

# Аналогии физических свойств сегнетоэлектрических и ферромагнитных кристаллов



Выполнил:

Горохов А.Э.

Научный руководитель:

Доц. Кондратюк А.Д.

# Цели

---

- Изучение особенностей физических свойств сегнетоэлектриков и ферромагнетиков.
- Проведение аналогии сегнетоэлектрических и ферромагнитных свойств кристаллов.

# Задачи

---

- Используя изученную литературу рассмотреть и провести анализ физических свойств сегнетоэлектрических и ферромагнитных кристаллов.
- Выявить особенности и аналогии.
- Обосновать применение сегнетоэлектриков и ферромагнетиков в демонстрационном эксперименте.

# Ферромагнетики и сегнетоэлектрики

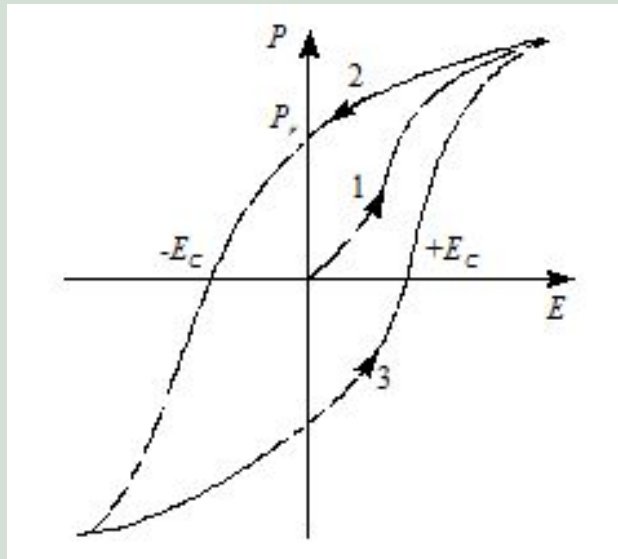
---

Ферромагнетик - такое вещество, которое (при температуре ниже точки Кюри) способно обладать намагниченностью в отсутствие внешнего магнитного поля.

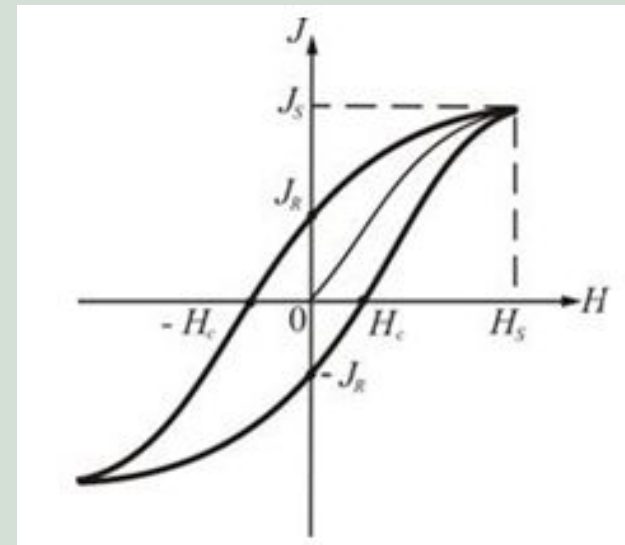
Сегнетоэлектрики - вещества, которые (при температуре ниже точки Кюри) обладают остаточной спонтанной поляризацией.

# Явление гистерезиса

Сегнетоэлектрики

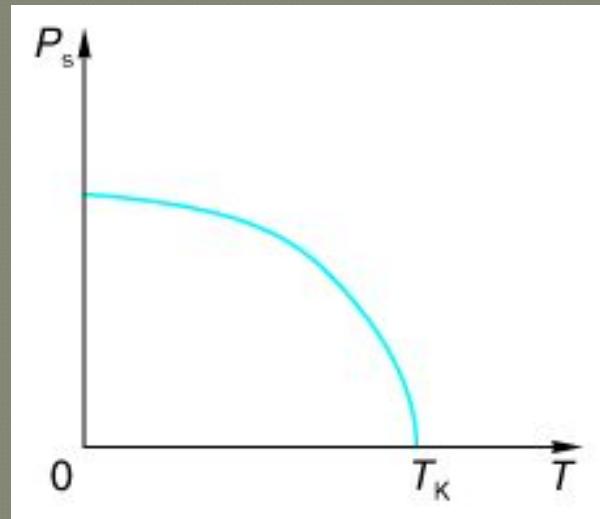


Ферромагнетики



# Фазовые переходы (Точка Кюри)

Фазовые переходы - переходы вещества из одной фазы в другую, происходящие при изменении температуры, давления или под действием каких-либо других внешних факторов (например, магнитных или электрических полей)



# Доменная структура сегнетоэлектриков

Особые свойства сегнетоэлектриков обусловлены тем, что в ограниченном интервале температур они состоят из множества микроскопических областей - **доменов**, которые самопроизвольно поляризованы до насыщения.

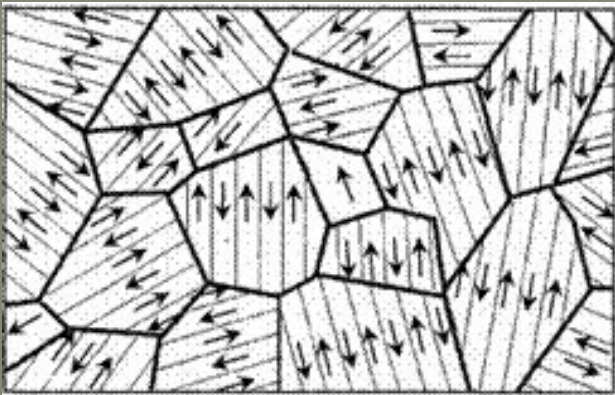


Рис. 1



Рис. 2

# Доменная структура ферромагнетиков

Макроскопический образец ферромагнетика разбивается на множество областей, называемых доменами, каждый из которых намагничен до насыщения.

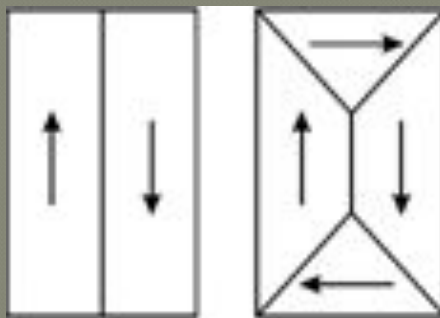


Рис. 3 Ферромагнитный образец с нулевой результирующей намагниченностью

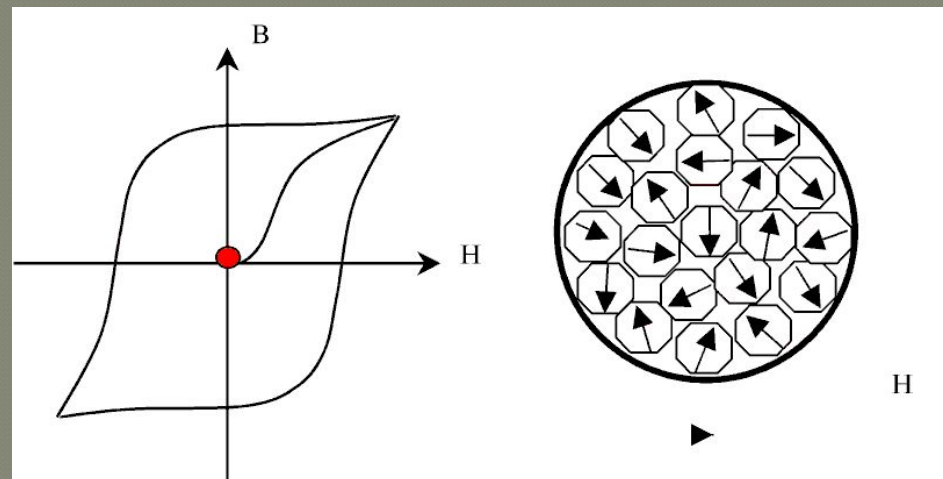


Рис. 4



# Доменная структура ферромагнетиков

Действие поля на домены на разных стадиях процесса намагничивания оказывается различным.

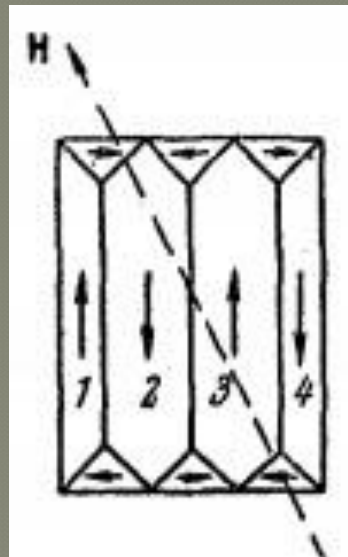


Рис. 5

# Процесс поляризации

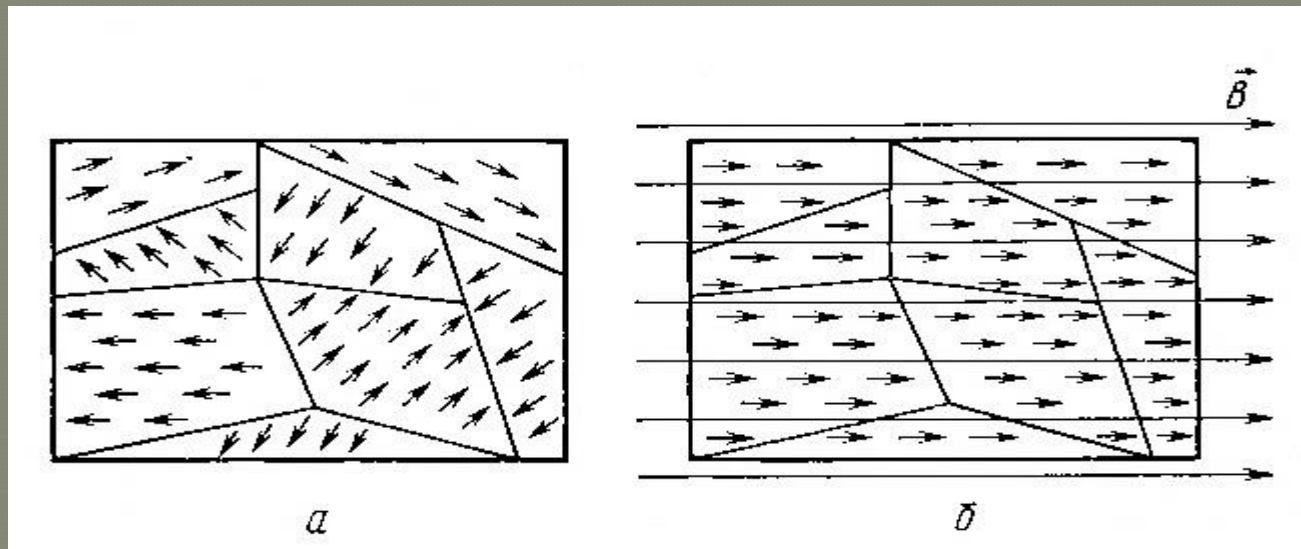
---

Диэлектрик, помещенный во внешнее электрическое поле, *поляризуется* под действием этого поля. Поляризацией диэлектрика называется процесс приобретения им отличного от нуля макроскопического дипольного момента.

$$\mathbf{P} = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i$$

# Процесс намагничивания

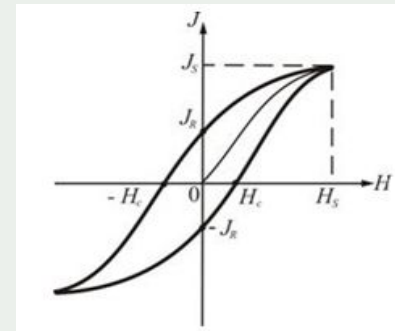
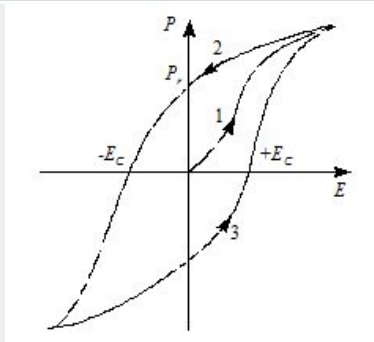
Намагничивание - совокупность процессов, происходящих в магнитных материалах под действием магнитного поля  $H$  и приводящих к росту намагниченности  $M$  (или магнитной индукции  $B$ ) материала.



# Сводная таблица аналогии физических свойств

Сегнетоэлектрики	Ферромагнетики
------------------	----------------

Явление гистерезиса



Точка Кюри

Доменная структура

Процесс поляризации

Процесс намагничивания

Макроскопические характеристики, связь между ними

$$\vec{P} = n\vec{p}_i \quad \vec{P} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\sum P_i}{\Delta V}$$

$$\vec{J} = n\vec{p}_m \quad \vec{J} = \lim_{\Delta V} \frac{\sum P_m}{\Delta V}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}_i \quad \vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E}_i \quad \vec{P} = \epsilon \vec{E}$$

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{J} \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu \epsilon_0} \quad \vec{J} = z \vec{H}$$

$$\epsilon = 1 + \alpha e$$

$$\mu = 1 + \chi$$

# Применение сегнетоэлектриков и ферромагнетиков

---

## Сегнетоэлектрики:

- 1) Конденсаторы
- 2) Усилители
- 3) Счетно-вычислительная техника
- 4) Лазерное излучение

## Ферромагнетики:

- 1) Электротехническое машиностроение
- 2) Аппаратура связи

# Опыт 1

## Гистерезис ферромагнетика

Получение на экране электронного осциллографа основной кривой намагничивания и петли гистерезиса (рис.6) производится с помощью установки изображенной на рисунке 7.

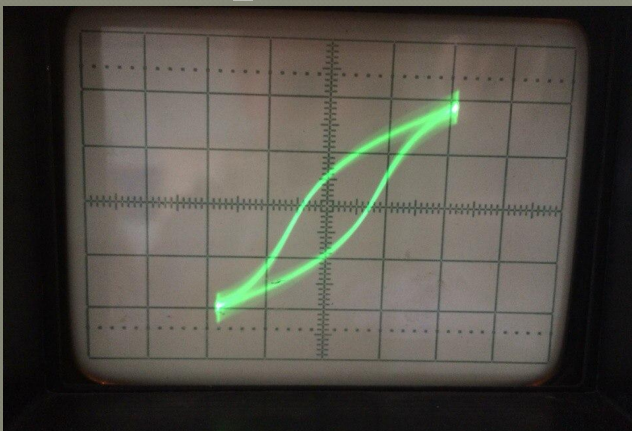


Рис. 6



Рис. 7

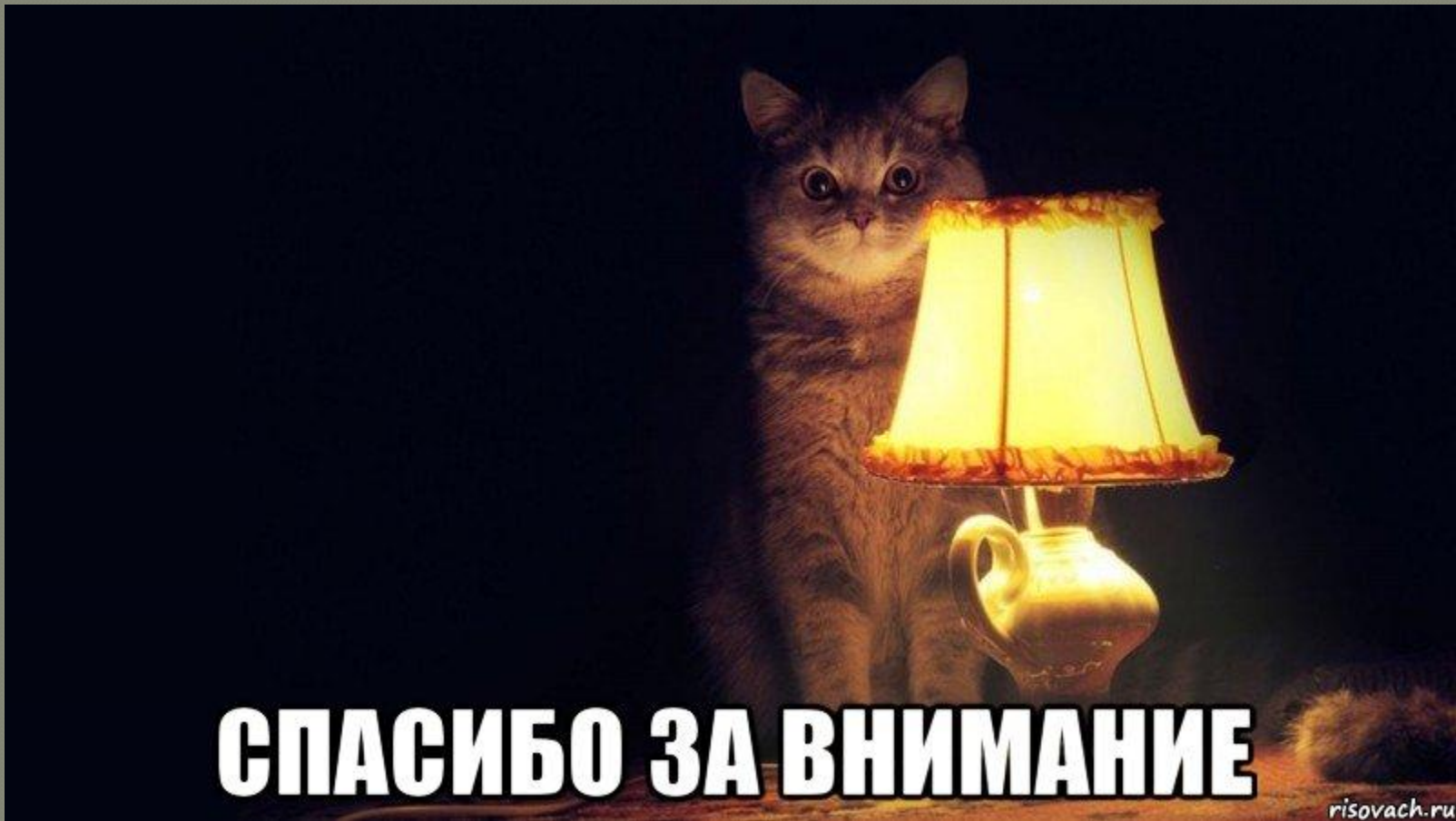
# Опыт 2

## Точка Кюри

---

К одному из полюсов магнита прикладываем скрепку так, чтобы большая часть скрепки была направлена в сторону от магнита.

Если теперь нагреть скрепку, то через некоторое время температура скрепки достигнет точки Кюри и скрепка отпадёт от магнита.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**