
Физика и химия наноматериалов

Лекция 1

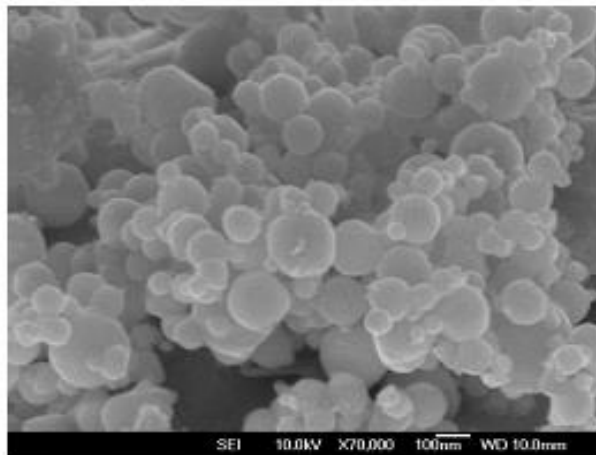
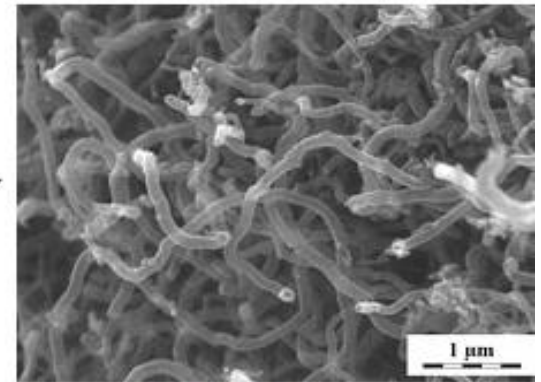
Кафедра технологии силикатов и
наноматериалов

проф., д.т.н. Хабас Т.А.

Вездесущие карлики*

Нано-объекты (пленки, усы, трубки, частицы, макромолекулы, коллоиды и т.д.)

имеют размер 10^{-9} м хотя бы в одном пространственном измерении



* νανος (греч.) -
к а р л и к

Области применения нанобъектов и нанотехнологий



Литература:

1. Б. Фахльман «Химия новых материалов и нанотехнологии», Уч. пособие. Пер. с англ. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.- 464с.
2. А.И. Гусев «Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии».-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.- 416 с.
3. Г.Б.Сергеев «Нанохимия», уч. пособие.- М.: КДУ, 2006.- 336 с.
4. *Nano- und Biotechnologie im Zentrum Neue Technologien*, Impressum Katalog, Muenchen: DeutschesMuseum,- 2009.-120 S.
5. Журнал «Нанометр», выпускается ФНМ МГУ ,
www.nanometer.ru

Структура курса

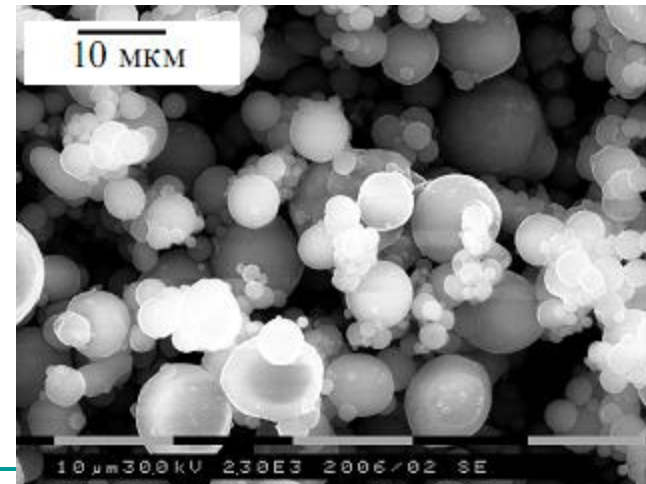
- Лекции - 8 часов
- Практика – 40 часов
- Лабораторные работы – 32 часа (8 занятий по 4 часа)
- Самостоятельная работа -136 часов;
- Всего - 216 часов

Основные термины

- ***1. Наноматериалы*** - это материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладают качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Норио Танигути:

- «Нанотехнологии это производственные технологии для получения сверхвысокой точности и сверхмалых размеров – порядка 1 нм»



- **2. Нанотехнология** - это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность создания и изменения объектов, включающих компоненты размером менее 100 нм и имеющие принципиально новые качества.
- Применяемые методы должны позволить интегрировать данные объекты в полноценно функционирующие крупномасштабные системы.

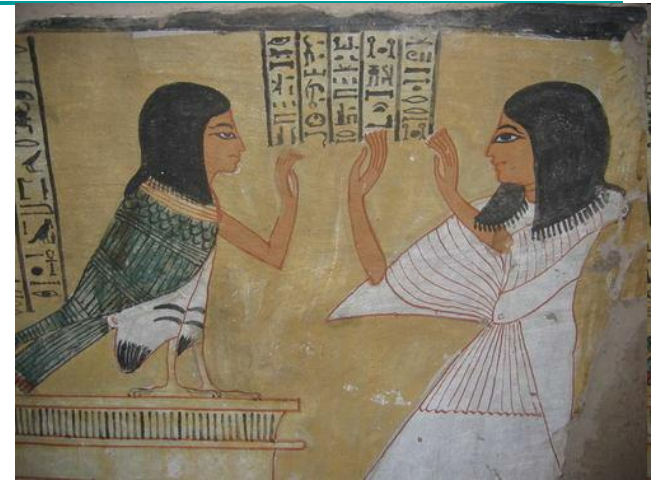
Национальное аэрокосмическое агентство США

- **«Нанотехнологии это создание функциональных материалов, устройств и систем посредством обработки веществ на нанометровом уровне (1 – 100 нм) и использование новых явлений и свойств (физических, химических и биологических) на этом размерном уровне».**

- **3. Наносистемная техника** - полностью или частично созданные на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченные системы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям.
- **4. Наноиндустрия** - вид деятельности по созданию продукции на основе нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники.

Историческая справка

- Наноматериалы широко использовались и в древнем мире , например, цивилизацией майя широко применялась глина, структура которой содержит нанофрагменты;
- В древней Месопотамии получали стекла, окрашенные наночастицами металлов;

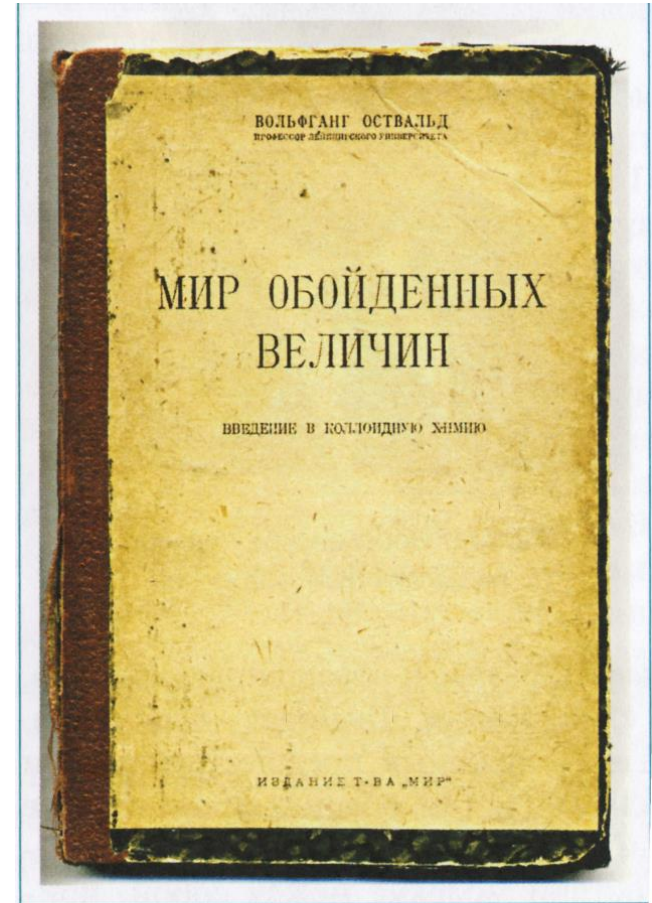


Вольфганг Оствальд и его учебник по КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ



Annelis Hansel, Großbothen

Ein Gründervater, der seiner Zeit weit voraus war:
Wolfgang Ostwald (1883 – 1943)



Учебник по коллоидной химии
В. Оствальда

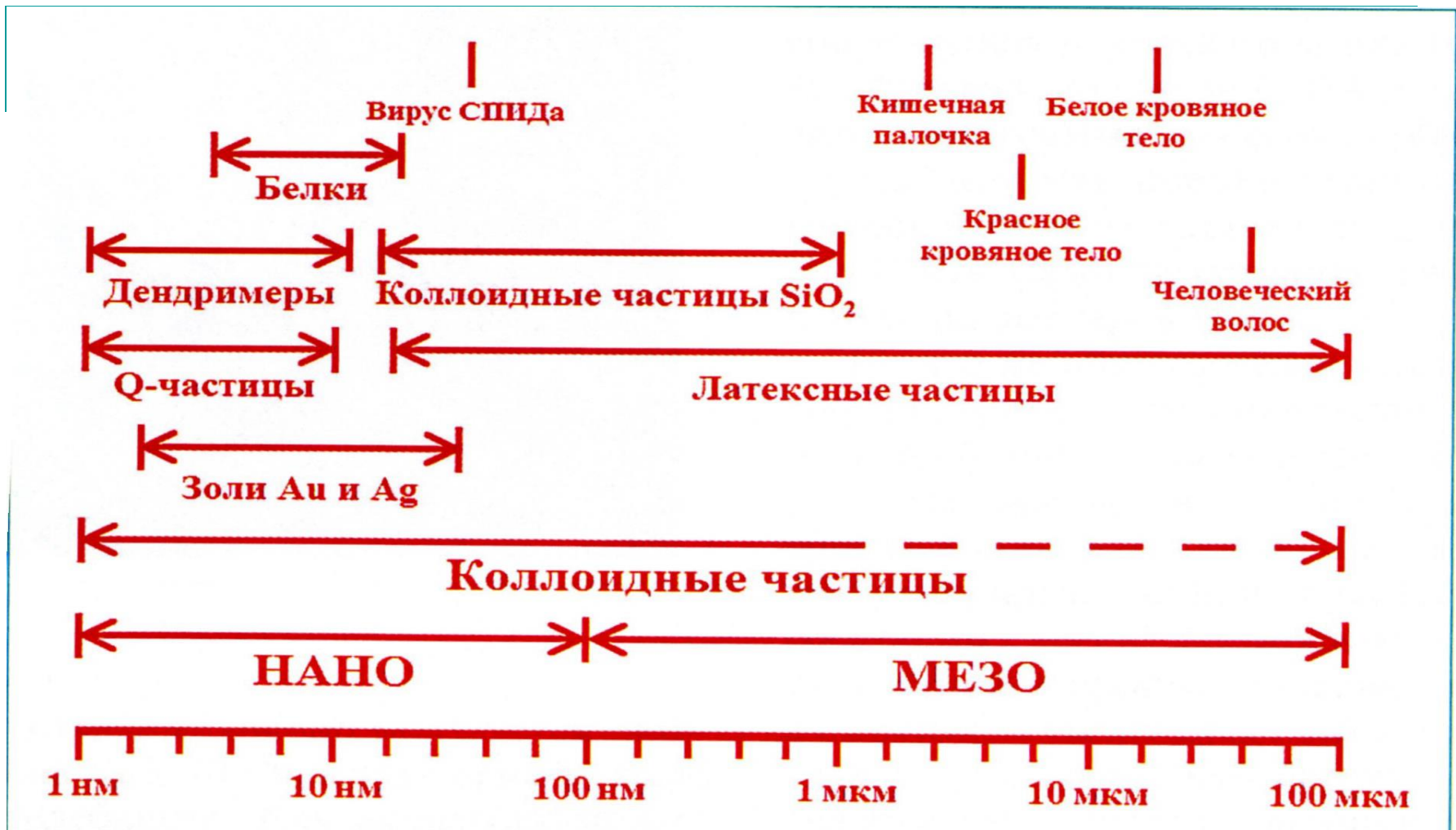
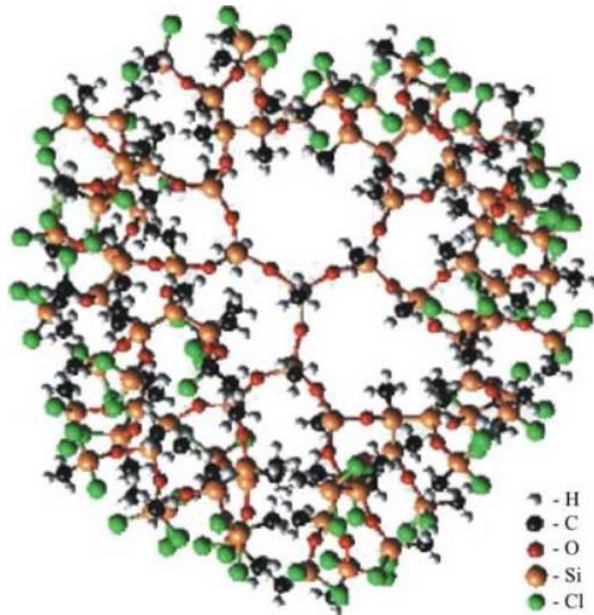
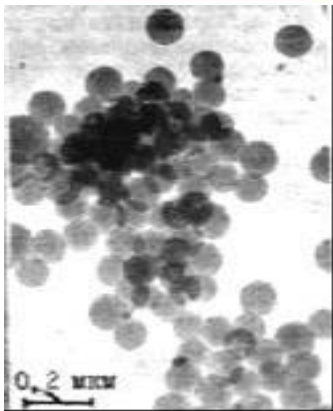


Рис. Характеристические размеры распространенных биологических объектов и некоторые коллоидные системы.



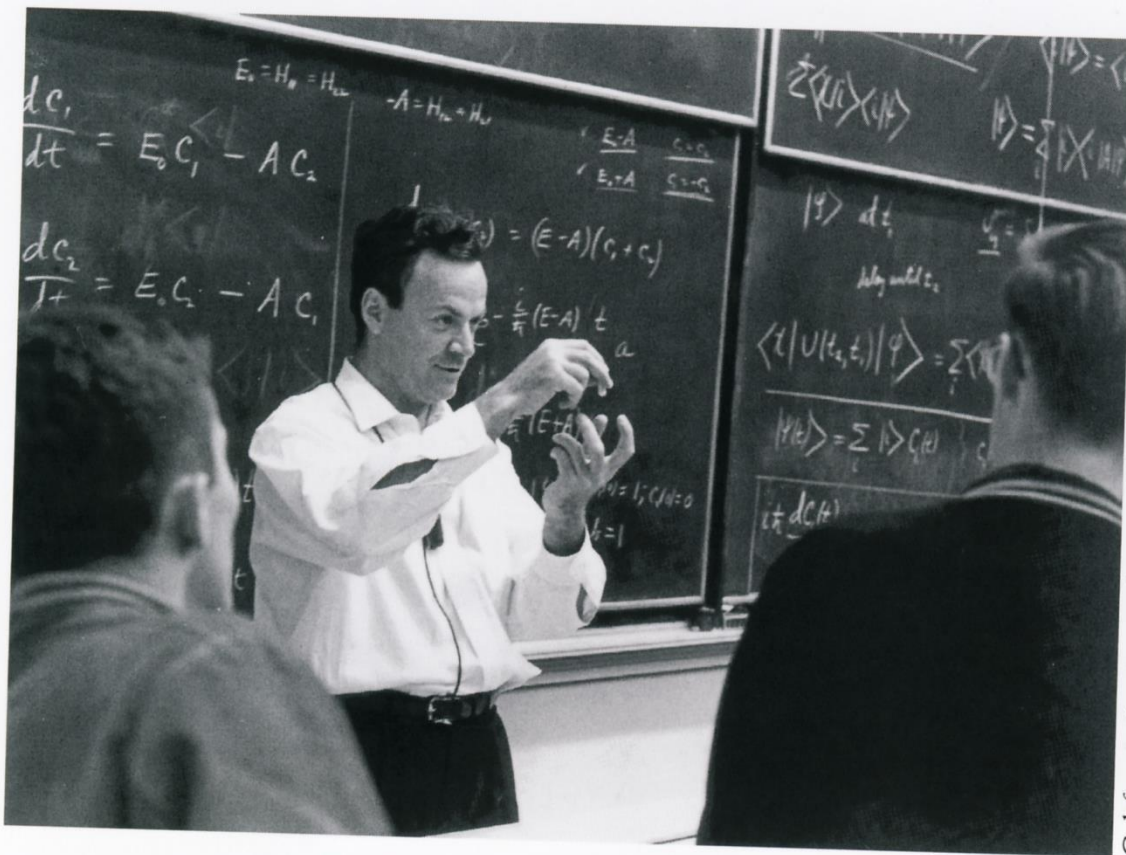
ДИВЕРГЕНТНАЯ СХЕМА построения дендримера



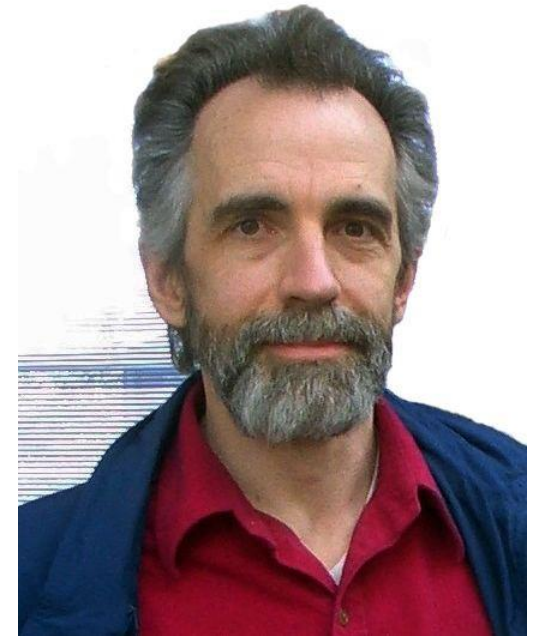
- **ДЕНДРИМЕРЫ** – древообразные полимеры, молекулы которых имеют большое число разветвлений.
- - удерживают лекарственные препараты, вещества с радиоактивной меткой, применяются для диагностики различных заболеваний.
- Матрица дендримера, играющая роль своеобразной капсулы, и содержащая люминесцентные добавки, позволяет изготавливать люминофорные пленочные материалы.

Бутадиен-стирольный латекс

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81.JPG>

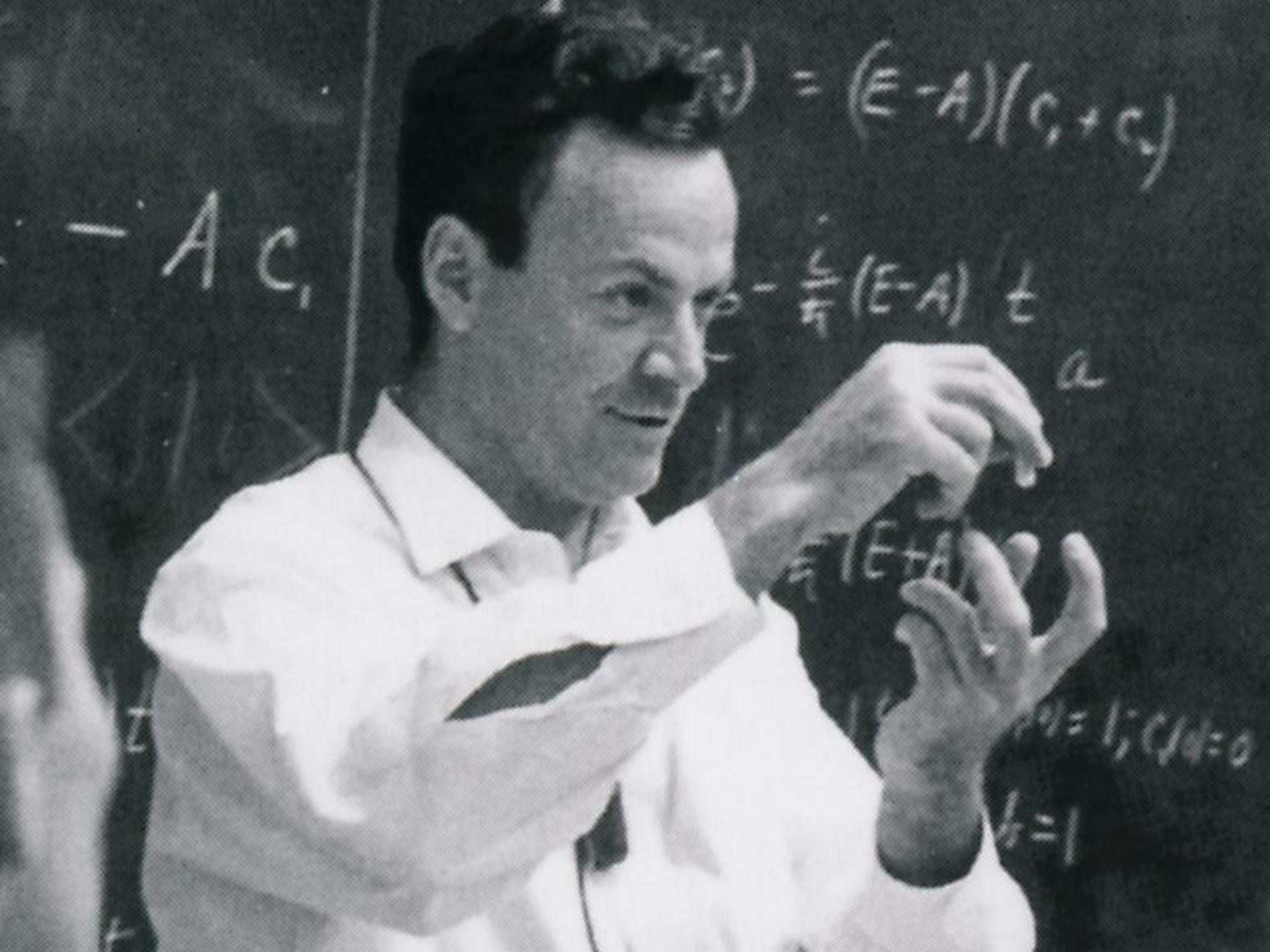


California Institute of Technology, Pasadena (USA)



Зwei Visionäre inspirieren die Wissenschaft: Richard Feynman (1918–88) und Eric Drexler (geb. 1955)

- 29 декабря 1959г. доклад Ричарда Фейнмана в Калифорнийском технологическом университете
- **«Там внизу ещё много места»**



$$(E-A)(c_1 + c_2)$$

$$-Ac_1$$

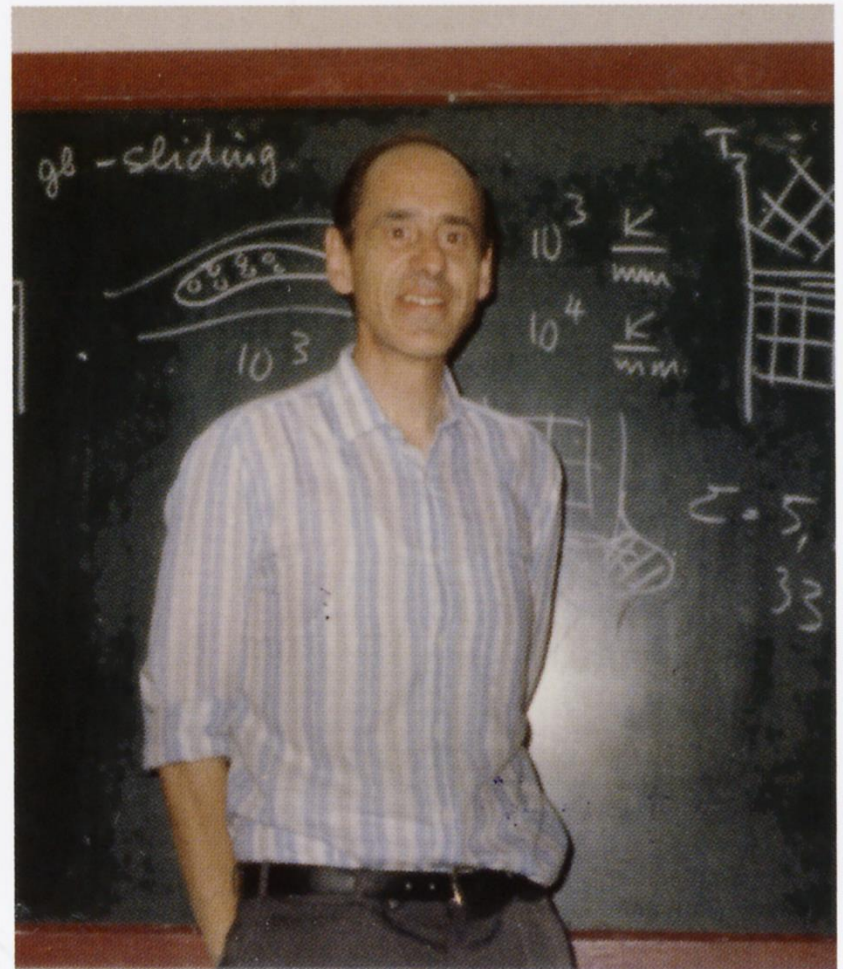
$$E - \frac{c_1}{a}(E-A) \pm$$

$$(E+A)$$

$$\mu = 1, C/d = 0$$

$$1/2 = 1$$

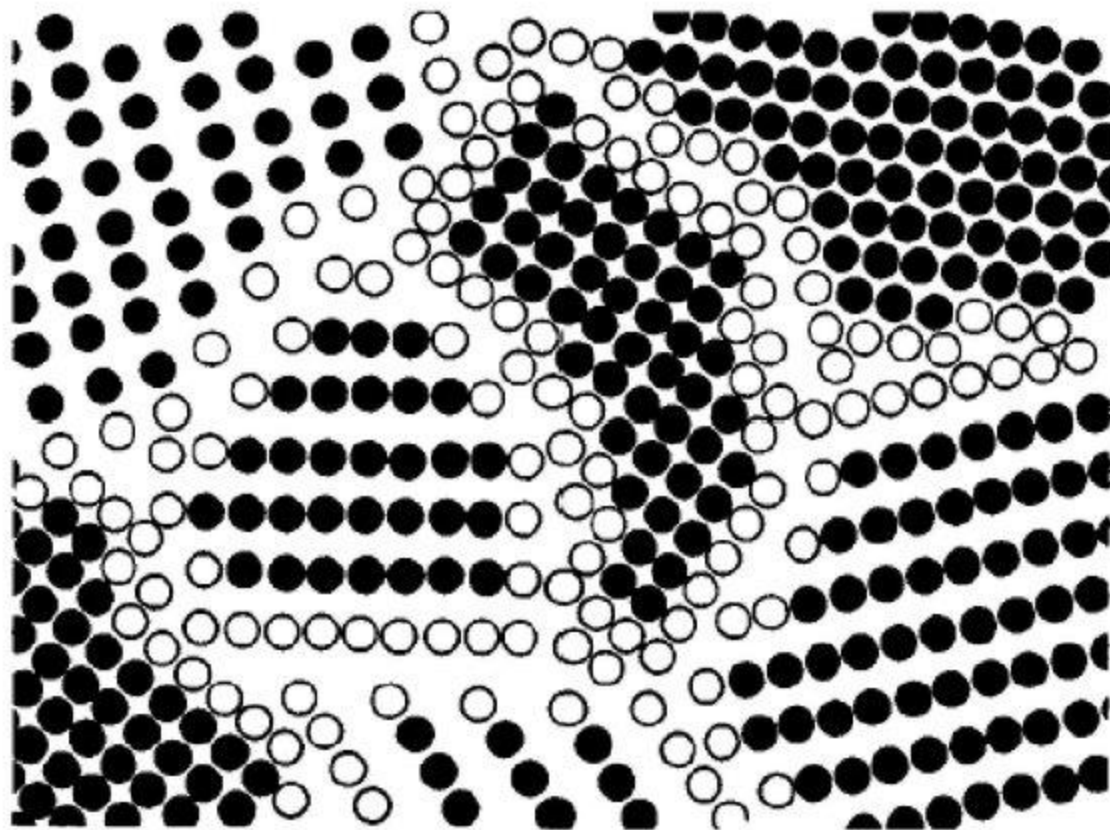
Герберт Глейтер - открыл новый класс материалов «нанокристаллы»



Herbert Gleiter, Grafelfing

Entdecker einer neuen Klasse von Materialien:
Herbert Gleiter (geb. 1938)

Идея о нанокристаллической структуре (Н. Gleiter, 1980-е годы)

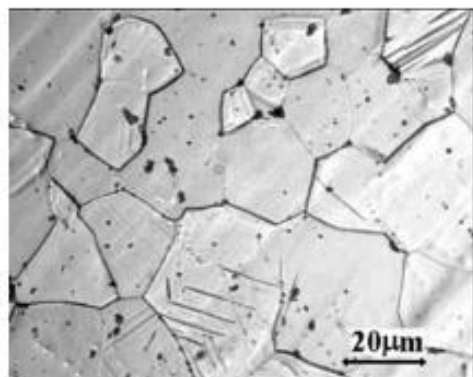


Границы зерен обладают атомной структурой и, соответственно, свойствами, сильно отличающимися от свойств кристаллов, поэтому, создав поликристалл с размерами зерен $d < 100$ нм и таким образом повышая объемную долю границ до значений, сопоставимых с объемной долей кристаллитов (зерен), можно получить принципиально новые свойства.

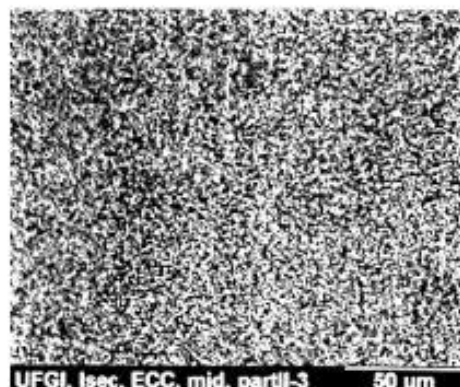
1981 год. Американский ученый Герберт Глейгер впервые указал на возможность создания объемных нанокристаллических материалов с размерами зерен менее 100 нм, которые должны обладать многими интересными и полезными дополнительными свойствами по сравнению с традиционными микрокристаллическими материалами. Г. Глейгером был предложен метод получения наноматериалов путем получения ультрадисперсных порошков испарением – конденсацией с их последующей консолидацией при высоких давлениях



2000 год. Российский ученый Руслан Зуфарович Валиев опубликовал работу по получению наноструктурных и ультрамелкозернистых материалов методом интенсивной пластической деформации



Зеренная структура традиционных крупнокристаллических материалов



Зеренная структура ультрамелкозернистых материалов



Лауреат Нобелевской премии,
академик Ж.И. Алферов

- В.А. Каргин,
- П.А. Ребиндер,
- Б.В. Дерягин,
- В.Б. Алесковский
- И.Д. Морохов
- И.В. Тананаев

Российские научные
школы

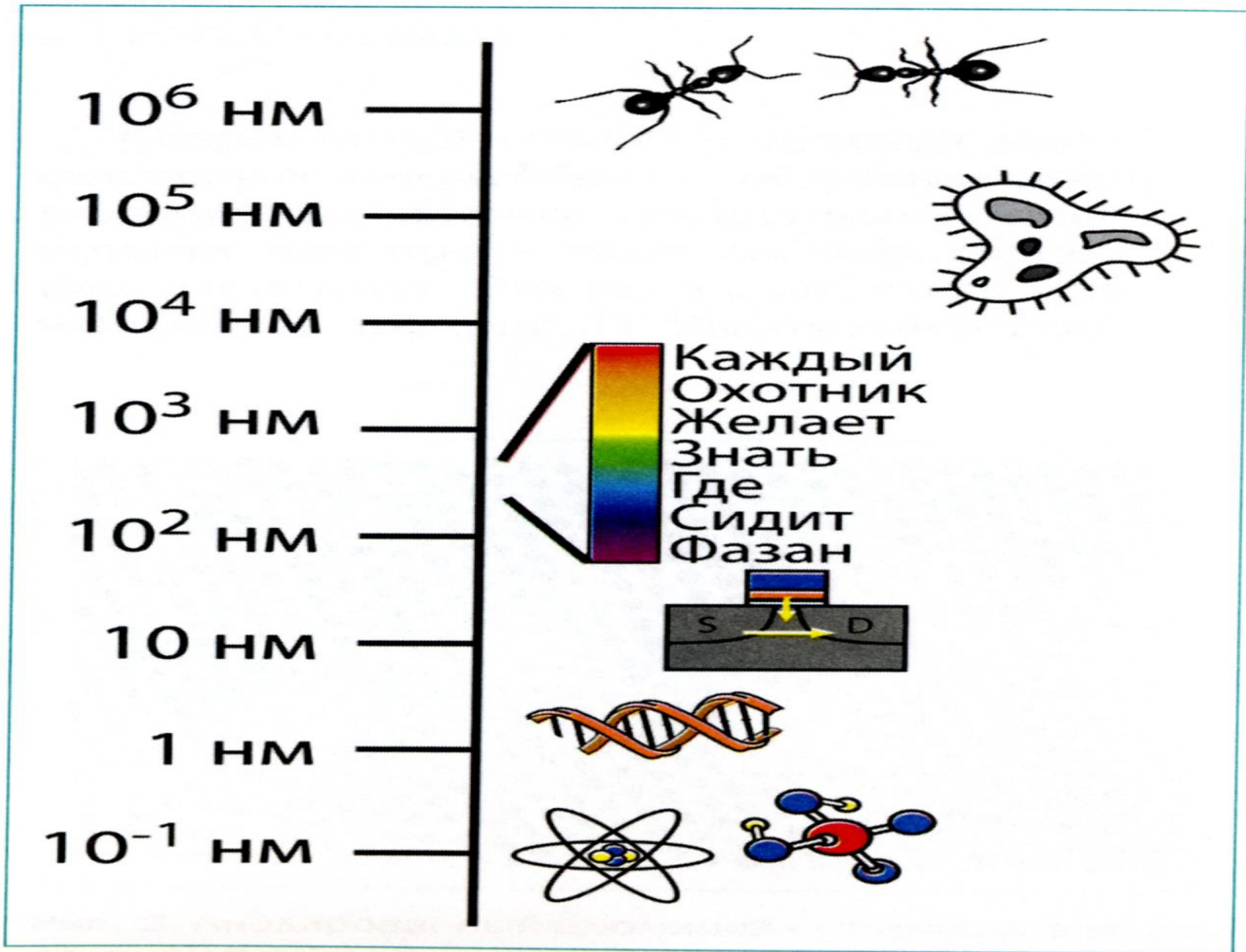
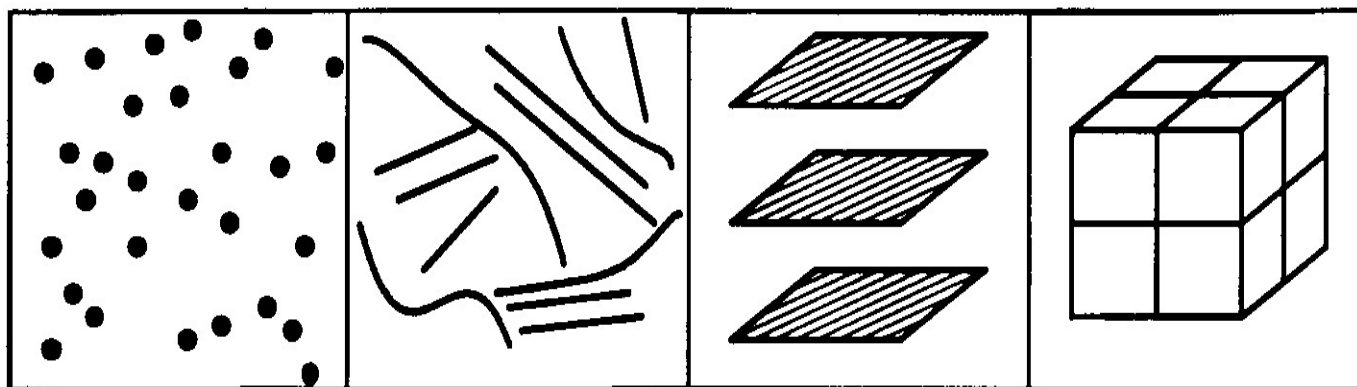


Рис. 1. Шкала размеров



Кластеры
($0D$)

Нанотрубки,
волокна и
прутки ($1D$)

Плёнки и слои
($2D$)

Поликристаллы
($3D$)

Рис. 2. Типы нанокристаллических материалов: $0D$ — (нульмерные) кластеры; $1D$ — (одномерные) нанотрубки, волокна и прутки; $2D$ — (двумерные) плёнки и слои; $3D$ — (трёхмерные) поликристаллы

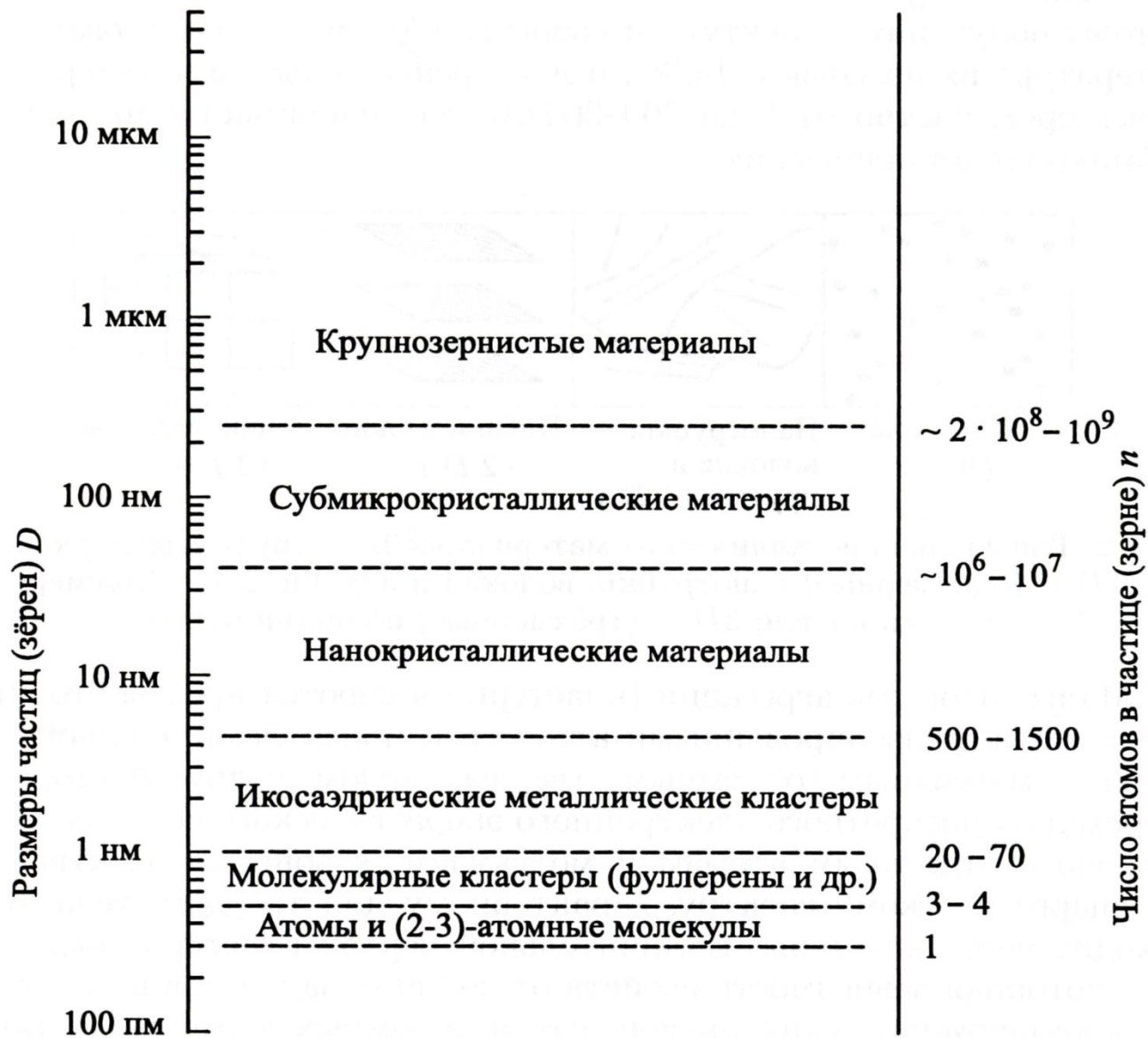


Рис. 1. Классификация веществ и материалов по размеру D частиц (зёрен)

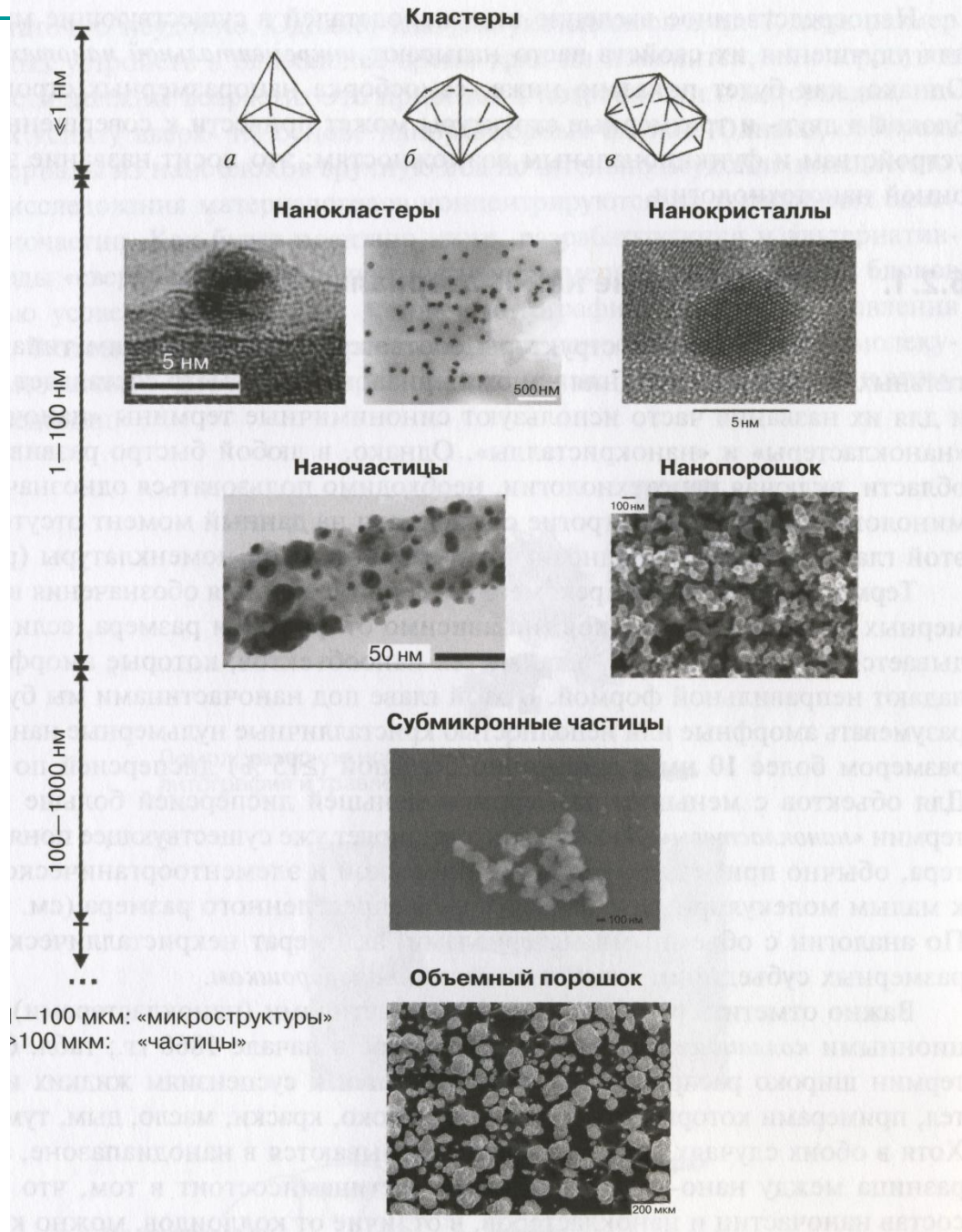


Рис. Схема нульмерных наноструктур:

$\ll 1\text{ нм}$ «нанокластеры»

1-100 нм «наночастицы»

100-1000 нм
«субмикронные частицы»

1-100 мкм
«микроструктуры»

> 100 мкм «частицы»

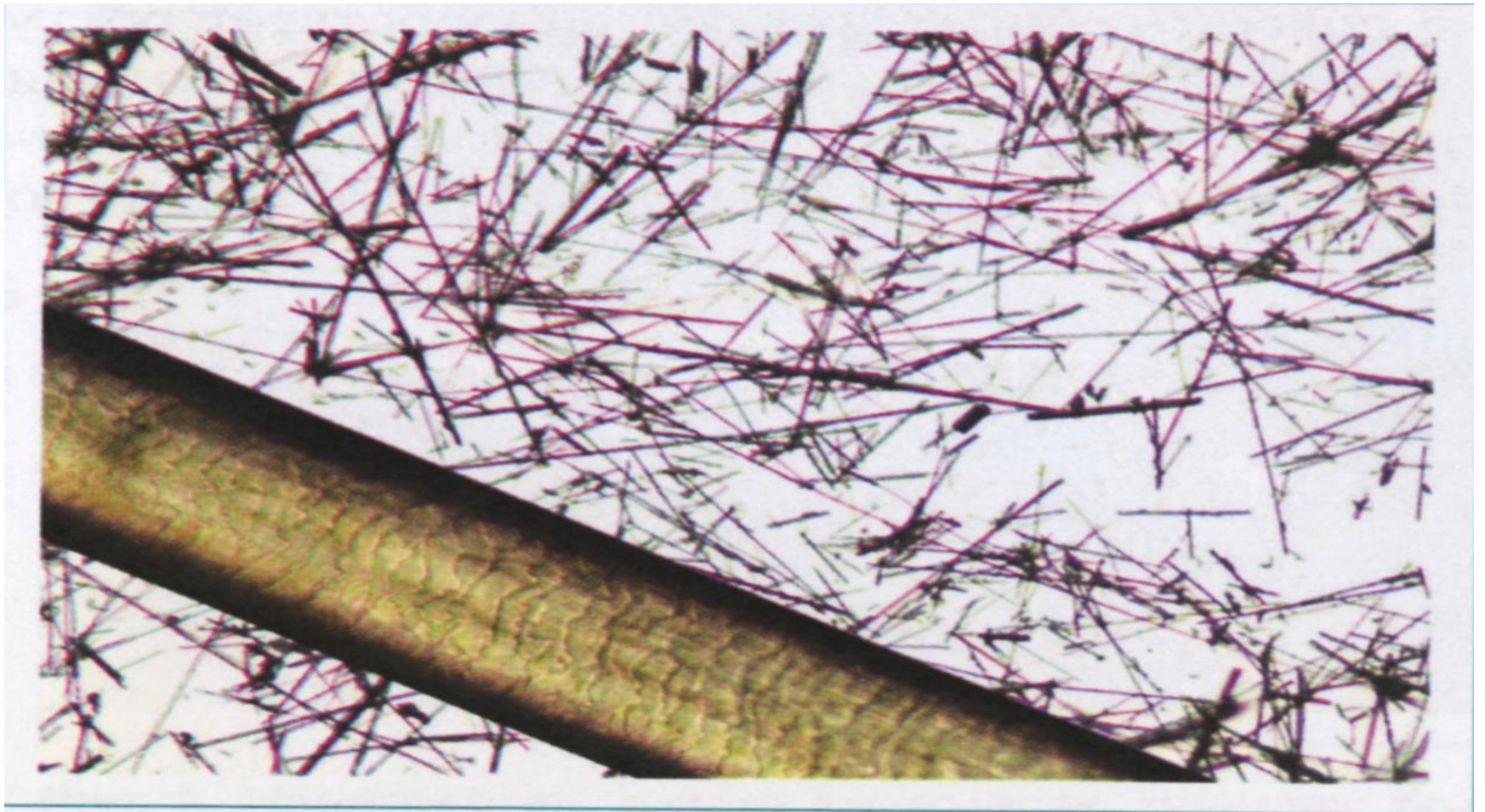


Рис. Волос человека и вискеры $\text{Ba}_6\text{Mn}_{24}\text{O}_{48}$.
Оптическая микроскопия, x200

КЛАСТЕР

- Под понятием «кластер» (англ. *cluster* — пучок, рой, скопление) – понимают объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами.

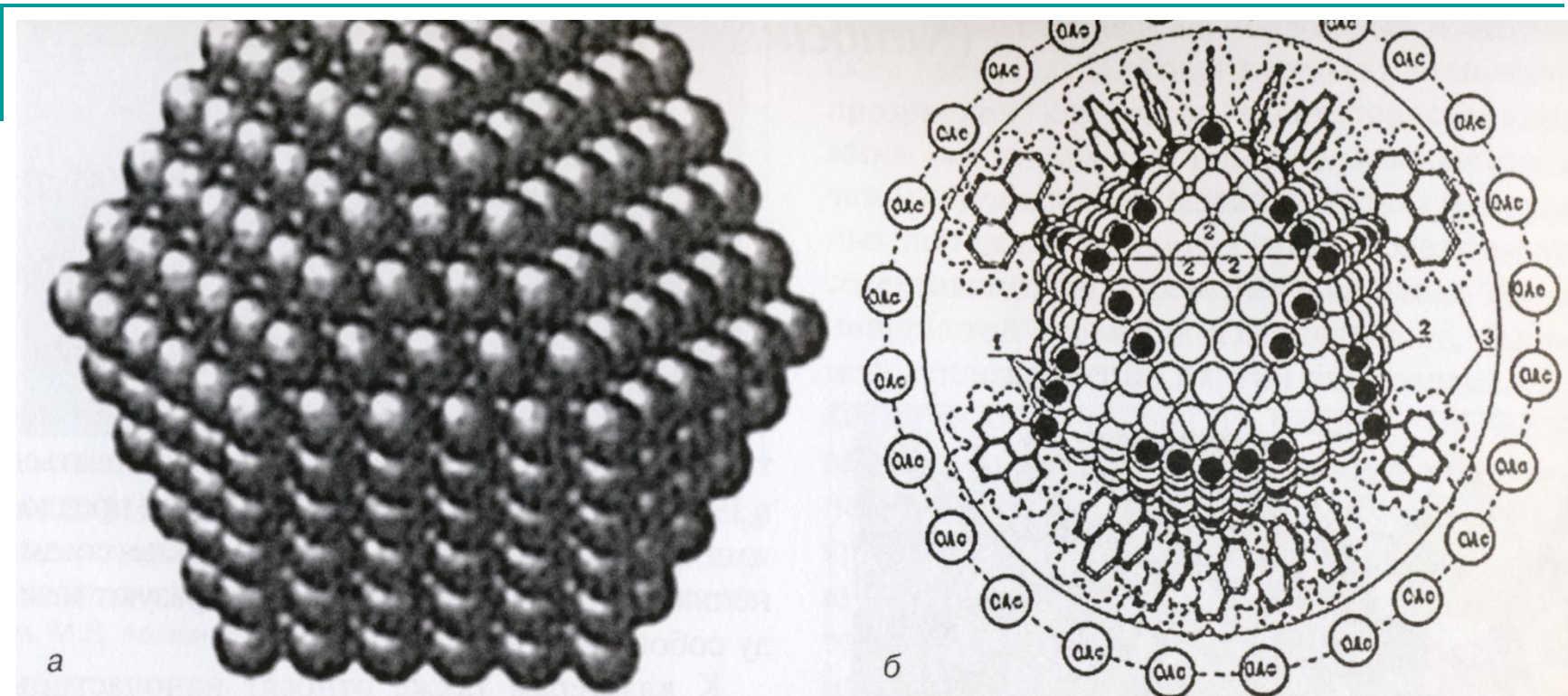
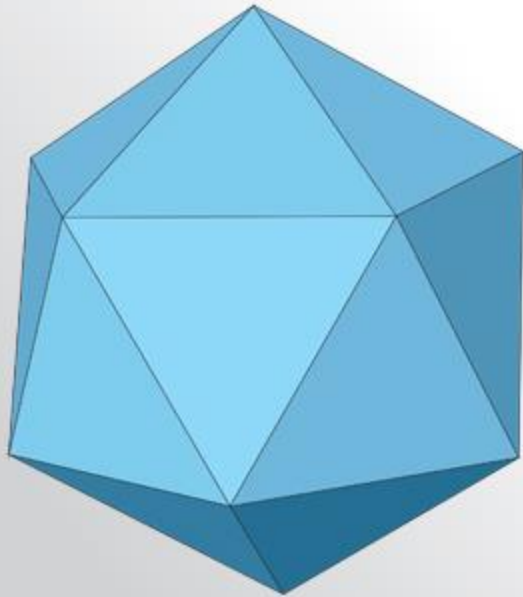


Рис. Структура кластера а - с кубической упаковкой атомов металла (ГЦК); б - икосаэдрический кластер $\text{Pd}_{561}\text{Phen}_{60}(\text{O}_2)$

Phen-фенантролин



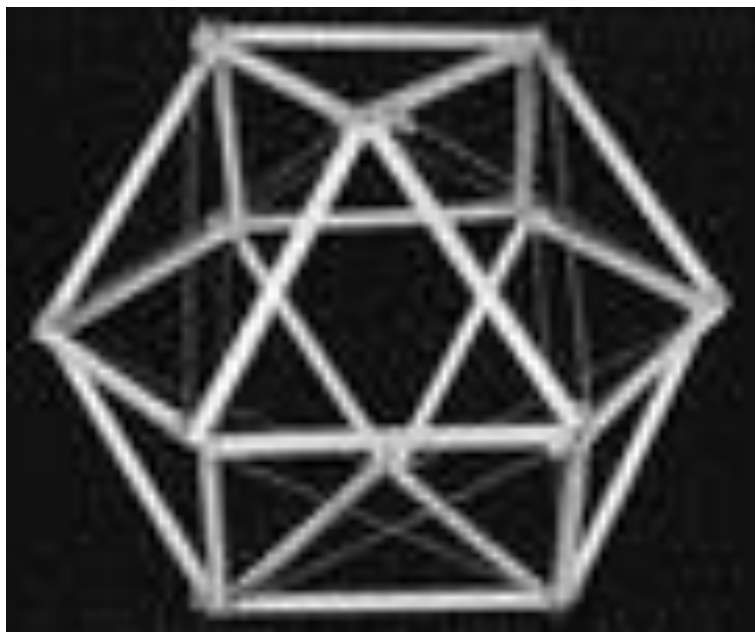
Икосаэдр - двадцатигранник

- Тип грани – правильный треугольник;
- Число сторон у грани – 3;
- Общее число граней – 20;
- Число рёбер примыкающих к вершине – 5;
- Общее число вершин – 12;
- Общее число рёбер – 30;

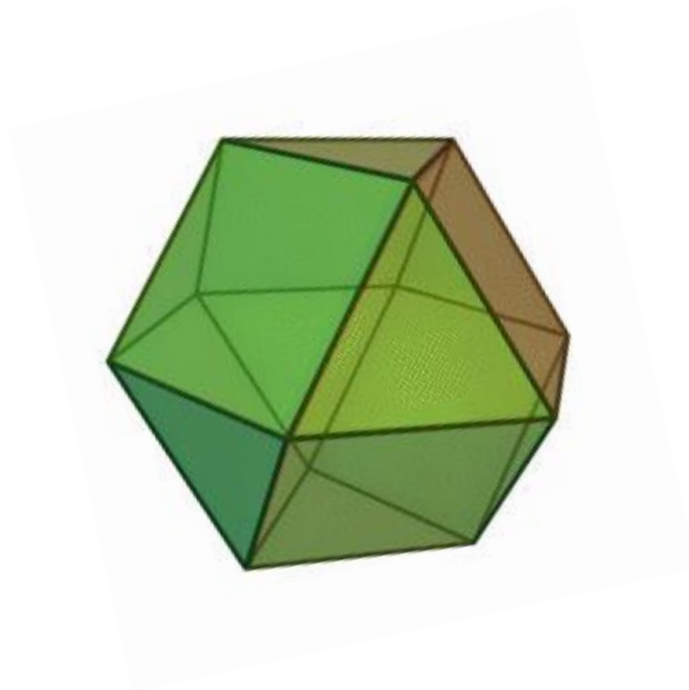
Многогранник относится к правильным многогранникам и является одним из пяти платоновых тел. Выпуклые правильные многогранники - тетраэдр, октаэдр, гексаэдр (куб), додекаэдр и икосаэдр - принято называть платоновыми телами



Платон
347 г. до н.э.



Кубооктаэдр -14 граней



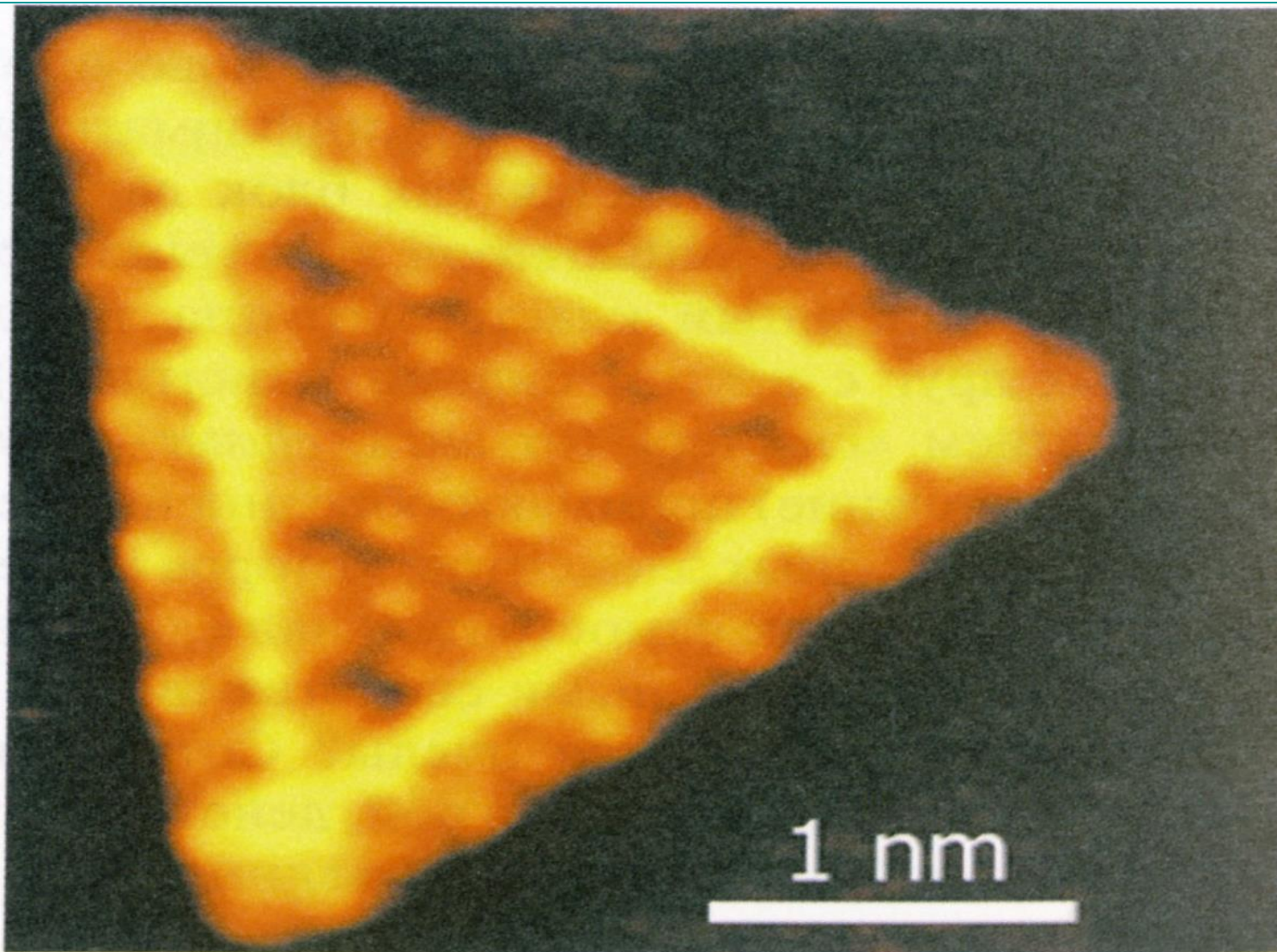


Рис. 2. Нанокластер MoS₂ на поверхности (111) монокристалла золота

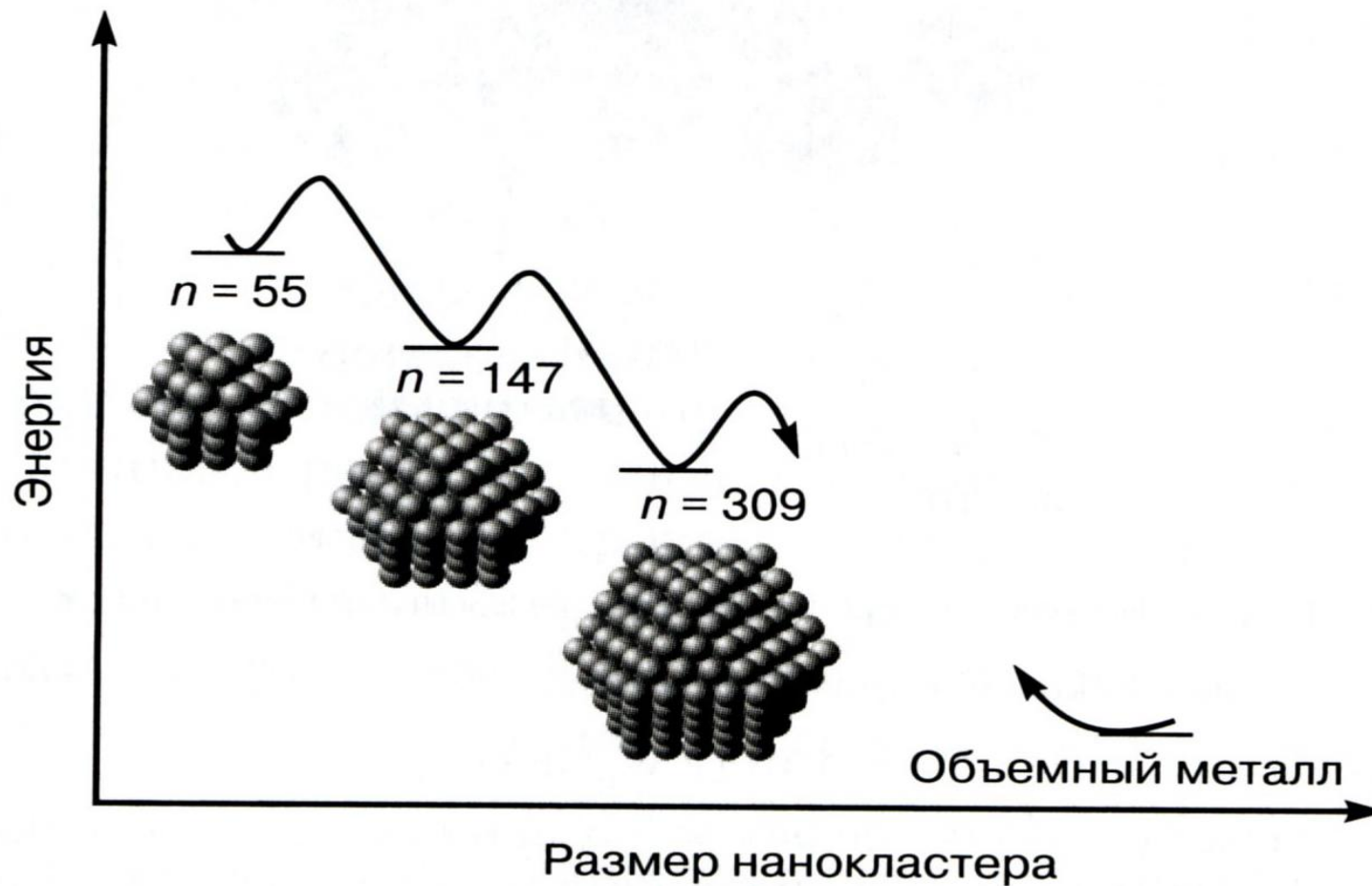
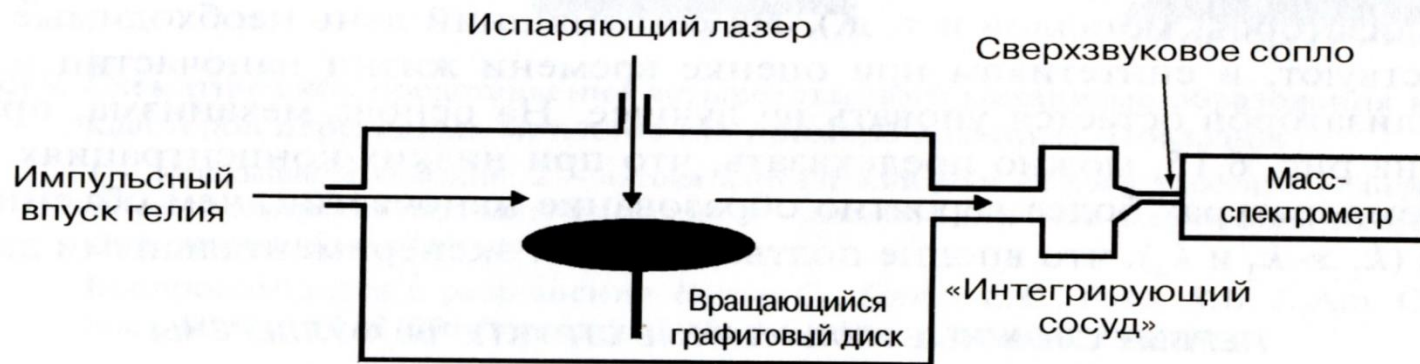


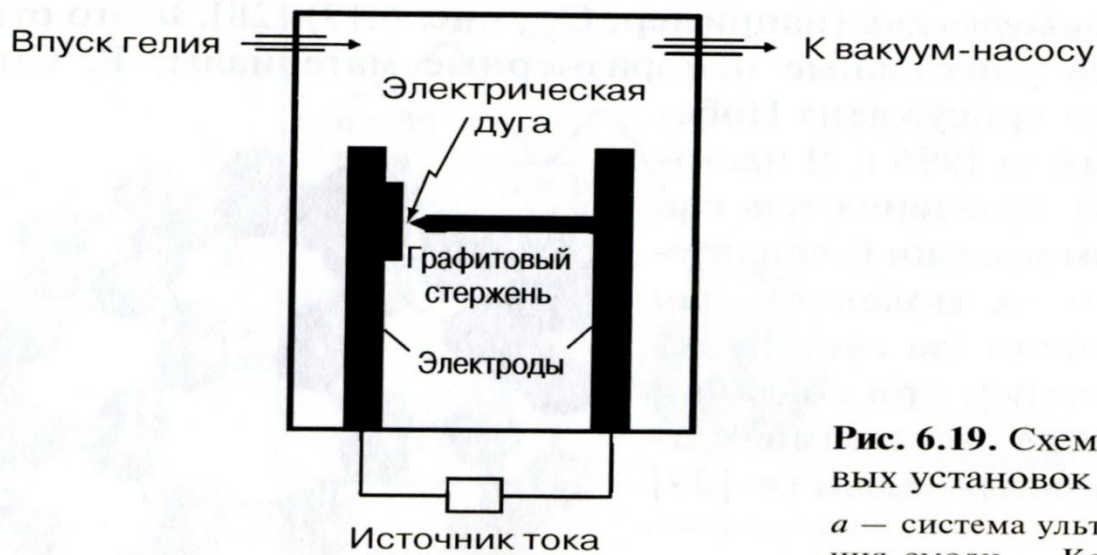
Рис. Схема энергии для «магических» кластеров благородных металлов

Схемы установок по получению

1



a



б

Рис. 6.19. Схематическое изображение первых установок по получению фуллеренов: *a* — система ультразвукового лазерного испарения смолы — Керла, *б* — электродуговая установка Хаффмана—Кречмера

Первые сложные нульмерные структуры - фуллерены

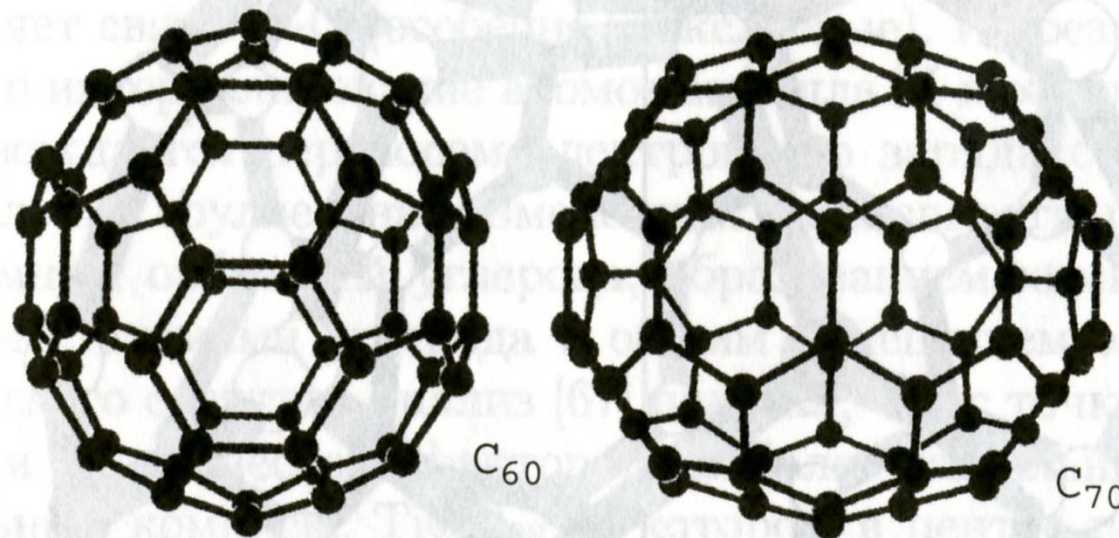


Рис. 1.3. Структура наиболее важных фуллеренов C₆₀ and C₇₀. Молекула C₆₀ построена как футбольный мяч и имеет диаметр около 0,7 нм. Все фуллерены содержат гексагональные шестичленные и пентагональные пятичленные кольца из атомов углерода

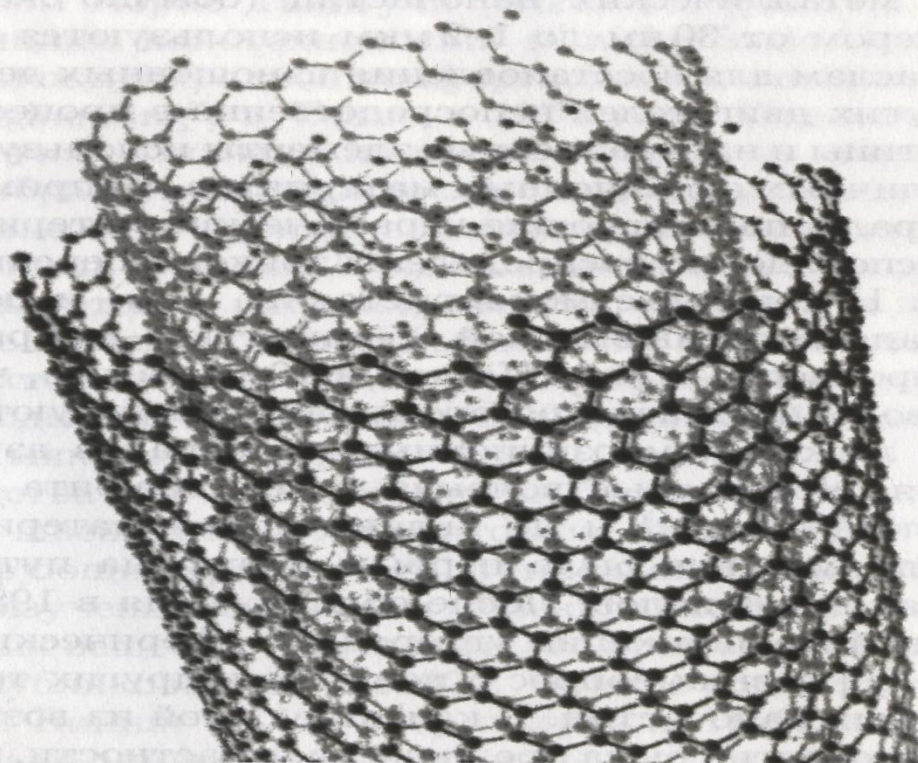
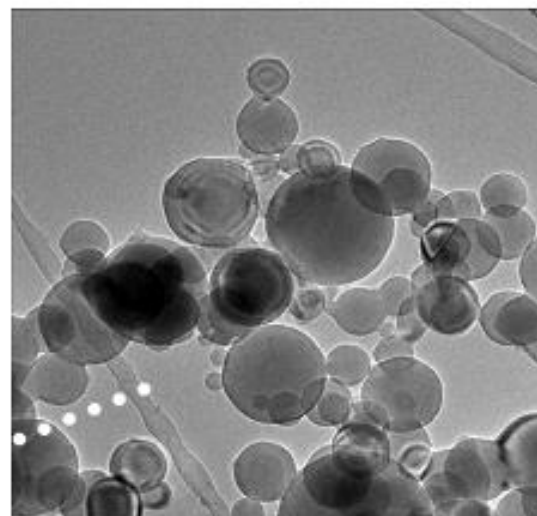
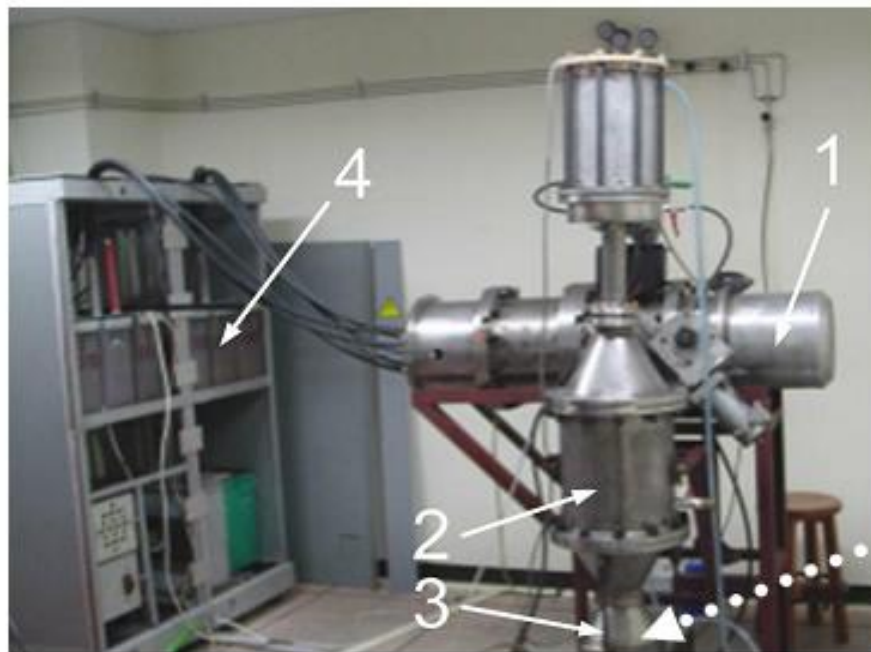


Рис. 4. Компьютерная графическая модель двухслойной углеродной нанотрубки со спиральным (геликоидальным) распределением гексагонов C_6 (шестиугольных колец атомов углерода) [35]

Фуллерены применяют

- как контрастные агенты в томографии (используется внутренний объем их молекул),
- для точечной доставки лекарств (за счет функциональной поверхности),
- при создании сверхпроводников,
- светоактивируемых антибактериальных средств

Томские нанопорошки металлов



Электровзрывная технология и оборудование для получения нанопорошков металлов разработаны в ТПИ в 60-х годах прошлого века

Применение нанопорошков

- в катализе (изготовление катализаторов дожигания выхлопных газов автомобилей), абразивов, материалов для магнитной записи.
- Направления поиска всё время расширяются: нанoeлектроника, нанобиотехнология, нанoэнергетика, нанoeлектромеханика, молекулярная электроника, наноматериалы для медицины, машиностроения и робототехники и др.

-
- **При работе с нанообъектами следует учитывать и их потенциальную опасность.**

Список использованных источников

- 1. Б. Фахльман «Химия новых материалов и нанотехнологии», Уч. пособие. Пер. с англ. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 201.- 464с.
- 2. А.И. Гусев « Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии».-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.- 416 с.
- 3. Г.Б. Сергеев «Нанохимия», уч. пособие.- М.: КДУ, 2006.- 336 с.
- 4. Nano- und Biotechnologie im Zentrum Neue Technologien, Impressum Katalog, Muenchen: DeutschesMuseum,- 2009.-120 S.
- 5. Журнал «Нанометр», выпускается ФНМ МГУ , www.nanometer.ru
-