

Магнетизм вокруг нас

Зав.кафедрой магнетизма
профессор

Перов Николай Сергеевич

Демонстрации: Аршинов Виктор Алексеевич

Школьная программа



- 8 класс:
- Магнитное поле: силовые линии магнитного поля
- Магнитное поле катушки: электромагниты
- Постоянные магниты: магнитное поле Земли
- Действие магнитного поля на проводник с током: схема простого электродвигателя
- Электромагнитная индукция: применение индукции
- 11 класс:
- Открытие электромагнитной индукции: магнитный поток
- Направление индукционного тока: правило Ленца и опыт
- Закон электромагнитной индукции: магнитный поток и электродвижущая сила
- Способы определения ЭДС индукции в движущихся проводниках
- Электродинамический микрофон: самоиндукция
- ---
- Генерирование электрической энергии: принцип действия генераторов
- Трансформаторы: устройство и работа трансформаторов
- Производство и использование электрической энергии: передача электроэнергии

Что такое магнетизм?



- **Магнитные явления**
 - **Магнитные материалы**

Что такое магнетизм?



- В космосе...
- На земле...
- В технике...
- В микромире...
 - В жизни...

В космосе... Звезды





На земле... Полярные сияния

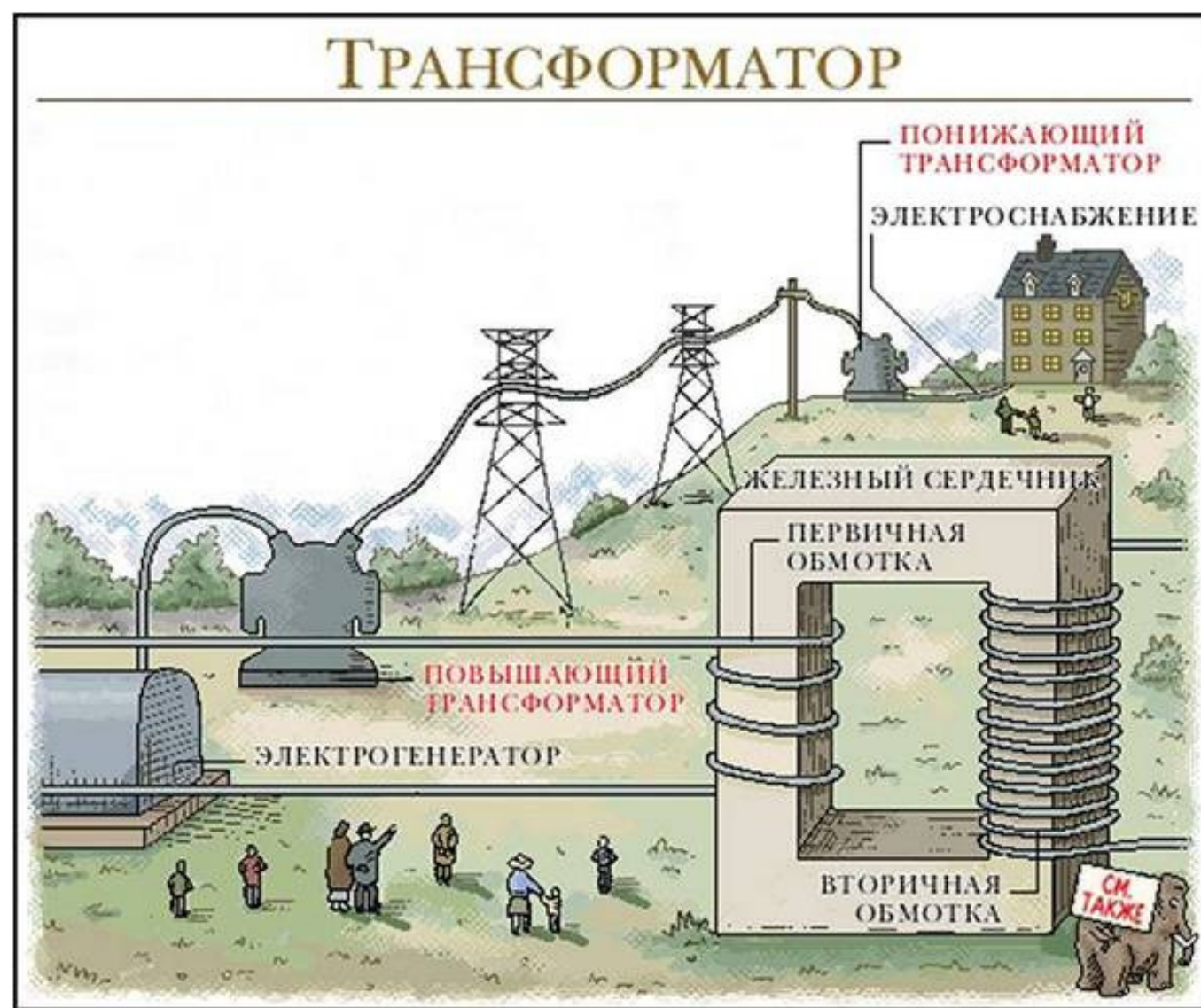


На земле... Навигация



Геофизическая разведка

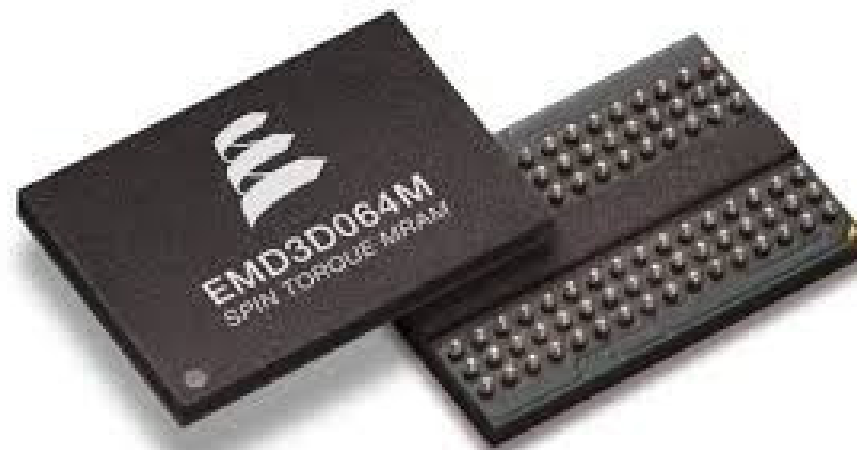
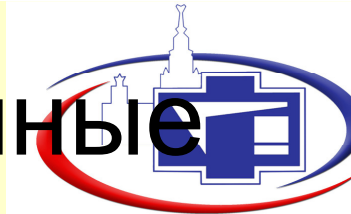
В технике... Передача электроэнергии



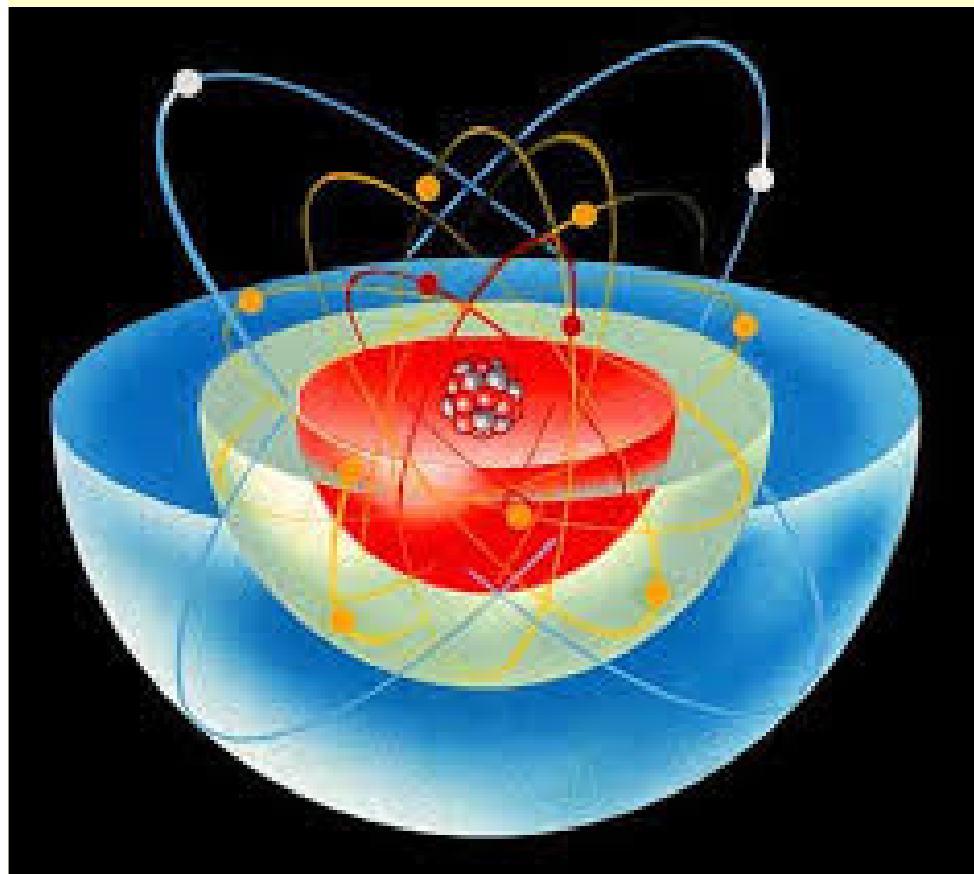
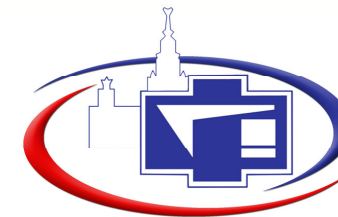
В технике... Электрические машины



В технике... Информационные технологии



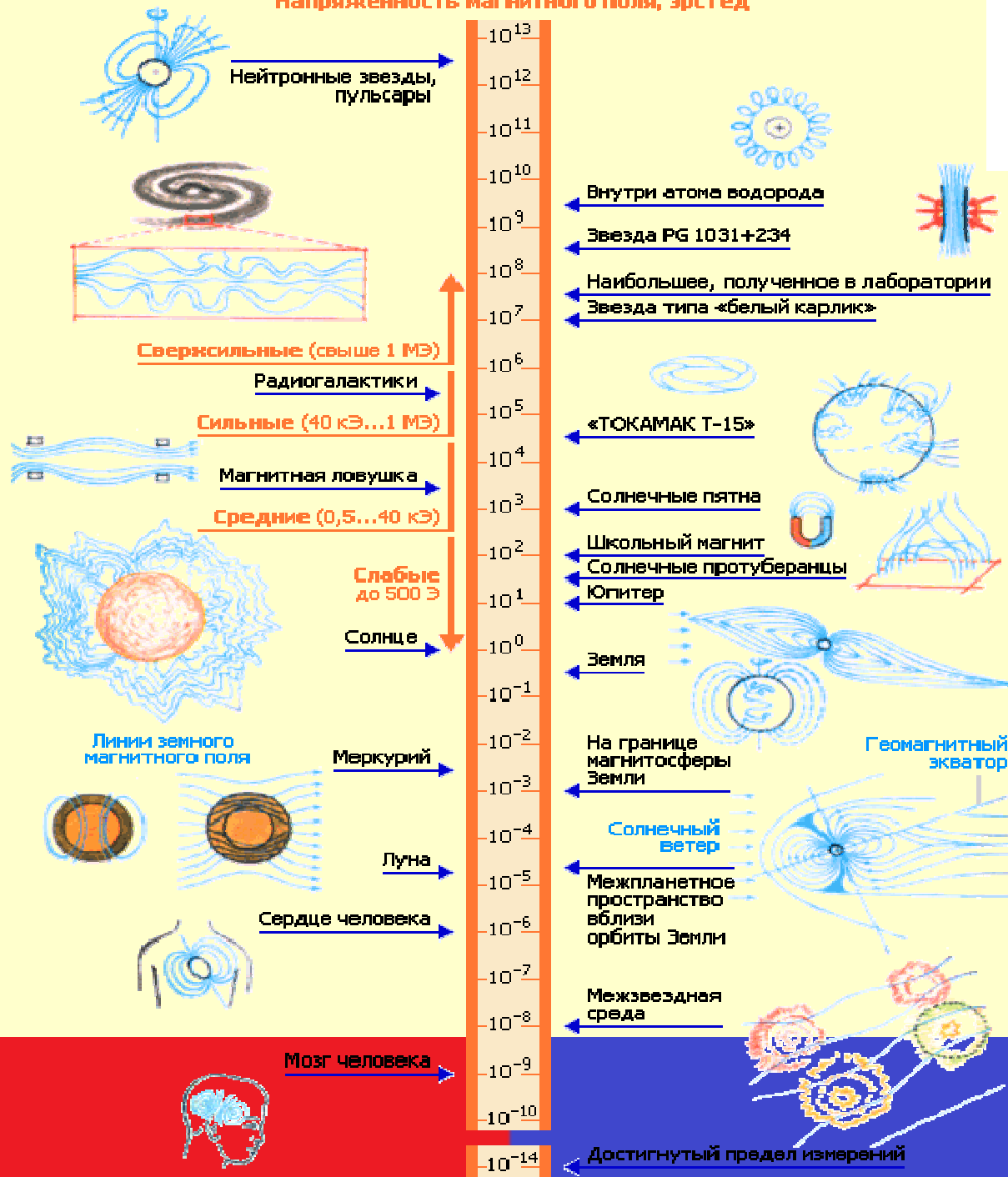
В микромире...



В жизни... Медицина



Напряженность магнитного поля, эрстед

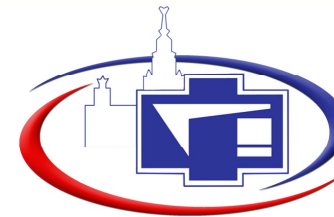


Историческая справка



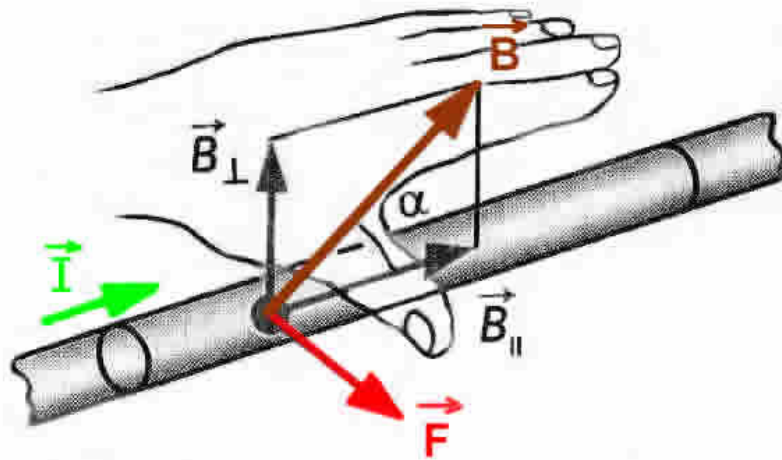
-1000-1500	Шен Куа Петрус Перегринус	Философия	Магнитные силы, индуцированный магнетизм	Югоуказатель, компас
1500-1820	Гильберт Декарт Бернулли	Мореплавание	Магнитное поле Земли	компас
1820-1900	Эрстед, Ампер, Фарадей, Максвелл	Промышленно сть	Электромагнитн ые взаимодействия, уравнения Максвелла	Электромоторы, электрогенерато ры телеграф, радио
1900-1935	Вейсс, Бор, Гейзенберг, Паули, Дирак, Ландау	Фундаменталь ные исследования	Магнитный момент, обменное взаимодействие	Магнитная запись
1935-1960	Завойский, Блох, Пёрселл	Вооруженные силы	Магнитные резонансы	Радиолокация, телевидение, ЯМР томография
1960-2000		Промышленное производство	Магнитные материалы	Потребительская электроника
2000- ...		Промышленное производство	Функциональные магнитные материалы	Информационны е технологии

Магнитные эффекты

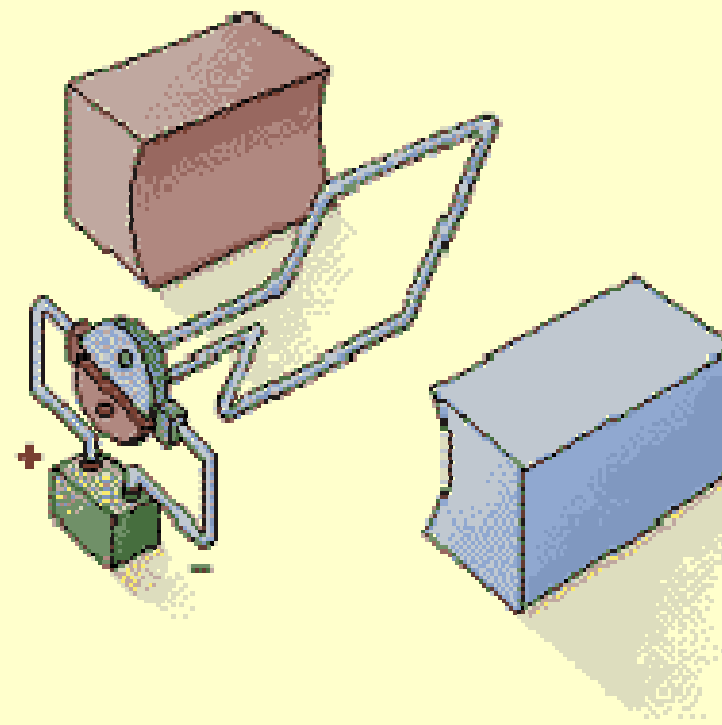
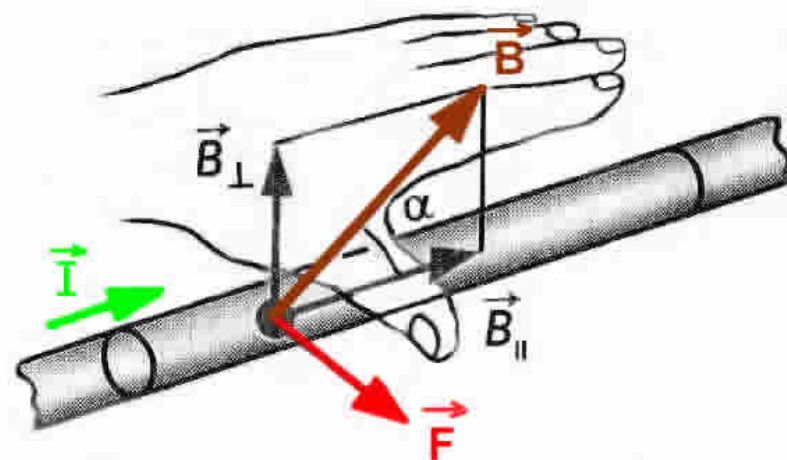
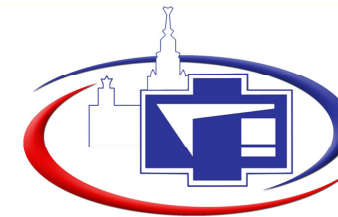


Эффект Джоуля	Эффект Фарадея	Эффект Маттиучи
Эффект Холла	Эффект Вилари	Эффект Керра
Магнитокалорический эффект	Эффект Гопкинсона	Эффект Барнетта
Эффект Эйнштейна-де-Гааза	Магнитоэлектрический эффект	Эффект Баркгаузена

Электродвигатель

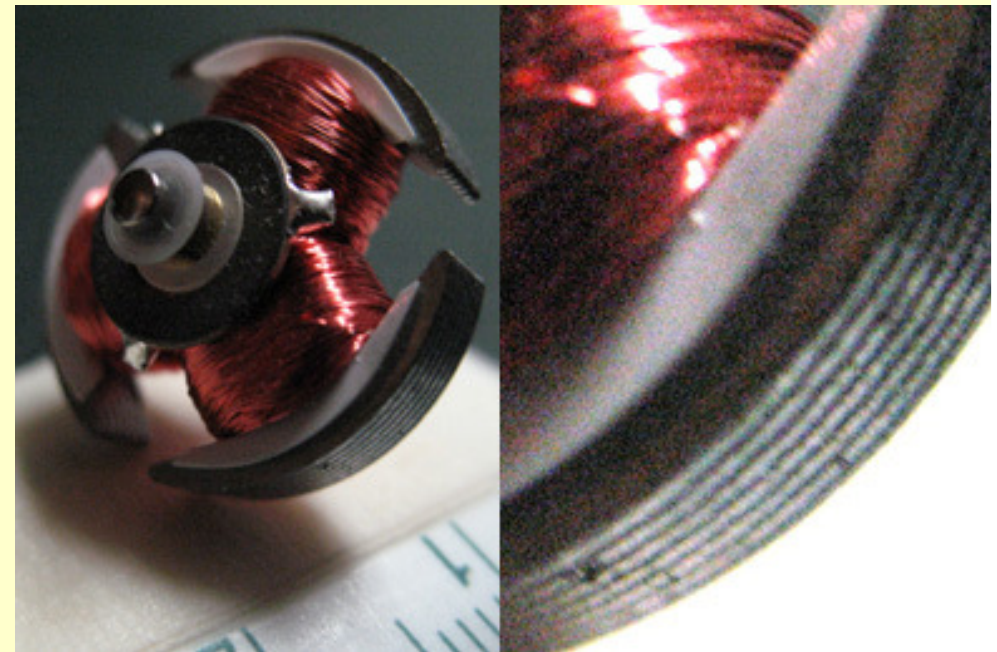
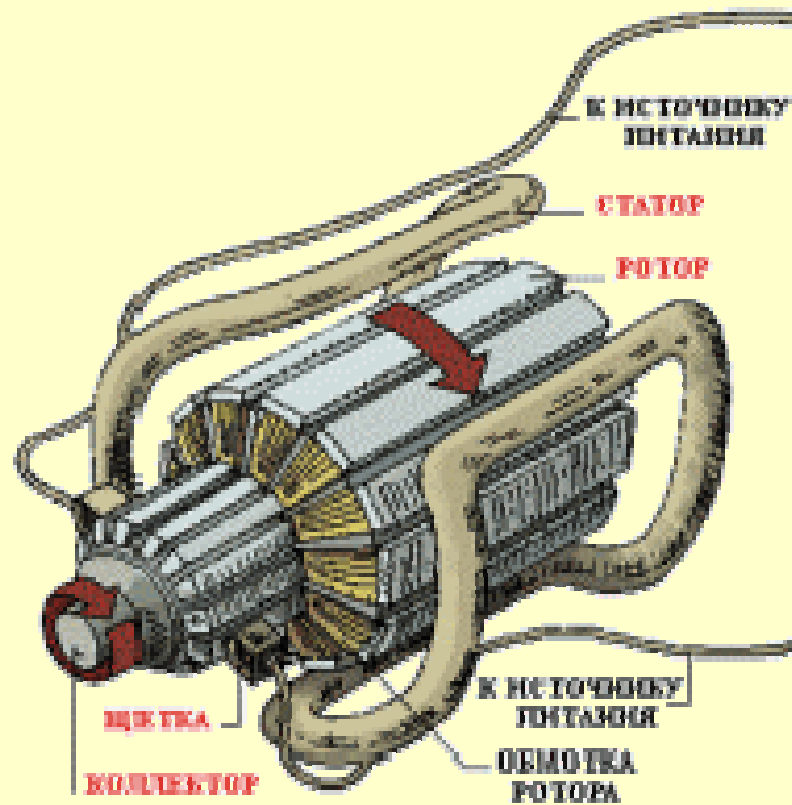


Электродвигатель

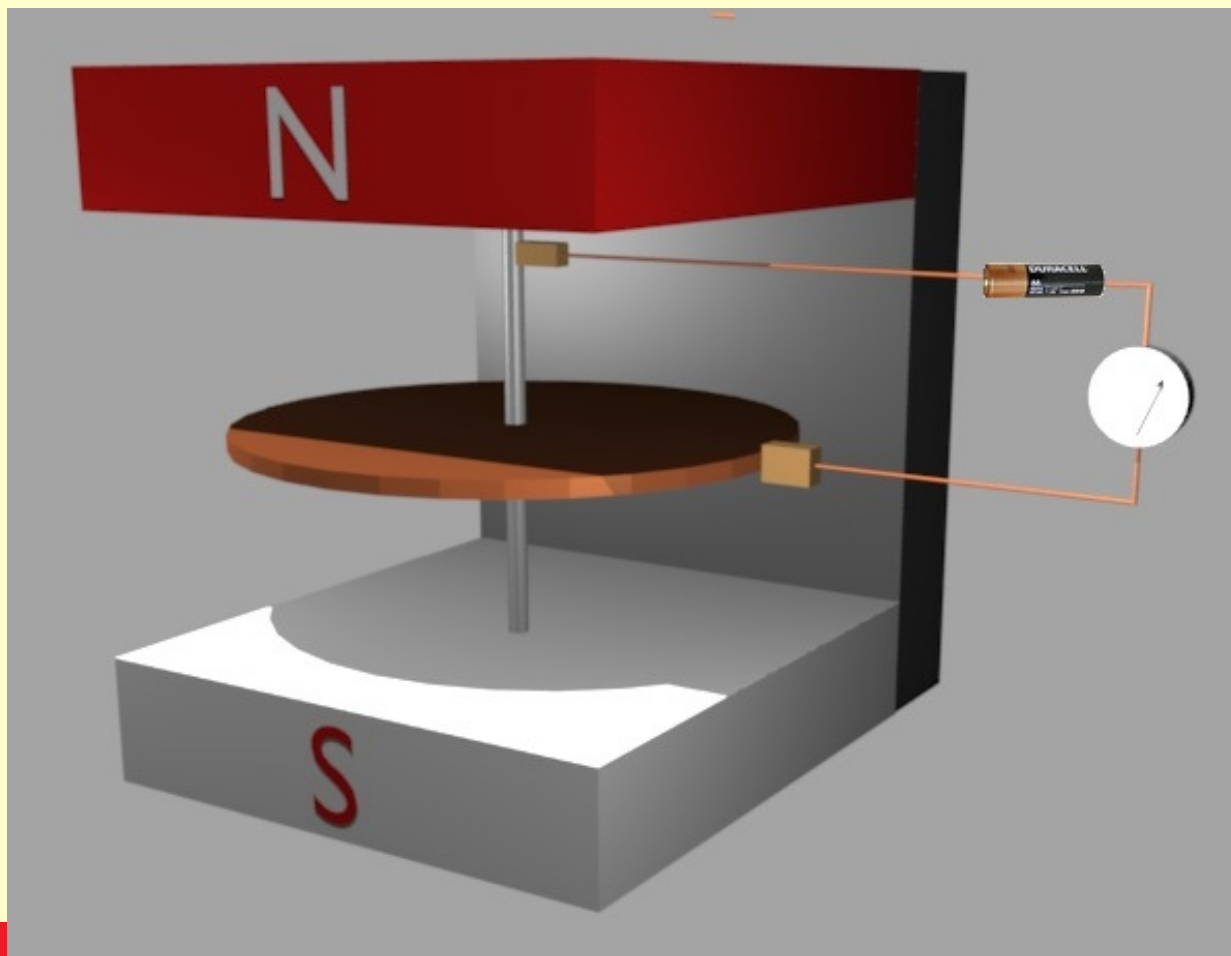




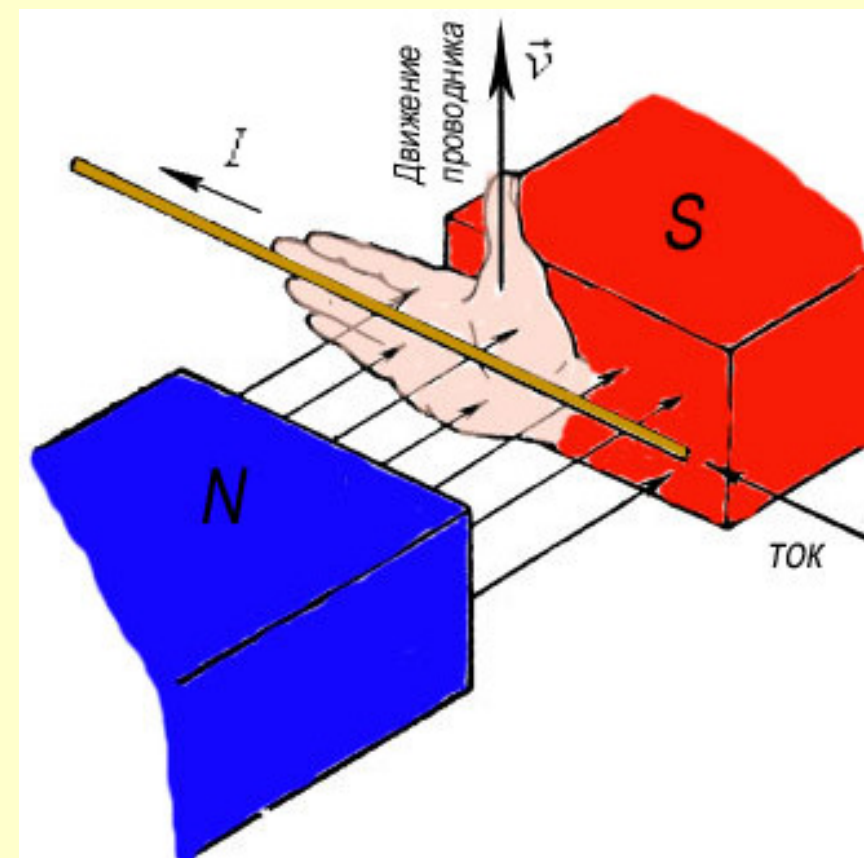
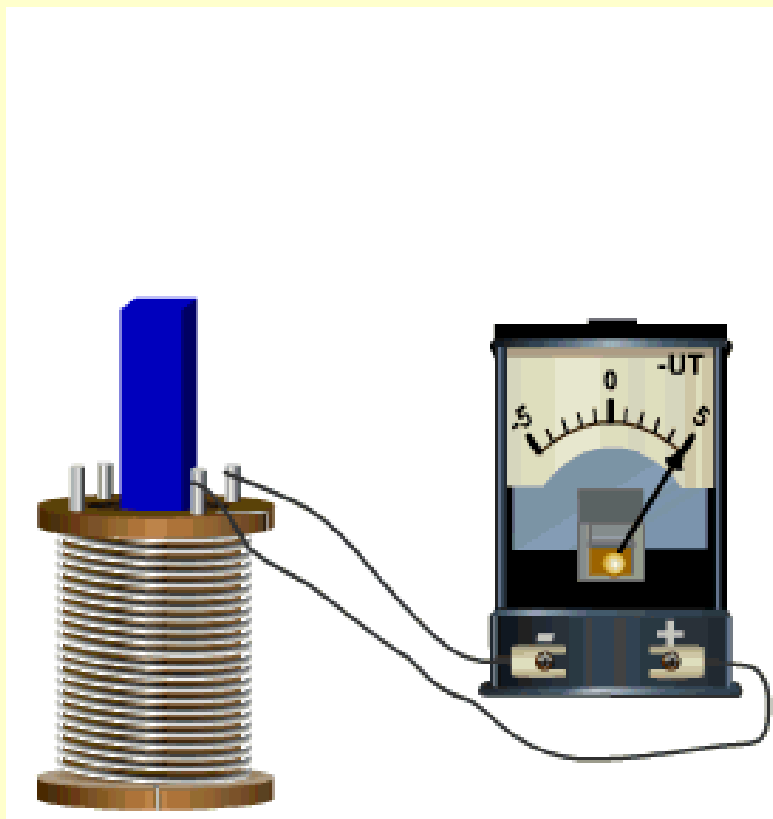
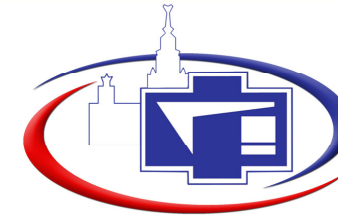
Электродвигатель



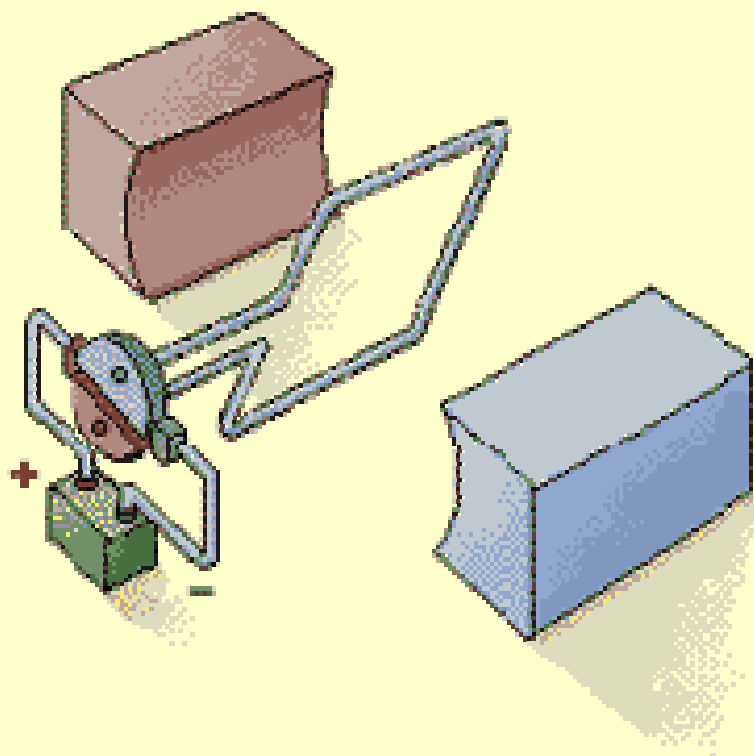
Электродвигатель



Электрогенератор



Электрогенератор





Магнитные материалы



Классификация

- Диамагнетики (инертные газы, кремний, фосфор, висмут, графит, цинк, медь, золото, серебро, азот, водород, вода, поваренная соль, органические соединения...)

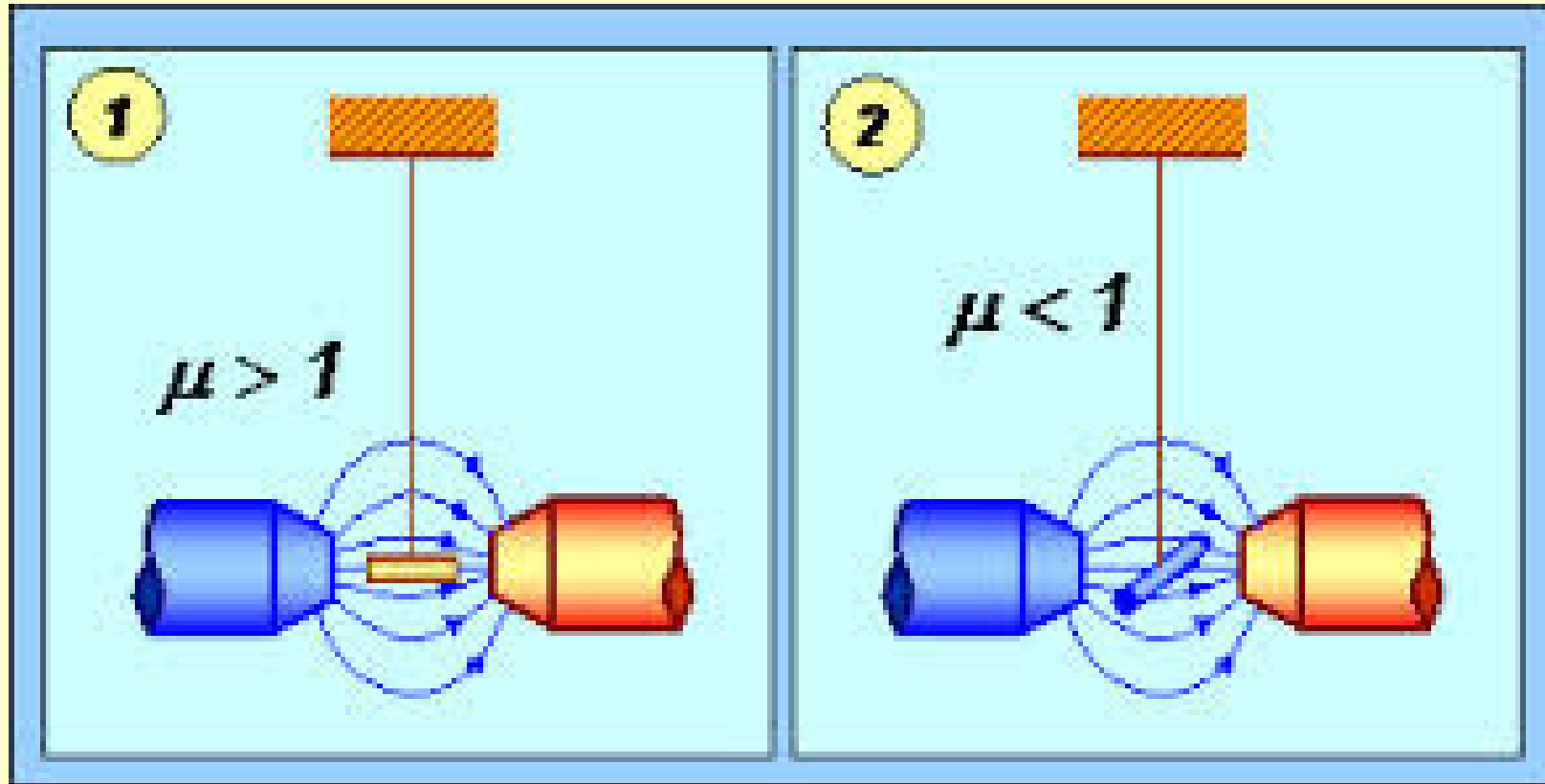


Классификация

- Диамагнетики (инертные газы, кремний, фосфор, висмут, графит, цинк, медь, золото, серебро, азот, водород, вода, поваренная соль, органические соединения...)
- Парамагнетики (кислород (газообразный и жидкий), вольфрам, цезий, алюминий, литий, магний, натрий, окись азота, хлорное железо...)

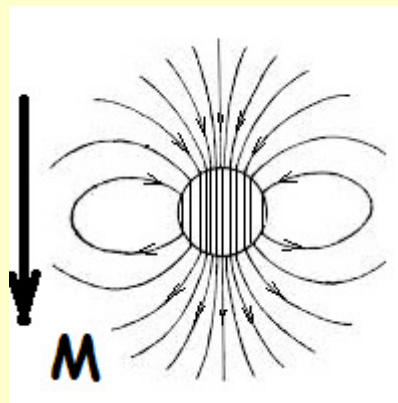
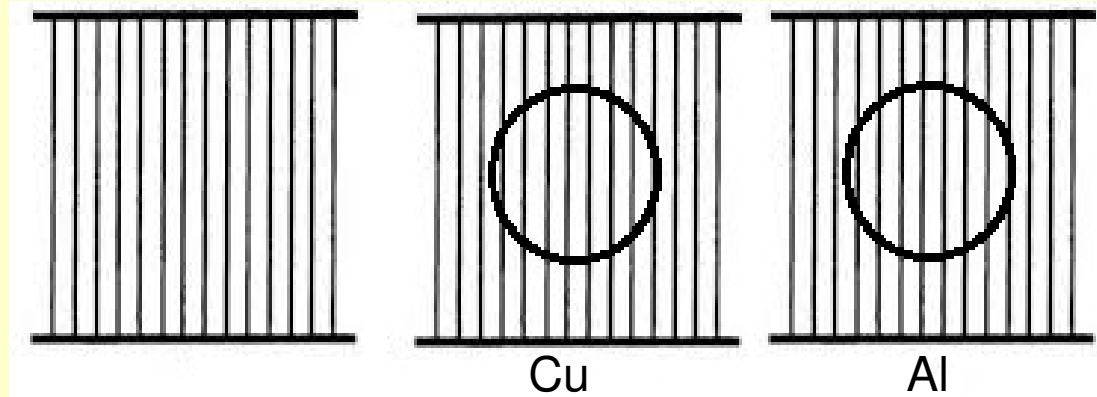


Диа- парамагнетики

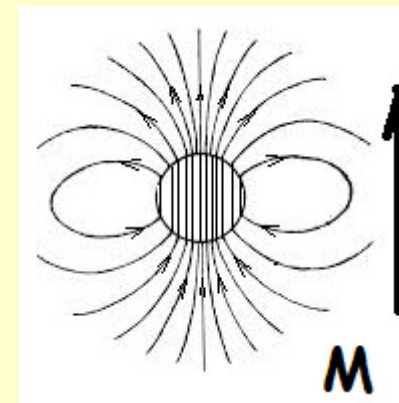
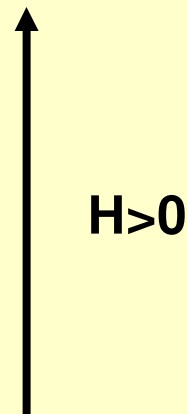




Диа- парамагнетики



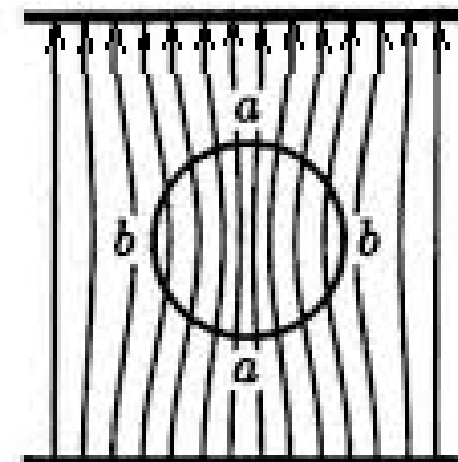
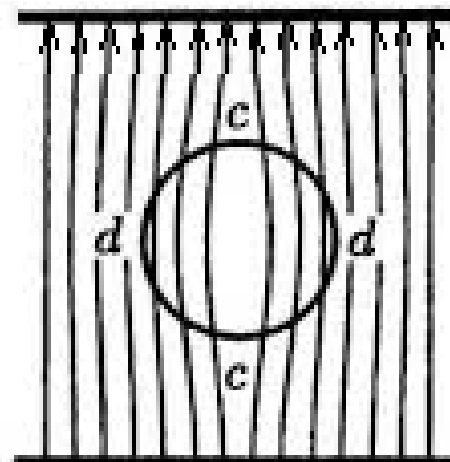
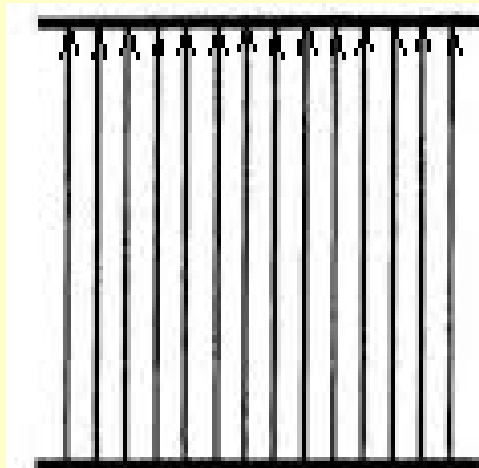
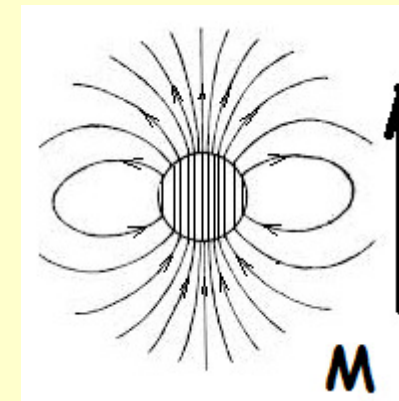
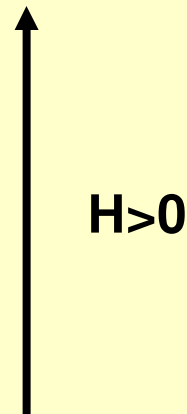
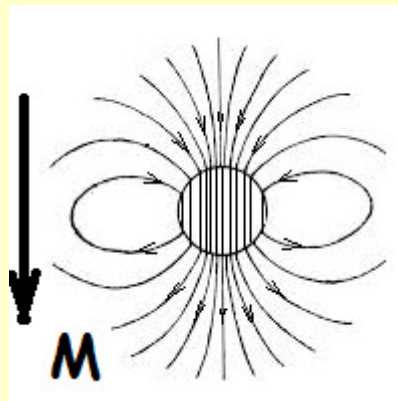
Cu



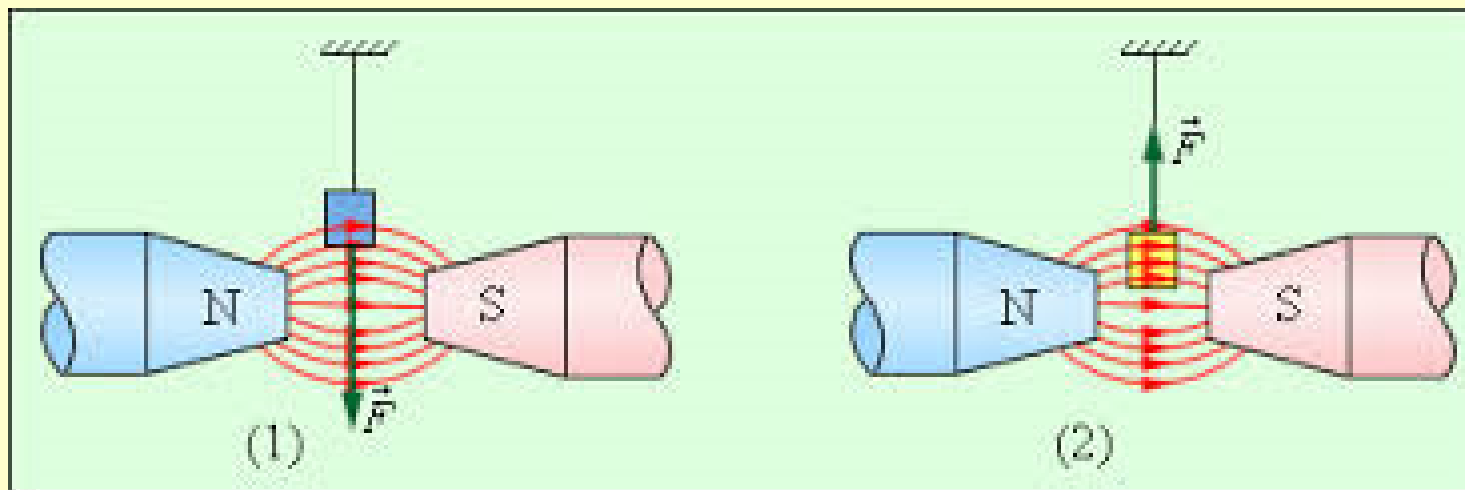
Al



Диа- парамагнетики

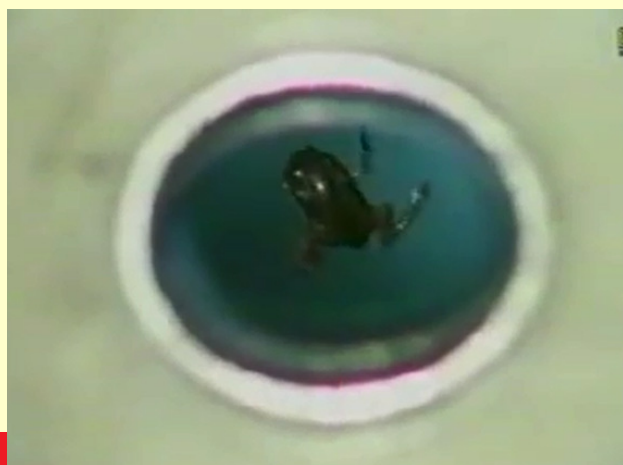
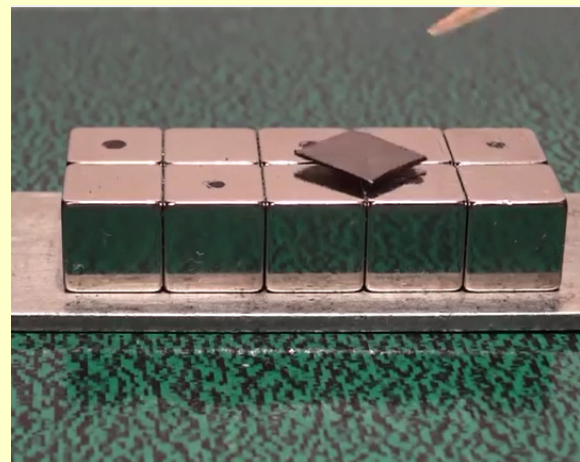


Диа- парамагнетики





Левитация диамагнетиков



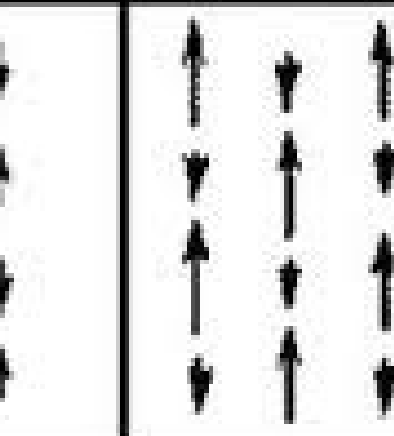


Классификация

- Диамагнетики (инертные газы, кремний, фосфор, висмут, графит, цинк, медь, золото, серебро, азот, водород, вода, поваренная соль, органические соединения...)
- Парамагнетики (кислород (газообразный и жидкий), вольфрам, цезий, алюминий, литий, магний, натрий, окись азота, хлорное железо...)
- Сильномагнитные (все остальные) материалы (Ферромагнетики, Антиферромагнетики, Ферримагнетики, Сперомагнетики, Асперомагнетики, Гелимагнетики, Спиновые стёкла, Миктомагнетики, Сперимагнетики...)

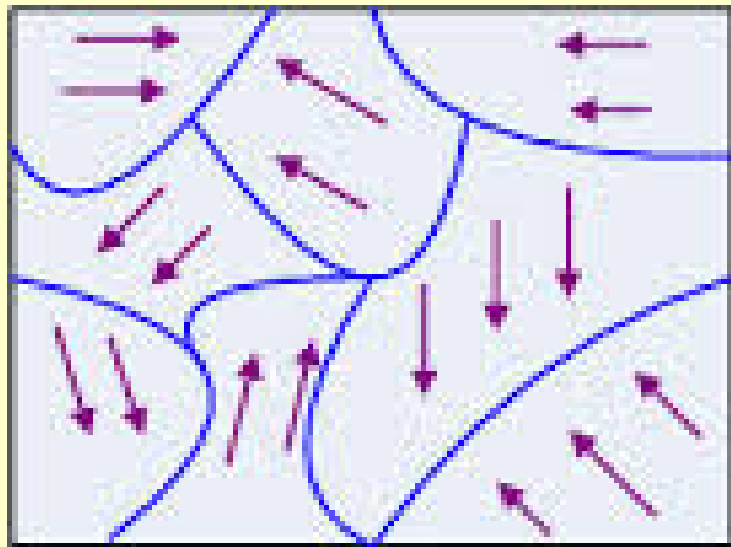


Сильные магнетики

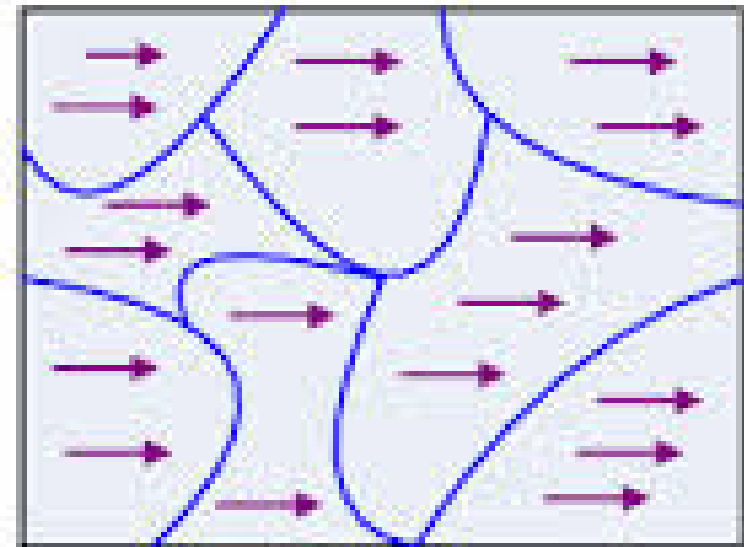
			
Парамагнетик	Ферромагнетик	Антиферромагнетик	Ферримагнетик



Ферромагнетики

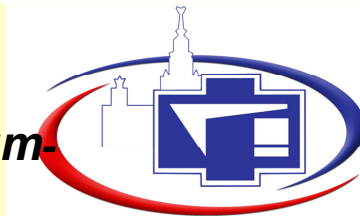


А)

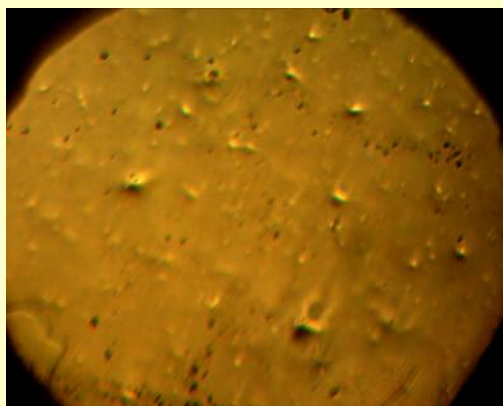
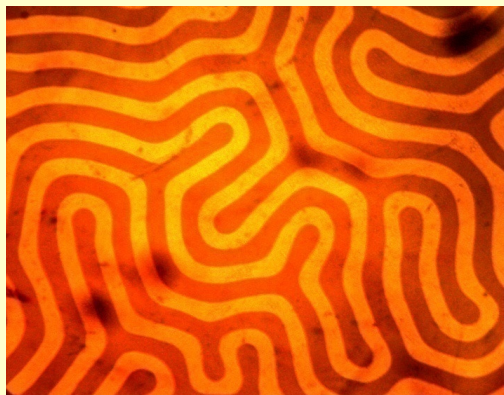


Б)

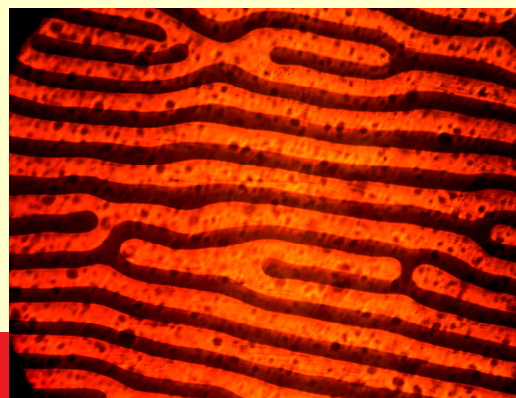
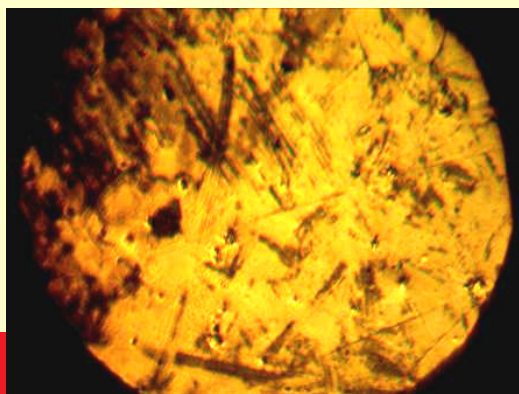
\vec{B}_0



Вид доменной структуры феррит-гранатовой пленки



Изображение поверхности исходной однослойной плёнки FeN (слева) и доменная структура ФГ пленки, находящейся в оптическом контакте с указанным образцом (справа).



Изображение поверхности однослойной FeN плёнки после ее обработки раствором 35% уксусной кислоты в магнитном поле $H = 50$ Э, параллельном плоскости образца, (справа) и доменная структура ФГ пленки, находящейся в оптическом контакте с указанным образцом (слева).



- Микромагнетизм
- Физика конденсированного состояния
- Информационные технологии
- Электроника
- Автомобильная, электротехническая и химическая промышленность
- Медицина



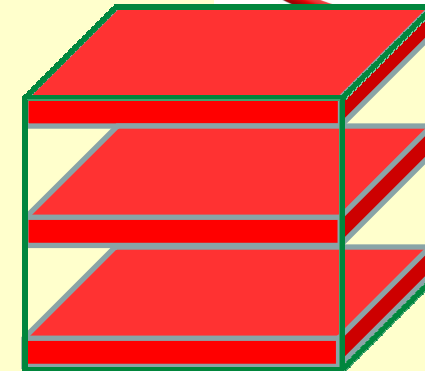
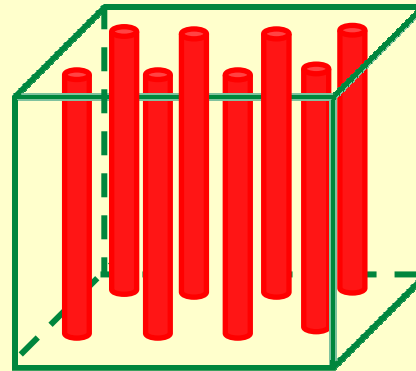
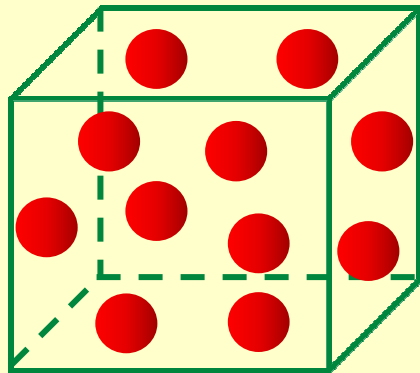
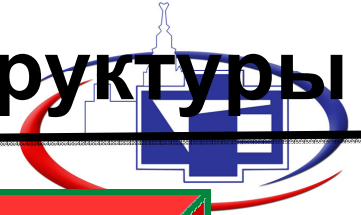
Классификация

- А еще есть

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

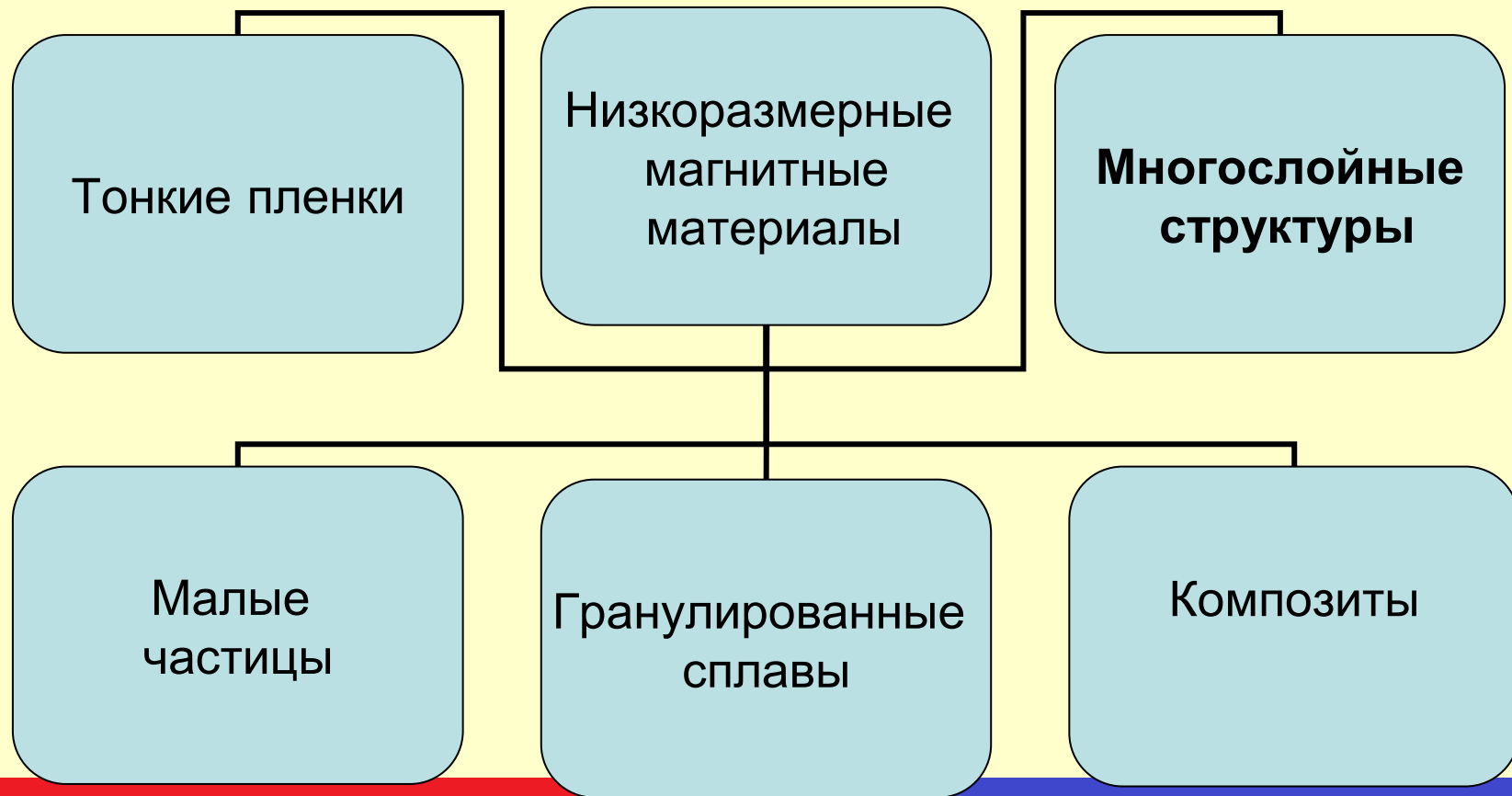
- ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ («УМНЫЕ»)

Композитные структуры



**Магнитные
материалы**

Немагнитные материалы:
проводящие электрический ток
непроводящие электрический ток



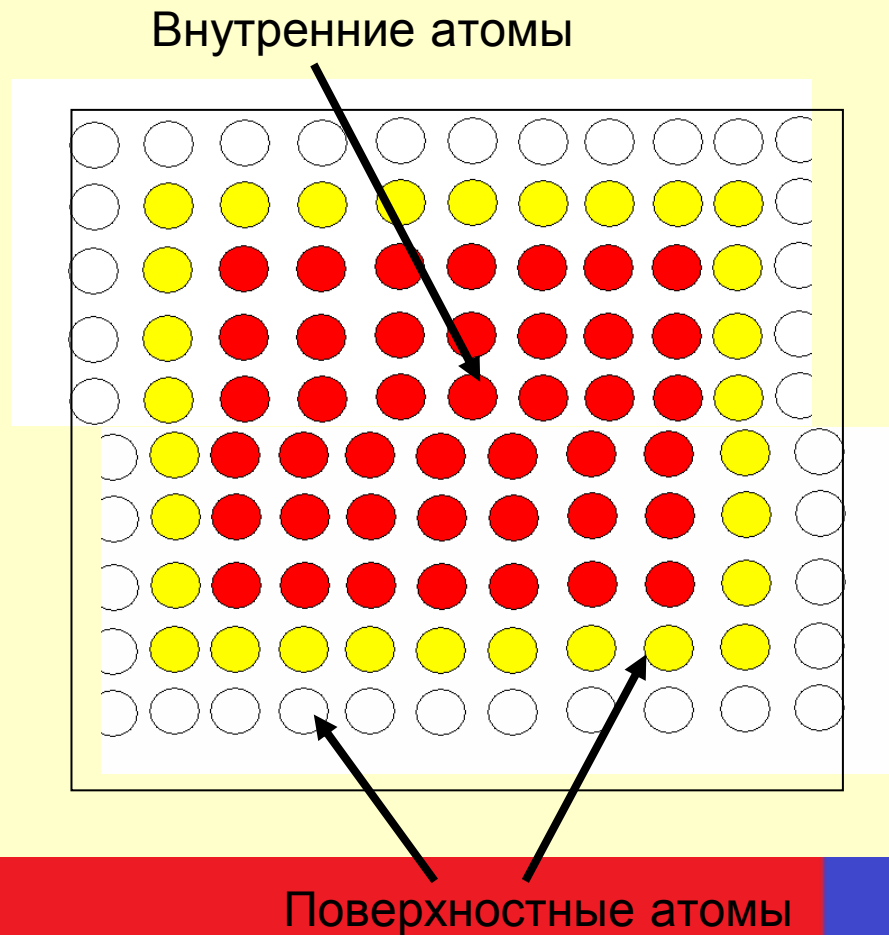


Классификация

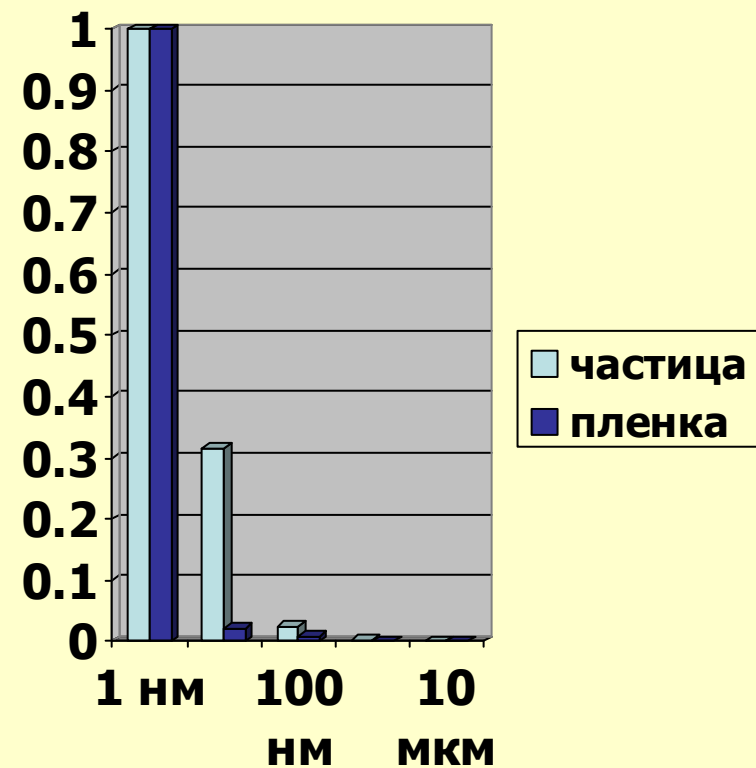
- Сплошной материал (>10 мкм)
- Многодоменные малые частицы (0.02-10 мкм)
- Однодоменные малые частицы (10-1000 нм)
- Суперпарамагнитные частицы (1-100 нм)
- Кластеры (<1 нм)
- Свойства системы
- Межчастичные взаимодействия
- Свойства одиночных частиц
- Влияние окружения частиц



Низкоразмерные системы



Относительная доля
поверхностных атомов

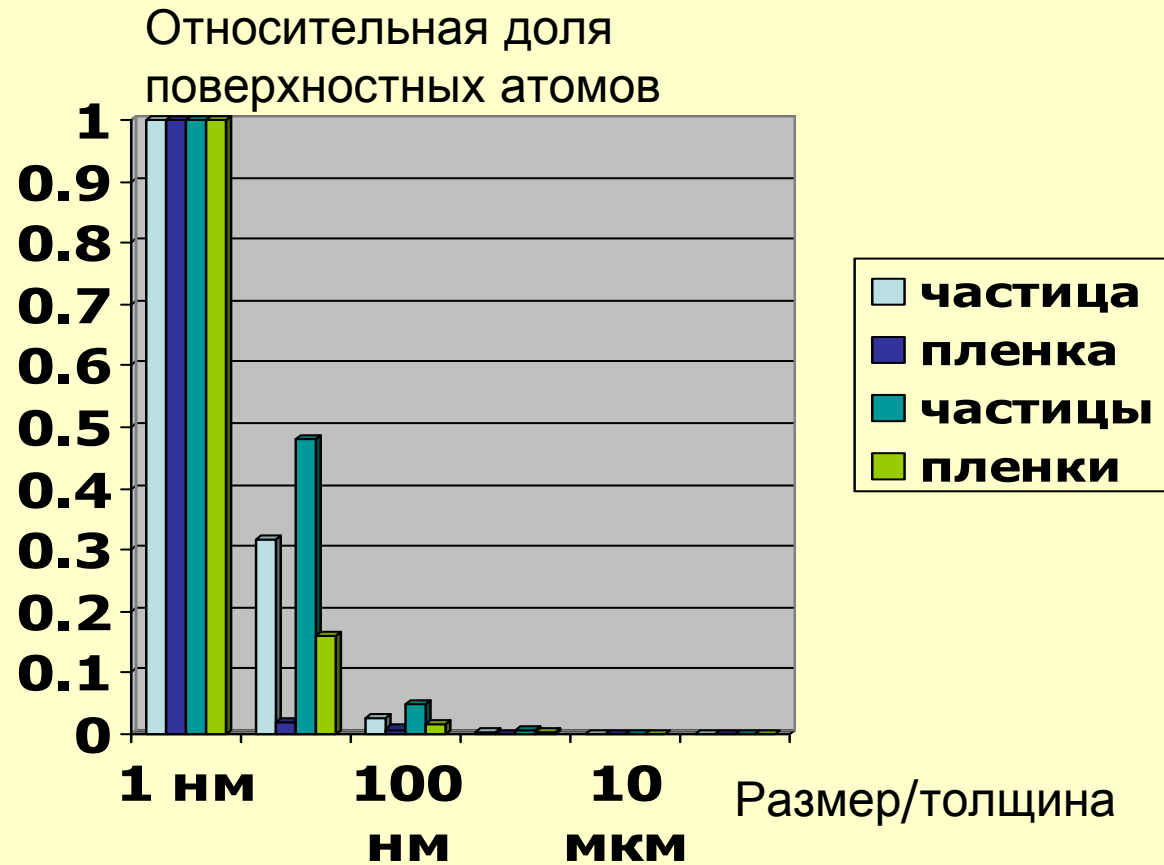
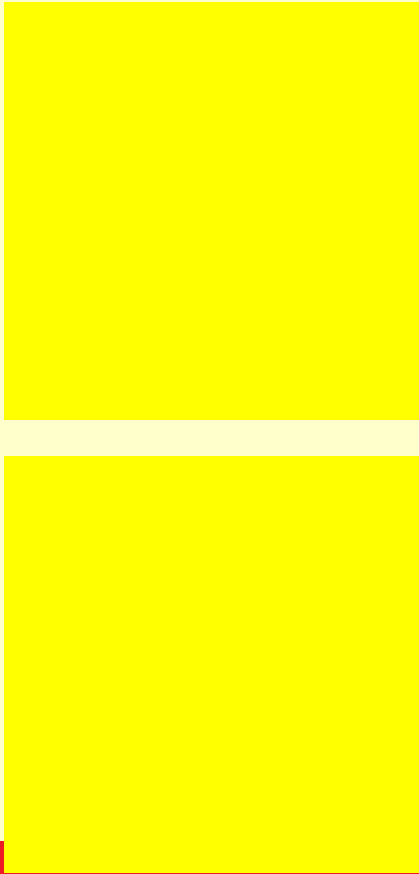


Размер/толщина

40



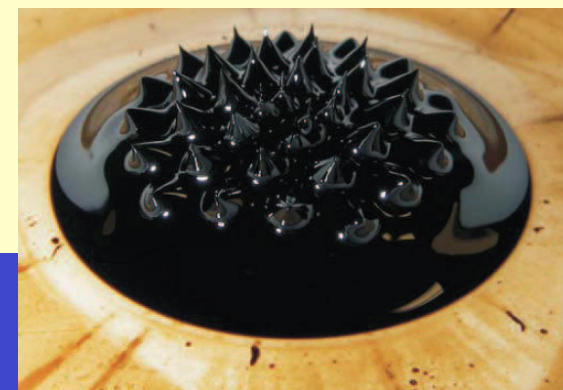
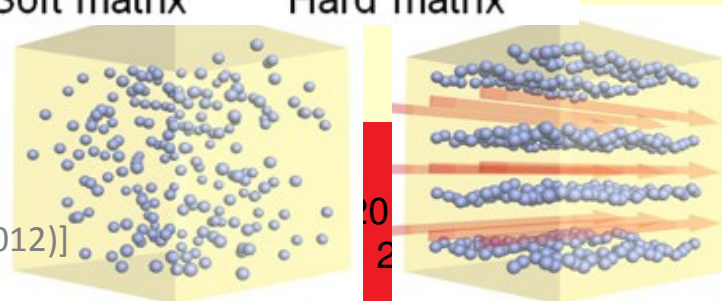
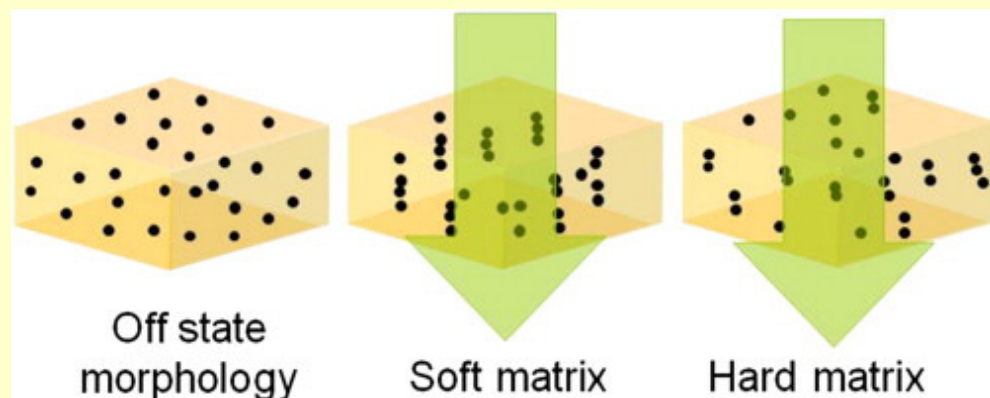
Низкоразмерные системы



Магнитореологические материалы

Функциональные материалы, состоящие из магнитных частиц, равномерно распределенных в жидкости, геле или эластомере.

Механические и реологические свойства таких материалов изменяются при взаимодействии магнитных частиц с внешним магнитным полем.

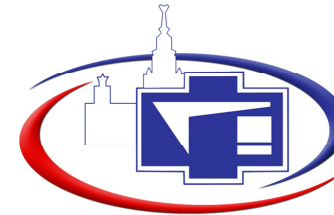


[An Haining et al, Polymer 53 (2012)]

КАФЕДРА

МАГНЕТИЗМА

Магнитные жидкости

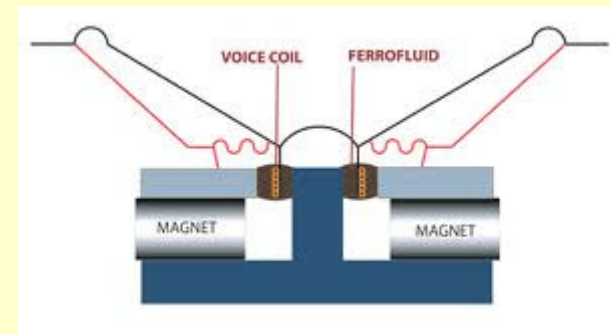


- Электронные приборы
- Точное машиностроение
- Материаловедение
- Оптика
- Искусство
- Медицина
- Тепловые конвертеры

Магнитные жидкости



- Электронные приборы
- Точное машиностроение
- Материаловедение
- Оптика
- Искусство
- Медицина

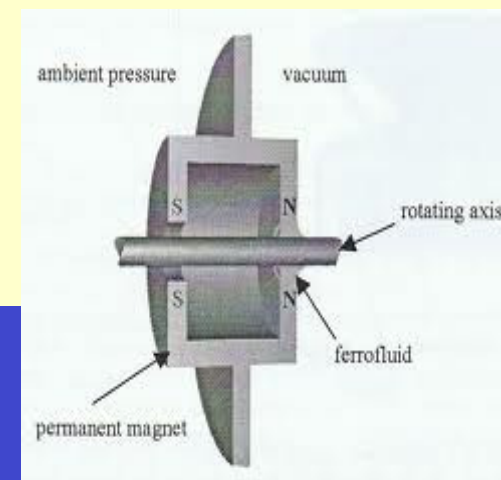
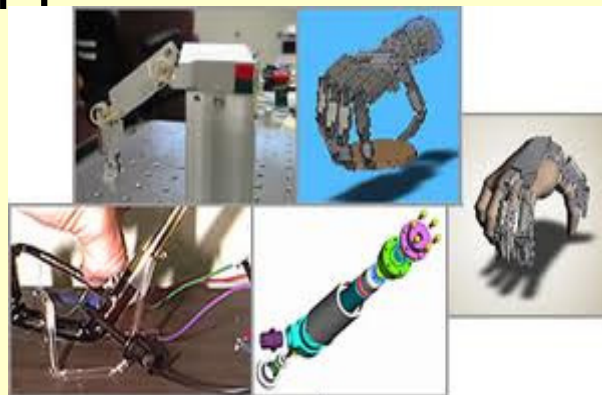


- Тепловые конвертеры

Магнитные жидкости

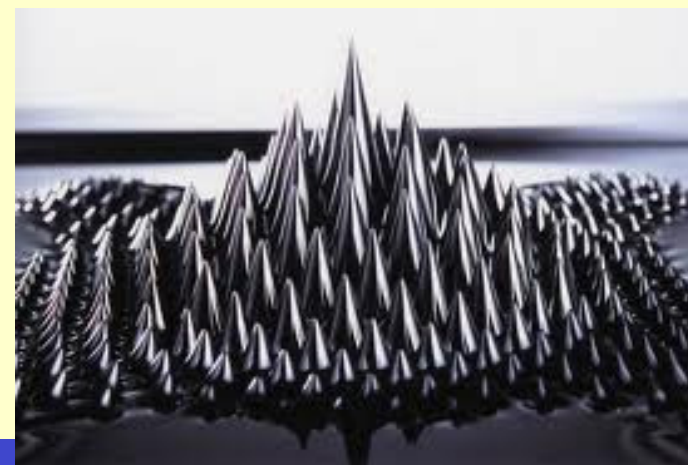
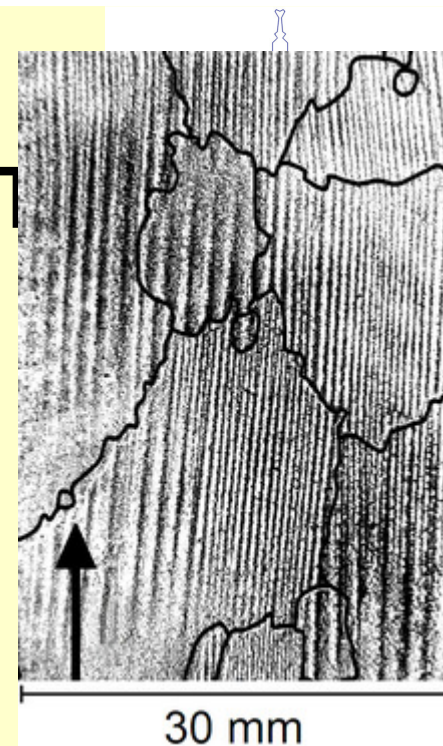


- Электронные приборы
- **Точное машиностроение**
- Материаловедение
- Оптика
- Искусство
- Медицина
- Тепловые конвертеры



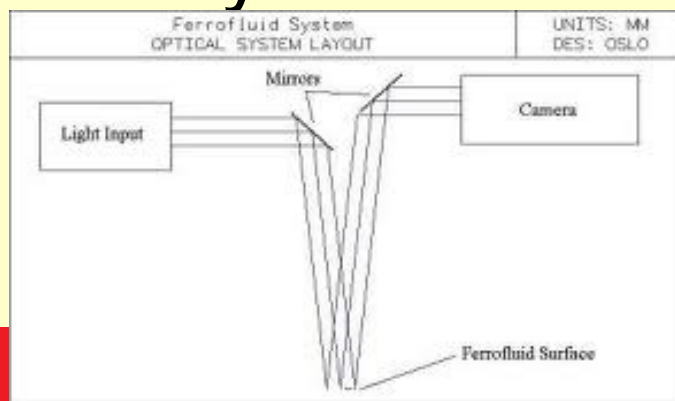
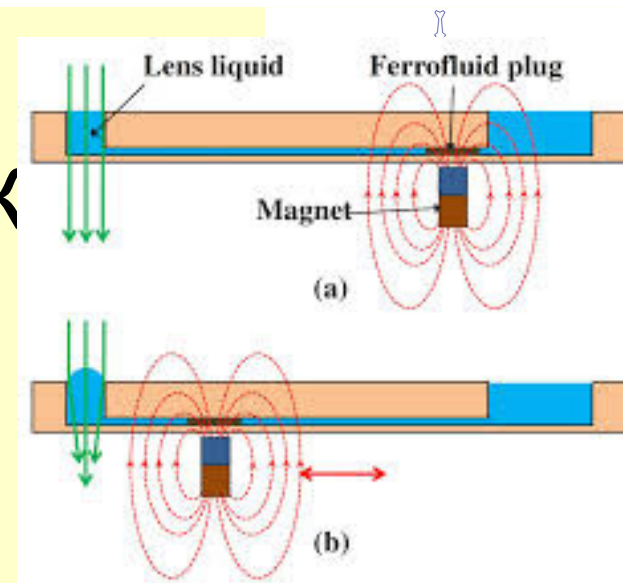
Магнитные жидкости

- Электронные приборы
- Точное машиностроение
- **Материаловедение**
- Оптика
- Ис
- Ме
- Те

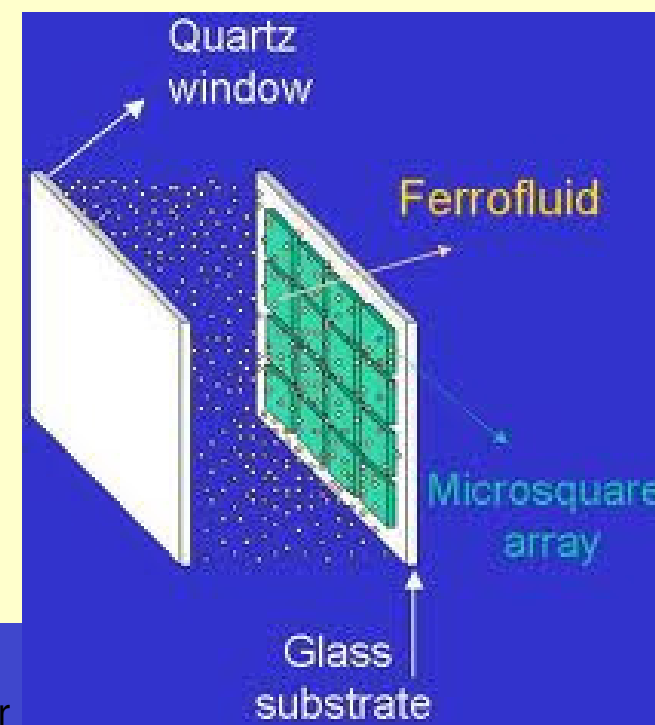


Магнитные жидкости

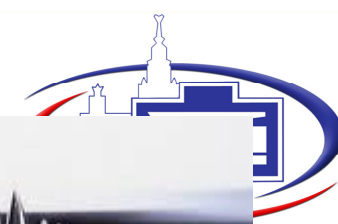
- Электронные приборы
- Точное машиностроение
- Материаловедение
- **Оптика**
- Искусство



зеркала

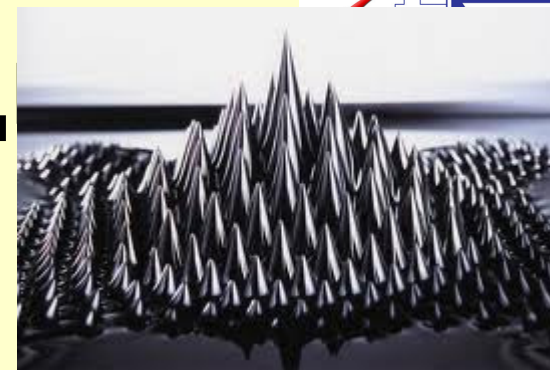


EastMag, 15 – 21 September
2013, Valdivistok Russia



Магнитные жид

- Электронные приборы
- Точное машиностроение
- Материаловедение
- Оптика
- **Искусство**



рте

g, 15 – 21 September
Valadivistok Russia

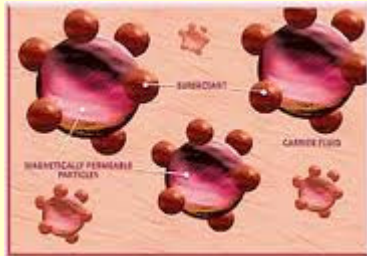
48

МАГНЕТИЗМА

КАС



Магнитные жидкости



ронные прибо
...ные машиностр
енис



- Медицина
- Тепловые конвертеры



Спасибо за внимание!