Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Кристаллохимия

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:
Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения
Очная

Квалификация
Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Шелковников

Председатель УМК
В.В. Шелковников

Томск – 2024

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Предмет, задачи и основные понятия кристаллохимии	Тестирование	РООПК 1.2
2	Тема 2. Группы симметрии и структурные классы	Тестирование Коллоквиум №1 Коллоквиум №2	РООПК 1.2 РООПК 1.3
3	Тема 3. Общая кристаллохимия	Тестирование	РООПК 1.2 РООПК 1.3
4	Тема 4. Основные категории теоретической кристаллохимии	Тестирование	РООПК 1.2 РООПК 1.3
5	Тема 5. Важнейшие структурные типы	Тестирование Индивидуальное задание	РООПК 1.2
6	Тема 6. Основы рентгенофазового анализа	Тестирование	РООПК 1.2 РООПК 1.3

Содержание оценочных средств

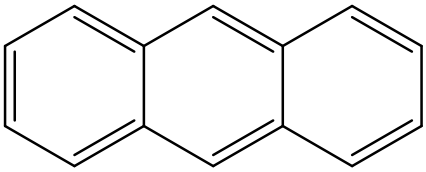
Вопросы для подготовки к коллоквиуму №1 по теме «Группы симметрии и структурные классы»

1. Понятие точечной группы. Симметричные операции и элементы симметрии. Центр симметрии, плоскость симметрии, поворотные, зеркально-поворотные и инверсионные оси.
2. Семейства точечных групп низшей, средней и высшей категории. Предельные группы категорий.
3. Взаимодействие элементов симметрии (теоремы).
4. Стереографическая проекция элементов симметрии и нормалей к граням многогранников.
5. Символика точечных групп. Символы Германа-Могена и Шенфлиса.
6. Структурные классы молекул.

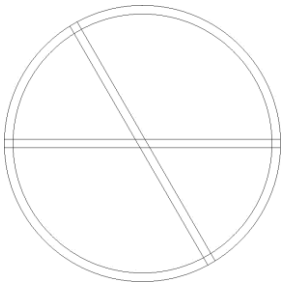
Пример билета коллоквиума №1

Вариант 1

1. Дайте определение симметричной фигуры и симметричного преобразования.
2. Опишите обозначение групп симметрии по Шёнфлису кристаллов без единичного направления.
3. Обозначьте элементы симметрии плоской молекулы. Запишите обозначение элементов симметрии по Бравэ.



4. Выведите полный набор элементов симметрии и определите категорию точечной группы:



5. Используя модель молекулы и многогранника:

– назовите элементы симметрии, напишите формулу симметрии по Бравэ;
– укажите категорию, сингонию и вид симметрии;
– запишите обозначение класса симметрии по Шенфлису и Герману-Могену;
– нанесите элементы симметрии на проекцию.

Критерии оценивания коллоквиума №1

Коллоквиум проводится преподавателем, ведущим семинарские занятия по дисциплине. Во время сдачи коллоквиума обучающиеся могут пользоваться рабочей программой дисциплины. Время подготовки ответа должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 10 минут. Преподавателю предоставляется право задать дополнительные вопросы в рамках текущего раздела программы. Оценка результатов устного коллоквиума объявляется сразу после окончания ответа.

Коллоквиум оценивается в 45 баллов.

Вопросы 1 и 2. Максимальная оценка 5 баллов.

5 баллов – ответ полный, краткий, правильный ответ, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет терминологией, имеет четкое представление об излагаемом вопросе.

4 балла – ответ полный, краткий, правильный ответ, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет терминологией, имеет некоторые недочеты в представлении об излагаемом опросе.

3 балла – ответ неполный, правильный ответ, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет терминологией.

2 балла – ответ неполный, изложен без четкого знания терминологии.

1 балл – ответ неполный, изложен без четкого знания терминологии, имеет существенные искажения правильности изложения материала.

0 баллов – нет ответа.

Вопрос 3. Максимальная оценка 5 баллов.

5 баллов – верно определены и обозначены все элементы симметрии и записана формула симметрии по Бравэ.

4 балла – верно определены и обозначены все элементы симметрии и записана формула симметрии по Бравэ, но есть неточности, которые обучающийся уверенно исправляет после вопроса преподавателя.

3 балла – верно определены элементы симметрии, но не все они верно обозначены или с ошибками записана формула симметрии по Бравэ, недочеты обучающийся уверенно исправляет после вопроса преподавателя.

2 балла – есть ошибки в определении, обозначении и/или записи формулы симметрии Бравэ (2 ошибки), которые обучающийся исправляет после вопроса преподавателя.

1 балл – есть ошибки в определении, обозначении и/или записи формулы симметрии Бравэ (3 ошибки), которые обучающийся исправляет после вопроса преподавателя.

0 баллов – нет ответа.

Вопрос 4. Максимальная оценка 6 баллов.

6 баллов – верно определены и обозначены на проекции все элементы симметрии и записана формула симметрии по Бравэ, определена категория точечной группы. Ответ уверенно обоснован.

5 балла – верно определены и обозначены все элементы симметрии и записана формула симметрии по Бравэ, определена категория точечной группы, но есть неточности, которые обучающийся уверенно исправляет после вопроса преподавателя.

4-3 балла – верно определены элементы симметрии, но не все они верно обозначены и/или с ошибками записана формула симметрии по Бравэ, определена категория точечной группы, недочеты обучающийся уверенно исправляет после вопроса преподавателя.

2 балла – есть ошибки в определении, обозначении и/или записи формулы симметрии Бравэ, определении категории точечной группы (2 ошибки), которые обучающийся исправляет после вопроса преподавателя.

1 балл – есть ошибки в определении, обозначении и/или записи формулы симметрии Бравэ определении категории точечной группы (3 ошибки), которые обучающийся исправляет после вопроса преподавателя.

0 баллов – нет ответа.

Вопрос 5. Максимальная оценка 24 балла (12 баллов за работу с молекулой, 12 баллов за работу с многогранником).

Оценка равная 12 баллам состоит из:

5 баллов – за определение элементов симметрии, запись формулы симметрии по Бравэ;

1 балл – за определение категории, сингонии и вида симметрии;

2 балла – за запись обозначения по Шенфлису;

2 балла – за запись обозначения по Герману-Могену;

2 балла – за построение стереографической проекции.

При недостатках в ответе баллы снижаются или не выставляются за каждый критерий оценивания.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму №2 по теме «Открытые элементы симметрии. Симметрия кристаллических структур»

1. Группы трансляций. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура.
2. Симметрия решетки. Кристаллографические координатные системы. Элементарная ячейка.
3. Симметрия кристаллического многогранника и симметрия позиций в кристаллической структуре.

4. Открытые элементы симметрии кристаллических структур и их обозначения.

5. Сочетания открытых и закрытых элементов симметрии между собой и с перпендикулярными трансляциями.

6. Пространственные группы симметрии для низшей, средней и высшей категорий. Структурные классы.

7. Понятие вывода пространственных групп. Принципы графического представления пространственных групп симметрии.

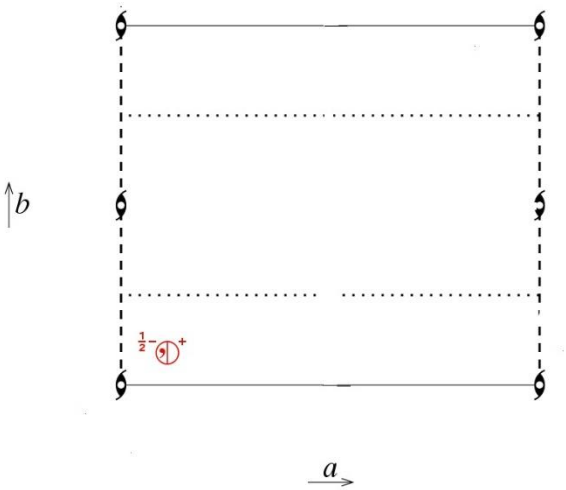
8. Общие и частные правильные системы точек. Характеристики правильных систем точек: симметрия позиции, число степеней свободы, величина симметрии позиции, величина симметрии пространственной группы, кратность, координаты.

Пример билета коллоквиума №2

1. Добавить на изображении проекции расположение недостающих элементов симметрии пространственной группы $P\frac{2}{b}\frac{2_1}{c}\frac{2_1}{m}$.

2. Объяснить наличие всех порожденных элементов симметрии.

3. Нанести на рисунок точки, представляющие собой общую систему эквивалентных позиций, записать их симметрию позиции, величину симметрии, число степеней свободы, кратность и координаты:



Позиция	Симметрия позиции	Величина симметрии позиции	Число степеней свободы	Кратность	Координаты

4. Показать возможные для данной пространственной группы возможные частные системы эквивалентных точек, записать их симметрию позиции, величину симметрии, число степеней свободы, кратность (без указания координат)

Критерии оценивания результатов коллоквиума №2

Коллоквиум проводится преподавателем, ведущим семинарские занятия по дисциплине. Во время сдачи коллоквиума обучающиеся могут пользоваться рабочей программой дисциплины. Время подготовки ответа должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 10 минут. Преподавателю предоставляется право задать дополнительные вопросы в рамках текущего раздела программы. Оценка результатов устного коллоквиума объявляется сразу после окончания ответа.

Коллоквиум оценивается в 45 баллов.

Вопрос 1. Максимальная оценка 10 баллов.

10 баллов – ответ полный, все недостающие элементы симметрии обозначены на графике пространственной группы, студент имеет четкое представление об излагаемом вопросе.

8-6 балла – не все недостающие элементы (не более 1) симметрии обозначены на графике пространственной группы, студент имеет некоторые недочеты в представлении об излагаемом вопросе.

5-3 балла – не все недостающие элементы (более 1) симметрии обозначены на графике пространственной группы, ошибочно обозначены элементы симметрии, студент имеет некоторые недочеты в представлении об излагаемом вопросе.

2 балла – не все недостающие элементы (более 1) симметрии обозначены на графике пространственной группы, ошибочно обозначены элементы симметрии, вопрос изложен без четкого знания терминологии.

1 балл – не все недостающие элементы (более 1) симметрии обозначены на графике пространственной группы, ошибочно обозначены элементы симметрии, вопрос изложен без четкого знания терминологии, имеет существенные искажения правильности изложения материала.

0 баллов – нет ответа.

Вопрос 2. Максимальная оценка 10 баллов.

10 баллов – ответ полный, краткий, правильный ответ, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет основными принципами построения графика пространственной группы, знает и умеет применять формулировки всех теорем о взаимодействии открытых и закрытых элементов симметрии и трансляции.

9-8 балла – ответ полный, краткий, правильный ответ, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет основными принципами построения графика пространственной группы, знает и умеет применять формулировки всех теорем о взаимодействии открытых и закрытых элементов симметрии и трансляции, имеет некоторые недочеты в представлении об излагаемом вопросе.

7-4 балла – ответ не полный или содержит не верные суждения, изложенный грамотным химическим языком, студент владеет основными принципами построения графика пространственной группы, знает, но не всегда верно применяет формулировки всех теорем о взаимодействии открытых и закрытых элементов симметрии и трансляции, имеет некоторые недочеты в представлении об излагаемом вопросе.

3-2 балла – ответ не полный или содержит не верные суждения, студент не владеет основными принципами построения графика пространственной группы, знает, но не всегда верно применяет формулировки всех теорем о взаимодействии открытых и закрытых элементов симметрии и трансляции

1 балл – ответ не полный или содержит не верные суждения, студент не владеет основными принципами построения графика пространственной группы, не знает или не верно применяет формулировки всех теорем о взаимодействии открытых и закрытых элементов симметрии и трансляции.

0 баллов – нет ответа.

Вопрос 3. Максимальная оценка 20 баллов (по 10 баллов за нанесение общей системы точек (в объяснением) и определение характеристик пространственной группы для общей системы точек).

10 баллов – на нанесение общей системы точек (верно нанесены все точки и дано объяснения с помощью каких элементов симметрии получена каждая точка);

0,5 балла – за определение позиции и симметрии позиции;

3,5 балла – за определение величины симметрии, числа степеней свободы и кратности;

6 баллов – за определение координат всех точек с объяснением полученных значений.

При недостатках в ответе баллы снижаются или не выставляются за каждый критерий оценивания.

Вопрос 4. Максимальная оценка 5 баллов

1 балл – за указание частных систем эквивалентных точек;

0,5 балла – за определение позиции и симметрии позиции;

3,5 балла – за определение величины симметрии, числа степеней свободы и кратности

При недостатках в ответе баллы снижаются или не выставляются за каждый критерий оценивания.

Содержание индивидуального задания по теме «Важнейшие структурные типы сложные веществ»

1. Словесное описание структуры.
2. Кристаллографическое описание:

– определить ячейку Бравэ;

– подсчитать число атомов различного типа, которое приходится на ячейку Бравэ, определить кристаллохимическую формулу соединения, число формульных единиц;

– определить взаимную координацию атомов, координационное число и координационный полиэдр для каждого сорта атомов.

3. Кристаллохимическое описание:

– описать структуру в терминах плотнейших шаровых упаковок, если это возможно;

– указать характер сочленения разнообразных структурных фрагментов;

– пояснить распределение атомов определенного сорта по кристаллографическим позициям;

– указать минералы, кристаллизующиеся в данном структурном типе;

– указать на возможный изоморфизм атомов в конкретных структурных позициях;

– указать типы химических связей между атомами.

Список структур: CsCl, NaCl, ZnS (сфалерит и вюрцит), NiAs, CaF_2, TiO_2, CdI_2, $CdCl_2$, $KClO_4$, $CaCO_3$ (кальцит и арагонит), квасцы. Структурный тип шпинели AB_2O_4, структурный тип перовскита ABO_3. Силикаты и алюмосиликаты.

Критерии оценивания индивидуального задания

1. Словесное описание структуры (1 б.).

2. Кристаллографическое описание:

– определить категорию и сингонию (1 б);

– определить ячейку Бравэ (1 б);

– записать пространственную группу симметрии в международной символике (3 б);

– привести проекцию элементарной ячейки с изображением всех элементов симметрии (5 б);

– подсчитать число атомов различного типа, которое приходится на ячейку Бравэ, определить кристаллохимическую формулу соединения, число формульных единиц (3 б);

– определить взаимную координацию атомов, координационное число и координационный полиэдр для каждого сорта атомов (3 б);

3. Кристаллохимическое описание:

– описать структуру в терминах плотнейших шаровых упаковок, если это возможно (3 б);

– указать характер сочленения разнообразных структурных фрагментов (3 б);

– пояснить распределение атомов определенного сорта по кристаллографическим позициям (3 б);

– указать минералы, кристаллизующиеся в этом структурном типе (1 б);

– указать на возможный изоморфизм атомов в конкретных структурных позициях (1 б);

– указать типы химических связей между атомами (2 б).

При недостатках в ответе баллы снижаются или не выставляются за каждый критерий оценивания.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен в пятом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа, из них 1 час на подготовку ответа, 30 минут на устный ответ.

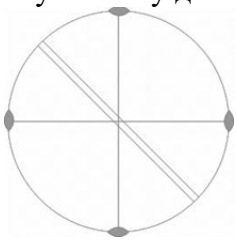
Первая часть содержит два вопроса, проверяющие РООПК 1.2. Ответ на вопрос первой части даётся в развёрнутой форме. Содержание вопросов соответствует содержанию дисциплины (п.8).

Вторая часть содержит задание, проверяющее РООПК 1.3, и оформленное в виде практического задания.

Примеры экзаменационных билетов

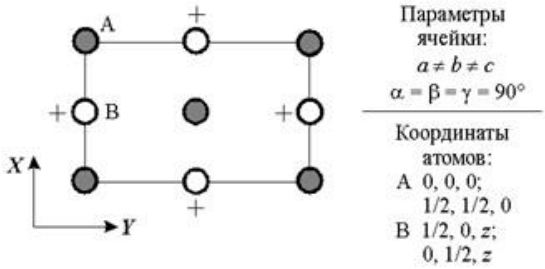
Экзаменационный билет №1

1. Понятие о симметрии. Симметричная фигура, симметричное преобразование. Чем различаются операции симметрии первого и второго рода? Перечислите их. Почему в кристаллах встречаются поворотные оси строго определенных порядков?
2. Критерии устойчивости структурного типа. Правила Полинга. Возможно ли применение правил Полинга (если, да, то каких), для структур с существенной долей ковалентности связи.
3. Выведите полный набор элементов симметрии, нанесите их на проекцию, определите категорию и сингонию, запишите обозначение класса симметрии по Шенфлису и Герману-Могену для точечной группы:



Экзаменационный билет №2

1. Точечные группы геометрических фигур и молекул. Симметрия правильных многогранников. Порядок записи элементов симметрии в символике Бравэ. Как определить наличие в плоской и объемной фигуре центра симметрии?
2. Изоморфизм. Типы изоморфизма. Опишите возможные схемы гетеровалентных замещений без изменения общего числа атомов в элементарной ячейке.
3. Запишите пространственную группу кристаллической структуры в символике Германа-Могена, определите категорию и сингонию, используя проекцию, изобразите элементы симметрии на фоне расположения атомов:



Критерии оценивания

Максимальный балл за экзамен – 200, 1 и 2 вопрос оценивается в 75 баллов, 3 вопрос – 50 баллов. Общий балл за экзамен выставляется суммированием баллов, полученных на ответы на 1, 2 и 3 вопросы.

Критерии оценивания 1 и 2 вопросов:

75-60. Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений, с грамотным использованием необходимых терминов и понятий.

59-49. Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.

48-38. Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

37-27. Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях.

27-0. Отсутствие необходимых знаний, отрывочный, поверхностный ответ.

Критерии оценивания 3 вопроса:

50. Верно определён и записан в указанной символике полный набор элементов симметрии, все элементы обозначены, определена категория и сингония.

49-38. Неверно определён один из указанных пунктов.

37-26. Неверно определён или отсутствует один из указанных пунктов.

26-15. Неверно определены или отсутствуют два из указанных пунктов.

15-0. Неверно определены или отсутствуют три из указанных пунктов.

Итоговая оценка определяется как суммирование баллов за ответы на 3 экзаменационных вопроса.

Результаты дисциплины определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Итоговая оценка учитывает результаты экзамена и рейтинга семестра: суммарный рейтинг курса – 393 балла.

Соответствие баллов экзаменационной оценке:

465 – 372 балла – «отлично» (80%)

371 – 302 балла – «хорошо» (65%)

301 – 232 балла – «удовлетворительно» (50%)

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций ОПК-1 (РООПК 1.2., РООПК 1.3)

Вариант 1

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

1. Линия, при повороте вокруг которой на определенный угол, кристалл совмещается сам с собой, называется:

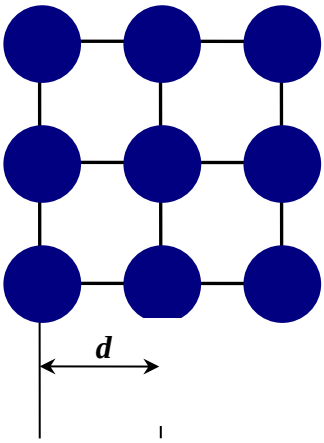
А) плоскость симметрии

Б*) ось симметрии*

В) центр симметрии

Г) зеркально-поворотная ось

2. Эффективный радиус атома, который определяется как половина расстояния между соседними атомами, полученного в результате рентгеноструктурного анализа, $r = \frac{d}{2}$, называется:



А) Ван-дер-ваальсов
Б) ионный
В) *металлический*
Г) ковалентный
3. В объемоцентрированной кубической упаковке шары занимают:
А) 55 % пространства
Б) 58 % пространства
В) 74 % пространства
Г) *68 % пространства*
4. Число формульных единиц в кристаллической структуре хлорида натрия равно:
А) 2
Б) 4
В) *6*
Г) 8

Выберите несколько правильных ответов из числа предложенных вариантов.

5. Какие из приведенных утверждений справедливы для плотнейшей кубической шаровой упаковки?
А) *упаковка трехслойная*
Б) упаковка двухслойная
В) *коэффициент заполнения пространства 74,05 %*
Г) *шары третьего слоя находятся над пустотами первого*
Д) третий слой точно повторяет первый
6. При образовании изоморфного кристалла выполняются следующие правила:
А) радиусы взаимозамещающихся структурных единиц различаются не более чем на 25 %
Б*) ион с меньшим радиусом будет входить в общую кристаллическую структуру легче, чем ион с большим радиусом, занимающий ту же позицию*
В) кристаллические структуры компонентов различны
Г) *заряды взаимозамещающих ионов различаются не больше чем на 1*
Д) *поляризационные свойства ионов схожи*
Д) число разных по конституции структурных фрагментов стремится к минимуму
7. Какие типы кристаллов существуют?
А) *ионные*
Б) *ковалентные*
В) *молекулярные*
Г) *металлические*
Д) аморфные

Расположите вещества в порядке, соответствующем изменению их свойств.

8. Расположите следующие вещества в порядке увеличения их температуры плавления:

А) $CaSO_4$

Б) $MgSO_4$

В) $BeSO_4$

Г) $SrSO_4$

БАГВ

9. Расположите дефекты кристаллической структуры по увеличению их размерности:

А) линейные

Б) точечные

В) искажения кристаллической решетки

Г) поверхностные

БАГВ

10. Расположите простые формы низших категорий в порядке увеличения числа граней:

А) моноэдр

Б) ромбическая пирамида

В) пинакоид

АВБ

Найдите соответствие между элементами двух множеств.

11. Укажите соответствие между видом симметрии и совокупностью элементов симметрии:

1) центральный	А) $L_4 4 L_2 5 PC$
2) планальный	Б) $L_4 4 P$
3) аксиальный	В) $L_4 4 L_2$
4) планаксиальный	Г) $L_4 PC$

1 – Г, 2 – Б, 3 – В, 4 – А

12. Укажите соответствие между символом Браве и международным символом Германа-Могена

1) P	А) m
2) L_2	Б) 2
3) $L_2 2P$	В) 222
4) $3L_2$	Г) $mm2$

1 – А, 2 – Б, 3 – Г, 4 - В

13. Укажите соответствие между типом кристаллической решетки и типом химической связи в кристалле между структурными единицами

1) Ван-дер-вааальсово взаимодействие	А) металлический
2) ковалентная	Б) ионный
3) ионная	В) молекулярный
4) металлическая	Г) ковалентный

1 – В, 2 – Г, 3 – Б, 4 – А

Внесите дополнения в текстовые фразы, путем вписывания в поле для ввода слова, символа или знака.

Впишите слово в именительном падеже.

14. Группа видов симметрии, обладающих одним или несколькими сходными элементами симметрии (с обязательным учетом осей симметрии порядка, выше двух при одинаковом числе единичных направлений) называется *сингония*

15. Изменение кристаллической структуры некоторого вещества при изменении термодинамических условий называется *полиморфизм*

2 вариант

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

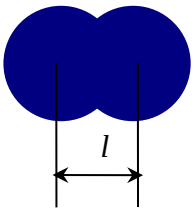
1. Точка внутри кристалла, по обе стороны от которой, на равных расстояниях встречаются одинаковые точки кристалла, называется:

А) плоскость симметрии

Б) ось симметрии

В) *центр симметрии*

2. Эффективный радиус атома, который определяется как половина межатомного расстояния (длины связи), $r = \frac{l}{2}$, называется:



А) Ван-дер-ваальсов

Б) ионный

В) металлический

Г) *ковалентный*

3. В кубической плотнейшей упаковке шары занимают:

А) 55 % пространства

Б) 58 % пространства

В) *74 % пространства*

Г) 68 % пространства

4. Число формульных единиц в кристаллической структуре сфалерита равно:

А) 2

Б) *4*

В) 6

Г) 8

Выберите несколько правильных ответов из числа предложенных вариантов.

5. Какие из приведенных утверждений справедливы для плотнейшей гексагональной шаровой упаковки?

А) *упаковка трехслойная*

Б) упаковка двухслойная

В) *коэффициент заполнения пространства 74,05 %*

Г) *шары третьего слоя находятся над пустотами первого*

Д) третий слой точно повторяет первый

6. При образовании изоморфного кристалла выполняются следующие правила:

А) радиусы взаимозамещающихся структурных единиц различаются не более чем на 15 %

Б) ион с большим радиусом будет входить в общую кристаллическую структуру легче, чем ион с меньшим радиусом, занимающий ту же позицию

В) *кристаллические структуры компонентов схожи*

Г) заряды взаимозамещающих ионов различаются больше чем на 1

Д) *поляризационные свойства ионов схожи*

7. Какие из перечисленных свойств присущи ионным кристаллам?

А) *высокая температура плавления*

Б) низкая температура плавления

В) *хорошая растворимость в воде*

Г) хорошая электропроводность

Д) *диэлектрические свойства*

Расположите вещества в порядке, соответствующем изменению их свойств.

8. Расположите следующие вещества в порядке увеличения их температуры плавления:

А) $CaCO_3$

Б) $MgCO_3$

В) $BeCO_3$

Г) $SrCO_3$

БАГВ

9. Расположите дефекты кристаллической структуры по уменьшению их размерности:

А) линейные

Б) точечные

В) искажения кристаллической решетки

Г) поверхностные

ВГАБ

10. Расположите простые формы средних категорий в порядке увеличения числа граней:

А) тригональная призма

Б) дитригональная призма

В) тетрагональная призма

Г) дитетрагональная призма

АВБГ

Найдите соответствие между элементами двух множеств.

11. Укажите соответствие между видом симметрии и совокупностью элементов симметрии:

1) примитивный	А) $L_6 6P$
2) центральный	Б) $L_6 6L_2$
3) планальный	В) L_6
4) аксиальный	Г) $L_6 PC$

1 – В, 2 – Г, 3 – А, 4 – Б

12. Укажите соответствие между символом Браве и международным символом Германа-Могена

1) $L_2 PC$	А) mmm
2) $3L_2 3PC$	Б) $\frac{2}{m}$
3) P	В) $mm2$
4) $L_2 2P$	Г) m

1 – Б, 2 – А, 3 – Г, 4 – В

13. Укажите соответствие между типом кристаллической решетки и структурными единицами кристалла

1) атомы	А) металлический
2) катионы и анионы	Б) ионный
3) молекулы	В) молекулярный
4) катионы металла и электроны	Г) ковалентный

1 – Г, 2 – Б, 3 – В, 4 – А

Внесите дополнения в текстовые фразы, путем вписывания в поле для ввода слова, символа или знака.

14. Твердое тело, обладающее трехмерной периодической атомной (или молекулярной) структурой и, при определенных условиях образования, имеющее естественную форму правильных симметричных многогранников называется *кристалл*

15. Взаимное замещение химически различных компонентов в эквивалентных позициях кристаллической структуры называется *изоморфизм*

Информация о разработчиках

Автор программы: Мишенина Людмила Николаевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Селюнина Лилия Александровна, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.