

Программа курса «Основы теории фазовых переходов» (36 час.)

Автор — профессор А.В. Дмитриев

- I. Введение. Фазовые переходы и их влияние на свойства материалов. Примеры фазовых переходов (изменение агрегатного состояния; магнитные переходы; переход в сверхпроводящее состояние; мартенситные переходы).
- II. Термодинамика фазовых переходов.
 1. Фазовый переход как состояние неполного равновесия. Параметр порядка.
 2. Связь состояний частичного и полного равновесия системы. Минимизация термодинамического потенциала в состоянии частичного равновесия.
 3. Гетерофазное состояние системы. Вероятность образования зародыша. Вклад гетерофазных флуктуаций в термодинамический потенциал. Фазовый переход как особая точка термодинамических величин.
 4. Классификация фазовых переходов.
- III. Фазовые переходы I рода. Фазовые равновесия.
 1. Условия равновесия фаз.
 2. Критическая точка. Спинодали.
 3. Модельная система с фазовым переходом I рода.
 4. Правило фаз Гиббса.
 5. Равновесие фаз в слабых растворах.
 6. Выделение тепла и изменение объема при растворении.
- IV. Фазовые переходы II рода. Теория Ландау.

1. Примеры фазовых переходов II рода. Изменение симметрии при переходе.
2. Микроскопическая модель фазового перехода II рода: система спинов в решетке. Вид термодинамического потенциала при малой степени поляризации.
3. Параметр порядка. Разложение термодинамического потенциала по степеням параметра порядка. Условия на коэффициенты разложения.
4. Изменение термодинамических величин при переходе. Уравнения Эренфеста.
5. Влияние внешнего поля на фазовый переход. Обобщенное поле. Восприимчивость.
6. Флуктуации параметра порядка и их корреляционная функция.
7. Эффективный гамильтониан.
8. Флуктуационная поправка к теплоёмкости при фазовом переходе II рода. Границы применимости теории Ландау.

V. Фазовые переходы II рода. Флуктуационная область.

1. Термодинамические величины во флуктуационной области.
2. Критические индексы. Области слабого и сильного обобщенного поля. Универсальность критических индексов.
3. Соотношения между критическими индексами. Критические индексы, отвечающие теории Ландау.
4. Масштабная инвариантность. Приближенные значения критических индексов.
5. Масштабные размерности. Вычисление масштабных размерностей термодинамических величин.
6. Построение разложений термодинамического потенциала в областях слабого и сильного поля.
7. Нахождение термодинамических величин в произвольной точке плоскости температура–поле. Параметрическое уравнение состояния во флуктуационной области.

VI. Кинетика фазовых переходов.

1. Фазовые переходы I рода. Вероятность образования зародышей другой фазы.

2. Кинетика роста уединенных зародышей.
3. Взаимодействие зародышей. Стадия коалесценции.
4. Фазовые переходы II рода. Зависимость времен релаксации от размера неоднородности.

VII. Необычные фазовые переходы. Фазовые переходы 2.5-рода.