

Аннотация курса «Симметрия кристаллического микромира»

Symmetry of the crystal macrocosm

Зав. каф., доктор хим. наук, профессор РАН Еремин Н.Н.

ассистент Еремина Т.А.

Предлагаемый межфакультетский курс «Симметрия кристаллического макромира» представляет собой популярное изложение фундаментальных симметричных законов, управляющих внешней формой кристаллов. Лекции включают в себя основы классической кристаллографии с элементами кристаллохимии. Будут рассмотрены элементы симметрии, законы их взаимодействия, закономерные сочетания элементов симметрии (точечные группы симметрии) и их реализация в кристаллических многогранниках на примере как идеализированных моделей так и реальных кристаллов. В рамках описания кристаллов будут даны основные характеристики простых форм, участвующих в огранке, а так же методы индирования граней и направлений, широко применяемые в практической и теоретической минералогии. Большое внимание будет уделено практическим навыкам работы с кристаллами, в рамках которой к услугам занимающихся будет предоставлена *уникальная коллекция* наглядных пособий и природных кристаллов кафедры кристаллохимии и кристаллографии.

Помимо классической кристаллографии, в цикл лекций будут включены основы черно-белой и многоцветной симметрии, разработанные А.В.Шубниковым и Н.В. Беловым. Будут представлены уникальные разработки в сфере принципиального расширения классической геометрической симметрии, ставшие одними из ведущих в современной теоретической кристаллографии. Курс так же включает в себя вывод икосаэдрических групп точечной симметрии, интерес к которым актуализировался в рамках изучения квазикристаллов и фуллеренов.

В заключении, симметрия будет рассмотрена как одно из обобщающих фундаментальных понятий естествознания в целом. В этой связи, в частности, предполагается рассмотрение предельных группы симметрии и симметрии физических свойств.

Курс может представить интерес для студентов, как естественных факультетов, так и гуманитарных специальностей. Программа курса доступна широкому кругу слушателей без особой специфической подготовки.

Программа курса «Симметрия кристаллического макромира».

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основополагающие понятия и законы геометрической кристаллографии и кристаллохимии;
- названия 32 классов симметрии;
- наименование простых форм кристаллических многогранников и простых форм икосаэдрической симметрии;
- правила индцирования кристаллов;

уметь:

- размножить грани заданными элементами симметрии;
- выводить 32 класса симметрии и строить их стереографические проекции;
- давать развернутое описание кристаллических многогранников

владеть:

- теоремами взаимодействия элементов симметрии;
- символиками Браве, Шенфлиса и Германа-Могена;
- основами гониометрического анализа многогранников

Общая трудоемкость аудиторной нагрузки составляет 28 часов. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет, который проводится в **интерактивной форме.**

Темы лекций по межфакультетскому курсу «Симметрия кристаллического микромира».

Лекция 1. Место кристаллографии среди естественных наук. Кристалл, как объект исследования. Кристалл как геометрическое тело. Основы теории симметрии. Элементы симметрии. Операции симметрии, возможные в кристаллах. Символика Браве

Лекция 2. . Классы симметрии кристаллов. Категории. Сингонии

Лекция 3 Сложные элементы симметрии.

Лекция 4. . Классы симметрии низшей категории. Простые формы низшей категории

Лекция 5. Основные теоремы взаимодействия элементов симметрии. Достройка класса симметрии по заданному набору

Лекция 6. Вывод классов средней категории. Простые формы тетрагональной и гексагональной сингонии. Облик и габитус кристаллов

Лекция 7. Символика Шенфлиса. Ее преимущества Международная символика. Ее преимущества.

Лекция 8. Классы симметрии высшей категории. Простые формы кубических кристаллов

Лекция 9 Икосаэдрические группы. Объекты икосаэдрической симметрии

Лекция 10. Предельные группы симметрии – группы физических свойств кристаллов. Симметрия и форма реальных кристаллов

Лекция 11. Гониометрия как метод изучения реальных кристаллов. Сетка Вульфа. Полное описание кристалла по гониометрическим данным.

Лекция 12. Символы граней и ребер кристаллов. Закон зон (поясов) и индицирование кристаллов.

Лекция 13. Черно-белая и многоцветная симметрия. Описание двойников в рамках концепции черно-белой симметрии.

Лекция 14. Правый и левый мир. Избирательность энантиоморфизма с точки зрения разделения на живую и не живую природу. Закон Пастера.

Теоретические вопросы по межфакультетскому курсу

«Симметрия кристаллического микромира».

1. Кристалл, как объект исследования и геометрическое тело
2. Понятие симметрии, операция симметрии, элемент симметрии
3. Операции симметрии, возможные в кристаллах.
4. Символика О. Браве.
5. Проецирование кристаллов.
6. Теорема Эйлера.
7. Основы сферической тригонометрии применительно к кристаллическим объектам.
8. Координатные системы в кристаллографии. Категории. Сингонии.
9. Сложные элементы симметрии.
10. Теоремы взаимодействия элементов симметрии.
11. Вывод классов симметрии кристаллов низшей категории.
12. Вывод классов симметрии кристаллов средней категории
13. Вывод классов симметрии кристаллов высшей категории
14. Понятие простой формы кристалла. Их характеристики.
15. Простые формы низшей и средней категории.
16. Простые формы кристаллов высшей категории.
17. Символика Шенфлиса, ее преимущества.
18. Облик и габитус кристалла
19. Международная символика, ее преимущества.
20. Икосаэдрические группы симметрии.
21. Простые формы икосаэдрических классов.
22. Предельные группы симметрии в кристаллографии.
23. Принципы Неймана, Фойгта и Кюри.
24. Символы граней и ребер кристаллов.
25. Закон зон (поясов) и индцирование кристаллов.

Типовые вопросы практической части интерактивного тестирования

- 1) Какой класс симметрии возникнет, если к операциям симметрии класса T добавить центр инверсии?
- 2) Какой класс симметрии возникнет, если к операциям симметрии класса O добавить центр инверсии?
- 3) К какому классу симметрии относится кристалл, огранка которого представлена комбинацией: а) куба и ромбододекаэдра, б) ромбододекаэдра и пентагон-додекаэдра, в) пентагон-додекаэдра и тетраэдра?
- 4) Определить симметрию кристалла, огранка которого представлена комбинацией: а) куба и октаэдра, б) октаэдра и пентагон-додекаэдра, в) ромбододекаэдра и тетраэдра?
- 5) Чему равно минимальное число граней кубического кристалла, представляющего собой комбинацию: а) трех простых форм, б) двух простых форм? К каким классам симметрии относятся такие кристаллы?
- 6) К какому классу симметрии относится: а) 4-гранный кубический кристалл, б) 8-гранный, в) 10-гранный, г) 14-гранный, д) 15-гранный?
- 7) Записать в учебной символике Браве и Шенфлиса классы симметрии $\bar{4}3m$ и $\bar{4}2m$. К каким сингониям они относятся? Назвать форму общего положения.
- 8) Расшифровать символы Шенфлиса C_{2h} и D_{2h} и записать указанные классы симметрии в международной символике и символике Браве. Назвать форму общего положения. К какой категории относятся эти классы?
- 9) Записать в учебной символике Браве и Шенфлиса классы симметрии 32 и 23 . К каким сингониям они относятся? Назвать форму общего положения.
- 10) Расшифровать символы Шенфлиса D_{3h} и D_{3d} и записать указанные классы симметрии в международной символике и символике Браве. К какой категории относятся эти классы? Назвать форму общего положения.
- 11) Записать в учебной символике Браве и Шенфлиса классы симметрии 222 и 422 . К каким сингониям они относятся? Назвать форму общего положения.
- 12) Расшифровать символы Шенфлиса C_{4h} и D_{4h} и записать указанные классы симметрии в международной символике и символике Браве. К каким категориям относятся эти классы? Назвать форму общего положения.
- 13) Записать в учебной символике Браве и Шенфлиса классы симметрии $m\bar{3}m$ и $\bar{3}m$. К каким категориям они относятся? Назвать форму общего положения.
- 14) Чему равно минимальное число граней у квазикристалла, огранка которого представляет собой комбинацию: а) трех простых форм, б) двух простых форм?
- 15) Чему равно максимальное число граней у квазикристалла, огранка которого представляет собой комбинацию: а) трех простых форм, б) двух простых форм, в) одной простой формы?
- 16) Назовите простые формы: а) 32-гранного квазикристалла, б) 42-гранного, в) 50-гранного.
- 17) Измерить углы между точками, заданными своими сферическими координатами.
- 18) Используя сетку Вульфа, как стереографическую проекцию Земли, отметьте на ней положение Лондона (51° с.ш., 0°), Мехико (19° с.ш., 99° з.д.), Дели (29° с.ш., 77° в.д.) и Сиднея (34° ю.ш., 151° в.д.). При помощи сетки определите расстояния между шестью возможными парами городов, считая радиус Земли равным 6350 км