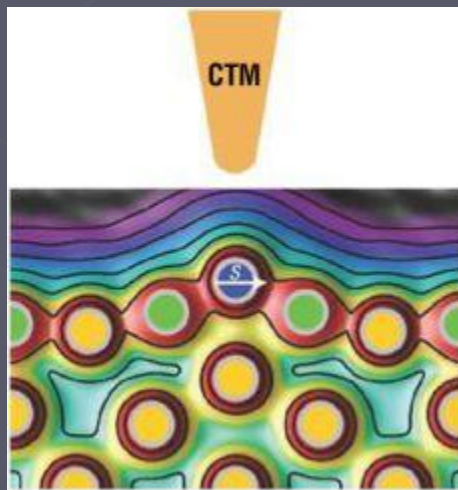


# Наночастицы металлов.

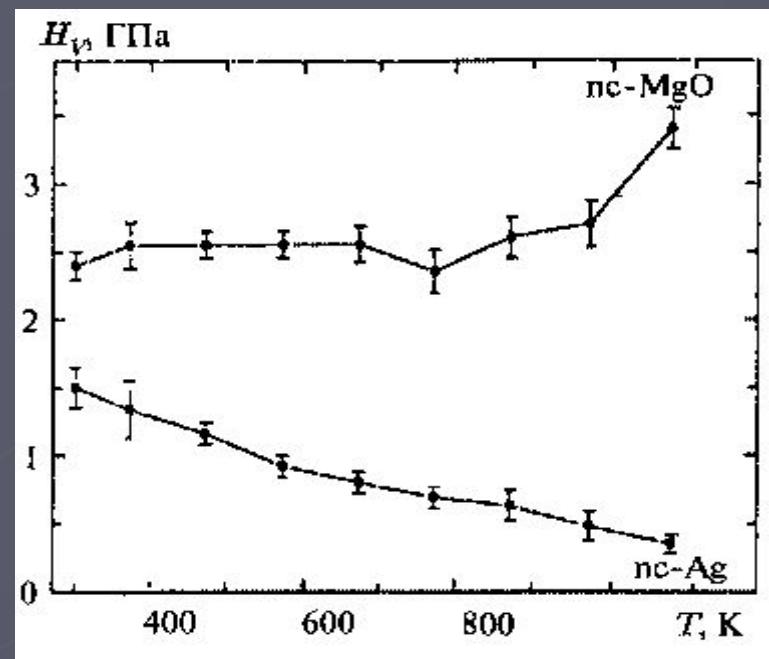
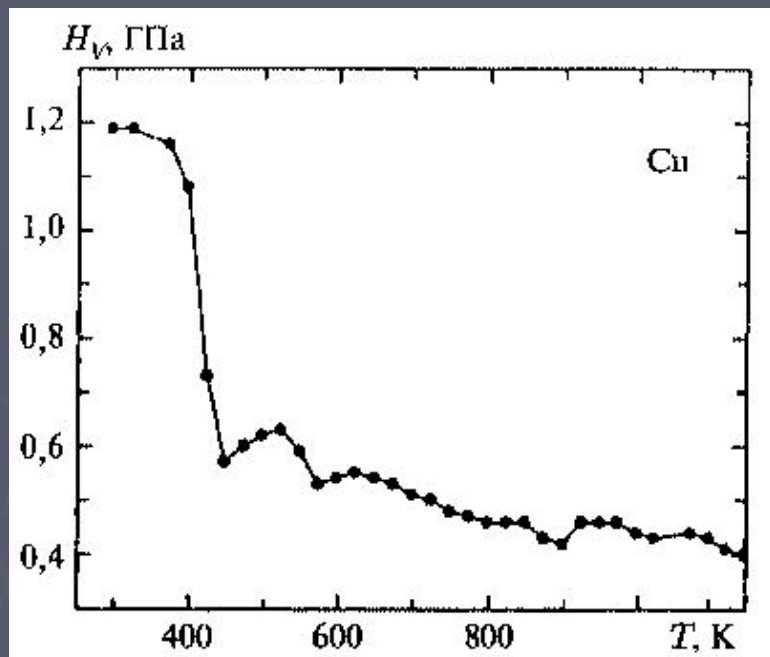
## Часть 2.



# Тема доклада.

1. Магнитные свойства металлических НЧ.
2. Явления суперпарамагнетизма, гигантского магнетосопротивления (ГМС).
3. Механические и другие свойства металлических НЧ.
4. Применение НЧ металлов.

# Механические свойства нанокластеров и наноструктур.

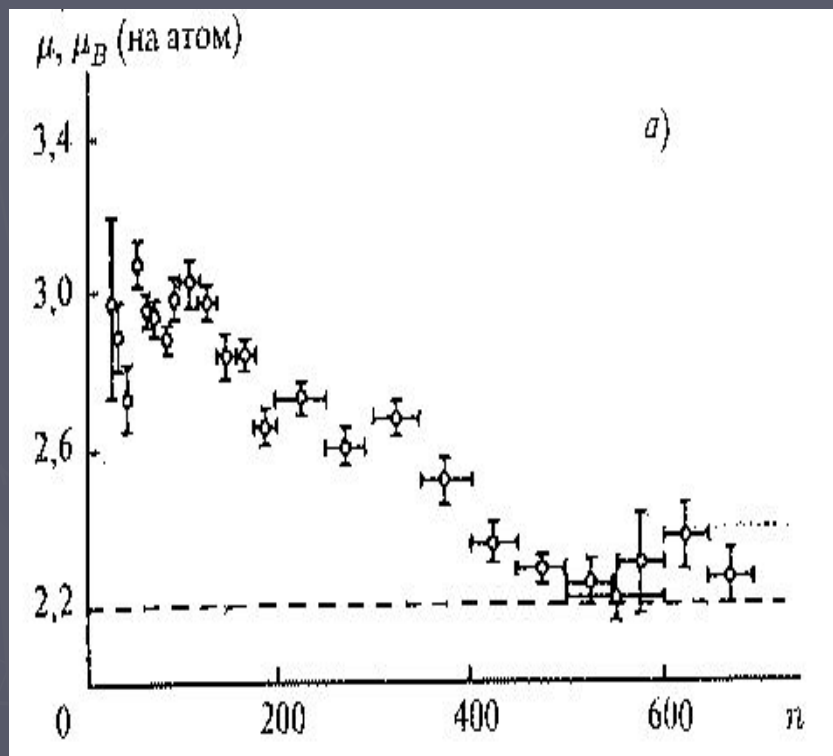


Среди механических свойств нанокластеров и наноструктур необходимо отметить **высокую твердость** и **высокую пластичность**.

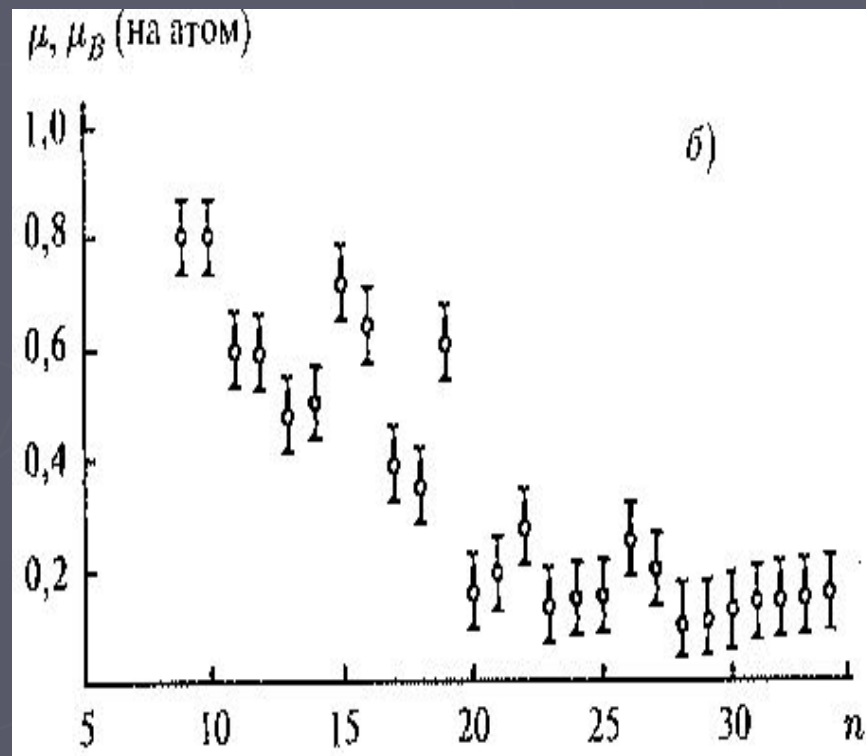
# Магнитные свойства нанокластеров.

- ▶ - суперпарамагнетизм (проявляется при размерах кластеров 1-10 нм),
- ▶ - магнитная однодоменность нанокластеров и наноструктур вплоть до 20 нм,
- ▶ - процессы намагничивания (чувствительны не только к характеру магнитного упорядочения кластера, но и к его форме, размеру)
- ▶ - магнитной анизотропии,
- ▶ - эффекты магнитного квантового тунелирования, при которых намагниченность меняется скачками
- ▶ - эффекты гигантского магнетосопротивления
- ▶ - магнитные фазовые переходы первого рода

# Магнитные моменты кластеров.

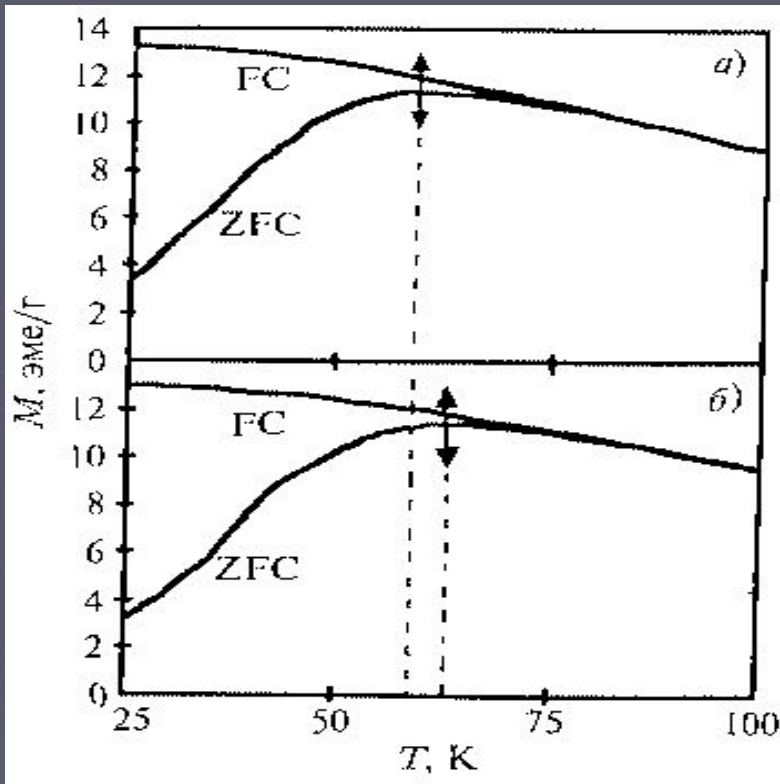


Кластеры  $Fe_N$



Кластеры  $Rh_N$

# Суперпарамагнетизм.



Явление, когда суммарный магнитный момент кластера меняет свое направление под действием тепловых флуктуаций.

Суммарный магнитный момент кластера может в десятки и сотни раз превосходить магнитные моменты отдельных атомов.

Температурные зависимости охлаждаемого суперпарамагнетика-раствор НС Со в пиридине(верхний) и на поверхности графита(нижнее).

# Намагниченность наноструктур.

Процесс намагничивания характеризуется 2 главными величинами:

коэрцитивная сила и остаточная намагниченность.

2 типа материалов:

- **Магнитомягкие материалы**, обл. малая или нулевая коэрцитивная сила и остаточная намагниченность. Применение – все быстрые процессы перемагничивания, пр. считывающие и запоминающие устройства для хранения информации.
- **Магнитожесткие материалы**, обл. большая коэрцитивная сила и остаточная намагниченность. Применение – постоянные магниты, необходимые для работы электрических и магнитных устройств.

# Магнитные жидкости.



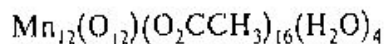
Кадры видеозаписи ферромагнитной жидкости под действием изменяющегося магнитного поля.

Ферромагнитная жидкость способна принимать определенную форму под действием электромагнитного поля.

**Алмаз Загидуллин. Казанский клуб**



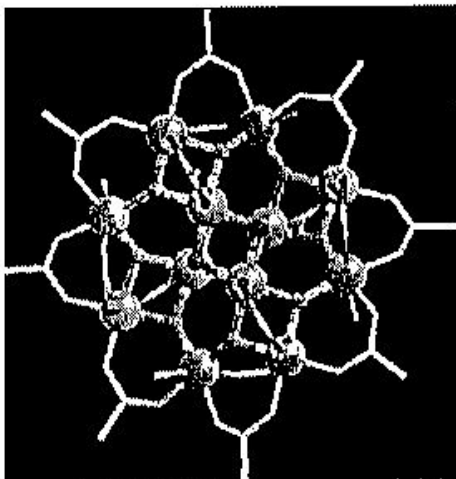
# Квантовое магнитное туннелирование.



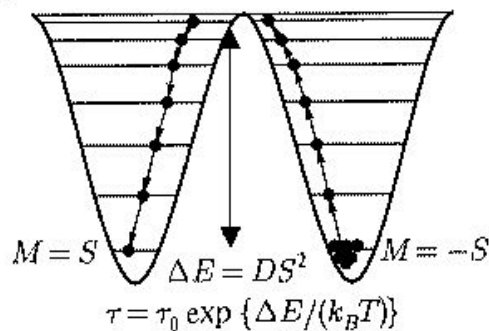
8 Mn(III),  $S = 2$

4 Mn(IV),  $S = 3/2$

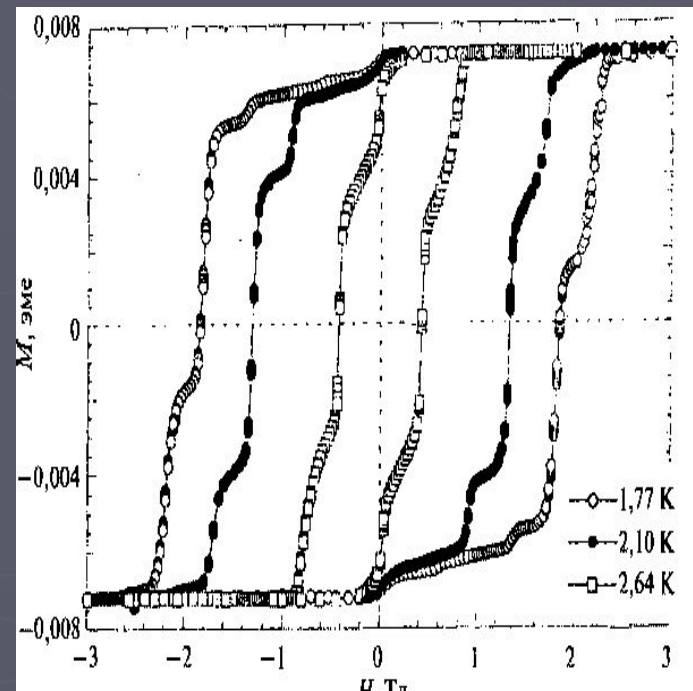
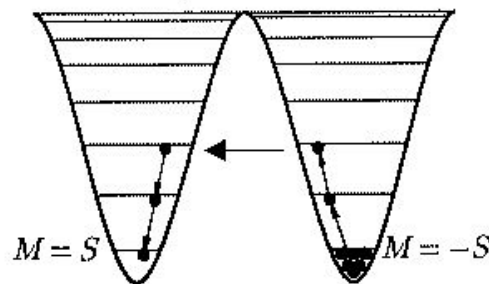
$$S = 8 \times 2 - 4 \times 3/2 = 10$$



термически активационный механизм



квантовый туннельный механизм

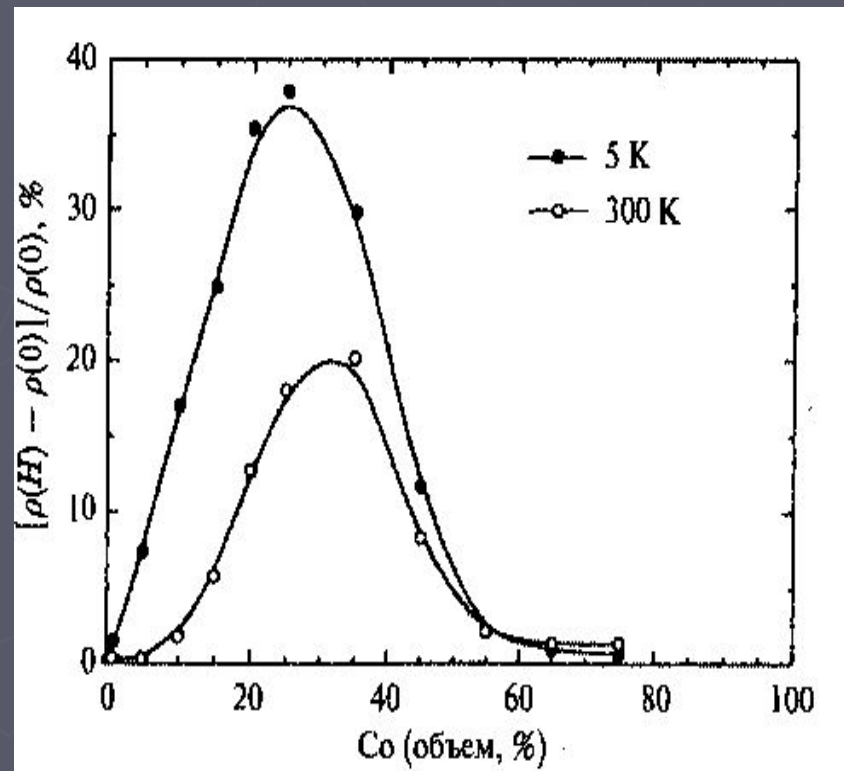


Кривые намагниченности кластера  $\text{Mn}_{12}$ .

Строение молекулярного кластера и потенциальные ямы для электрона в случае термоактивированных и туннельных переходов.

# Гигантское магнетосопротивление.

Эффект ГМС состоит в значительном уменьшении сопротивления наноматериала при действии магнитного поля (до 1000%), в то время как магнетосопротивление массивных образцов изменяется незначительно (до 10%).



**Спасибо за внимание!**

**Алмаз Загидуллин. Казанский клуб**