



Нейтроннография структуры конденсированных сред

Рабочая программа курса
Магистратура, 1 г/о, 2 семестр

Направление подготовки 011200.68 ФИЗИКА
Основная образовательная программа
«Физика конденсированного состояния вещества»
Квалификация магистр

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Роль нейтроннографических методов в решении современных проблем физики конденсированных сред. Нейтроны в современной физике. Реакторные источники нейтронов. Источники нейтронов на базе ускорителей. Взаимодействие нейтронов с материей. Преимущества и недостатки метода нейтронного рассеяния.

Раздел 2. ОСНОВЫ НЕЙТРОННОГО РАССЕЯНИЯ

Медленные нейтроны. Основные процессы взаимодействия медленных нейтронов с веществом. Рассеяние на свободном ядре. Рассеяние на связанных ядрах. Псевдопотенциал Ферми.

Раздел 3. РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ КРИСТАЛЛАМИ. ДИФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ

Кристаллическая решетка. Обратная решетка. Сечение рассеяния на периодической структуре. Структурный фактор. Упругое (Брэгговское) рассеяние на кристалле. Примеры. Рассеяние на монокристалле. Рассеяние на поликристаллах. Смесь изотопов. Когерентное и некогерентное рассеяние.

Раздел 4. МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ

Плотность длины рассеяния. Сечение рассеяния на флуктуациях плотности рассеяния. Контраст. Кривая рассеяния. Форм-фактор. Прямая и обратная задачи. Интегральные параметры кривой рассеяния.

Постановка эксперимента. Применения малоуглового рассеяния нейтронов.

Раздел 5. НЕЙТРОННАЯ ОПТИКА

Нейтронно-оптические (когерентные) явления. Когерентная и некогерентная амплитуды рассеяния. Показатель преломления для нейтронов. Зеркальное отражение. Брэгговское отражение. Рассеяние на малые углы.

Фононы в кристаллах. Неупругое рассеяние нейтронов. Условия неупругого рассеяния. Однофононные, двухфононные и т.д. процессы. Сечение однофононного процесса. Восстановление фононного спектра кристаллов по результатам неупругого однофононного рассеяния нейтронов.

Раздел 6. МЕДЛЕННЫЕ НЕЙТРОНЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Нейтронная рефлектометрия. Поляризационная рефлектометрия. Шероховатости поверхности и диффузное рассеяние (незеркальное отражение). Магнетизм многослойных структур.

Структурная нейтронография. Нейтронография кристаллов. Исследование водородосодержащих структур. Нейтронодинамический эксперимент. Нейтронные исследования динамики водородосодержащих кристаллов.

Физика полимеров и малоугловое рассеяние нейтронов.

Раздел 7. МАГНИТНОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ

Оператор спина. Магнитный момент нейтрона. Магнитное поле орбитального движения электрона (закон Био-Савара). Магнитное поле собственного магнитного момента электрона. Магнитное взаимодействие нейтрона. Дифференциальное сечение магнитного рассеяния. Упругое и неупругое рассеяние неполяризованных нейтронов кристаллами. Рассеяние на парамагнетиках, ферромагнетиках, антиферромагнетиках. Магнитное рассеяние в монокристаллах и поликристаллах. Возбуждения в магнитоупорядоченных кристаллах. Основное состояние и возбуждение магнонов. Спиновые волны и корреляционные функции.

Получение поляризованных нейтронов. Поляризационные фильтры. Рассеяние поляризованных нейтронов. Прецессия спина нейтрона в однородном магнитном поле. Изменение поляризации при рассеянии в ферро- и антиферромагнетиках. Устройства поворота спина нейтрона.

Раздел 8. РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ ЖИДКОСТЯМИ И АМОРФНЫМИ ТЕЛАМИ

Простейшие динамические модели жидкости. Неупругое рассеяние. Одновременные корреляции. Когерентное неупругое рассеяние. Приближение малого интервала времени. Парная корреляционная функция и структурный фактор. Формализмы Фабера-Займана и Бхатия-Торнтон. Интерпретация данных по рассеянию нейтронов жидкостями.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.В.Белушкин, Введение в методику рассеяния нейтронов, М.: МГУ, 2000
2. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов, Физика нейтронов низких энергий, М.: Наука, 1965
3. «Рассеяние тепловых нейтронов» под ред. П.Игелстаффа, М.: Атомиздат, 1970
4. Ю.В.Заневский, Многопроволочные детекторы элементарных частиц, М.: Атомиздат, 1982.
5. А.И.Абрамов, Ю.А.Казанский, Е.С.Матусевич, Основы экспериментальных методов ядерной физики, М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. К.Клайкнехт. Детекторы корпускулярных излучений, М: Мир, 1990.
7. «Динамические свойства твердых тел и жидкостей. Исследования методом рассеяния нейтронов», под ред. С.Лавеси и Т.Шпрингера, М: Мир, 1980.
8. Н.Ашкрофт, Н.Мермин, Физика твердого тела, М: Мир, 1979.
9. Ч.Киттель, Введение в физику твердого тела. М.:Наука, 1978.
10. М.П.Шаскольская, Кристаллография, М.:Высшая школа, 1984.
11. Д.И.Свергун, Л.А.Фейгин, Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние, М.: Наука, 1986.
12. Ю.А.Изюмов, Н.А.Черноплеков, Нейтронная спектроскопия, М: Мир, 1979.
13. К.Уиндзор, Рассеяние нейтронов от импульсных источников, М.: Энергоатомиздат, 1983.
14. П.А.Крупчицкий, Фундаментальные исследования с поляризованными медленными нейтронами, М.: Энергоатомиздат, 1985.