

УДК 372.853

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ

**О РАЗНОВИДНОСТЯХ ДОМЕНОВ, ИЗУЧАЕМЫХ
В ВУЗОВСКИХ КУРСАХ ФИЗИКИ**

В учебной программе по дисциплине «Физика» для специальности «Математика и информатика» предусмотрено, в частности, изучение тем «Сегнетоэлектрики» и «Ферромагнетики». В силу того, что сроки изучения материала (и подготовки к экзамену) довольно ограничены, представляется полезным использование систематизирующих таблиц для закрепления и обобщения материала. В частности, это касается таких общих для этих веществ структурных элементов, как домены, которые, кроме этого, встречаются и в системах другой природы.

Отвлекаясь от содержания термина «домен», имеющего отношение к Интернету, рассмотрим сравнительные таблицы (составленные на основе [1, с. 168, 329–331, 341; 2, с. 50, 115, 417; 3, с. 12–13]) для некоторых типов доменов, встречающихся в физике.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика основных типов доменов, имеющих отношение к электромагнетизму

Домены	Это микроскопические области	Методы наблюдения	Линейные размеры	На них можно влиять внешним
1. Ферромагнитные (ФМ) и антиферромагнитные	спонтанной намагниченности	см. таблицы 3 и 4	до 2–3 мм	магнитным полем (МП)
2. Сегнетоэлектрические	спонтанной поляризации	1) в поляризованном свете; 2) травлением	от 10^{-3} до 1 мм	электрическим полем (ЭП)
3. В сверхпроводниках	сверхпроводящие и нормальные (чередуются)	у сверхпроводников I рода – невооруженным глазом	от 10^{-5} см до мм	МП и регулированием температуры
4. Ганна в полупроводниках (движущиеся)	с разными удельным сопротивлением и напряженностью ЭП	по импульсным колебаниям тока	несколько мкм	ЭП

О других типах доменов говорится в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика основных типов доменов, имеющих отношение к механике и акустике

Домены	Это микроскопические области	Методы наблюдения	Линейные размеры	На них можно влиять внешним
1. Акустоэлектрические (таблица 5)	интенсивного ЭП и низкочастотных шумов в полупроводнике	прослушивание шумов, зонды, поглощение СВЧ-волн	0.1–1 мм	ЭП
2. Упругие	спонтанной деформации	под микроскопом	от мкм до мм	механическим воздействием

Как видно из этих и последующих таблиц, представленный материал может выходить за рамки вузовских курсов физики, но может быть использован в дисциплинах специализации.

Сведения об основных разновидностях антиферромагнитных доменов представлены в таблице 3. Их использование более вероятно в спецкурсах, а не в основных курсах физики.

Таблица 3 – Разновидности антиферромагнитных доменов

Домены	<i>S</i> -домены	<i>T</i> -домены
1. Векторы \vec{l} в соседних доменах	повернуты относительно друг друга на 180°	повернуты относительно друг друга на $120^\circ, 90^\circ, 60^\circ$
2. Происхождение названия	spin rotation	twin
3. Тип анизотропии	1) легкая ось; 2) легкая плоскость	легкая плоскость
4. Методы наблюдения	1) линейное двойное лучепреломление; 2) рентгеновская и нейтронографическая топография	1) нейтронная топография с поляризованным пучком нейтронов; 2) линейный магнитооптический эффект
5.1. К чему приводит наличие таких доменов	затрудняет наблюдение пьезомагнетизма и магнитоэлектрического эффекта	при наблюдении антиферромагнитного резонанса во внешнем МП резонансные линии от каждого домена наблюдаются, вообще говоря, при разных \vec{H}
5.2. Объяснение	магнитные моменты, возникающие при наблюдении этих эффектов, имеют противоположные знаки в смежных доменах, что приводит к компенсации	углы между \vec{H} и \vec{l} в разных доменах различны

Сведения об основных методах наблюдения ферромагнитных доменов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные методы наблюдения ферромагнитных доменов

Метод	Порошковых фигур	Эффект Баркгаузена
Образец должен	быть тщательно отполирован	представлять собой длинный стержень или проволоку
Внешнее воздействие	нанесение тонкого слоя жидкости с взвешенными частицами ФМ порошка	поднесение и удаление магнита
Это приводит к тому, что	частицы оседают преимущественно в местах максимальной неоднородности МП	образец намагничивается и перемагничивается
Какое отношение это имеет к доменам	МП максимально неоднородно на границах доменов	в пределах всего домена происходит резкий поворот или опрокидывание вектора намагниченности \vec{I}
Как это наблюдать	в микроскоп небольшого увеличения	образец находится в катушке, подключенной к громкоговорителю (слышен шум) или осциллографу (видны всплески)

Основные сведения о двух типах акустоэлектрических доменов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Разновидности акустоэлектрических доменов

Домены	Статические	Движущиеся
Образуются	в высокоомных материалах (с удельным сопротивлением порядка 10^3 – 10^5 Ом·см)	в низкоомных материалах
Роль анода	возникают вблизи анода	исчезают на аноде
Сила тока	достигает насыщения	осциллирует (если домен движется со скоростью порядка скорости звука)
Напряженность ЭП	превышает поле в остальной части не так сильно, как в случае движущихся доменов	превышает поле в остальной части образца на два порядка

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. 3 : Электричество. – 688 с.
2. Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А.М. Прохоров; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М.: Совет. энцикл., 1988. – Т. I: Аронова–Бома эффект – Длинные линии. – 704 с.
3. Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А.М. Прохоров; редкол.: Д.М. Алексеев [и др.]. – М. : Совет. энцикл., 1990. – Т. 2. Добротность – Магнитооптика. – 703 с.