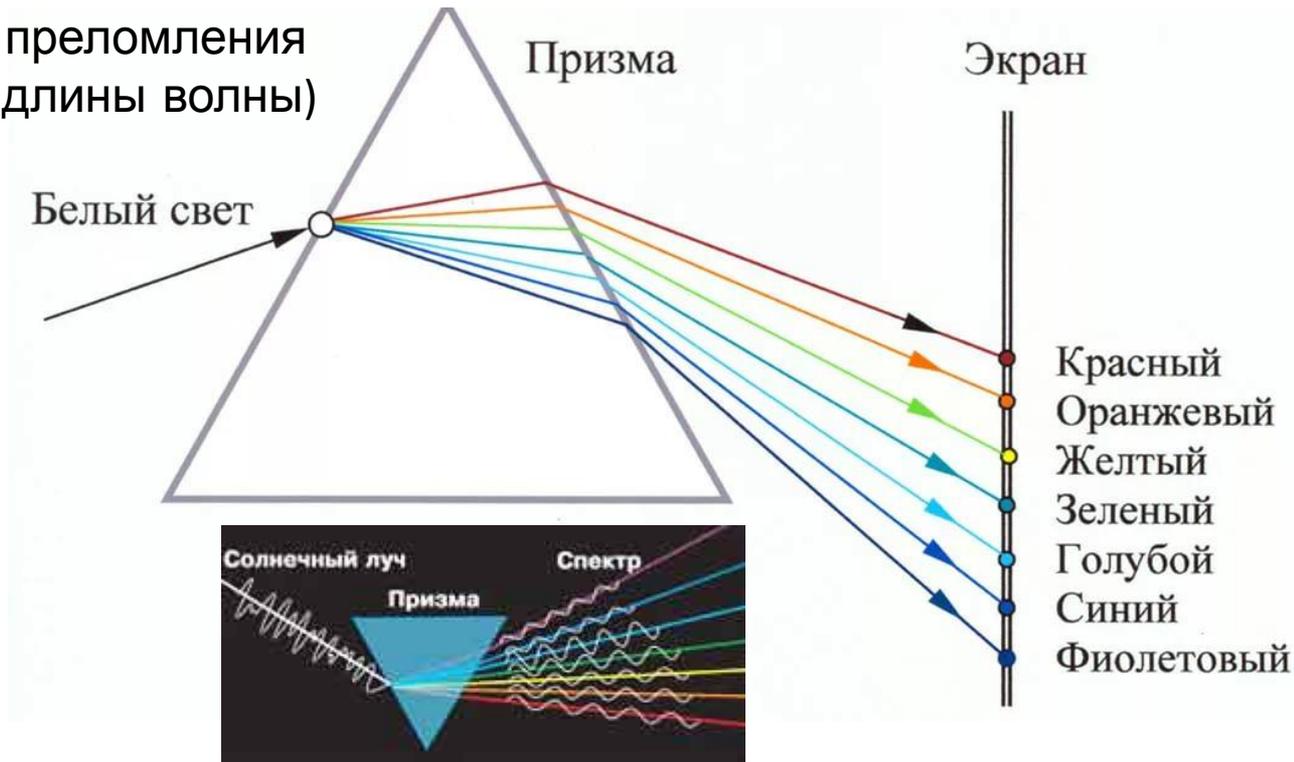
Оптический микроскоп не способен различать объекты, размер которых меньше значения $\lambda/(2 \cdot n \cdot \sin\theta)$, где θ — так называемый апертурный угол (у хороших микроскопов θ близок к 90° , и следовательно, предельное разрешение близко к дифракционному пределу $\lambda/2n$)

Хронология развития представлений о сущности света.

В XVII веке:

Ньютон

Дисперсия света — это разложения света из-за совокупности явлений, обусловленных зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света

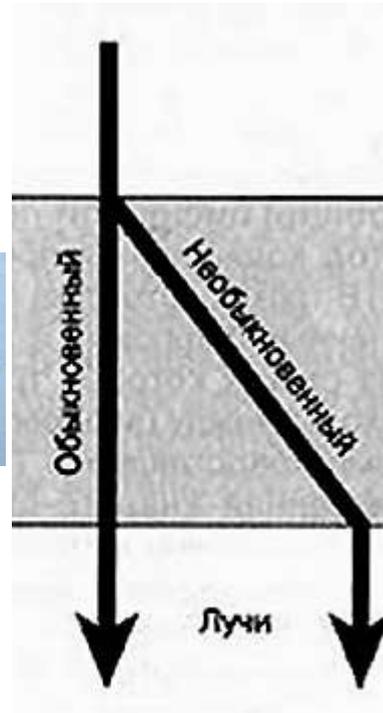
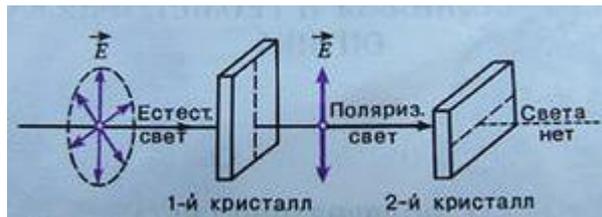


Хронология развития представлений о сущности света.

В XVII веке:

Расмус Бартолин

Двулучепреломление - эффект расщепления в анизотропных средах луча света на две составляющие.

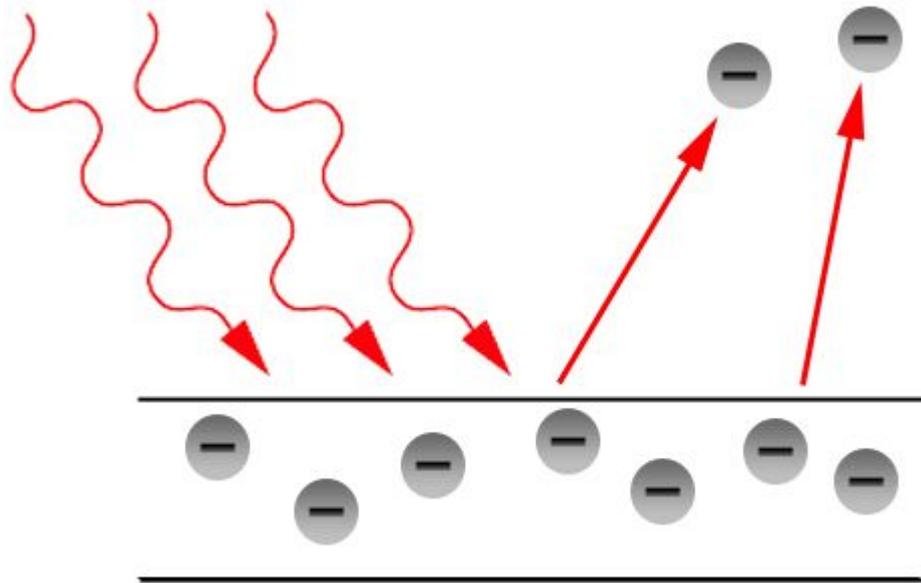


Хронология развития представлений о сущности света.

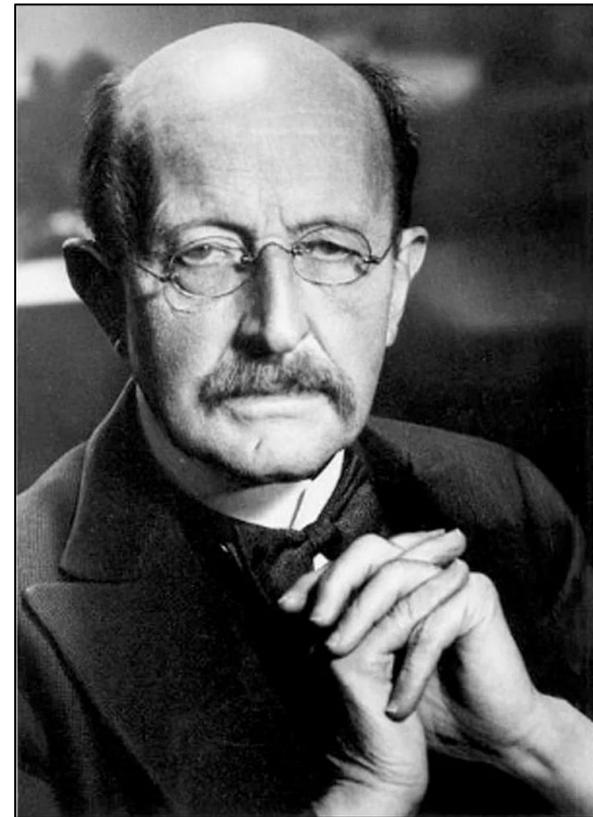
В XX веке:

Макс Планк

Квантовая природа света.



Фотоэлектрический эффект



Принцип Неопределенности Гейзенберга

В классической физике, построенной на ньютоновских принципах и применимой к объектам нашего обычного мира, мы привыкли игнорировать тот факт, что **инструмент измерения**, вступая во взаимодействие с объектом измерения, **воздействует** на него и **изменяет** его свойства, включая, собственно, измеряемые величины

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

ΔE — неопределенность энергии частицы, Δt — неопределенность времени, когда она владеет этой энергией, а h — постоянная Планка умноженная на пи.



Вернер Карл Гейзенберг (5 декабря 1901— 1 февраля 1976)

Принцип Неопределенности Гейзенберга

А как же тогда «монтажникам» найти нужные атомы и ими орудовать, если электроны, определяющие размеры атома находятся непонятно где?

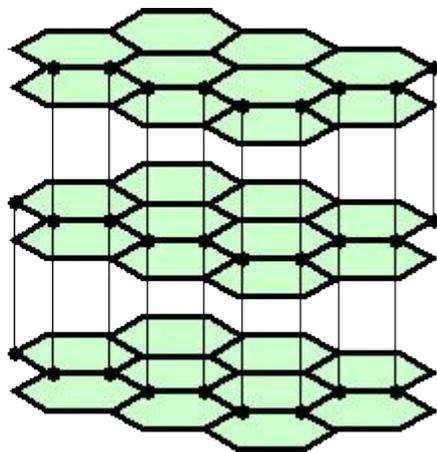
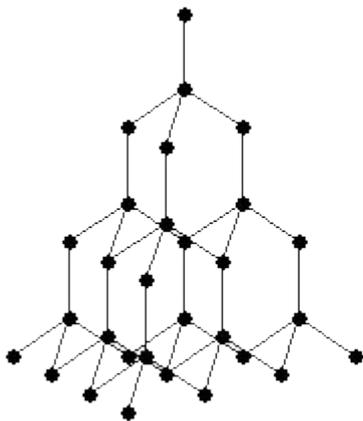


Вернер Карл Гейзенберг (5 декабря
1901— 1 февраля 1976)

Принцип Неопределенности Гейзенберга

А как же тогда «монтажникам» найти нужные атомы и ими орудовать, если электроны, определяющие размеры атома находятся непонятно где?

- Атомы имеют центр масс в ядре, который имеют более-менее определенное положение.
- Да, если бы атомы не могли сохранять своё положение (оно было бы не определено), то вещество не могло существовать.



Вернер Карл Гейзенберг (5 декабря 1901— 1 февраля 1976)

Инструменты для изучения вещества

Как мы уже увидели, оптический микроскоп не может нам помочь с изучением атомов. Да и определять малое количество вещества «мокрой химией» не получается.

Мокрая химия (wet chemical methods) — устоявшееся жаргонное название совокупности методов получения нано- и ультрадисперсных неорганических порошков из водных и неводных растворов.

«**Мокрая химия**» - совокупность традиционных методов определения состава вещества путём его последовательно химического разложения. Эти методы обладают относительно низкой точностью, требуют относительно невысокой квалификации аналитиков и ныне почти полностью вытеснены современными инструментальными методами.

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



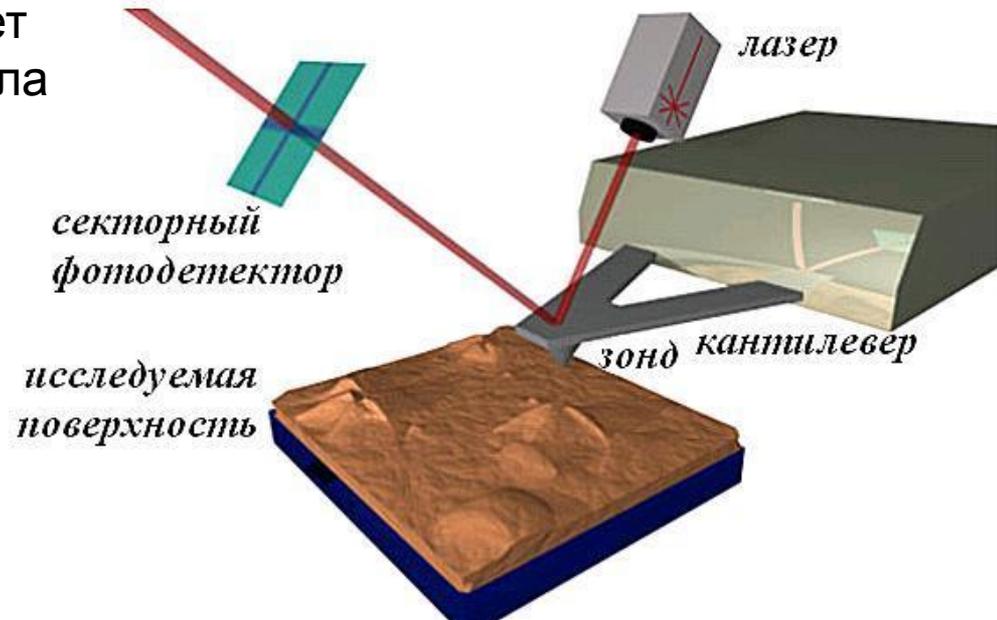
Генрих Рорер

Инструменты для изучения вещества

1) Сканирующий электронный микроскоп

Атомно-силовой микроскоп

Если подвести зонд к образцу на расстояние в несколько ангстрем, то между атомами, образующими острие, и атомами, расположенными на поверхности образца, начнет действовать Ван-дер-Ваальсова сила притяжения.

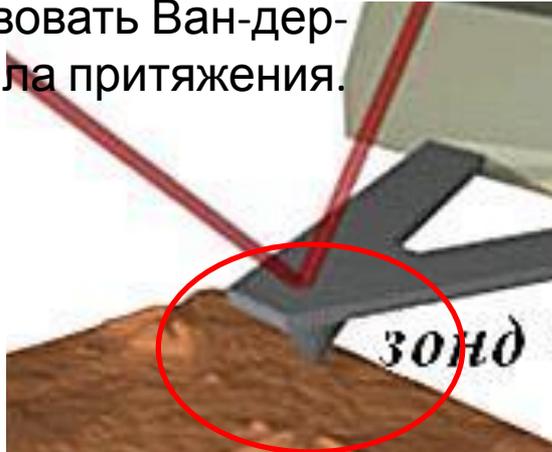


Инструменты для изучения вещества

1) Сканирующий электронный микроскоп

Атомно-силовой микроскоп

Если подвести зонд к образцу на расстояние в несколько ангстрем, то между атомами, образующими острие, и атомами, расположенными на поверхности образца, начнет действовать Ван-дер-Ваальсова сила притяжения.



Силы межмолекулярного (и межатомного) взаимодействия с энергией 10—20 кДж/моль. Этим термином первоначально обозначались все такие силы, в современной науке он обычно применяется к силам, возникающим при поляризации молекул и образовании диполей. Открыты Я. Д. Ван дер Ваальсом в 1869 году.

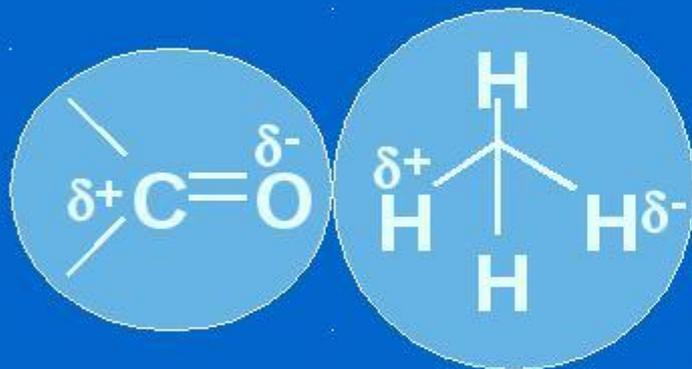
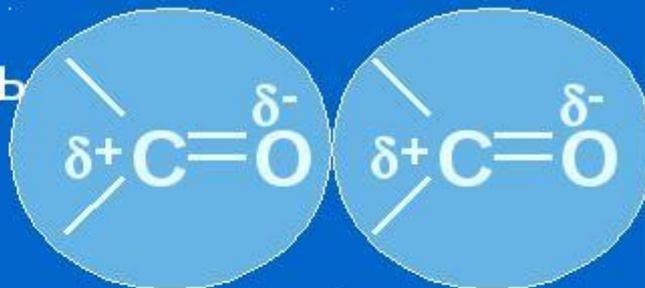
Вандерваальсовы силы межатомного взаимодействия инертных газов обуславливают возможность существования агрегатных состояний инертных газов (для жидкости и твердого

Взаимодействия ван-дер-Ваальса

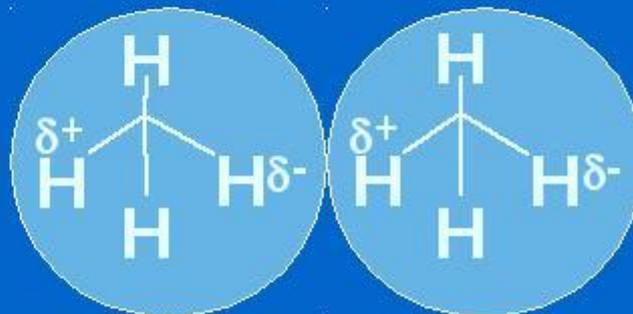
1) Ска

Если образц несколько между образу атомам на по начнет Ваальс

Диполь-диполь



Диполь - индуцированный диполь



Индуцированный диполь –
Индуцированный диполь

(и с этим списе он там, екул Ф. Д.

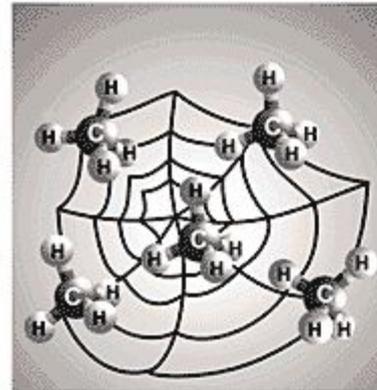
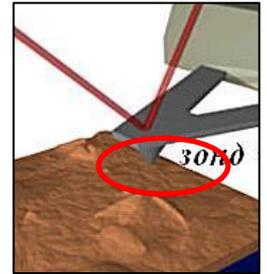
ного изов ь ний

Инструменты для изучения вещества

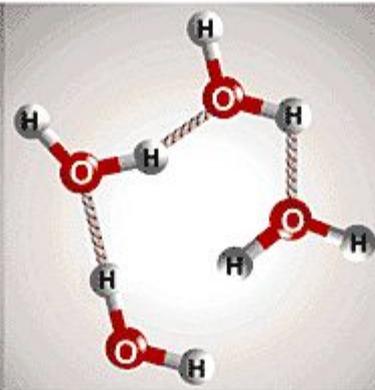
1) Сканирующий электронный микроскоп

Атомно-силовой микроскоп

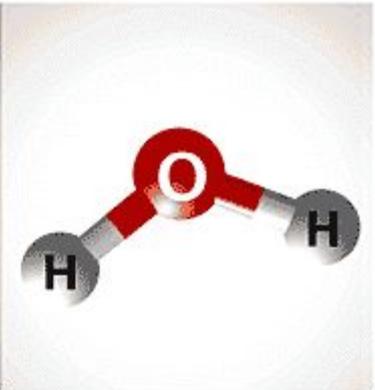
Потенциал
Леннард-Джонса
(потенциал 6-12)



ван-дер-ваальсовы
0.1 – 5



водородные связи
4 – 50



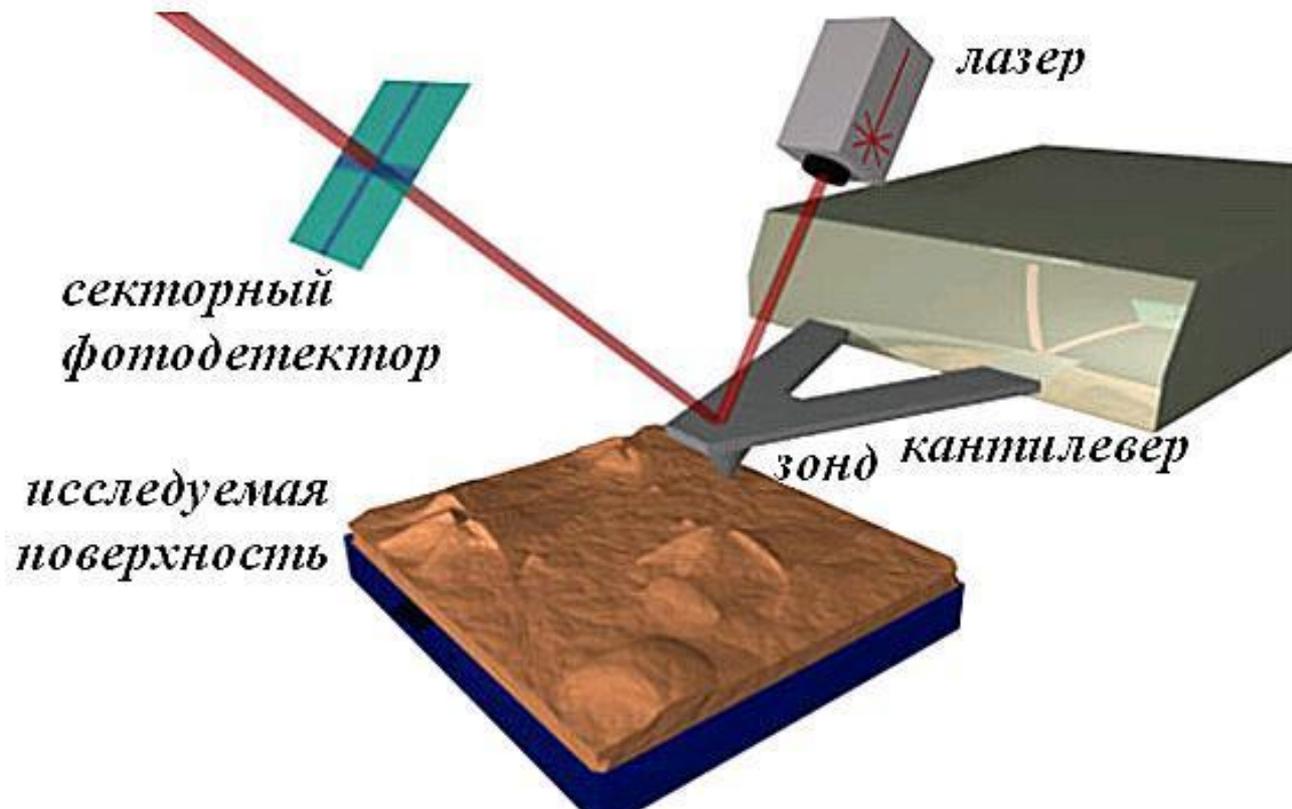
химические связи
100 – 400

Е, кДж/моль

Инструменты для изучения вещества

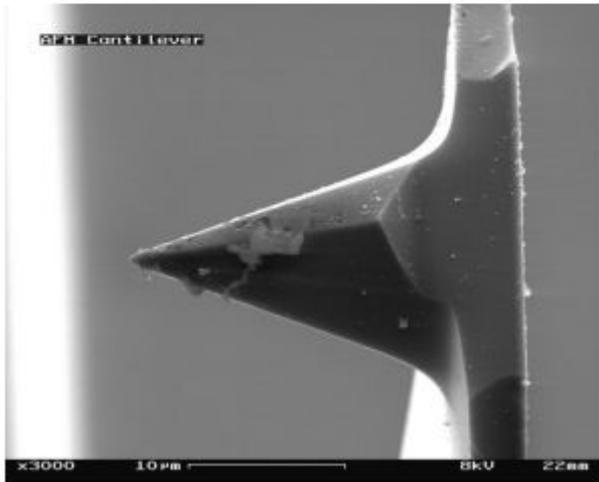
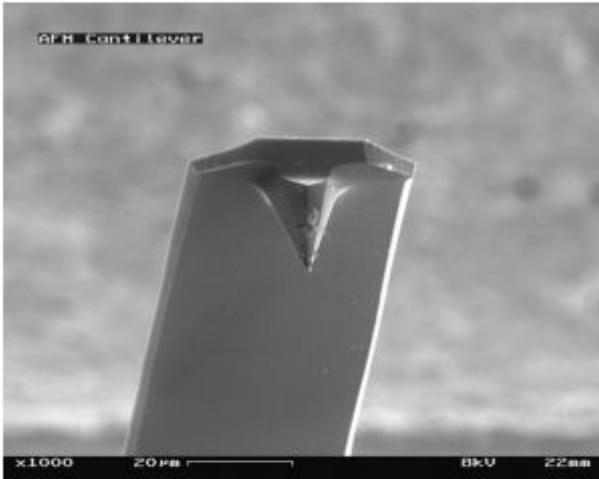
1) Сканирующий электронный микроскоп

Атомно-силовой микроскоп

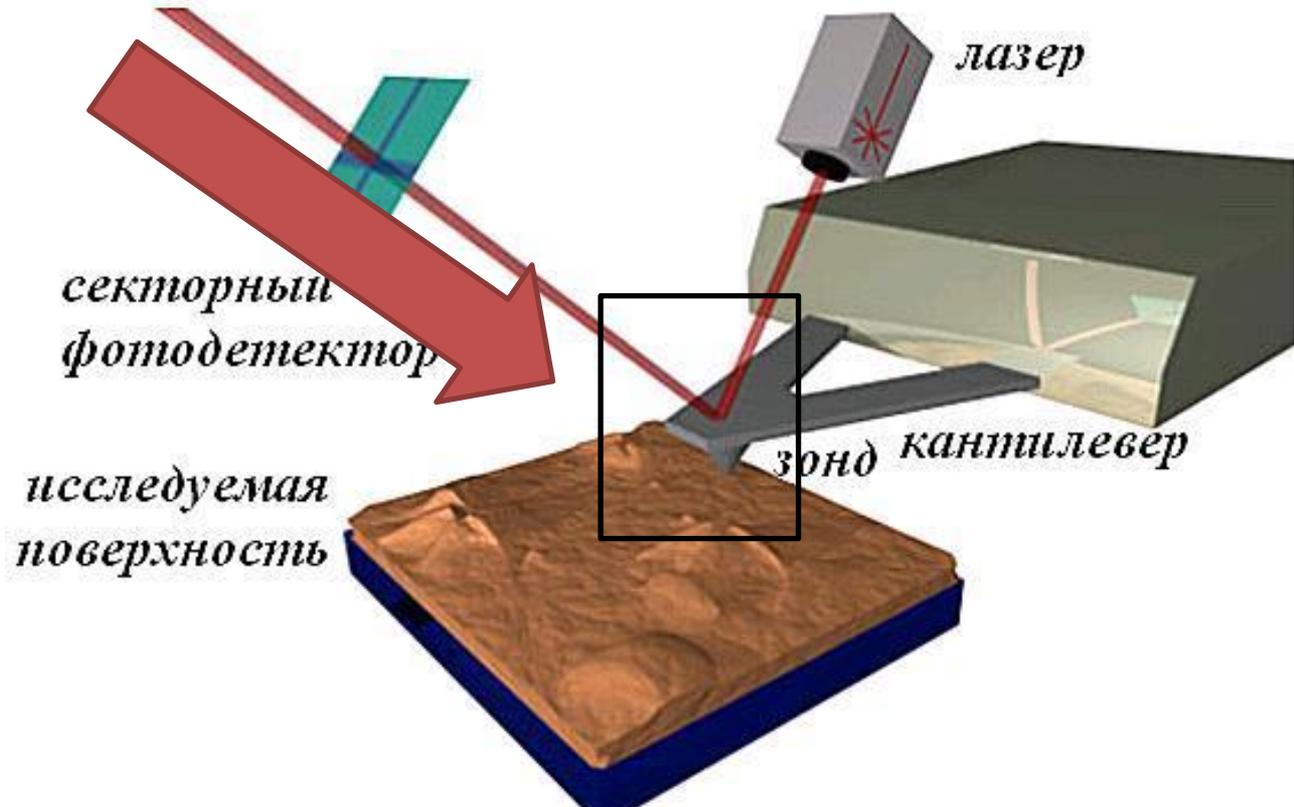


Инструменты для изучения вещества

1) Сканирующий электронный микроскоп



Атомно-силовой микроскоп



Инструменты для изучения вещества

1) Сканирующий электронный микроскоп

Атомно-силовой микроскоп

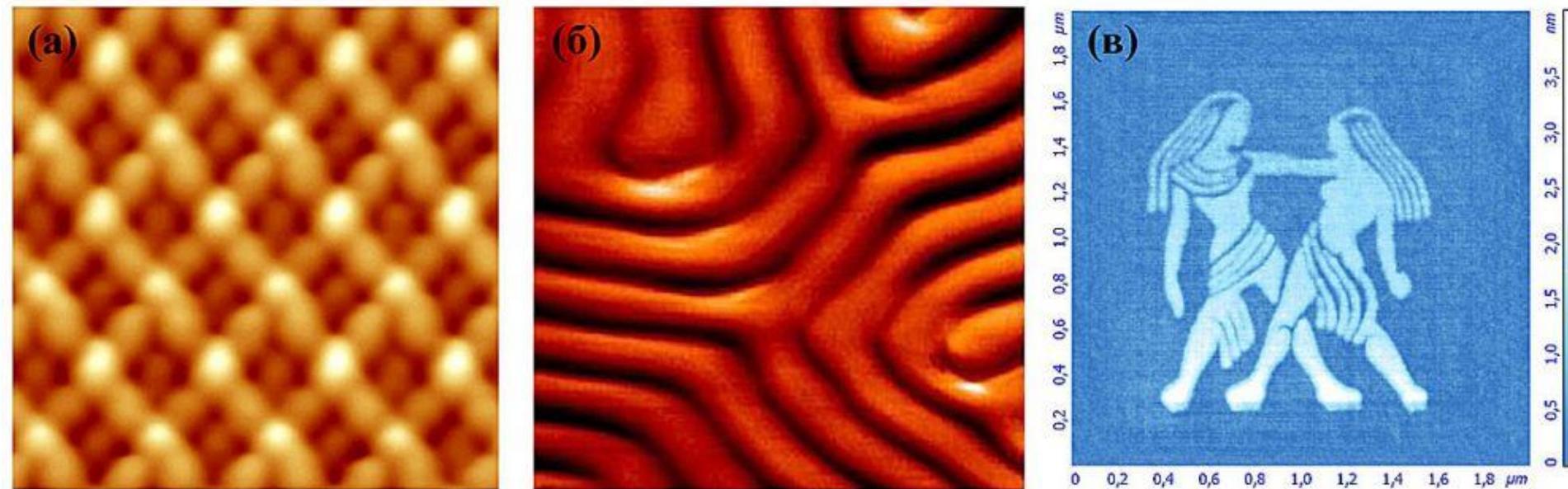


Рис. 2. АСМ изображения поверхности Ge/Si(105) (а, Т. Eguchi и др., Omicron); магнитные домены в монокристалле BaFe₁₂O₁₉ (б, А. Wadas, R. Wiesendanger, Omicron); локально окисленной тонкой пленки титана (Смирнов В.А., ТИ ЮФУ, ИТ-МДТ).