

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии стекла и керамики

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

**Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология
неорганических веществ, материалов и изделий»
заочной формы обучения**

Минск 2011

УДК 548/549(075.8)
ББК 22.37+26.303я7
К82

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составитель
И. А. Левицкий

Рецензент
кандидат технических наук, доцент кафедры химической
технологии вяжущих материалов *А. А. Сакович*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2011 год. Поз. 133.

Для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2011

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Кристаллография и минералогия» относится к дисциплинам специализации и читается студентам 3-го курса специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий».

Главной задачей дисциплины является изучение основных понятий геометрической и структурной кристаллографии, кристаллохимии оксидных, силикатных и других тугоплавких соединений, определение природных минералов и горных пород, что необходимо при изучении сырьевых материалов, используемых в технологии производства неорганических материалов (стекла, керамики, вяжущих материалов и изделий на их основе, фосфорных, калийных и комплексных удобрений, серной кислоты, продуктов тонкого неорганического синтеза), технологии обогащения полезных ископаемых, а также других силикатных и тугоплавких неметаллических соединений.

Лабораторные занятия по дисциплине предусматривают изучение методов определения и описания основных характеристик кристаллических веществ по моделям кристаллов, оптических свойств минералов, микроструктуры минералов, горных пород и тугоплавких неметаллических и силикатных материалов с помощью поляризационных микроскопов, овладение навыками классификации и определения минералов и горных пород по внешнему виду, физическим свойствам и другим характеристикам.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные сведения о кристалле, его свойствах, симметрии, формах, кристаллической решетке вещества;
- основные понятия кристаллохимии, включая принципы систематики кристаллических структур по типу химической связи и характеру координации;
- особенности строения и свойства силикатов и оксидов;
- условия и природу процессов роста кристаллов, их растворения и регенерации;
- природу явлений изоморфизма и полиморфизма, физические свойства кристаллов, включая механические, тепловые, магнитные, электрические и оптические;
- состав, строение и свойства минералов;
- геологические процессы образования наиболее характерных представителей класса минералов;

- основные горные породы, их минеральный состав, структуру, характеристику типов горных пород, применяемых в качестве сырья для технологии производства неорганических веществ и материалов;
- сущность кристаллооптических методов анализа и проведения исследований природных и технических материалов.

Студент обязан уметь:

- определять форму, элементы симметрии и сингонию кристаллов;
- производить диагностику минералов по внешним признакам;
- исследовать кристаллы и минералы с применением оптических и поляризационных микроскопов;
- осуществлять диагностику горных пород, определять их структуру и текстуру.

Изучение дисциплины «Кристаллография и минералогия» предусмотрено в пятом и шестом семестрах. В соответствии с учебным планом, студент обязан:

- 1) выполнить две контрольные работы (по одной в каждом семестре);

- 2) выполнить лабораторные работы (по четыре в каждом семестре) в объеме 16 ч в период лабораторно-экзаменационных сессий;

- 3) сдать зачет в пятом семестре по разделам дисциплины;

- 4) сдать экзамен в шестом семестре по программе дисциплины.

Настоящее методическое пособие разработано по дисциплине «Кристаллография и минералогия» для студентов заочной формы обучения и включает введение, общие указания по выполнению контрольных работ, рабочую программу изучаемой дисциплины, содержание контрольных заданий и список рекомендуемой литературы.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Контрольное задание является важной частью самостоятельной подготовки студента. Оно должно отражать степень и глубину проработки ответов на поставленные вопросы с использованием при этом основной и дополнительной литературы.

По изучаемой дисциплине студенты выполняют 2 контрольные работы, которые включают теоретические вопросы и практические задания.

Контрольная работа должна иметь поле для замечаний рецензента и быть выполнена до начала экзаменационной сессии.

Номера выполняемых контрольных заданий по обоим контрольным работам выдаются студентам в период установочной сессии преподавателем, читающим лекции по данной дисциплине, из числа заданий, приведенных в разделе 3 «Контрольные задания».

Контрольная работа № 1 включает 2 теоретических вопроса по разделу «Кристаллография» и 1 теоретический вопрос по разделу «Минералогия». Четвертым вопросом является практическое задание. При выполнении данной контрольной работы ответы на вопросы по разделу «Кристаллография» следует иллюстрировать схематическими чертежами изображения кристаллов, их осей, кристаллической решетки и ее элементов, элементарных ячеек различных сингоний, изображения структур координационных многогранников и других рисунков, необходимых для изложения ответов на вопросы. Чертежи и рисунки следует выполнять с помощью компьютера или от руки карандашом графически аккуратно и сопровождать необходимой нумерацией и поясняющими надписями.

Не допускается приведение иллюстративного материала в виде наклеенных ксерокопий.

Все излагаемые ответы на вопросы следует подтверждать примерами из отдельных разделов курса, т. е. ответы на вопросы по разделу «Кристаллография» необходимо подтверждать примерами из раздела «Минералогия» и наоборот.

Ответы на вопросы № 2 и 3 данной контрольной работы следует излагать во взаимосвязи с химическим составом и строением вещества, его структурой, используя современную терминологию. При описании классов минералов, отдельных видов и индивидов необходимо пользоваться развернутой минералогической схемой, избегая применения популярной литературы и литературы для средних специальных учебных заведений, не рекомендуемой к использованию студентами высшей школы.

Практическое задание (вопрос № 4) предусматривает изучение основных элементов ограничения по выполненному студентами чертежу фигуры в соответствии с заданием, написание формулы элементов симметрии с указанием вида симметрии, сингонии и категории кристалла. Здесь же дается обозначение кристаллографических осей с установкой рассматриваемой фигуры относительно них.

Контрольная работа № 2 выполняется во 2-м семестре по разделу «Петрография» и включает 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание.

При ответе на теоретические вопросы особое внимание следует обратить на особенности структуры и текстуры горных пород, их состав и происхождение. Нужно четко различать понятия «минеральная порода» и «минерал».

Практическое задание (вопрос № 3) контрольной работы № 2 выполняется студентом по выбранным им минералу или горной породе, применяемым на предприятии в качестве сырьевых материалов, либо минералу или горной породе, выбранным произвольно.

При описании минерала должны быть указаны следующие характеристики: основное и дополнительное названия (если такие имеются), класс минерала, подкласс, химическая формула, твердость по шкале Мооса, блеск, цвет, цвет черты, спайность, излом, особые диагностические свойства и применение в технологии неорганических веществ.

При описании горной породы должны быть указаны ее тип, характеристика структуры по относительным и абсолютным размерам зерен, текстура, минеральный состав, диагностические характеристики, основные пути использования в технологии неорганических веществ.

Описываемые в работе минерал или горная порода представляются студентом преподавателю при защите контрольной работы.

2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Введение

Содержание, задачи и основные разделы курса. Исторические сведения о кристаллографии и кристаллохимии. Связь курса с дисциплинами химико-технологического профиля. Значение курса в системе подготовки инженеров-химиков-технологов.

Минеральное сырье – основа химической технологии получения неорганических материалов. Проблемы рационального и комплексного использования минерального сырья. Охрана земных недр и окружающей среды.

Раздел 1. Кристаллография

Общие представления. Основы геометрической и структурной кристаллографии. Понятие о кристалле, монокристалле и поликристаллических веществах. Кристаллическая решетка и ее элементы. Основные свойства кристаллов: статичность, однородность, анизотропность, способность к самоограничению, симметричность. Элементы симметрии I и II рода, сложные оси симметрии. Теоремы взаимодействия элементов симметрии.

Гониометрия. Устройство гониометров. Закон двугранных углов.

Теория симметрии кристаллов: элементы симметрии, категории, классы, сингонии. Формы кристаллов. Понятие о простой, сложной форме (комбинации). Сrostки кристаллов (закономерные и незакономерные). Простые формы и их вывод в кристаллах различных сингоний. Формы реальных кристаллических многогранников. Явление двойникования и эпитаксии в кристаллах. Элементы двойникования.

Кристаллографические символы. Элементарная ячейка кристаллической решетки и ее параметры. Кристаллографические координатные оси и установка кристаллов относительно координатных осей. Индексирование граней кристаллов – определение их символов. Закон рациональности отношений параметров – закон Гаюи. Обозначение узлов, рядов и узловых сеток. Символы Миллера (hkl , $hkil$) для узловой сетки и межплоскостные расстояния (d , нм).

Основы кристаллохимии оксидных, силикатных и других соединений. Основные сведения о кристаллохимии. Симметрия кристаллических структур. Кристаллохимические радиусы. Характеристика

и типы структур кристаллов (островная, цепочечная, ленточная, кольцевая, слоевая, каркасная, координационная).

Решетки Браве и их типы. Кристаллохимические характеристики. Определение и подсчет количества атомов в элементарных ячейках. Пространственные группы и типы решеток по Е. С. Федорову.

Координационные числа атомов в структуре и координационные полиэдры. Правила Л. Полинга, применяемые для описания структур соединений. Кристаллохимические радиусы.

Плотнейшие шаровые упаковки. Типы междоузлий в них: тетраэдрические и октаэдрические. Полиэдрическое изображение кристаллических структур (метод Полинга – Белова). Основные категории кристаллохимии: морфотропия, полиморфизм, политипия, изоморфизм.

Систематика кристаллохимических типов кристаллов по характеру химических связей. Систематика структурных типов по координационным признакам и геометрическому характеру, структурные мотивы.

Основы кристаллохимии силикатов, оксидов и других соединений.

Элементы кристаллофизики. Физические свойства кристаллов: плотность, твердость, спайность, отдельность. Тепловые, магнитные (диа-, пара-, ферри-, ферромагнетики) и электрические (пиро-, сегнето- трибо- и пьезоэффекты) свойства кристаллов. Термоэлектрические свойства.

Оптические свойства кристаллов. Понятие о преломлении, двупреломлении, поляризации и интерференции света. Оптическая индикатриса и ее ориентировка в кристаллах высшей, средней и низшей категорий.

Кристаллооптические методы исследования. Виды и значение поляризационных микроскопов. Подготовка образцов к исследованиям. Методы кристаллооптических исследований: исследование без анализатора (линейные замеры, определение формы зерен, цвета, плеохроизма, спайности и др.), исследование с анализатором (интерференционная окраска, эффект погасания, осность и определение на их основе оптических характеристик кристаллов).

Определение показателей преломления изотропных и анизотропных веществ.

Методы исследования внутреннего строения кристаллов. Дифракционные методы исследования.

Кристаллогенезис. Образование, рост и разрушение кристаллов. Структурные дефекты кристаллов. Факторы, влияющие на внешний

облик кристаллов. Скульптура граней кристаллов, форма их роста. Морфологические особенности реальных кристаллов, формы роста кристаллов. Методы выращивания кристаллов из растворов и расплавов (тигельный и бестигельный методы), из газообразных сред.

Раздел 2. Минералогия

Понятие о минералах. Основные сведения о минералах. Минеральный индивид, минеральный вид. Химический состав и строение минералов. Вода и газовой-жидкие включения в их структуре. Написание кристаллохимических формул минералов.

Физические свойства минералов: цвет, побежалость, блеск, прозрачность, спайность, излом, плотность, хрупкость и др. Морфология минералов и их агрегатов, формы нахождения минералов в природе.

Геологические процессы образования минералов: эндогенные, экзогенные и метаморфические.

Классификация минералов. Принципы классификации минералов (генетическая, кристаллографическая). Систематика минералов: типы, классы, подклассы, отделы, группы, подгруппы, виды. Основные свойства минералов различных классов.

Характеристика минералов. Самородные элементы: неметаллы (сера, графит и др.), металлы (медь, золото, серебро, платина, железо и др.).

Сульфиды: колчеданы (пирит, халькопирит, пирротин, марказит), обманки (аурипигмент, сфалерит), блески (галенит) и их характеристика.

Галогениды: флюорит, сильвин, галит, карналлит и др.

Карбонаты: кальцит, доломит, магнезит, содовые минералы – сырье для производства неорганических веществ.

Сульфаты кальция: гипс и ангидрит; сульфаты натрия: мирабилит и тенардит. Области промышленного использования минералов.

Оксиды и гидроксиды. Кристаллические, скрытокристаллические и аморфные разновидности кварца. Кварц, опал, халцедон – породообразующие минералы горных пород. Оксиды и гидроксиды железа (гематит, лимонит, магнетит и др.) – примесные минералы в песках и глинах. Оксиды и гидроксиды алюминия и их применение в производстве неорганических материалов. Рутил, пиролюзит, периклаз, шпинель, ильменит, перовскит, касситерит и их характеристика. Нитраты (индийская и чилийская селитры), фосфаты (апатит, фосфорит), бораты (борацит, бура, гидроборацит), их характеристика и применение.

Силикаты – порообразующие минералы горных пород. Общая характеристика (состав, структура, свойства), применение в химическом производстве.

Принципы систематики структур силикатов на основе структурных мотивов. Проявление амфотерных свойств алюминия в структуре силикатов, координационное состояние анионов.

Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами в кристаллических структурах (оливин, минералы группы гранатов, циркон, силлиманит, дистен, топаз, титанит). Силикаты с изолированными группами тетраэдров (эпидот, берилл, кордиерит, турмалин).

Силикаты с непрерывными цепочками тетраэдров (пироксены: энстатит, диопсид, авгит, эгирин). Ленточные силикаты (воластонит, родонит, амфиболы: тремолит, актинолит, роговая обманка). Слоистые (листовые) силикаты: слюдистые минералы (мусковит, биотит, флогопит, тальк), глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит), хлориты, гидрослюды (глауконит, вермикулит), хризотил-асбест и др. Каркасные силикаты и алюмосиликаты.

Алюмосиликаты натрия и кальция (полевые шпаты, плагиоклазы), алюмосиликаты калия (ортоклазы и микроклины), фельдшпатоиды (нефелин, лейцит, лазурит, содалит), цеолиты (натролит, шабазит, гейландит и др.).

Раздел 3. Петрография

Общая характеристика горных пород. Основные сведения о горных породах. Минеральный состав, структура и текстура горных пород. Генезис и систематика горных пород на его основе.

Магматические горные породы. Формы залегания магматических пород, структура и текстура. Характеристика главных типов пород магматического происхождения. Изверженные породы: ультраосновные (перидотит, пироксенит и др.), основные (габбро, базальты, диабазы), средние (диориты, сиениты, трахиты, андезиты и др.), кислые (граниты, пегматиты, риолиты и др.), ультракислые (аляскиты), щелочные (нефелиновые сиениты, нефелиниты, фойяиты и др.).

Жильные породы (аплиты, гранит-порфиры, жильный кварц). Продукты вулканической деятельности: пемзы, туфы, обсидианы, перлиты, трассы и пуццоланы. Значение магматических горных пород в производстве вяжущих и минеральных добавок в силикатной промышленности.

Осадочные горные породы. Классификация, минеральный состав, строение и генезис. Разрушение, накопление и уплотнение осадков.

Обломочные породы: гравий, галечник, пески, песчаники, алевроиты (лёсс), алевролиты (суглинки), глины (каолиновые, бентонитовые, огнеупорные, тугоплавкие, легкоплавкие). Зависимость технологических свойств глин (спекаемость, температура плавления, адсорбация и др.) от их минералогического состава.

Осадочные породы химического происхождения. Сульфатные породы (гипс, ангидрит), карбонатные породы (мел, известняки, доломиты, магнезиты, мергели), минеральные соли (галитит, сильвинит), кремнистые породы (яшмы, диатомиты, трепелы, опоки, радиоляриты), железистые породы, марганцевые породы, фосфатные породы.

Осадочные породы органогенного происхождения – каустобиолиты (торф, каменный и бурый угли, нефть, горючие сланцы, озокерит, янтарь).

Метаморфические породы. Особенности генезиса метаморфических пород. Их состав, структура и текстура. Типы метаморфизма. Характеристика главных видов метаморфических пород и их использование в силикатной промышленности: гнейсы, кварциты, глинистые сланцы, филлиты, тальковые и пиррофиллитовые сланцы, слюдяные и кристаллические сланцы, серпентиниты и др.

Сырьевая база. Классификация (кадастр) источников минерального сырья и отходов производства. Использование отходов производства.

Полезные ископаемые и минеральное сырье Республики Беларусь и их использование. Особенности формирования горных пород и минералов в антропогеновой толще Беларуси.

Основные понятия строения Земли. Физические свойства, строение Земли; понятие о геологических процессах.

Основные понятия исторической геологии. Методы определения возраста минералов и горных пород. Стратиграфические подразделения (эры и периоды).

Техническая петрография. Исследование минерального состава и микроструктуры технических силикатных материалов (виды кристаллических включений в стеклах, шамотные и динасовые огнеупоры, фарфор и фаянс, портландцемент и др.). Виды кристаллических включений в стеклах (кварц, тридимит, кристобалит и др.). Исследование микроструктуры минеральных удобрений, продуктов тонкого неорганического синтеза.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

3.1. Контрольная работа № 1

Задание 1

1. Кристаллическая решетка и ее элементы.
2. Принципы систематики кристаллов по типу структурных мотивов.
3. Полевые шпаты и плагиоклазы, их характеристика и описание.
4. Пентагонтритетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 2

1. Элементарная ячейка и ее параметры. Симметрия ячеек и их типы для различных сингоний.
2. Принципы систематики минералов по типу химических связей.
3. Характеристика минералов класса карбонатов.
4. Тетрагонтритетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 3

1. Единичные направления в кристаллах. Характеристика сингоний и категорий кристаллов.
2. Координационные числа атомов в структуре. Правила Л. Полинга для описания структур оксидов и силикатов.
3. Описание минералов класса боратов и галогенидов.
4. Дитригональная призма. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 4

1. Виды симметрии кристаллов.
2. Принципы систематики минералов по классам. Типы, классы, семейства.
3. Сульфаты и их характеристика. Основные минералы класса.
4. Тригональный трапецоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 5

1. Основные свойства кристаллов.
2. Элементы кристаллохимического подхода к описанию структур силикатов.

3. Описание минералов класса самородных элементов.
4. Дитригональный скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 6

1. Физические свойства кристаллов, их описание.
2. Принципы систематики структур силикатов на основе структурных мотивов.
3. Характеристика минералов класса сульфидов.
4. Тетрагональный тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 7

1. Индексы граней кристаллов. Закон Гаюи.
2. Решетки Браве и их характеристика.
3. Характеристика силикатов каркасной и листовой (слоевой) структур.
4. Ромбический тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 8

1. Кристаллографические оси. Установка кристаллов относительно кристаллографических осей в различных сингониях.
2. Особенности строения силикатов: кремнекислородный тетраэдр, роль кислорода и алюминия в структуре силикатов.
3. Описание минералов класса силикатов: каркасные и ленточные силикаты. Особенность их структур.
4. Дитетрагональная призма. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 9

1. Устройство и принцип действия поляризационного микроскопа. Виды определений, выполняемые с его применением.
2. Рост и разрушение кристаллов, регенерация. Дефекты роста.
3. Силикаты каркасной структуры и их описание.
4. Дитригональная дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 10

1. Показатель преломления и его определение с помощью поляризационного микроскопа.
2. Подсчет числа формульных единиц, приходящихся на одну элементарную ячейку, для всех их типов и сингоний.
3. Характеристика минералов-силикатов островной, кольцевой, ленточной и цепочечной структур.
4. Дитетрагональная дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 11

1. Плотнейшие шаровые упаковки, их типы и описание.
2. Классификация структур минералов по типу химической связи.
3. Характеристика минералов класса самородных элементов.
4. Дитригональный скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 12

1. Оптические свойства кристаллов.
2. Ионные радиусы, координационные числа, их изображение по Л. Полингу.
3. Характеристика минералов класса оксидов и гидроксидов.
4. Ромбическая дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 13

1. Сростки кристаллов. Двойникование и элементы двойникования. Эпитаксия.
2. Принципы систематики минералов по типу химических связей.
3. Минералы класса оксидов и их характеристика.
4. Дитригональной скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 14

1. Виды симметрии кристаллов.
2. Координационные числа атомов в структуре. Правила Л. Полинга для описания структур оксидов и силикатов.

3. Характеристика минералов класса сульфидов.
4. Пентагонтретраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 15

1. Элементарная ячейка и ее параметры. Симметрия ячеек и их типы для различных сингоний.
2. Принципы систематики кристаллов по типу структурных мотивов.
3. Описание минералов класса самородных элементов.
4. Октаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 16

1. Единичные направления в кристаллах. Характеристика сингоний и категорий кристаллов.
2. Элементы кристаллохимического подхода к описанию структур силикатов.
3. Описание минералов класса боратов и галогенидов.
4. Тригональный трапецоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 17

1. Основные свойства кристаллов.
2. Явления изоморфизма и полиморфизма в кристаллах.
3. Алюмосиликаты натрия, калия, кальция как природные минералы.
4. Гексагональный трапецоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 18

1. Решетки Браве и их характеристика.
2. Минеральные образования, их типы и характеристика.
3. Описание минералов класса силикатов: каркасные и ленточные силикаты. Особенность их структур.
4. Ромбический тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 19

1. Показатель преломления и его определение с помощью поляризационного микроскопа.

2. Рост и разрушение кристаллов, регенерация. Дефекты роста.
3. Характеристика силикатов каркасной и листовой (слоевой) структур.
4. Тетрагональный тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 20

1. Кристаллографические оси. Установка кристаллов относительно кристаллографических осей в различных сингониях.
2. Подсчет числа формульных единиц, приходящихся на одну элементарную ячейку, для всех их типов и сингоний.
3. Характеристика минералов класса сульфидов.
4. Дитригональная дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 21

1. Индексы граней кристаллов. Закон Гаюи.
2. Особенности строения силикатов: кремнекислородный тетраэдр, роль кислорода и алюминия в структуре силикатов.
3. Систематика минералов по классам. Описание гидроалюмосиликатов магния.
4. Тетрагональный тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 22

1. Устройство и принцип действия поляризационного микроскопа. Виды определений, выполняемые с его применением.
2. Принципы систематики структур силикатов на основе структурных мотивов.
3. Типы минеральных образований и их характеристика.
4. Дитетрагональная призма. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 23

1. Плотнейшие шаровые упаковки, их типы и описание.
2. Сростки кристаллов. Элементы двойникования. Эпитаксия.
3. Сульфаты и их характеристика. Основные минералы класса.

4. Пентагонтретраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 24

1. Поляризационные микроскопы, их устройство и принцип действия.

2. Принципы систематики минералов по типу химических связей.

3. Характеристика минералов класса самородных элементов.

4. Тригонгексатетраэдр (гексатетраэдр). Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 25

1. Элементарная ячейка и ее параметры. Симметрия ячеек и их типы для различных сингоний.

2. Классификация структур минералов по типу химической связи.

3. Полевые шпаты, фельдшпатоиды, цеолиты и их характеристика.

4. Пентагондодекаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 26

1. Оптические свойства кристаллов.

2. Координационные числа атомов в структуре. Правила Л. Полинга для описания структур оксидов и силикатов.

3. Минералы класса оксидов и их характеристика.

4. Дидодекаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 27

1. Кристаллическая решетка и ее элементы.

2. Принципы систематики кристаллов по типу структурных мотивов.

3. Характеристика минералов класса оксидов и гидроксидов.

4. Тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 28

1. Основные свойства кристаллов.

2. Явления изоморфизма и полиморфизма в кристаллах.

3. Описание минералов класса самородных элементов.

4. Ромбододекаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 29

1. Формы (ограничение) идеальных кристаллов. Понятие о простой и комбинированной формах. Ограничение реальных кристаллов.
2. Принципы систематики структур силикатов на основе структурных мотивов.
3. Характеристика минералов класса карбонатов.
4. Тригонтриоктаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 30

1. Кристаллическая решетка и ее элементы.
2. Принципы систематики кристаллов по типу структурных мотивов.
3. Алюмосиликаты натрия, калия, кальция как природные минералы.
4. Пентагонтритетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 31

1. Элементарная ячейка и ее параметры. Симметрия ячеек и их типы для различных сингоний.
2. Принципы систематики минералов по типу химических связей.
3. Характеристика минералов класса карбонатов.
4. Тетрагонтритетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 32

1. Рост и разрушение кристаллов. Дефекты роста кристаллов и их описание.
2. Явления изоморфизма и полиморфизма в кристаллах.
3. Минералы класса оксидов и их характеристика.
4. Октаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 33

1. Единичные направления в кристаллах. Характеристика сингоний и категорий кристаллов.
2. Координационные числа атомов в структуре. Правила Л. Полинга для описания структур оксидов и силикатов.
3. Описание минералов класса боратов и галогенидов.
4. Дитригональная призма. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 34

1. Виды симметрии кристаллов.
2. Принципы систематики минералов по классам. Типы, классы, семейства.
3. Сульфаты и их характеристика. Основные минералы класса.
4. Тригональный трапецоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 35

1. Основные свойства кристаллов.
2. Элементы кристаллохимического подхода к описанию структур силикатов.
3. Описание минералов класса самородных элементов.
4. Дитригональный скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 36

1. Принципы систематики структур силикатов на основе структурных мотивов.
2. Характеристика минералов класса сульфидов.
3. Пути образования минералов в природе (экзогенные, эндогенные и метаморфические).
4. Тетрагональный тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 37

1. Индексы граней кристаллов. Закон Гаюи.
2. Решетки Браве и их характеристика.
3. Характеристика силикатов каркасной и листовой (слоевой) структур.
4. Ромбический тетраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 38

1. Кристаллографические оси. Установка кристаллов относительно кристаллографических осей в различных сингониях.
2. Особенности строения силикатов: кремнекислородный тетраэдр, роль кислорода и алюминия в структуре силикатов.

3. Виды минеральных образований и их характеристика.
4. Дитетрагональная призма. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 39

1. Устройство и принцип действия поляризационного микроскопа. Виды определений, выполняемые с его применением.
2. Рост и разрушение кристаллов, регенерация. Дефекты роста.
3. Систематика минералов по классам. Описание гидроалюмосиликатов магния.
4. Дитригональная дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 40

1. Показатель преломления и его определение с помощью поляризационного микроскопа.
2. Подсчет числа формульных единиц, приходящихся на одну элементарную ячейку, для всех их типов и сингоний.
3. Характеристика минералов – силикатов островной, кольцевой, ленточной и цепочечной структур.
4. Дитетрагональная дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 41

1. Плотнейшие шаровые упаковки, их типы и описание.
2. Классификация структур минералов по типу химической связи.
3. Характеристика минералов класса самородных элементов.
4. Дитригональный скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 42

1. Оптические свойства кристаллов.
2. Закон двугранных углов. Гониометры, их устройство, применение.
3. Характеристика минералов класса оксидов и гидроксидов.
4. Ромбическая дипирамида. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 43

1. Кристаллическая решетка и ее элементы. Винтовые и поворотные оси.
2. Принципы систематики минералов по типу химических связей.
3. Минералы класса оксидов и их характеристика.
4. Дитригональный скаленоэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 44

1. Виды симметрии кристаллов.
2. Описание структур силикатов.
3. Характеристика минералов класса сульфидов.
4. Пентагонтритедраэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

Задание 45

1. Решетки Браве и их характеристика.
2. Ионные радиусы, координационные числа, их изображение по Л. Полингу.
3. Сrostки кристаллов. Двойникование и элементы двойникования. Эпитаксия.
4. Ромбододекаэдр. Определить элементы симметрии фигуры, вид симметрии, сингонию, категорию, произвести установку кристалла.

3.2. Контрольная работа № 2

Задание 1

1. Магматические породы и их классификация по характеру образования и содержанию SiO_2 .
2. Хемогенные осадочные горные породы и их классификация.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 2

1. Химический и минеральный состав магматических горных пород.
2. Карбонатные осадочные горные породы.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 3

1. Формы залегания магматических горных пород.
2. Минеральные соли – осадочные горные породы.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 4

1. Структура магматических горных пород, ее типы и описание.
2. Кремнистые осадочные горные породы и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 5

1. Ультраосновные и основные магматические породы и их описание.
2. Сульфатные осадочные горные породы и аллиты.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 6

1. Средние магматические горные породы и их описание.
2. Органогенные осадочные породы (торф, ископаемые угли, горючие сланцы) и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 7

1. Кислые магматические горные породы и их описание.
2. Органогенные осадочные породы (нефть и горючие газы, асфальт, битум, озокерит, янтарь) и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 8

1. Ультракислые и щелочные магматические горные породы и их описание.
2. Описание мелко- и тонкообломочных горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 9

1. Дифференциация и ассимиляция магмы и кристаллизационный ряд Боуэна.
2. Каустобиолиты – промышленное топливо. Классификация, характеристика, генезис.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 10

1. Происхождение осадочных горных пород и их классификация.
2. Классификация метаморфических горных пород: породы контактового и динамометаморфизма.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 11

1. Типы выветривания осадочных горных пород.
2. Классификация метаморфических горных пород: породы регионального метаморфизма.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 12

1. Процессы образования осадочных горных пород (растворение, окисление, восстановление, гидратация, карбонизация, каолинизация и др.).
2. Основные полезные ископаемые Республики Беларусь. Особенности их генезиса.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 13

1. Химический и минеральный состав осадочных горных пород.
2. Кадастровая систематика источников минерального сырья. Типы полезных ископаемых.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 14

1. Стадии генезиса осадочных горных пород.
2. Исследование горных пород с помощью поляризационного микроскопа. Режимы работы микроскопа и типы выполняемых исследований.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 15

1. Формы залегания осадочных горных пород.
2. Основные понятия о строении Земли.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 16

1. Обломочные осадочные породы и их классификация.
2. Магматические процессы образования горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 17

1. Характеристика пневматолитических и гидротермальных процессов образования горных пород.
2. Описание грубо- и среднеобломочных горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 18

1. Метаморфические горные породы. Виды метаморфизма.
2. Каустобиолиты – промышленное топливо. Классификация, характеристика, генезис.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 19

1. Классификация горных пород. Структура и текстура пород.
2. Химические осадочные горные породы и их классификация.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 20

1. Пегматиты, их генезис и характеристика. Использование в промышленности.
2. Карбонатные осадочные горные породы.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 21

1. Основные сведения о горных породах. Генезис и систематика горных пород на его основе.
2. Минеральные соли – осадочные горные породы.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 22

1. Магматические породы и их классификация по характеру образования, содержанию SiO_2 .
2. Кремнистые осадочные горные породы и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 23

1. Химический и минеральный состав магматических горных пород.
2. Фосфатные, марганцевые и железистые осадочные горные породы и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 24

1. Формы залегания магматических горных пород.
2. Сульфатные осадочные горные породы и аллиты.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 25

1. Структура магматических горных пород, ее типы и описание.

2. Органогенные осадочные породы (торф, ископаемые угли, горючие сланцы) и их характеристика.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 26

1. Текстура магматических горных пород, ее типы и описание.

2. Органогенные осадочные породы (нефть и горючие газы, асфальт, битум, озокерит, янтарь) и их характеристика.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 27

1. Ультраосновные и основные магматические породы и их описание.

2. Метаморфические горные породы. Виды метаморфизма.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 28

1. Средние магматические породы и их описание.

2. Состав, текстура и структура метаморфических горных пород.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 29

1. Кислые магматические породы и их описание.

2. Классификация метаморфических горных пород: породы контактового и динамометаморфизма.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 30

1. Ультракислые и щелочные магматические породы и их описание.

2. Классификация метаморфических горных пород: породы регионального метаморфизма.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 31

1. Дифференциация и ассимиляция магмы и кристаллизационный ряд Боуэна.

2. Основные полезные ископаемые Республики Беларусь. Особенности их генезиса.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 32

1. Происхождение осадочных горных пород и их классификация.

2. Кадастровая систематика источников минерального сырья. Типы полезных ископаемых.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 33

1. Исследование горных пород с помощью поляризационного микроскопа. Режимы работы микроскопа и типы выполняемых исследований.

2. Типы выветривания осадочных горных пород.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 34

1. Основные понятия о строении Земли.

2. Процессы образования осадочных горных пород (растворение, окисление, восстановление, гидратация, карбонизация, каолинизация и др.).

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 35

1. Магматические процессы образования горных пород.

2. Химический и минеральный состав осадочных горных пород.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 36

1. Характеристика пневматолитических и гидротермальных процессов образования горных пород.

2. Стадии генезиса осадочных горных пород.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 37

1. Состав, текстура и структура метаморфических горных пород.

2. Описание грубо- и среднеобломочных горных пород.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 38

1. Классификация горных пород. Структура и текстура пород.

2. Обломочные осадочные породы и их классификация.

3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 39

1. Пегматиты, их генезис и характеристика. Использование в промышленности.

2. Формы залегания осадочных горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 40

1. Основные сведения о горных породах. Генезис и систематика горных пород на его основе.
2. Описание мелко- и тонкообломочных горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 41

1. Классификация горных пород. Структура и текстура пород.
2. Кремнистые осадочные горные породы и их характеристика.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 42

1. Кислые магматические горные породы и их описание.
2. Описание мелко- и тонкообломочных горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 43

1. Органогенные осадочные породы (нефть и горючие газы, асфальт, битум, озокерит, янтарь) и их характеристика.
2. Ультракислые и щелочные магматические горные породы и их описание.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 44

1. Химический и минеральный состав магматических горных пород.
2. Минеральные соли – осадочные горные породы.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

Задание 45

1. Карбонатные осадочные горные породы.
2. Формы залегания магматических горных пород.
3. Описать минерал или горную породу по выбору студентов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Торопов, Н. А. Кристаллография и минералогия / Н. А. Торопов, Л. А. Булак. – Л.: Изд-во лит. по стр-ву, 1972. – 352 с.
2. Бондарев, В. П. Основы минералогии, кристаллографии с элементами петрографии / В. П. Бондарев. – М.: Высш. шк., 1986. – 192 с.
3. Булах, А. Г. Общая минералогия / А. Г. Булах. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. – 356 с.
4. Батти, Х. Минералогия для студентов / Х. Батти, А. Принг. – М.: Мир, 2001. – 429 с.
5. Миловский, А. В. Минералогия и петрография / А. В. Миловский. – М.: Недра, 1985. – 432 с.
6. Левицкий, И. А. Кристаллография, минералогия и петрография. Лабораторный практикум / И. А. Левицкий. – Минск: БГТУ, 2009. – 197 с.

Дополнительная

1. Тисменко, Ю. К. Кристаллография / Ю. К. Тисменко, Г. П. Литвинская, Ю. Г. Загальская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 287 с.
2. Бондарев, В. П. Основы минералогии и кристаллографии / В. П. Бондарев. – М.: Высш. шк., 1972. – 192 с.
3. Заварицкий, А. Н. Изверженные горные породы / А. Н. Заварицкий. – М.: АН СССР, 1956. – 479 с.
4. Годовиков, А. А. Минералогия / А. А. Годовиков. – М.: Недра, 1983. – 647 с.
5. Смольянинов, Н. А. Практическое руководство по минералогии / Н. А. Смольянинов. – М.: Недра, 1972. – 360 с.
6. Торопов, Н. А. Лабораторный практикум по минералогии / Н. А. Торопов, Л. Н. Булак. – Л.: Стройиздат, 1969. – 240 с.
7. Музафаров, В. Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей / В. Г. Музафаров. – М.: Недра, 1979. – 327 с.
8. Шаскольская, М. П. Кристаллография / М. П. Шаскольская. – М.: Высш. шк., 1984. – 392 с.
9. Белоусова, О. Н. Общий курс петрографии / О. Н. Белоусова, В. В. Михина. – М.: Недра, 1972. – 344 с.
10. Добровольский, В. В. Геология / В. В. Добровольский. – М.: Владос, 2008. – 320 с.
11. Хомич, П. З. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / П. З. Хомич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие указания.....	5
2. Рабочая программа.....	7
3. Контрольные задания.....	12
3.1. Контрольная работа № 1.....	12
3.2. Контрольная работа № 2.....	21
Рекомендуемая литература	28

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

Составитель
Левицкий Иван Адамович

Редактор *О. А. Готовчик*
Компьютерная верстка *О. А. Готовчик*

Подписано в печать 05.04.2011. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,7. Уч.-изд. л. 1,8.
Тираж 100 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.