

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу:

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ. II.

для студентов 5 курса (IX семестр)

Автор: профессор Вакс Валентин Григорьевич

1. ЗОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В СВОЙСТВАХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Плотность электронных состояний $\nu(\epsilon)$, её связь с теплоемкостью и тепловым расширением. Особенности Ван-Хова в $\nu(\epsilon)$. Вид $\nu(\epsilon)$ для почти свободно-электронного металла в области ϵ , соответствующей касанию поверхностей постоянной энергии с гранью зоны Бриллюэна. Связь энергетической выгоды кристаллических структур с видом $\nu(\epsilon)$ вблизи уровня Ферми. Корреляции Юм-Розери структурной устойчивости со средней валентностью в сплавах непереходных металлов. "Электронный" механизм стабильности квазикристаллических структур. Особенности связи в переходных металлах.

Литература: [1], [2]

2. ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ МЕТАЛЛОВ

1. Основные представления псевдопотенциальной теории металлов: электронная жидкость, ионные остовы, псевдопотенциал. Общее выражение для гамильтониана электронов и ионов, смысл различных вкладов в гамильтониан. Члены нулевого порядка по электрон-ионному взаимодействию. Вклад в энергию, связанный с неточностью ионов. Выражение для оператора электрон-ионного взаимодействия.
2. Теория возмущений по псевдопотенциалу для расчетов энергии ионной подсистемы. Слагаемое E_2 второго порядка без учета и с учетом меж-электронных взаимодействий. Поляризационный оператор и диэлектрическая проницаемость электронной подсистемы. Экранирование электростатических взаимодействий в металле. Энергия E_2 в регулярной кристаллической решетке; параметр малости теории псевдопотенциала. Роль различных вкладов в энергию и модуль сжатия простых металлов. Межионные потенциалы в металлах, проявление в них Фриделевских осцилляций. Фононы в непереходных металлах: выражение для динамической матрицы во втором порядке по псевдопотенциалу, спектр длинноволновых фононов. Коновские особенности в фононном спектре. Переходные металлы, особенности их электронной структуры и энергии связи сравнительно с простыми металлами. Электрон-фононное взаимодействие. Пайерлсовская неустойчивость одномерного металла при $T = 0$; волны зарядовой плотности.

Литература: [1], [2], [7], [8]

3. СТРУКТУРНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В КРИСТАЛЛАХ

Структурные фазовые переходы (СФП) с изменением симметрии кристаллов; примеры, одно-ионная модель. Теория СФП типа порядок-беспорядок в приближении среднего поля. Поле Лоренца. Теория СФП типа смещения, условия существования перехода. Значения температур и энтропий перехода и констант Кюри-Вейса для сегнетоэлектриков типа порядок-беспорядок и типа смещения. Феноменологические уравнения Гинзбурга для низкочастотной динамики вблизи СФП, "мягкие" моды.

Литература: [3], [4]

4. МАГНЕТИЗМ

1. Теория магнетизма атомов и молекул. Диамагнетизм Ланжевена, парамагнетизм Ланжевена и Ван Флека. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов в немагнитном металле. Парамагнетизм газа классических и квантовых магнитных моментов в немалых внешних полях.

2. Теория ферромагнитного фазового перехода в модели поля Вейса; магнитная восприимчивость и спонтанная намагниченность вблизи точки Кюри. Природа обменных взаимодействий: правило Хунда; обменное взаимодействие в теории ковалентных связей; косвенный обмен в диэлектриках. Модель Гейзенберга, описание ферромагнитных и антиферромагнитных фазовых переходов в этой модели в приближении среднего поля. Зонный магнетизм в металлах: модель Стонера, критерий магнетизма, магнитная восприимчивость.
3. Теория спиновых волн в ферромагнетике и антиферромагнетике в приближении среднего поля. Квантование спиновых волн в ферромагнетике и их вклады в термодинамику.
4. Ферромагнитные домены: происхождение; геометрия; структура доменной стенки в одноосном ферромагнетике.

Литература: [2], [4], [5], [6]

5. ФЛУКТУАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ ВТОРОГО РОДА

1. Разложение Ландау при наличии внешнего поля. Коррелятор флуктуаций параметра порядка K_{ij} , его связь с обобщенной восприимчивостью. Вычисление K_{ij} в приближении среднего поля на примере модели Изинга. Флуктуационная поправка к теплоемкости, область применимости теории среднего поля. Описание флуктуаций параметра порядка в теории Ландау.
2. Область сильных корреляционных эффектов. Гипотеза подобия. Вид свободной энергии, её разложение при малых и немалых полях вблизи точки фазового перехода. Соотношения между критическими индексами, случай четырехмерных систем. Понятие о методе $4 - \epsilon$ разложения для расчета критических индексов.

Литература: [3], [5], [6]

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. В. Г. Вакс, *Межатомные взаимодействия и связь в твердых телах* (ИздАТ, 2002), гл. 12, 13.
2. Дж. Займан, *Принципы теории твердого тела* (Мир, 1974), гл. 1–5, 10.
3. В. Г. Вакс, *Введение в микроскопическую теорию сегнетоэлектриков* (Наука, 1973), §§ 2, 3, 12–16.
4. Ч. Киттель, *Введение в физику твердого тела* (Мир, 1978), гл. 9, 10, 15, 16.
5. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, *Статистическая физика*, ч. 1 (Наука, 1995), §§ 52, 144, 146.
6. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, *Электродинамика сплошных сред* (Наука, 1992), §§ 39–41, 42, 43.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

7. А. Анималу, *Квантовая теория кристаллических твердых тел* (Мир, 1981), гл. 2–5.
8. У. Харрисон, *Теория твердого тела* (Мир, 1972), гл. 2, §§ 1, 4, 5.