

Московский Государственный университет им. М.В.Ломоносова

Геологический факультет

Кафедра кристаллографии и кристаллохимии

Утверждена методическим советом
Геологического факультета МГУ
2008 г.

Программа

курса

**“АНТИСИММЕТРИЯ И МНОГОЦВЕТНАЯ СИММЕТРИЯ
КРИСТАЛЛОВ ”**

Для студентов специальности 011300 – «Геохимия»
(специализация «кристаллография и кристаллохимия»)

Программу составил
доцент Ю.К.Егоров-Тисменко
доцент Е.Л.Белоконева

Москва – 2008 г.

Цель курса

Курс «Антисимметрия и многоцветная симметрия кристаллов» рассчитан на студентов Геологического факультета МГУ специальности 0803 – геохимия, специализирующихся в области кристаллографии, кристаллохимии, рентгеноструктурного анализа, роста кристаллов. Курс ведет начало от работ А.В.Шубникова, которые были дополнены работами Н.В.Белова и его учеников. Цель курса – получение знаний о симметричных законах с введением нового качества – цвета – для групп бордюров, обоев и трехмерных шубниковских групп. Знание черно-белых и многоцветных групп позволяет по-новому провести анализ строения кристаллов и широко применяется при описании свойств кристаллов.

Задачи курса

Одна из главных задач – подготовить кристаллографов и кристаллохимиков, разбирающихся в черно-белых шубниковских группах, знать специфику взаимодействий черно-белых (двухцветных) элементов симметрии по сравнению с обычными элементами симметрии, овладеть приемами построения графиков черно-белых пространственных групп, понимать и свободно использовать Таблицы групп Шубникова и соответствующие разделы последнего издания Интернациональных Таблиц.

Общий объем дисциплины (9 семестр)

Лекции	14
Лабораторные занятия	14
Итого	28

Аннотация к курсу.

Курс включает следующие аспекты исследования симметрии кристаллических структур:

- Шубниковские группы антисимметрии: точечные, одномерные, двумерные и трехмерные, их вывод, графическое представление, применение при описании симметрии двойников кристаллов

- Группы многоцветной симметрии, мозаики (двумерные группы) и точечные группы, решения некоторых вопросов кристаллофизики

- Кристаллоструктурные иллюстрации шубниковских групп антисимметрии

- Икосаэдрические точечные группы симметрии и простые формы. Фуллерены, нанотрубки, квазикристаллы.

- Преобразование кристаллографических координатных систем

Содержание курса

Тема 1. Группы антисимметрии – шубниковские группы симметрии.

Общие сведения. Вывод точечных групп антисимметрии – 58-ми групп смешанной полярности, 122 точечные группы антисимметрии. Использование теории антисимметрии при описании симметрии двойников кристаллов.

Вывод 17-ти одномерных групп смешанной полярности, 31 одномерная группа антисимметрии. Вывод 46-ти двумерных групп антисимметрии, 26 с цветными

элементами и 20 с антипереносами, 80 двумерных групп антисимметрии односторонних слоев.

Вывод «цветных» решеток Бравэ – решеток антисимметрии. Примеры вывода пространственных (шубниковских, 1651) групп антисимметрии классов C_{2v} и D_2 .

Приемы построения графиков групп антисимметрии.

Кристаллоструктурные иллюстрации шубниковских групп.

Тема 2. Группы многоцветной симметрии

Общие сведения. Элементы симметрии, возможные для многократного заштриховывания, 15 двумерных цветных беловских групп, мозаики.

Цветные точечные группы (18). Решение кристаллографических и физических задач.

Тема 3. Икосаэдрические точечные группы симметрии и простые формы. Фуллерены, нанотрубки, квазикристаллы.

Тема 4. Преобразование кристаллографических координатных систем.

Прямая и обратная матрицы, ковариантное и контравариантное преобразования, связь осей, координат, индексов отражений.

Лабораторные занятия

Преобразование координатных систем кристаллических структур (преобразование параметров решетки, координат атомов, символов граней и ребер кристаллов). Решение конкретных кристаллографических и минералогических задач.

Определение групп антисимметрии и цветной симметрии на моделях структур и цветных мозаиках. Работа с Атласом кристаллографических групп Шубникова, с Таблицами шубниковских групп, с Альбомом рисунков Эшера.

Работа с пространственными шариковыми и полиэдрическими моделями структур кристаллов с определением шубниковских групп симметрии на моделях структур кристаллов.

Рекомендуемый набор кристаллических структур.

NaCl (галит), CsCl, CuAu, BN (борнитрид), TlI, ZnS (сфалерит), ZnS (вюрцит), CdI₂ (3 политипных модификации), CdCl₂, CaF₂ (флюорит).

Модели двойников минералов: рутил, гипс, кальцит, кварц, пирит, шпинель.

Самостоятельная работа студентов.

Домашние задания: работа с пространственными моделями кристаллических структур в шариковом и полиэдрическом исполнении, определение пространственных групп, позиций атомов и описание структур. Решение расчетных и графических задач.

Формы и сроки контроля.

Текущий контроль – контрольные работы по завершённым темам. Сдача описаний моделей структур: найденные пространственные группы, их чертежи и рисунки структур с положениями атомов на проекциях.

9 семестр – зачет

Литература

1. **Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П.** Теория симметрии кристаллов. М.: Изд-во ГЕОС, 2000, 394 с.
2. **Егоров-Тисменко Ю.К.,** Кристаллография и кристаллохимия. М.: Изд-во Университет, Книжный дом, 2005. 587 с.
3. **Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П.** Учебно-методическая разработка по курсу «Теории симметрии кристаллов», ч.1, Антисимметрия, М.1992, геолфак, 1-52 с., ч.2. Многоцветная симметрия, М.,1992, геолфак, 53-77 с.
4. **Шубников А.В.** Симметрия и антисимметрия конечных фигур. М. :Изд-во АН СССР, 1951, 172 с.
5. **Шубников А.В.** Атлас кристаллографических групп симметрии. М.-Л. :Изд-во АН СССР, 1946, 55 с.
6. **Копцик В.А.** Шубниковские группы. М. : Изд-во МГУ, 1966. 723 с.
7. **Шубников А.В., Копцик В.А.** Симметрия в науке и искусстве. Изд.2-е, М.: Наука, 1972. 339 с.
8. **Белов Н.В., Неронова Н.Н., Смирнова Т.С.** 1651 шубниковская группа. В сб. Труды Ин-та Кристаллографии АН СССР, 1955. Вып.11, С.33-67.
9. **Белов Н.В., Тархова Т.Н.** Группы цветной симметрии// Кристаллография. 1956. Т.1. №1, С.4-17.
10. **Белов Н.В., Неронова Н.Н., Кунцевич Т.С.** Кристаллоструктурные иллюстрации к шубниковским группам антисимметрии// Кристаллография. 1964. Т.9. №2. С.147-154.
11. **Заморзаев А.М., Полистрант А.Ф.** Двумерные шубниковские группы // Кристаллография. 1960. Т.5. №4. С.517-524.
12. **Заморзаев А.М.,** О 1651 шубниковской группе // Кристаллография. 1962. №7. С.813-821.
13. **Инденбом В.Л., Белов Н.В., Неронова Н.Н.** Точечные группы цветной симметрии (цветные классы) // Кристаллография. 1960. Т.5.№4. С.496-500.
14. **Мокиевский В.А.** Группы симметрии двойников. Сб. проблемы кристаллохимии и эндогенного минералообразования. Л. : Наука 1967.
15. **Загальская Ю.Г., Литвинская Г.П., Егоров-Тисменко Ю.К.** Руководство к практическим занятиям по кристаллохимии. М. : Изд-во МГУ, 1983. 167 с.
16. www.iucr.org International Tables for X-ray crystallography. Vol.A, A1.
17. **International Tables for X-ray crystallography. Vol.A.** 2th rew. edit., Dodrecht / Boston / London. 1989.
18. **Чупрунов Е.В., Хохлов. А.Ф., Фаддеев М.А.** Кристаллография. М. : Изд-во физ.-мат. литературы. 2000. 496 с.
19. **Современная кристаллография.** Т.1. М.; Наука. 1979. 283 с.