

## ПРОГРАММА КУРСА «ТЕОРИЯ СИММЕТРИИ»

### Раздел 1. Основы теории групп. Группы преобразований.

Элементы симметрии, произведение элементов симметрии. Инверсионные и зеркально-поворотные оси. Взаимодействие элементов симметрии.

Понятие группы. Аксиоматическое построение теории групп. Конечные группы. Порядок группы, порядок и период элемента группы, циклические группы. Свойство коммутативности, абелевы группы. Примеры групп.

Изоморфизм. Генераторы групп. Подгруппы, индекс подгруппы, смежные классы, теорема Лагранжа. Нормальный делитель (инвариантная подгруппа). Сопряженные элементы, классы сопряженных элементов. Гомоморфизм, фактор-группы. Расширения групп.

Группы преобразований. Невырожденные линейные преобразования. Группа линейных преобразований  $GL(n)$ . Подгруппы группы  $GL(n)$ , компактные группы и подгруппы, группа ортогональных преобразований. Примеры конечных и дискретных подгрупп ортогональной группы.

### Раздел 2. Точечные группы симметрии. Непрерывные группы и принципы симметрии.

Точечные группы симметрии. Распределение элементов точечных групп по классам. Эквивалентные элементы симметрии. Вывод 32 групп симметрии кристаллов. Икосаэдрические группы. Символика Шенфлиса.

Непрерывные группы. Предельные группы симметрии (группы Кюри). Группы Ли. Размерность группы Ли. Инфинитезимальные операторы.

Приложения теории групп в кристаллофизике. Принципы симметрии Кюри и Неймана. Свойства направлений в кристаллах. Особые и симметрически эквивалентные направления. Полярные, аксиальные, винтовые направления. Категории, сингонии и кристаллические классы. Связь свойств кристалла с его симметрией. Взаимосвязь точечных групп и подгрупп симметрии. Изменение симметрии при внешнем воздействии.

### Раздел 3. Теория представлений групп

Понятие представлений групп. Матрица преобразования. Размерность, базис и пространство представления. Эквивалентные представления. Приводимые и неприводимые представления. Характеры, соотношения ортогональности. Прямое (кронекеровское) произведение представлений группы. Представления прямого произведения групп.

Построение неприводимых представлений точечных групп.

### Раздел 4. Пространственные группы и их представления

Трансляционная симметрия кристаллов. Группа трансляций. Представления группы трансляций и обратная решетка. Зоны Бриллюэна.

Теорема Блоха. Симметрия энергетических поверхностей.

Пространственные группы симметрии (группы Федорова). Базис представления пространственных групп. Неприводимые представления пространственных групп. Симметрия состояний кристалла, связь симметрии с вырождением.

### Раздел 5. Обобщенная симметрия

Черно-белые группы симметрии. Симметрия по отношению к изменению знака времени. Ферромагнетики и антиферромагнетики. Магнитная симметрия кристаллов. Магнитные классы и пространственные группы магнитной симметрии. Понятие о цветной симметрии.

Изменение симметрии при фазовых переходах второго рода.

Многомерная кристаллография. Симметрия квазикристаллов.

## Рекомендуемая литература

### Основная:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика (нерелятивистская теория). - М.: Наука, 1989.
2. Ю.И. Сиротин, М.П. Шаскольская Основы кристаллофизики. - М.: Наука, 19\_\_.
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц Статистическая физика. Часть I. - М.: Наука, 19\_\_.
4. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц Электродинамика сплошных сред. - М.: Наука, 19\_\_.
5. Г.Л. Бир, Г.Е. Пикус Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках. - М.: Наука, 19\_\_.

### Дополнительная:

1. Хамермеш М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам. М.: Мир, 1966.
2. Курош А.Г. Теория групп. М.: Наука, 1967.
3. Эллиот Дж., Добер П. Симметрия в физике. М.: Мир, 1983, т.1-2.
4. Г.Штрайтвольф Теория групп в физике твердого тела, М. Мир, 1971
5. У.Вустер Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов, М., Мир, 1977