

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан
химического факультета
_____ /
_____ А.А. Мороз /
« 25 » _____ марта _____ 2013 г.



Рабочая программа дисциплины

Кристаллохимия

для специальности 020101.65 Химия (цикл ОПД.Ф.10)


Факультет:	Химический
курс:	3
Семестр:	6
лекции:	20 час
лабораторные занятия:	30 час
самостоятельная работа:	50 час
экзамен:	6 семестр
зачет:	—
Всего:	100 час

Составитель: доцент каф. ХТТ, к.х.н. Пугачев В.М.


Кемерово 2013

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия» федерального компонента цикла ОПД.Ф.10 составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования второго поколения по специальности 020101.65 «Химия»

Рабочая программа дисциплины
обсуждена на заседании кафедры химии твердого тела

Протокол № 12 от «12» декабря 2013 г.
/Зав. кафедрой  Ю.А. Захаров

Одобрено методической комиссией химического факультета

Протокол № 7 от «20» марта 2013 г.
Председатель  О.Н. Булгакова

О.Н. Булгакова

ХФ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность. Как известно, свойства вещества зависят от его состава и порядка связи атомов, что в совокупности называется химической структурой. Кристаллохимия изучает химическую структуру весьма распространенного состояния вещества – кристаллического. Поэтому кристаллохимия входит в число базовых химических наук классического университетского образования.

Цель преподавания дисциплины заключается в формировании более широкого и более правильного подхода к пониманию фундаментальных причин, определяющих физико-химические свойства вещества, включая его поведение (химические реакции). Курс «Кристаллохимия» призван также дать представление об особенностях строения кристаллического вещества, которые заключаются в наличии периодичности и специфической симметрии.

Задачи курса. Основные задачи предмета диктуются необходимостью дать студентам представление о реальном химическом строении сложных веществ, реальном количественном и качественном окружении атомов друг другом, а также необходимостью ознакомления их с возможностями современных экспериментальных методов в установлении химического строения.

Курс состоит из лекционной части (20 час), лабораторного практикума (30 час) и самостоятельной работы (50 час). Для проверки знаний предусмотрены выполнение двух контрольных работ, коллоквиум и экзамен.

Дисциплины, необходимые для освоения курса: высшая математика, физика, неорганическая химия, физическая химия.

В результате изучения дисциплины студенты должны ознакомиться с принципами построения кристаллического вещества, закономерностями организации его внешней формы, а также овладеть некоторыми приемами и методами изучения строения вещества при помощи дифракции рентгеновских лучей..

Контроль знаний осуществляется еженедельной проверкой домашних заданий, оценкой деятельности на текущем занятии. Промежуточный контроль осуществляется проведением контрольных работ и коллоквиума. Итоговый контроль – сдача экзамена.

Критерий оценки знаний. Степень усвоения материала оценивается на экзамене по четырехбалльной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Отлично ставится за достаточно полный ответ на все три вопроса в билете. Хорошо, если 1-2 вопроса раскрыты недостаточно полно. Удовлетворительно, если все ответы неполные, либо совсем не раскрыт хотя бы один. Неудовлетворительно, - если два и более вопросов остались нераскрытыми. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие практикум.

2. Тематический план

№	Название и содержание разделов, тем	Объем часов					Формы контроля
		Общий	Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические	Лабораторные		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в кристаллохимию и кристаллографию	22	4		10	8	Контрольная работа по структурным типам
2	Симметрия кристаллов и кристаллических многогранников	18	2		8	8	Контрольная работа по симметрии кристаллов и простым формам
3	Пространственная симметрия	8	2			6	Коллоквиум
4	Геометрические закономерности строения кристаллов	12	2		4	6	Контрольная работа по структурным типам
5	Реальная структура кристаллов	8	2			6	Коллоквиум
6	Рентгенография – основной экспериментальный метод кристаллохимии	32	8		8	16	Защита работы по рентгенографии
Формы контроля							№ недели
1	Индивидуальные задания по структурным типам.						2-5
2	Контрольная работа по структурным типам.						6
3	Индивидуальные задания по симметрии и форме кристаллов						7-10
3	Контрольная работа по симметрии кристаллов и простым формам						11
4	Коллоквиум по пространственной симметрии и реальной структуре кристаллов						13
5	Итоговый экзамен по химической технологии.						сессия

3. Содержание дисциплины

3.1. Программа лекционного курса (20 час)

ВВЕДЕНИЕ В КРИСТАЛЛОХИМИЮ И КРИСТАЛЛОГРАФИЮ (4 час)

История становления кристаллохимии, изучение изоморфизма и полиморфизма. Предмет и задачи кристаллохимии. Зависимость свойств вещества от состава и строения. Классификация кристаллов по размерам, симметрии и структуре. Атомная структура и кристаллическая решетка.

Элементарная ячейка, понятие характеристики. Ячейки примитивные и непримитивные. Неоднозначность выбора элементарной ячейки. Франкенгейм и Бравэ – основатели теории кристаллических решеток. Роль симметрии, прямых углов, объема при выборе ячейки. Правила выбора элементарной ячейки Бравэ.

Основные элементы кристаллической решетки: узлы, узловые ряды, узловые плоскости-сетки. Их основные характеристики.

Узлы решетки и их координаты-индексы. Вершины кристалла и узлы решетки.

Узловые ряды – кристаллографические направления. Периоды трансляции узловых рядов. Индексы кристаллографических направлений. Ребра кристалла и узловые ряды.

Узловые сетки – кристаллографические плоскости. Ориентация плоскостей. Закон целых чисел Гаюи, параметры Вейсса, индексы Миллера. Индексы плоскостей и граней.

Межплоскостные расстояния, зависимость от параметров решетки и ориентации (индексов Миллера). Квадратичные формы: вывод для прямоугольных решеток – ромбической, тетрагональной, кубической.

Основные законы кристаллографии с позиций решеточного строения кристаллов. Принципы формирования граней и габитуса.

Понятие об обратной решетке. Вывод квадратичных форм в обратной решетке для косоугольных решеток. Использование обратной решетки для индицирования и расчета параметров решетки.

Обратная решетка в интерпретации законов погасания.

СИММЕТРИЯ КРИСТАЛЛОВ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МНОГОГРАННИКОВ (2 час)

Стереографическая проекция, правила построения. Поворотные и отражательные элементы симметрии в кристаллах. Построение проекции элементов симметрии. Вертикальное и поперечное положение осей, особенности положения симметричных точек на проекции.

Сложные элементы симметрии: зеркально-поворотные и инверсионные оси.

Взаимодействие (произведение) элементов симметрии: наглядно-графический способ (при помощи построения проекции), координатный метод.

Законы взаимодействия элементов симметрии. Схема вывода 32 точечных групп (классов) симметрии. Основные классы: примитивный, центральный, аксиальный, планальный, план-аксиальный. Символы точечных групп симметрии: Грота, Шенфлиса, международные.

Простые формы. Открытые и закрытые простые формы. Общие и частные простые формы. Комбинации простых форм.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИММЕТРИЯ (2 ЧАС)

Симметрия кристаллической структуры. Пространственные элементы симметрии: плоскости скользящего отражения, винтовые оси. Энантиоморфизм и винтовые оси.

Понятие о пространственных (федоровских) группах симметрии. Принципы международной символики пространственных групп.

Особенности взаимодействия пространственных элементов симметрии. Координатный способ вывода групп и дополнительная информация, получаемая этим методом.

Правильные системы точек, системы общие и частные, кратность и симметрия позиций. Роль пространственной симметрии в структурном анализе.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ (2 ЧАС)

Химическая связь в кристаллах: металлическая, ионная, ковалентная, ван-дер-ваальсова. Межатомные расстояния. Системы кристаллохимических радиусов: ионные, ковалентные, металлические, ван-дер-ваальсовы. Размеры атомов и ионов и Периодическая система элементов.

Концепция плотнейших упаковок атомов и ионов как жестких равновеликих шаров. основные типы упаковок: двухслойная (гексагональная), трехслойная (кубическая), четырехслойная, политипия.

Характеристики упаковок: типы пустот (тетраэдрические, октаэдрические), коэффициент компактности.

Основные структуры с плотнейшими упаковками атомов.

РЕАЛЬНАЯ СТРУКТУРА КРИСТАЛЛОВ (2 ЧАС)

Твердые растворы. Основные типы твердых растворов. Фазовые диаграммы с твердыми растворами. Пределы растворимости, закон Вегарда. Морфотропные ряды. Частично изоморфные системы.

Дефекты кристаллической структуры: точечные дефекты, протяженные дефекты. Энергетика дефектообразования.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ - КАК ОСНОВНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД КРИСТАЛЛОХИМИИ (8 ЧАС)

Дифракционные методы исследования строения вещества. Основные методы регистрации дифракционной картины: порошковые методы, монокристалльные методы. Основные цели рентгенографического исследования: рентгенофазовый анализ (качественный и количественный), анализ текстуры, рентге-

ноструктурный анализ (определение параметров решетки и кристаллической структуры).

Природа рентгеновских лучей. Открытия В. Рентгена и М. Лауэ. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки. Спектры рентгеновской трубки: сплошной (тормозной) и линейчатый (характеристический). Тонкая структура линейчатого спектра. Закон Мозли.

Рассеяние рентгеновских лучей, вклад ядер. Основные принципы дифракции. Когерентность волн, вторичные волны. Интерференция и дифракция. Дифракция на малых объектах, на идеально-бесконечных кристаллах.

Описание дифракции на узловых рядах кристаллической решетки по Лауэ. Дифракционные конусы вокруг узловых рядов. Основное назначение лауэграмм.

Дифракция как отражение, формула Вульфа-Брэгга. Основные методы получения дифракционной картины в свете отражательной теории дифракции.

Полихроматический метод. Индексирование порошковых рентгенограмм, определение параметров кристаллической решетки.

Основные факторы, определяющие интенсивность дифракционных рефлексов (отражений): угловые факторы, фактор повторяемости, поглощение, тепловой фактор. Вывод структурного фактора.

Понятие о методах определения координат атомов. Метод проб и ошибок, метод тяжелого атома, метод расчета электронной плотности.

3.2. Лабораторный практикум (30 час)

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ САНИТАРИИ (2 ЧАС).

Вводное занятие. Основные цели - ознакомление с основными факторами риска в рентгеновской лаборатории (химический, пожарный, электрический, радиационный), более подробное знакомство с природными и техногенными источниками ионизирующих излучений, приемлемыми уровнями радиации и способами защиты от нее.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (8 ЧАС).

Разбор основных структурных типов неорганических соединений по предлагаемой схеме: название структурного типа, название типа решетки Бравэ, вычисление числа формульных единиц в элементарной ячейке, взаимное координационное окружение атомов (координационное число и координационные многогранники). Основные цели - ознакомление со схемой структурного анализа химических соединений, получение представлений о реальном химическом строении сложных и простых веществ (конфигурации гибридных состояний атомов в реальном валентном состоянии, межатомные связи и расстояния, координация и т.д.)

КОНЦЕПЦИЯ ПЛОТНЕЙШИХ УПАКОВОК (4 ЧАС).

Разбор ряда структурных типов, в которых реализуется классический вариант концепции плотнейших упаковок: определение атомов, образующих упаковку, характеристика межатомных пустот, конфигурация пустот и различные варианты их заполнения. Основные цели - дать представление об основных геометрических принципах построения структур, закономерностях при образовании твердых растворов и некоторых типов дефектов.

СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИММЕТРИИ И ФОРМЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МНОГОГРАННИКОВ (8 ЧАС).

Построение стереографических проекций элементов симметрии и граней кристаллов, анализ формы кристаллов по полученным проекциям. Основные цели - ознакомление с симметрией кристаллов, простыми формами и их комбинациями - реальной формой кристаллов.

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (8 ЧАС).

Выполнение лабораторной работы, состоящей из трех разделов: 1) рентгенофазовый анализ смеси кристаллических веществ - как одна из форм химического анализа; 2) индентирование рентгенограмм и расчет параметров кристаллических веществ; 3) установление структуры одного из кристаллических компонентов. Основные цели - дать представление о наиболее распространенных рентгенографических методах анализа состава и строения кристаллических материалов.

4. Учебно-методические материалы и оборудование

4.1. Основная и дополнительная литература

№	Название, гриф	Автор	Год издания	Кол-во экз. в библиотеке
	ОСНОВНАЯ			
1	Кристаллография и кристаллохимия: учебник	Ю.К. Егноров-Тисменко	2010	35
2	Многомерная кристаллография и ее применение в физике: учеб. пособие	А.С. Поплавной	2010	35
3	Рентгеноструктурный анализ: учеб.-метод. пособие.	В.М. Пугачев В.Г. Додонов	2008	45
	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ			
4	Кристаллография /Министерство высшего и среднего специального образования СССР	М.П. Шаскольская	1984	50
5	Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников / Министерство высшего и среднего специального образования СССР	Б.Ф. Ормонт	1982	20
6	Основы структурного анализа химических соединений / Госкомитет СССР по народному образованию	М.А. Порай-Кошиц	1989	20
7	Современная кристаллография	Б.К. Вайнштейн	1979	2
8	История фундаментальных понятий физики. Ч.4. Кристаллография и теория симметрии /Министерство общего и профессионального образования РФ	Б.П. Невзоров	2002	40
9	Кристаллохимия / КемГУ	В.М. Пугачев	1998	80 (в лаборатории)

4.2. Оборудование и наглядные материалы

1. Рентгеновские дифрактометры ДРОН-2, ДРОН-3, КРМ-1.
2. Компьютеры (3 шт.)
3. Компьютерные тесты, расчетные программы.
4. Шариковые модели структурных типов (32 шт.).
5. Деревянные модели кристаллических многогранников (120 шт.)

5. Формы текущего, промежуточного и рубежного контроля

5.1. Вопросы и задания для индивидуальной и самостоятельной работы

1. Понятия кристаллическая решетка и структура.
2. Семь сингоний.
3. Понятие об элементарной ячейке.
4. Четырнадцать решеток Бравэ.
5. Индексы узлов и кристаллографических направлений.
6. Индексы кристаллографических плоскостей (Вейсса и Миллера).
7. Межплоскостные расстояния и квадратичные формы.
8. Закон целых чисел Гаюи.
9. Принципы построения стереографической проекции.
10. Симметрия конечных фигур – точечная симметрия.
11. Схема вывода точечных групп симметрии.
12. Простые формы и их комбинации.
13. Пространственные элементы симметрии.
14. Пространственные группы симметрии и принципы вывода.
15. Правильные системы точек.
16. Применение правильных систем в анализе структуры.
17. Основные виды химической связи в кристаллах.
18. Размеры атомов и ионов и Периодический закон.
19. Понятие о твердых растворах, основные типы.
20. Фазовые диаграммы с твердыми растворами.
21. Пределы растворимости, правило Вегарда.
22. Дефекты кристаллической структуры.
23. Основные виды волн, используемых в структурном анализе.
24. Сравнение рентгеновских, электронных и нейтронных волн.
25. Атомная и структурная амплитуды.
26. Дифракция на узловых рядах по Лауэ.
27. Полихроматический метод Лауэ.
28. Метод вращения-качания.
29. Полихроматический метод (метод порошка).
30. Основные факторы, определяющие интенсивность дифракции.
31. Структурный фактор.
32. Методы определения координат атомов.
33. Метод расчета электронной плотности.

5.2. Типовые вопросы к экзамену по кристаллохимии

История развития кристаллохимии.

Предмет и задачи кристаллохимии. Взаимосвязь состава, строения и свойств химических веществ.

Способы и варианты классификации кристаллов: по размерам, симметрии, структуре.

Классификация по симметрии: категории, сингонии, классы, группы.

Понятие о кристаллической решетке и атомной структуре кристаллического вещества.

Понятие об элементарной ячейке. Типы ячеек по симметрии. Многовариантность выбора ячеек, примитивные и непримитивные ячейки.

Правила однозначного выбора элементарных ячеек. 14 типов решеток Бравэ.

Основные элементы кристаллической решетки: узлы, ряды, плоскости - их характеристики.

Кристаллографические плоскости как важнейший элемент решетки. Способы выражения ориентации.

Квадратичные формы. Вывод для прямоугольных решеток.

Индексы в примитивных и непримитивных решетках. Законы погасания для центрированных ячеек.

Структурные типы: понятие, классификация, основные характеристики.

Симметрия кристаллов: элементы симметрии, законы их взаимодействия.

Простые формы: понятие, основные названия, классификация, роль в дифракционных методах.

Правила построения стереографической проекции элементов симметрии и граней кристаллов.

Понятие о пространственной симметрии: элементы симметрии, понятие о пространственных группах.

Концепция плотнейших упаковок. Характеристики упаковок: слойность, типы пустот, коэффициент компактности.

Понятие о твердых растворах. Изоморфное замещение, растворы внедрения и вычитания.

Дифракционные методы исследования структуры. Связь геометрии атомного строения с параметрами дифракционной картины.

Рентгеновские лучи как основной инструмент дифракционно-структурных методов: природа, основные свойства, источники, понятие о видах спектров.

Сплошной "белый" спектр рентгеновских лучей: природа возникновения и основные характеристики.

Характеристический спектр на основе строения атома, основные спектральные линии, дублетная структура К-альфа линии.

Понятие о дифракции волн, источники вторичных волн вообще и для рентгеновских лучей, в частности.

Объяснение дифракции на узловых рядах по методу Лауэ.

Дифракция - как избирательное отражение. Формула Вульфа-Брэгга.

Порошковые методы рентгеноструктурного анализа.

Основная проблема в определении параметров решетки по межплоскостным расстояниям и методы ее разрешения на примере кристаллов кубической сингонии.

Кристаллографическая плотность. Экспериментальное определение числа формульных единиц в ячейке.

Рассеяние рентгеновских лучей атомом, атомная амплитуда (фактор рассеяния). Вклад ядер в рассеяние атомом.

Сложение волн, рассеянных атомами. Вывод формулы для расчета структурного фактора по координатам атомов.

Понятие о методах определения координат атомов. Метод проб и ошибок.

5.3. Контрольные задачи

1. Описать структурные типы галогенидов щелочных металлов, используя шариковые модели.
2. Описать основные структурные типы металлов, используя шариковые модели.
3. Описать основные структурные типы углерода, используя шариковые модели.
4. Определить вид пустот плотнейшей упаковки и вычислить их заселенность в структурных типах сульфида цинка (использовать шариковые модели).
5. Определить вид пустот плотнейшей упаковки и вычислить их заселенность в структурном типе шпинели (использовать шариковые модели).
6. Определить вид пустот плотнейшей упаковки и вычислить их заселенность в структурных типах флюорита и перовскита (использовать шариковые модели).
7. Показать, что структуры твердой двуокиси углерода, пирита и рутила характеризуются примитивными решетками Бравэ (использовать шариковые модели).
8. В структуре выделен параллелепипед повторяемости прямоугольной формы с дважды центрированной диагональю одного из оснований. Найти истинную ячейку Бравэ.
9. Показать, что базоцентрированная и гранецентрированная тетрагональные ячейки не являются ячейками Бравэ.
10. Привести гранецентрированную моноклинную решетку к вариантам, характеризующимся ячейками Бравэ.
11. Найти индексы кристаллографического направления, если оно связывает узлы с индексами 110 и 101.
12. Найти угол между направлениями $[110]$ и $[210]$ в тетрагональной решетке.
13. Найти угол между плоскостью (001) и вектором $[211]$.
14. Найти индексы Миллера для плоскости, если параметры Вейсса для нее 234.
15. Найти параметры Вейсса для плоскости (212) .
16. Какими векторами можно определить плоскость (120) ?
17. В какой плоскости лежат векторы $[210]$ и $[011]$?
18. Какие точечные группы могут получиться при сложении двух осей второго порядка?
19. Какие точечные группы могут получиться при сложении оси третьего порядка и плоскости симметрии?
20. Какие точечные группы могут получиться при сложении оси второго порядка и плоскости симметрии? К каким сингониям они относятся?
21. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_33L_24P и построить гномостереографическую проекцию.

22. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_4L_2 и построить гномостереографическую проекцию.

23. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией $3L_23PC$ и построить гномостереографическую проекцию.

24. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_2PC и построить гномостереографическую проекцию.

25. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_33P и построить гномостереографическую проекцию.

26. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_4L_2 и построить гномостереографическую проекцию.

27. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_22P и построить гномостереографическую проекцию.

28. Найти в коллекции моделей многогранник с симметрией L_33L_23PC и построить гномостереографическую проекцию.

29. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке тригональный трапецоэдр.

30. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке тригональный трапецоэдр.

31. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке дитетрагональную призму.

32. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке гексагональную пирамиду.

33. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке ромбоэдр и гексагональную призму.

34. Определить минимальное число граней кристалла, имеющего в огранке тетрагональный тетраэдр и пинакоид.

35. Какая ось получается при пересечении под прямым углом двух плоскостей скользящего отражения со скольжением вдоль оси Z ?

36. Какая плоскость получается при действии на плоскость скользящего отражения (скольжение вдоль оси Y) лежащей в ней винтовой оси второго порядка?

37. Параметр примитивной кубической решетки 4,56 Å. Найти три первых дифракционных угла в медном излучении (1,542 Å).

38. Параметр объемноцентрированной кубической решетки 5,26 Å. Найти три первых дифракционных угла в медном излучении (1,542 Å).

39. Параметр гранецентрированной кубической решетки 6,51 Å. Найти три первых дифракционных угла в медном излучении (1,542 Å).

40. Проиндицировать межплоскостные расстояния 3,68; 3,19; 2,253; 1,921 и найти параметр кубической решетки. Найти также тип центрировки.

41. Проиндицировать межплоскостные расстояния 4,51; 3,19; 2,015; 1,703 и найти параметр кубической решетки. Найти также тип центрировки.

42. Проиндицировать межплоскостные расстояния 2,246; 1,588; 1,297; 1,123 и найти параметр кубической решетки. Найти также тип центрировки.

43. Сколько кристаллографических плоскостей типа (200) в тетрагональной решетке дают дифракционные отражения под одинаковым углом?

44. Сколько кристаллографических плоскостей типа (111) в кубической решетке дают дифракционные отражения под одинаковым углом?

45. Сколько дифракционных отражений совпадает для кубической решетки с отражением от плоскости (333)?

46. Какое из дифракционных отражений структуры хлорида натрия должно быть интенсивнее – (200) или (111)?

47. Какое из дифракционных отражений структуры сфалерита должно быть интенсивнее – (200) или (111)?

48. Какое из дифракционных отражений структуры меди должно быть интенсивнее – (200) или (111)?

49. Параметры гексагональной ячейки кальцита 4,989 и 17,062 А. Найти рентгенографическую плотность.

50. Параметры решетки диоксида марганца (тип рутила) 4,45 и 2,89 А. Найти рентгенографическую плотность.

51. Ребро координационного многогранника в бромиде калия 4,67 А. Вычислить параметр решетки.

52. Атомы в структуре серебра находятся на расстояниях 2,89 А. Вычислить параметр решетки.

5.4. Пример контрольного теста

1. Какой из материалов не является кристаллическим?
1) пластилин; 2) алюминий; 3) стекло; 4) мел.
2. Сколько типов решеток Бравэ в мире кристаллов?
1) 3; 2) 7; 3) 14; 4) 32.
3. Сколько прямых углов у моноклинной ячейки?
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) ни одного.
4. Ось какого порядка не встречается в кристаллах?
1) 1; 2) 3; 3) 5; 4) 6.
5. На сколько сингоний подразделяются кристаллы?
1) на 3; 2) на 5; 3) на 7; 4) на 32.
6. Число граней у октаэдра:
1) 4; 2) 6; 3) 8; 4) 12.
7. В каком случае речь идет о кристаллографическом направлении?
1) (110); 2) [210]; 3) {101}; 4) *111*.
8. Современные индексы плоскостей и граней кристаллов (hkl) носят имя индексов:
1) Гаюи; 2) Бравэ; 3) Вейсса; 4) Миллера.
9. Квадратичные формы это:
1) вид многогранников;
2) формулы;
3) системы индексов плоскостей;
4) группа решеток с прямыми углами.
10. Радиус атома хлора близок к:
1) 1 А; 2) 0.1 мкм; 3) 1 нм; 4) 3.7 нм.
11. Структура хлорида натрия имеет решетку:
1) кубическую; 2) гексагональную; 3) ромбическую; 4) тригональную.
12. Кто открыл дифракцию рентгеновских лучей на кристаллах?
1) Рентген; 2) Брэгг; 3) Лауэ; 4) Вейсс.
13. Наибольшее число погасаний дает решетка:
1) примитивная;
2) объемноцентрированная;
3) базоцентрированная;
4) гранецентрированная.
14. Длина волны излучения, используемого в дифракционных структурных методах имеет порядок:
1) 1 ангстрем; 2) 10 нм; 3) 0.1 мкм; 4) 1 мкм.
15. Какое из перечисленных дифракционных отражений кубического кристалла наблюдается под наибольшим углом?
1) 110; 2) 300; 3) 111; 4) 202.